

# أحياء ٢

التعليم الثانوي

(نظام المقررات)

(مسار العلوم الطبيعية)



قام بالتأليف والمراجعة

فريق من المتخصصين

طبعة ١٤٤٣ - ٢٠٢١

ح) وزارة التعليم ، ١٤٣٨هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

وزارة التعليم

أحياء ٢ (كتاب الطالب) التعليم الثانوي - نظام المقررات - (مسار العلوم

الطبيعية) /. وزارة التعليم. - الرياض ، ١٤٣٨هـ

٢٦٤ ص ؛ ٢١ X ٢٧ سم

ردمك : ١-١٠٤٦١-٥٠٨-٦٠٣-٩٧٨

أ- علم الأحياء - مناهج السعودية ٢- التعليم الثانوي - مناهج السعودية -

أ. العنوان

١٤٣٨/٤٥٦٣

ديوي ٣٧٥، ٥٧٤

رقم الإيداع ، ١٤٣٨/٤٥٦٣

ردمك : ١-١٠٤٦١-٥٠٨-٦٠٣-٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين"



IEN.EDU.SA

تواصل بمقترحاتك لتطوير الكتاب المدرسي



FB.T4EDU.COM

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين. وبعد، يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها من منطلق أحد التزامات رؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) وهو "إعداد مناهج تعليمية متطورة تركز على الممارسات الأساسية بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية".

ويأتي كتاب (أحياء ٢) لنظام المقررات في التعليم الثانوي داعماً لرؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) نحو الاستثمار في التعليم عبر "ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة" بحيث يكون الطالب هو محور العملية التعليمية.

والأحياء فرع من فروع العلوم الطبيعية، يتعامل مع المخلوقات الحية المتنوعة، ويهتم كتاب (أحياء ٢) بدراسة الحيوانات الفقارية، فبدأ بدراسة الأسماك والبرمائيات من حيث خصائصها وتركيبها، وأهميتها للإنسان، ودورها في البيئة، ثم ينتقل الكتاب في عرضه إلى دراسة الزواحف والطيور، ودراسة خصائصها وتركيبها وتصنيفها. ومن خلال فصل الثدييات يتم التركيز على خصائصها التي تميزها من غيرها من المخلوقات الحية، وكذلك التنوع بين أفرادها، وتصنيفها. أما الفصول الستة الأخيرة فقد تناولت أجهزة جسم الإنسان، وتركيبها ووظائفها، وأهمية كل جهاز في بقاء الإنسان، وتأقلمه مع البيئات التي يعيش فيها، واستمرار تكاثره على الأرض.

وقد جاء هذا الكتاب في تسعة فصول، هي: الأسماك والبرمائيات، والزواحف والطيور، والثدييات، والجهازان الهيكلي والعضلي، والجهاز العصبي، وأجهزة الدوران والتنفس والإخراج، وجهاز الهضم والغدد الصم، والتكاثر والنمو في الإنسان، وجهاز المناعة.

وقد جاء تنظيم وبناء محتوى كتاب الطالب بأسلوب مشوّق وبطريقة تشجّع الطالب على القراءة الواعية والنشطة، وتسهّل عليه بناء تنظيم أفكاره وتنظيمها، وممارسة العلم كما يمارسه العلماء وبما يعزز أيضاً مبدأ رؤية (٢٠٣٠) "نتعلم لنعمل"، من خلال إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبني والموجه والمفتوح.

يبدأ كل فصل من فصول الكتاب بالفكرة العامة التي تقدم صورة شاملة لمحتواه. ثم ينتقل الطالب "التجربة الاستهلاكية" التي تساعد على تكوين نظرة شاملة عن محتوى الفصل. وتمثل التجربة الاستهلاكية أحد أشكال الاستقصاء (المبني)، كما تتيح في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء (الموجه) من خلال سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمن النشاطات التمهيدية للفصل إعداداً مطوية تساعد على تلخيص أبرز



الأفكار والمفاهيم التي يتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية التي يمكن تنفيذها في أثناء دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الأحياء الذي يرد في نهاية كل فصل ويتضمن استقصاءً مفتوحاً في نهايته.

تقسم فصول الكتاب إلى أقسام، يتضمن كل منها في بدايته ربطاً بين المفردات السابقة والمفردات الجديدة، وفكرة رئيسة مرتبطة مع الفكرة العامة للفصل. كما يتضمن القسم أدوات أخرى تساعد على تعزيز فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحاً وتفسيراً للمفردات الجديدة التي تظهر مظلة باللون الأصفر، وأسئلة تعمق معرفة الطالب بمحتوى المقرر واستيعاب المفاهيم والمبادئ العلمية الواردة فيه. ويدعم عرض المحتوى في الكتاب مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية المختارة والمعدة بعناية لتوضيح المادة العلمية وتعزيز فهم مضامينها. ويتضمن الكتاب مجموعة من الشروح والتفسيرات، تقع في هوامش الكتاب، منها ما يتعلق بالربط بمحاور رؤية (٢٠٣٠) وأهدافها الاستراتيجية، وبالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، وبعضها إرشادات للتعامل مع المطوية التي يعدها الطالب في بداية كل فصل.

وقد وظفت أدوات التقييم الواقعي في التقييم بمراحله وأغراضه المختلفة: القبلي، والتشخيصي، والتكويني (البنائي) والختامي (التجميعي)؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل، والأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلاكية بوصفها تقويماً قنلياً تشخيصياً لسير واستكشاف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى يُطرح سؤال تحت عنوان "ماذا قرأت؟"، وتجد تقويماً خاصاً بكل قسم من أقسام الفصل يتضمن أفكار المحتوى وأسئلة تساعد على تلخيص جوانب التعلم وتعزيزه، وما قد يرغب الطالب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل يأتي دليل مراجعة الفصل متضمناً تذكيراً بالفكرة العامة والأفكار الرئيسة والمفردات الخاصة بأقسام الفصل، وخلاصة بالمفاهيم الرئيسة التي وردت في كل قسم. يلي ذلك تقويم الفصل والذي يشمل أسئلة وفقرات متنوعة تستهدف تقويم تعلم الطالب في مجالات عدة هي: مراجعة المفاهيم، وتثبيت المفاهيم الرئيسة، والأسئلة البنائية، والتفكير الناقد، ومهارات الكتابة في علم الأحياء، وأسئلة المستندات المتعلقة بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية، بالإضافة إلى فقرات خاصة بالمراجعة التراكمية. كما يتضمن الكتاب في نهاية كل فصل اختباراً مقنناً يتضمن أسئلة وفقرات اختبارية تسهم في إعداد الطلاب للاختبارات الوطنية والدولية، بالإضافة إلى تقويم تحصيلهم في الموضوعات التي سبقت دراستها.

والله نسأل أن يحقق الكتاب الأهداف المرجوة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.



## قائمة المحتويات

### دليل الطالب

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟ ..... 7

### الفصل 1

الأسماك والبرمائيات ..... 10

تجربة استهلاكية ..... 11

1-1 الأسماك ..... 12

تجربة 1-1 ..... 15

1-2 البرمائيات ..... 25

مختبر تحليل البيانات 1-1 ..... 28

إثراء علمي: تشوهات خلقية في الضفادع ..... 33

مختبر الأحياء ..... 34

دليل مراجعة الفصل ..... 35

تقويم الفصل ..... 36

### الفصل 4

الجهازان الهيكلي والعضلي ..... 96

تجربة استهلاكية ..... 97

1-4 الجهاز الهيكلي ..... 98

تجربة 1-4 ..... 102

2-4 الجهاز العضلي ..... 105

مختبر تحليل البيانات 1-4 ..... 110

إثراء علمي: تنمية العظام في المختبر ..... 112

مختبر الأحياء ..... 113

دليل مراجعة الفصل ..... 114

تقويم الفصل ..... 115

### الفصل 2

الزواحف والطيور ..... 40

تجربة استهلاكية ..... 41

2-1 الزواحف ..... 42

مختبر تحليل البيانات 1-2 ..... 49

2-2 الطيور ..... 51

تجربة 1-2 ..... 57

إثراء علمي: الأنواع الدخيلة في البيئة ..... 60

مختبر الأحياء ..... 61

دليل مراجعة الفصل ..... 62

تقويم الفصل ..... 63

### الفصل 5

الجهاز العصبي ..... 120

تجربة استهلاكية ..... 121

1-5 تركيب الجهاز العصبي ..... 122

تجربة 1-5 ..... 125

2-5 تنظيم الجهاز العصبي ..... 128

مختبر تحليل البيانات 1-5 ..... 130

3-5 تأثير العقاقير ..... 134

مختبر تحليل البيانات 2-5 ..... 137

إثراء علمي: أطراف اصطناعية يتحكم فيها الدماغ ..... 139

مختبر الأحياء ..... 140

دليل مراجعة الفصل ..... 141

تقويم الفصل ..... 142

### الفصل 3

الثدييات ..... 68

تجربة استهلاكية ..... 69

3-1 خصائص الثدييات ..... 70

تجربة 1-3 ..... 76

2-3 تنوع الثدييات ..... 81

مختبر تحليل البيانات 1-3 ..... 88

إثراء علمي: الكلاب المدربة المساعدة ..... 89

مختبر الأحياء ..... 90

دليل مراجعة الفصل ..... 91

تقويم الفصل ..... 92

## الفصل 8

212	التكاثر والنمو في الإنسان
213	تجربة استهلاكية
214	8-1 جهاز التكاثر في الإنسان
217	تجربة 1 - 8
220	8-2 مراحل نمو الجنين قبل الولادة
226	تجربة 2 - 8
228	إثراء علمي: هرمون النمو
229	مختبر الأحياء
230	دليل مراجعة الفصل
231	تقويم الفصل

## الفصل 9

236	جهاز المناعة
237	تجربة استهلاكية
238	9-1 جهاز المناعة
244	مختبر تحليل البيانات 1 - 9
247	إثراء علمي: التلقيح ضد الجدري
248	مختبر الأحياء
249	دليل مراجعة الفصل
250	تقويم الفصل

## مرجعيات الطالب

254	الهيكل العظمي
255	المصطلحات

## الفصل 6

146	أجهزة الدوران والتنفس والإخراج
147	تجربة استهلاكية
148	6-1 جهاز الدوران
153	تجربة 1 - 6
158	6-2 الجهاز التنفسي
160	تجربة 2 - 6
163	6-3 الجهاز الإخراجي
165	مختبر تحليل البيانات 1 - 6
169	إثراء علمي: الزئبق والبيئة
170	مختبر الأحياء
171	دليل مراجعة الفصل
172	تقويم الفصل

## الفصل 7

178	جهاز الهضم والغدد الصم
179	تجربة استهلاكية
180	7-1 الجهاز الهضمي
184	تجربة 1 - 7
187	7-2 التغذية
193	مختبر تحليل البيانات 1 - 7
194	7-3 جهاز الغدد الصم
199	تجربة 2 - 7
	إثراء علمي: الأدوات والتقنيات التي يستعملها اختصاصي
203	الطب الشرعي
204	مختبر الأحياء
205	دليل مراجعة الفصل
206	تقويم الفصل



## كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

هذا الكتاب ليس كتابًا خياليًا، بل كتابًا علميًا يصف مخلوقات حية، وعمليات حيوية، وتطبيقات تقنية. لذا فانت تقرأه طلبًا للعلم. وفيما يأتي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته.

## قبل أن تقرأ

اقرأ كلًا من **الفكرة العامة** و **الفكرة الرئيسة** قبل قراءة الفصل؛ فهي تزودك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

لكل فصل **الفكرة العامة** تقدم صورة شاملة عنه، ولكل قسم من أقسام الفصل **الفكرة الرئيسة** تدعم فكرته العامة.

لتحصل على رؤية عامة عن الفصل

- اقرأ عنوان الفصل لتعرف موضوعاته.
- تصفح الصور والرسوم والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة المظللة باللون الأصفر.
- اعمل مخططًا للفصل باستخدام العناوين الرئيسة والعناوين الفرعية.





## كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

### عندما تقرأ

في كل جزء من الفصل ستجد أساليب لتعميق فهمك للموضوعات التي سترسها، واختبار مدى استيعابك لها.

الربط مع واقع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع الواقع.



### الأسماك Fishes

الأسماك هي من الحيوانات المائية التي تتنفس بالأكسجين المذاب في الماء. لها أجسام مغطاة بجلد سميك، وتحتوي على زعنجان، وعيون، وفم، وأذن، وأرجل، وأعضاء أخرى.

#### خصائص السمكيات

تتميز السمكيات بوجود زعنجان، وعيون، وفم، وأذن، وأرجل، وأعضاء أخرى. وهي من الحيوانات المائية التي تتنفس بالأكسجين المذاب في الماء.

تتميز السمكيات بوجود زعنجان، وعيون، وفم، وأذن، وأرجل، وأعضاء أخرى. وهي من الحيوانات المائية التي تتنفس بالأكسجين المذاب في الماء.



12

الجلول  
الآن  
الآن  
الآن

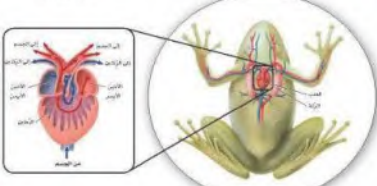
ماذا قرأت؟ أسئلة تقوّم مدى فهمك لما درسته.

### مهارات قرائية

- أسأل نفسك: ما الفكرة العامة؟ وما الفكرة الرئيسية؟
- فكر في المخلوقات الحية والمواقع والمواقف التي مررت بها، هل بينها وبين دراستك لمادة الأحياء علاقة؟
- اربط معلومات مادة الأحياء التي درستها مع المجالات العلمية الأخرى.
- توقع نتائج من خلال توظيف المعلومات التي تمتلكها.
- غير توقعاتك حينما تقرأ معلومات جديدة.

الأمراض Eczema تُرعى بمرضات الفطريات من تشو من خلال الفطريات...  
Amplification...  
Amplification...  
Amplification...

الأمراض Eczema تُرعى بمرضات الفطريات من تشو من خلال الفطريات...  
Amplification...  
Amplification...  
Amplification...



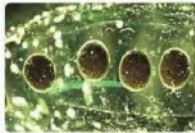
27

بعد ما قرأت

اقرأ الخلاصة، وأجب عن الأسئلة؛ لتقويم مدى فهمك لما درست.



www.elsevier.com/locate/jmb



توجه في المثلثات المثلثية

[illegible]

المسائل الثلاثة في نظم النظم في الشريعة  
للعالمين على هيئة كتاب واحد في اللغة العامية  
والعامة من العلماء في اللغة العامية  
والعامة من العلماء في اللغة العامية  
والعامة من العلماء في اللغة العامية

## التقويم 1-2

[illegible]

يتضمّن كل قسم في الفصل أسئلة وخلاصة؛

حيث تقدم الخلاصة مراجعة المفاهيم الرئيسية،  
في حين تختبر الأسئلة فهمك لما درسته.

## دليل مراجعة الفصل

**تفسير:** لتعريف السبب والنتيجة كقوله - غلبت على ذلك - غلبة المذهب والشبهة بين طريقتي البرقة والخلق وما وجهه الدوري. فعلى سبيل المثال: كقوله المشي في نسبة الألفين في علاج إريما البرمات؟

[illegible]

ستجد في نهاية كل فصل دليلاً للمراجعة متضمناً المفردات والمفاهيم الرئيسية. استعمل هذا الدليل للمراجعة وللتأكد من مدى استيعابك.

طرائق أخرى للمراجعة

- حدد **الفكرة** العامة .
- اربط **الفكرة** **الرئيسية** **بالفكرة** العامة .
- استخدم كلماتك الخاصة لتوضيح ما قرأت.
- وظّف المعلومات التي تعلمتها في المنزل، أو في موضوعات أخرى تدرسها.
- حدد المصادر التي يمكن أن تستخدمها في البحث عن المزيد من المعلومات حول الموضوع.



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

### 1-1 الأسماك

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

### 1-2 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 لمحفنة اللون بالهجين التركيب، التكبير 10%



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

ج ٢: 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 2-1. سجّل -وأنت تقرأ الدرس- معلوماتك عن  
خصائص كل مجموعة، ثم ارسمها.

## Fishes الأسماك

**الفرصة 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 أن 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 للهياكل الداخلية لمعظم الفقاريات. ويُعرف الغضروف cartilage بأنه مادة قاسية مرنة تُكوّن هياكل أو أجزاء من هياكل 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 (الفرون)

جهاز الحظ الجانبي

وضع البيض (التبويض)

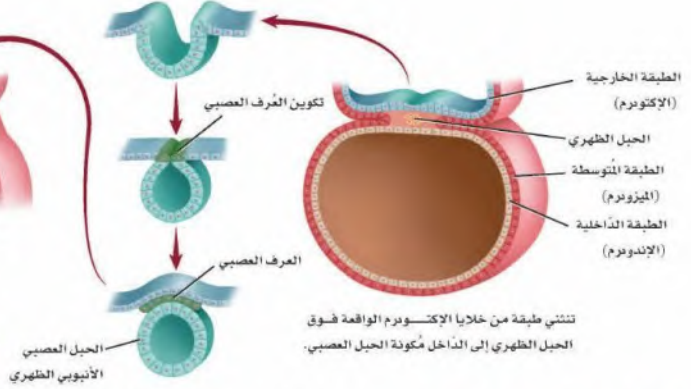
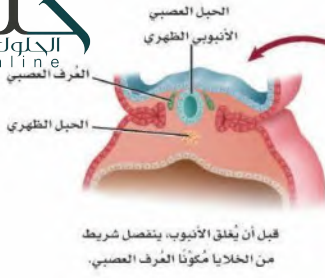
مئانة العوم

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



الأفعى المجلجلة ذات القرون





■ الشكل 2-1 يَتَجَّ العُرف العصبي في الفقاريات من التَّحام الطَّبقة 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 2-1 عملية تكوّن العُرف العصبي. وعلى الرّغم من أنّ هذه المجموعة من الخلايا صغيرة إلا أنها مهمّة لنمو الفقاريات؛ لأنّ العديد من أجزاء أجسام الفقاريات المُهمّة تنتج عن العُرف العصبي. ومن هذه الأجزاء أجزاء من الدّماغ والجُمجمة وبعض أعضاء الإحساس، وأجزاء من الجيوب البلعومية، وعزل (تغليف) الألياف العصبية، وخلايا عُدد مُحدّدة.

ومن الخصائص الأخرى المميزة للفقاريات وجود الأعضاء الدّاخلية، 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

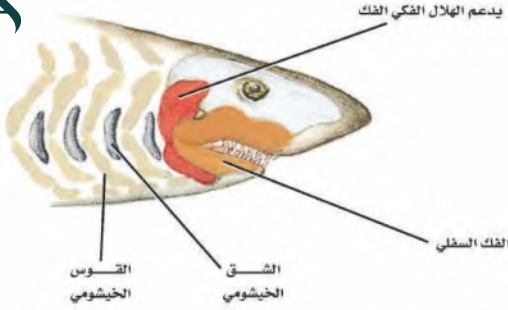
■ الشكل 3-1 تم تمييز الطوائف المختلفة من الأسماك بالألوان في هذا المخطط.



المحيط. كما تعيش أسماك أخرى في المياه المتجمّدة في المناطق القطبية؛ حيث يحتوي دمها على بروتينات خاصة تمنع تجمده. وهناك نحو 600, 24 نوع من الأسماك، وهذا يفوق مجموع أنواع الفقاريات كلها مجتمعة، وتتراوح حجوماً 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 3-1 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 1-4 تتكون الفكوك من الأقواس الخيشومية الأمامية في الأسماك الفكية.

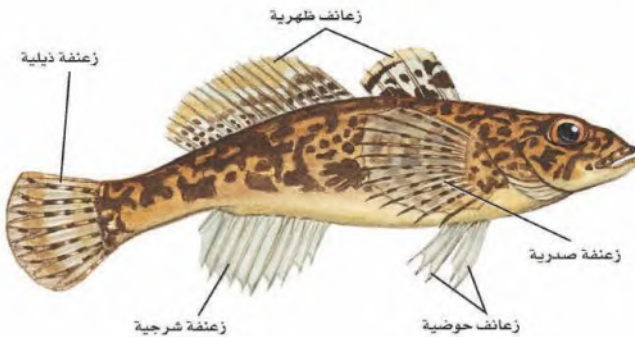
**الفكوك Jaws** لمعظم الأسماك فكوك. ويوضح الشكل 1-4 الأقواس الخيشومية التي تكوّن الفكوك في الأسماك؛ إذ تسمح هذه الفكوك للأسماك الكبيرة بافتراس العديد من المخلوقات الحية، وقد تكون قادرة على افتراس أسماك أكبر حجماً وأكثر نشاطاً، فتُمسك الأسماك الغريسة بأسنانها القوية، وتحطّمها بعضلات فكّيها القوية. كما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

✓ ماذا قرأت؟ صف ما أهمية الفكوك في الأسماك؟

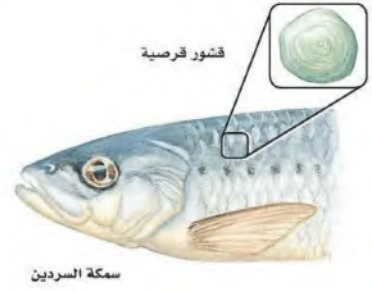
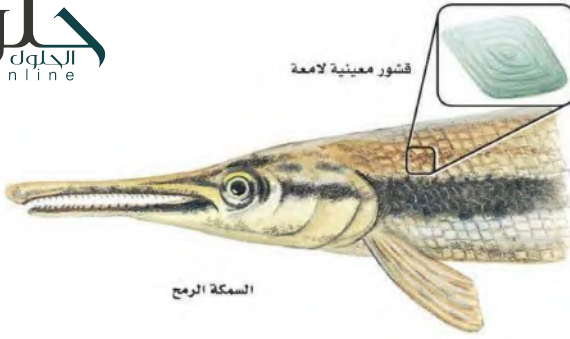
تمكّن الفكوك الأسماك من الإمساك بالفريسة وتحطيمها بصورة أكثر كفاءة، ويمكن للأسماك أن طعاماً أكثر وتنمو أكثر، كما يمكنها استعمال الأسنان أيضاً لحماية نفسها

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

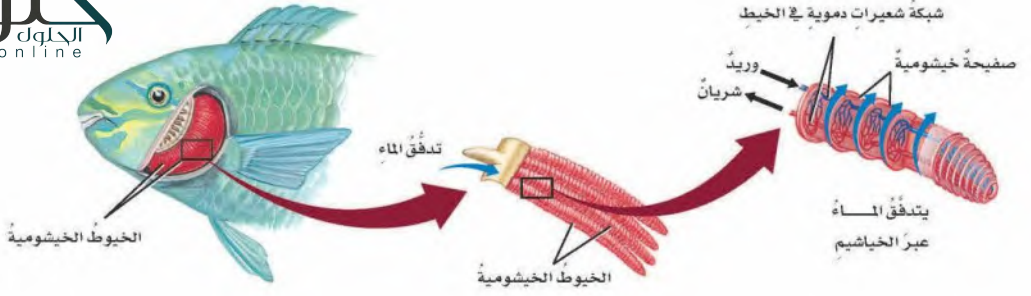
عظمة سمكة التحليل

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 الصفائح

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

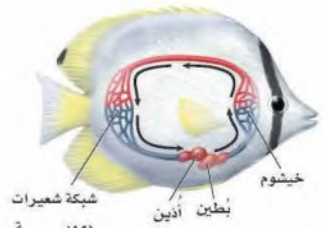
الأسماك غطاء خيشومي operculum، وهو غطاء متحرك يغطي الخياشيم ويحميها، ويساعد هذا الغطاء أيضًا في ضخ الماء القادم من الفم عبر الخياشيم. وبعض الأسماك - ومنها سمكة الرئة Lung fish - يمكنها أن تعيش خارج الماء لأوقات قصيرة باستخدام تراكيب تشبه الرئات. ويمكن للأسماك الأنقليس eel (ثعبان الماء) أن تتنفس من خلال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

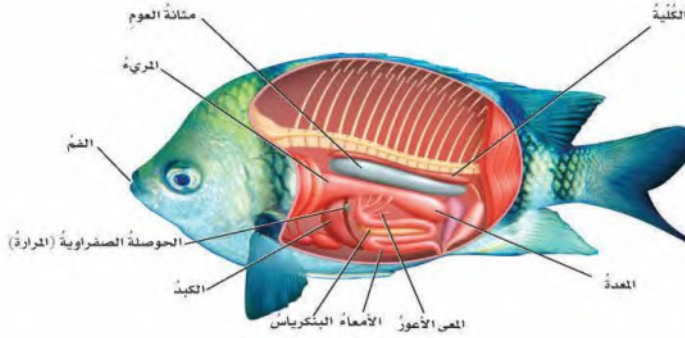
يتكوّن القلب - في أغلب الأسماك - من حجرتين رئيسيتين تشبهان الأذنين والبطين في قلبك. **الأذنين** atrium هو حجرة القلب التي يصلها الدم من جميع أجزاء الجسم، ثم ينتقل منه إلى **البطين** ventricle؛ وهو الحجرة التي تضخ الدم من القلب إلى الخياشيم. وعندما يمر الدم في الخياشيم ينتقل إلى سائر أجزاء الجسم.

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 بالتركييب 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 بَوَائية (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 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 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، وتربيتها، ووظيفتها،

سواء أكان ذلك في الميدان أم في

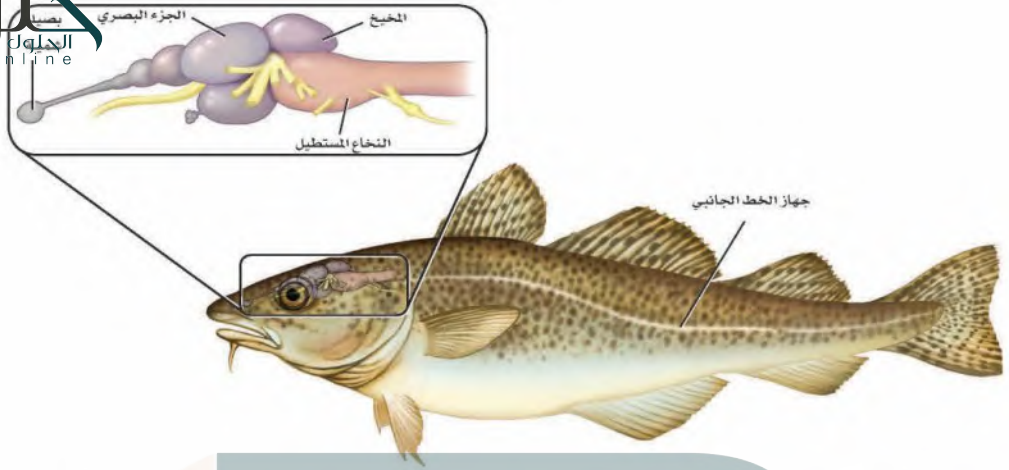
المختبر. كما يتم عالم الأسماك

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.



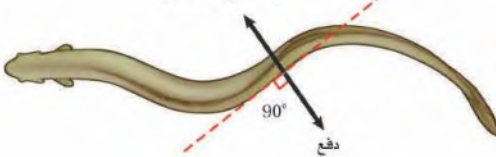
وتستطيع الأسماك التي تتكاثر بالإخصاب الخارجي أن تنتج ملايين البيوض في الفصل الواحد. ومعظم هذه الأسماك لا تحمي بيضها ولا تعتني به ولا بصغارها. لذا يكون مصير العديد من هذه البيوض والصغار أن تفترسها حيوانات أخرى. وتنتج الأسماك كمية كبيرة من البيوض ليتمكن بعض الصغار من النمو والنجاة حتى يصلوا إلى سن التكاثر. 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 فإن مِثانة 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 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 12-1 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. 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 ذيلها فقط عندما تندفع خلال الماء.

أنقباض  
قوة الدفع إلى الأمام



سالمون 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

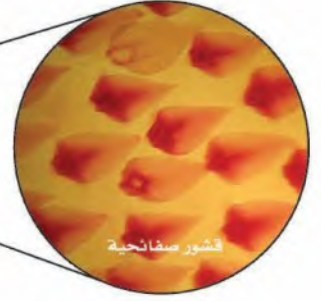
دون فكوك، تشبه الإنقليس، دون حراشف، دون زعانف مزدوجة، لها حبل ظهري وخياشيم

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

✓ ماذا قرأت؟ اكتب قائمة بخصائص الأسماك اللافكية.



سمكة قرش



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

## يتترك للطالب

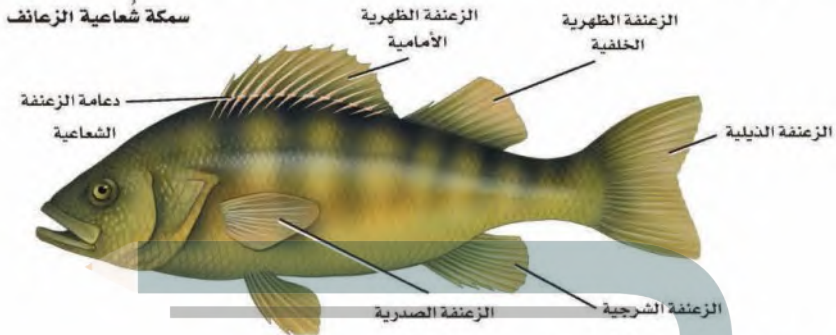
**الأسماك الغضروفية Cartilaginous fishes** يتتمي القرش والورنك واللمخمة إلى طائفة الأسماك الغضروفية Chondrithyes. وأهم ما يميز سمكة القرش وكل الأسماك الغضروفية أن الغم يقع على الجهة البطنية بالإضافة إلى هيكلها المكوّن من الغضروف، وكربونات الكالسيوم. فالغضروف يعطي الجسم المرونة، أما كربونات الكالسيوم 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 الكهروحيوية 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 والتوننا - أسماك شعاعية الرّعانف.

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

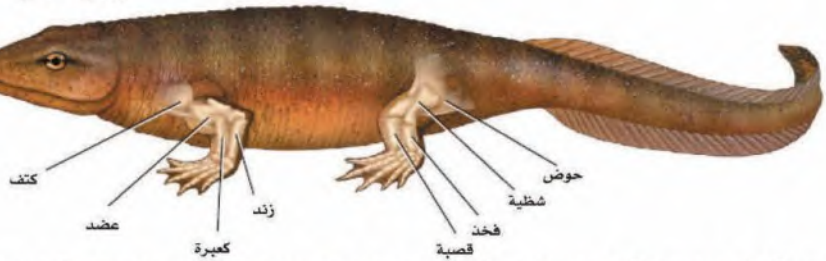


للأسماك الشعاعية الزعانف تركيب رقيقة تشبه الأشواك، تدعم أغشية زعانفها.



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 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 15-1، حيوان له أربعة أطراف (أرجل)، تحتوي كل منها على أجزاء عضلية وقدم وأصابع لها مفاصل.

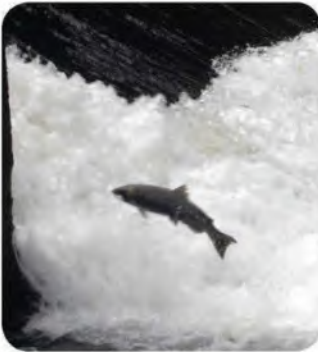
## بيئة الأسماك Ecology of Fishes

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، تتغير المواطن البيئية في الأنهار والجداول 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 تتغير المواطن البيئية للأسماك من خلال التلوث الذي يُقلّل من نوعية المياه العذبة وجودتها في البحيرات، والأنهار، والجداول. 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

## البرمائيات Amphibians

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

تلخص خصائص البرمائيات.

تفرق بين رتب البرمائيات.

### مراجعة المفردات

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

### المفردات الجديدة

المجمع (المذرق)

الغشاء الرامش

غشاء الطبلة

متغيرة درجة الحرارة

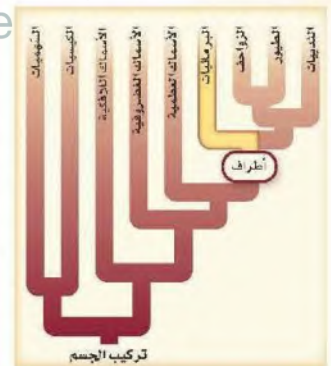
الفكرة الرئيسية لمعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءاً من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.

الربط 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. ويبين الجدول 1-1 بعض اختلافات ظروف الحياة في الماء عنها على اليابسة. وتشمل هذه الاختلافات الطفسر، وتركيز الأكسجين، ودرجة الحرارة. ويوضح الجدول أيضاً أمثلة على تكيفات الفقاريات البرية للحياة على اليابسة، كما يوضح الشكل 1-17 تكيف البرمائيات للحياة البرية.

الجدول 1-1	التكيفات للعيش على اليابسة
الظروف في الماء	الظروف على اليابسة
تكون الأظرف والأجهزة العضلية والهيكليّة للمخلوقات الحية البرية أقوى.	قوة طفو الهواء أقل من قوة طفو الماء 1000 مرة تقريباً. يجب أن تتحرك الحيوانات عكس قوة الجاذبية.
للماء قوة طفو تعاكس قوة الجاذبية.	يتوافر الأكسجين على اليابسة أكثر من توافره في الماء 20 مرة على الأقل.
الأكسجين يذوب في الماء، ويجب أن يستخلص عن طريق الخياشيم من خلال دورة دموية تتحرك عكس اتجاه التيار المائي.	يمكن لحيوانات اليابسة أن تحصل على الأكسجين من الهواء بشكل فعال أكثر من الماء؛ بسبب رئاتها.
يحفظ 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.

الشكل 1-17 يبين أهم التكيفات التي ساعدت البرمائيات على العيش على اليابسة.





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

**بيئات اليابسة Terrestrial habitats** على الرغم من التّحديات 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، والصحاري، والتّيجا Taiga، والتندرا Tundra، وكلها تُوفّر بيئات مناسبة للمخلوقات الحية ذات التكيّفات المناسبة.

### خصائص البرمائيات

## Characteristics of Amphibians

هل سبق أن شاهدت أبا ذئبية في بركة ماء؟ ادرس أبا ذئبية المبين في الشكل 1-18، ثم صفه. أبو ذئبية (الشرغوف) يرقف ضفدع من دون أطراف، يتنفّس بالخياشيم، وهو يُشبه السمكة. ويدخل أبو ذئبية يومًا بعد يوم في عملية التّحول، فتتكوّن الأطراف الخلفية وتطول، ويقصر الذّيل، وتحلّ الرّئات محلّ الخياشيم، وتنمو الأطراف الأمامية. وبعد عدّة أسابيع فقط أو أشهر، اعتمادًا على نوعه يصبح ضفدعًا بالغًا. ومعظم البرمائيات تبدأ حياتها كمخلوقات مائية، وبعد التّحول تُصبح قادرة على العيش على اليابسة.

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

**التغذية والهضم Feeding and digestion** مُعظم يرقات الضفادع آكلات أعشاب، في حين أن يرقات السلمندر آكلات لحوم. وعلى كلّ 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 والعجوم - يمكنها أن تطلق ألسنتها الطويلة اللزجة بسرعة كبيرة ودقة للإمساك بالفرائس الطائفة.

لا توجد لدى الضفادع غدد لعابية وبالتالي فإن الطّعام 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، ويُمتصّ فيها، ثم ينتقل إلى مجرى الدم الذي يُوصله إلى خلايا الجسم، وينتقل الغذاء غير المهضوم من الأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة قبل التّخلص من الفضلات. وفي نهاية الأمعاء هناك مجرى يسمى المجمع. **والمجمع (المذرق) Cloaca** حجرة تستقبل فضلات الهضم، وفضلات البول، والبويضة أو الحيوان المنوي قبل مُغادرة الجسم.



### الشكل 1-18

الأعلى: أبو ذئبية من دون أطراف.  
الأوسط: يدخل الضفدع في عملية التّحول ليُصبح ضفدعًا بالغًا. لاحظ نمو الأطراف.  
الأسفل: ضفدع الأشجار دقيق الأرجل، وهو بالغ له أطراف متخصصة، وليس له ذيل.

## المفردات الاستعمال العلمي مقابيل الاستعمال الشائع

### 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.

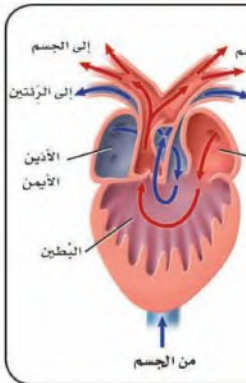
هبطت البرمائية بهدوء على مياه البحيرة.

**الإخراج Excretion** تُرْسَح البرمائيات الفضلات من الدَّم من خلال الكلى، وتُخرج الأمونيا أو اليوريا (بولينا) بوصفها فضلات ناتجة عن عمليات الأيض الخلوي. أما الناتج النهائي لعملية أيض البروتينات وهو الأمونيا فيتم طردها من البرمائيات التي تعيش في الماء. وتنتج البرمائيات التي تعيش على اليابسة فضلات اليوريا التي تتكوّن من الأمونيا في الكبد. وعلى عكس الأمونيا تُخزّن اليوريا في المثانة البولية حتى يتخلص منها الجسم من خلال المجموع.

**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 تنفّس 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 19-1 - من دورة دموية مزدوجة، بدلاً من الدورة الدموية المفردة التي درستها في الأسماك. في الدورة الأولى يتحرك الدَّم غير المؤكسج من القلب ليتمحمّل بالأوكسجين في الرئتين والجلد، ثم يتحرك الدَّم المؤكسج عائداً إلى القلب. وفي الدورة الثانية يتحرك الدَّم المؤكسج من القلب عبر الأوعية الدموية إلى الجسم، حيث ينتشر الأوكسجين نحو الخلايا. وللبرمائيات قلب مكون من ثلاث حجرات. وينقسم الأذين كلياً بنسيج إلي أذنين. ويستقبل الأذين الأيمن دمًا غير مؤكسج من الجسم، في حين يستقبل الأذين الأيسر الدَّم المؤكسج من الرئتين. ويبقى البطين في البرمائيات غير مقسم. **ماذا قرأت؟** صف كيف يتكيّف جهاز الدوران في البرمائيات للحياة على اليابسة؟

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



على الرغم من أن نسبة الأوكسجين 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

## الدماغ والحواس The brain and senses الأجهزة العصبية

متخصصة، كما هو الحال في الأسماك. وقد انعكست الفروق في طرق 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.

تُظهر أذن البرمائيات تكيفًا للحياة على اليابسة؛ فغشاء الطبلة tympanic membrane في الضفادع غشاء رقيق خارجي على جانب الرأس، كما في الشكل 1-20، تستعمله لسماع الأصوات العالية التردد، ولتضخيم الأصوات من الحبال الصوتية. وتشمل الحواس الأخرى في البرمائيات: اللمس، والمستقبلات الكيميائية في الجلد،



■ الشكل 1-20 غشاء الطبلة في الضفدع  
تكيف للعيش على اليابسة.

- ج ١: تزداد معدلات النداءات (النقيق) بارتفاع درجات الحرارة
- ج ٢: تزداد معدلات النداء بمعدل ١:٢:٥ تقريباً للنوع أ، وبنسبة ١:١ تقريباً للنوع ب، فعلى سبيل المثال النوع ب يطلق ٢٢ ذبذبة كل ثانية عند درجة الحرارة ٢٠°س والنوع أ يطلق ٤٧ ذبذبة كل ثانية تقريباً عند درجة الحرارة ٢٠°س
- ج ٣: يجب أن يكون نقيق الضفادع خاصاً بأفراد النوع الواحد، حتى تستطيع أن تميز بعضها من بعض



١. فسّر البيانات ما العلاقة بين ذبذبات النقيق ودرجة الحرارة؟
٢. قارن كيف أثرت درجة الحرارة في معدل الذبذبات في النوع A والنوع B؟
٣. 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





■ الشكل 1-21 ليس لبيوض البرمائيات قشور تحميها من الجفاف. استنتج ما التكاثر التي تضمن عدم جفاف بيوض البرمائيات؟

## تغطي البيوض بمادة لزجة تشبه الهلام تساعد على الالتصاق بالنباتات الماء

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 للعلاجوم أن يجد صخرة دافئة ورطبة ليعرض جسمه للشمس ويدفع 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، تساعد على الالتصاق بالنباتات في الماء. وبعد التلقيح يستعمل الجنين النامي المُح في البيضة للتغذي حتى يفقس منها أبو ذئبة الذي يتحوّل، كما في الشكل 1-18، من مخلوق يتنفس بالخياشيم ومخلوق عديم الأرجل، أكل أعشاب، وله زعانف وقلب مكون من حجرتين - إلى مخلوق يتنفس بالرئتين، رباعي الأرجل أكل لحوم، وله قلب ثلاثي الحجرات. وتنحكم مواد كيميائية تُطلق داخل جسم أبي ذئبة في مراحل التحول.

## تنوع البرمائيات Amphibian Diversity

يصنّف علماء الأحياء البرمائيات إلى ثلاث رتب: رتبة عاريات وتحتوي 4200 نوع من الضفادع والعلاجيم؛ ورتبة الذيليات 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 الذيل، ولها أقدام طويلة تُمكنها من القفز. وللضفادع أرجل أطول من العلاجيم، تُمكنها من القفز بفاعلية أكبر مقارنة بقفزات العلاجيم الصغيرة.





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 السلندر الأحمر شرقي الولايات المتحدة فقط. ويتكاثر السمندر المائي ذو النأليل 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 المثلثي للمحافظة على البيئة 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  
سمية

عمومًا طوال حياتها، في حين تعيش معظم السلندرات المكتملة النمو في بيئات رطبة بين الأوراق المتساقطة أو تحت الجذوع. ويتراوح طول السلندرات بين 15 cm تقريبًا، وقد يصل طول بعضها - ومنها السلندر العملاق - إلى 1.5 m. ويتغذى السلندر المكتمل النمو على الديدان وبيض 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 الجلد العيون في العديد من عديمة الأطراف، لذا قد تكون عمياء تقريباً. 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.

كيف تكيفت الضفادع للعيش في المواطن البيئية البرية والمائية؟

راجع أدليل التجارب العملية على منصة عين

## بيئة البرمائيات Ecology of Amphibian

تناقصت جماعات البرمائيات في العقود القليلة على مستوى العالم. وقد جمعت العلماء بيانات لتحديد الأسباب المحتملة لهذا التناقص، فاختلقت النتائج. ويمكن في بعض الحالات حصر السبب في عامل محلي، وفي حالات أخرى قد يكون السبب ناتجاً 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 وبُنيت المباني بدلاً منها، لم تعد المناطق المائية متوافرة للبرمائيات لتضع بيوضها قريباً 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 مُقترسات للبرمائيات.



ج١: تراكيب تشبه الفتحات الأنفية، رئات غشاء عظام أرجل أثقل، وكاحل خمسة أصابع، عديمة الأرجل أو بأربع أرجل، دون ذيل

ج٢: الماء أكثر طفراً من اليابسة؛ الأكسجين يذوب في الماء وهو أقل مرة من اليابسة؛ محافظ الماء على الحرارة

ج٣: أرجل بأقدام وأصابع؛ كواحل ومعاصم؛ اتصال عظام المؤخرة بالعمود الفقري؛ عظام أرجل أثقل؛ أطراف، وجهاز عضلي / هيكلي أقوى، وجود الرئات

ج٤: 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

ج٥: في الدورة الأولى يتحرّك الدّم غير المؤكسج من القلب ليتحمّل بالأكسجين في الرّثتين والجلد، ثم يعود إلى القلب، وفي الدورة الثانية يتحرّك الدّم المؤكسج من

القلب عبر الأوعية الدموية إلى الجسم حيث ينتشر الأكسجين نحو الخلايا

ج٦: 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 مشوّهة. كوّن فرضية تبين أسباب حدوث هذه التّشوهات.

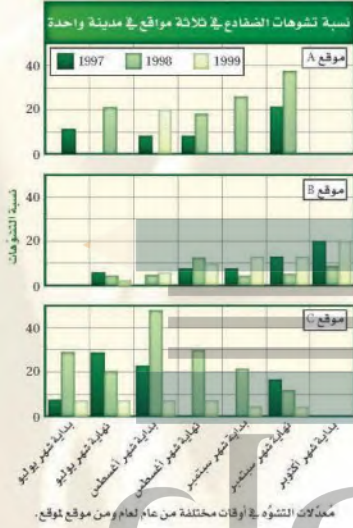
#### فهم الأفكار الرئيسة

1. **المعرفة الرئيسة** لخصّ تكيّفات البرمائيات التي ساعدتها على العيش على اليابسة.
2. **قارن** بين ظروف البرمائيات التي تعيش على اليابسة وتلك التي تعيش في الماء.
3. **حلّل** أنواع التكيّفات التي ساعدت على انتقال بعض المخلوقات إلى اليابسة.
4. **لخصّ** خصائص كل رتبة من رتب البرمائيات.

#### الخلاصة

- يتطلّب انتقال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيّفات متنوعة.
- لأجسام البرمائيات تكيّفات فريدة مكّنتها من العيش على اليابسة.
- تُصنّف البرمائيات إلى ثلاث رُتب؛ 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 بتنبية 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.

زيادة الفوسفور والنيتروجين في الماء مثلاً - بسبب الاستعمال الكيميائي لريها سبب نموًا شديدًا للطحالب. وهذا النمو للطحالب زاد من جماعات الحلزونات التي تحمل طفيليات قد تسبب تشوهات. أو أن خليطًا كيميائيًا تكون مكوناته غير ضارة إذا كانت منفردة، فإذا خلطت معًا 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 معدل 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

## 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  $15^{\circ}\text{C}$  -  $10^{\circ}\text{C}$  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 مغمورًا 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

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؟ فسر 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 ملصقًا 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



**المطويات** تحليل السبب والنتيجة قُسر - 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؟

المشي على الأرض يعني أنه عل الدم أن يتحرك عكس الجاذبية لذا يتطلب وجود دورة دموية مزدوجة يحتاج إليها الجسم للإبقاء على الدم تحت ضغط كاف لتحركه خلال الجسم

- تضم الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات.
- للفقاريات كلها جيل ظهري، ويحل العمود الفقري في أغلب الفقاريات محل الجبل الظهري خلال النمو الجنيني.
- للأسماك خصائص معينة مشتركة، لذا تُصنّف معًا.
- لأجسام الأسماك تكيفات فريدة تمكّنها من العيش بشكل كامل في الماء.
- يمكن تصنيف الأسماك في ثلاث طوائف أساسية، هي: أسماك لافكية، وأسماك غضروفية، وأسماك عظمية.
- الحريث والجلكي مثالان على الأسماك اللافكية. وأسماك القرش والورنك مثالان على الأسماك الغضروفية، والسلمون والهامور مثالان على الأسماك العظمية.
- تغيّر الموطن والتلوث قد يؤثران سلبيًا في جماعات الأسماك.

الزعنفة  
القشور  
غطاء المخياشيم  
الأذنين  
البطين  
الوحدة الأنبوبية الكلوية (النفرون)  
جهاز الخط الجانبي  
وضع البيض (التبويض)  
مثانة العوم

الحلول  
hulul.online

2-1 البرمائيات

- الغرفة** **اللبسة** لمعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءًا من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.
- يتطلب انتقال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيفات متنوعة.
  - لأجسام البرمائيات تكيفات فريدة مكّنتها من العيش على اليابسة.
  - تُصنّف البرمائيات إلى ثلاث رُتب اعتمادًا على تراكيب متشابهة.
  - تتناقص أعداد جماعات البرمائيات على مستوى العالم لأسباب مختلفة.

المجموع (المذرق)  
الغشاء الرامش  
غشاء الطبلية  
متغيرة درجة الحرارة

1-1

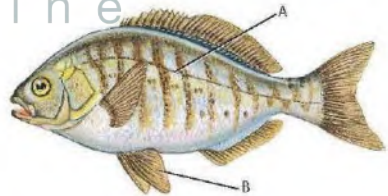
مراجعة المفردات

أكمل العبارات الآتية مستعملاً مفردات من دليل مراجعة الفصل:

- العملية التي يُطلق فيها ذكر الأسماك والأنثى أمشاجهما (الخلايا التناسلية) أحدهما قريباً إلى الآخر في الماء هي: **وضع البيض**.
- الاذنين**.... هو حجرة القلب التي تستقبل الدّم من الجسم.
- العرف العصبي**، مجموعة من الخلايا في الفقاريات تنمو من الحبل العصبي.
- تسمى التراكيب الصغيرة والمسطحة التي تغطي أجسام الأسماك **القشور**.....

تثبيت المفاهيم الرئيسية

استعمل الشّكل الآتي للإجابة عن السؤالين 5 و 6.



5. ما الجزء المشار إليه بالحرف A؟

- القشور المشطية.
- جهاز الخط الجانبي.
- العرف العصبي.
- الغطاء الخيشومي.

6. ما الجزء المُشار إليه بالحرف B؟

- الخياشيم.
- مثانة العوم.
- البطين.
- الزعانف الحوضية.

7. أي تركيب يسمح للأسماك بالتحكّم في عمق غوصها في البيئة المائية؟

- غطاء الخياشيم.
- مثانة العوم.
- الخط الجانبي.
- الفكوك.

8. أي تكيف يجعل من الأسماك مخلوقات مفترسة؟

- الزعانف المزدوجة.
- القشور.
- الفكوك.
- الخياشيم.

9. أي شكل يوضّح طفيلياً خارجياً؟



10. أي مما يأتي من صفات أسماك القرش؟

- عديمة الفكوك، هيكل غضروفي، خط جانبي.
- عديمة الفكوك، هيكل عظمي، زعانف شعاعية.
- فكوك، هيكل عظمي، مثانة عوم.
- فكوك، هيكل غضروفي، خط جانبي.

## الغشاء الرامش

17. للبرمائيات غشاء طيلة لحماية أعينها من الجفاف.

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

18. أي مما يأتي عديم الأطراف؟

- a. السلمندر. b. السيسيليا السوداء.  
c. الضفدع. d. السحلية.

19. أي التراكيب الآتية تستعمله البرمائيات للمحافظة على اتزانها المائي؟

- a. الأغشية الرامشة. b. أغشية الطيلة.  
c. الكلى. d. مثانات العموم.

20. أي مما يأتي ليس مرتبطاً مع أبي ذنبية؟

- a. الرئات. b. الذيل.  
c. الخياشيم. d. التغذية النباتية.

### أسئلة بنائية

21. نهاية مفتوحة. وضح أثر زيادة فترة التعرض للأشعة فوق البنفسجية في البرمائيات.

22. نهاية مفتوحة. صف كيف أن تركيب البرمائيات وعملياتها الحيوية المتكيفة حالياً مع البيئات

الاستوائية والمعتدلة قد

في بيئات باردة.

23. نهاية مفتوحة. صف كيف تكيفت الحواس في البرمائيات للحياة على اليابسة.

### التفكير الناقد

24. صمّم تجربة تتجمّع يرقات أبي ذنبية من نوع معين معاً على شكل مجموعات بعضها قريب إلى بعض، لدرجة أن المجموعة تبدو كأنها كرة قدم متحركة في الماء. صمّم تجربة تختبر فرضية تبين لماذا يسلك أبو ذنبية هذا السلوك.

يترك للطالب

### أسئلة بنائية

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

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

13. مهن مرتبطة مع علم الأحياء بعد أن اكتشف علماء

الأسماك نوعاً جديداً هو أسماك التنين dragon fish

المُقرسة التي تعيش في أعماق البحار، كانوا مُهتمين

بوظيفة جزء بارز طويل ونحيل ومضيء يسمى الشويكة

تلتصق أسفل الفك

تجربة يُمكن أن تُحا

يترك للطالب

### التفكير الناقد

14. استنتج. ذكور الأسماك ذات الخياشيم الزرقاء تصنع عُشاً وتحمي البيوض وصغارها. وتستطيع بعض الذكور

المُتسللة أحياناً أن تُلقح بعض البيوض. ويمكن للأسماك

الخياشيم الزرقاء أن تعرّف 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؟

1-2

### 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.

16. الغشاء الرامش يُمكن البرمائيات من سماع الأصوات.



بما أن ٧٥٪ من الأرض مغطاة بالماء، فهذا يفسّر لماذا توجد فقاريات أكثر في الماء مقارنة باليابسة، والمحيط بيئة أكثر استقراراً من اليابسة بالرغم من تغيّرات 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.

تأكد أن الطلاب يرسمون مثلاً لأسماك لافكية (الحريث والجلكي) وأسماك غضروفية (القرش؛ الراي) وأسماك عظمية (بزعانف مجزأة وزعانف شعاعية) وينبغي لرسوم الطلاب أن تشير إلى أن الأسماك اللافكية طويلة ونحيفة، أسماك القرش انسيابية الشكل بزعانف مزدوجة، وذيل، ويجب أن يوضحوا الفكوك، والقشور، والهيكل والزعانف، وكيف مع البيئة حيث تعيش هذه الأسماك

14. المنتج. ذكور الأسماك ذات الخياشيم الزرقاء تصنع عُشّاً وتحلي البيوض وصغارها: وتستطيع بعض الذكور المُسلّلة أحياناً أن تُلقح بعض البيوض. ويمكن لأسماك الخياشيم الزرقاء أن تتعرّف أبناءها وتعني بهم فقط، ولا تعني بالآخرين الذين قد يكونون فقسوا في العش نفسه. ما أهمية تعرّف ذكور أسماك الخياشيم الزرقاء أبناءها والاعتناء بهم فقط؟

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

21. نهاية مفتوحة. وضح أثر زيادة فترة التعرض للأشعة فوق البنفسجية في البرمائيات.



hülul online

يؤدي انخفاض عمق الماء إلى أن تصبح البيوض مكشوفة للأشعة فوق البنفسجية  
لذا تزداد احتمالية العدوى الفطرية والتشوهات

23. نهاية مفتوحة. صف كيف تكيفت الحواس في البرمائيات للحياة على اليابسة.

تكيفت البرمائيات باستخدام حواسها وهي: البصر: حيث يحمي الغشاء الرامش العين تحت الماء ويمنعها من الخفاف على اليابسة؛ الصوت: إذ يمكن غشاء الطبلة البرمائيات من سماع الأصوات العالية التي تنتقل خلال الشواء؛ اللمس: توجد مستقبلات كيميائية في الجلد؛ التذوق: هناك براعم تذوق على اللسان؛ الشم: توجد مستقبلات شمّية في التجريف الأنفي، والبرمائيات أيضاً متغيرة درجة الحرارة فهي قادرة على الإحساس بدرجة حرارة بيئتها المحيطة بها

الجلول اون لاين  
hülul . online

يتناسب معدل البقاء مع عمق الماء  
طردياً: كل زاد ارتفاع الماء زاد معدل البقاء

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

### أسئلة المستندات

يُحاول العلماء أن يُحدّدوا أسباب تناقص جماعات البرمائيات خلال العقود القليلة الماضية. ويوضح الرسم البياني الآتي نتائج إحدى الدراسات التي قيس فيها معدل 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 ومعدلات بقائها.

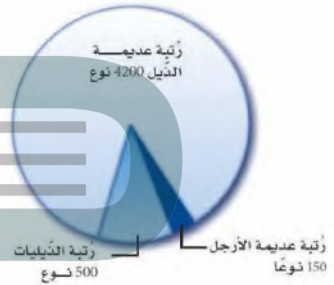
يترك للطالب

29. كَوّن فرضية حول تناقص جماعات البرمائيات بالنسبة للتغير في المناخ.

يترك للطالب

25. ابتكر. اقرأ الإعلان عن البيوت في الجريدة لترى كيف تُكتب. واكتب إعلاناً عن بيت حيوان برمائي؛ اعتماداً على ما تعرفه عن البيئة والتغذية وحاجات الضفادع الأخرى.

استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤال 26.



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

هناك مجموعة ٤٨٥٠ نوعاً، منها رتبة عديمة الذيل ونسبتها  $٤٨٥٠ \div ٤٢٠٠$  أو ٨٦,٦، ورتبة الذيليات  $٥٠٠ \div ٤٨٥٠$  أو ١٠,٣ % ثم رتبة عديمة الأرجل  $٤٨٥٠ \div ١٥٠$  أو ٣%.



أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 1:

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

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 ينقُصها 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 مصاص مياه 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.

ج4: تنمو الفكوك في الأسماك الفكّية من

الأقواس الخيشومية؛ وكلما تغير شكل الفك وقوته تنوع غذاء الأسماك، تسمح الفكوك للأسماك بإمساك الفرائس وتمزيقها وطحنها، وكذلك تساعدها على تناول فرائس كبيرة الحجم

4. صف كيف تتكون الفكوك، موضحاً أهميتها للأسماك.

ج5: الأسماك التي تتحرك بنمط إس تحرك جسمها كاملاً على صورة حرف إس، أما الأسماك التي تحرك ذيولها فقط، فهي تحركها بحركات قصيرة جداً وبسرعات عالية وبقوة، بحيث تدفع السمكة للأمام

5. صف الفروق بين كل من: الأسماك التي تحرك جسمها على نمط الحرف S، والتي تحرك ذيولها فقط.  
6. حدد أين يمكن أن توجد الأسماك التي تحرك جسمها كاملاً على نمط الحرف S؟  
7. قوّم لماذا يُعد وجود الحبل الظهرى مهماً للمخلوقات الحية؟  
8. قارن بين ثلاث خصائص للأسماك وثلاث خصائص لمجموعة مخلوقات حية أخرى تعرّفها سابقاً.

أسئلة الإجابات المفتوحة

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

مثانة العوم الهوائية كيس مملوء بالغاز تستعمله السمكة المحافظة على جسمها طافياً؛ وتتحكم بعمقها في الماء من خلال زيادة أو تقليل كمية الغاز داخل مثانة العوم وبالتالي تتحرك السمكة ارتفاعاً أو انخفاضاً في الماء

6. حدّد أين يمكن أن توجد الأسماك التي تتحرك جسمها كاملاً على نمط الحرف S؟

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

7. قوّم لماذا يُعدّ وجود الحبل الظهرى مهمّاً للمخلوقات الحية؟

يوفر الحبل الظهرى دعامة وارتباطاً لعضلات المخلوقات الحية، مما يسمح للمخلوق الحي بأرجحة ظهره وأداء الحركات الجانبية

8. قارن بين ثلاث خصائص للأسماك وثلاث خصائص لمجموعة مخلوقات حية أخرى تعرفتها سابقاً.

للأسماك غطاء خارجي من القشور للحماية، وزعانف مزدوجة للحركة والالتزان، وخياشيم للتنفس، تعتمد الصفات المطلوب مقارنتها على نوع المخلوق الذي سيتم اختياره

الجلول اون لاين  
h ü l u l . o n l i n e



شريحة اللسان في ثياب الأفعى



ثياب وسم



**الفكرة العامة** للزواحف والطيور  
تكيفات تساعد على العيش  
والتكاثر بنجاح على اليابسة.

### 2-1 الزواحف

**الفكرة الرئيسة** خلق الله سبحانه  
وتعالى للزواحف تكيفات مكنتها  
من العيش على اليابسة.

### 2-2 الطيور

**الفكرة الرئيسة** وهب الخالق جل  
وعلا للطيور ريشاً وأجنحة وعظاماً  
خفيفة الوزن، وتكيفات أخرى  
تسمح لها بالطيران.

### حقائق في علم الأحياء

- تشني أنياب أفعى الجرس وتنسبط على سقف فمها عندما يكون فمها مغلقاً.
- عندما تفتح أفعى الجرس فمها في أثناء الهجوم تدور أنيابها إلى الأمام، وتصبح جاهزة لحقن السم من الغدة السمية في الفك عبر فتحة في الأنياب.
- سرعة هجوم أفعى الجرس مذهلة تصل إلى (2.4 m/s).



## تجربة استهلاكية

هل الرموز التاريخية للزواحف والطيور دقيقة علمياً؟

خاف البشر عبر التاريخ من الطيور والزواحف، كما استعملوا رموزها في ثقافتهم. وسوف تراجع في هذه التجربة أمثلة على زواحف وطيور أخذت رموزاً، وتحدد ما إذا كانت هذه التمثيلات دقيقة علمياً.

### خطوات العمل

1. املاء بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ابحث عن رموز، أو قصص، تتعلق بالزواحف أو الطيور في ثقافات مختلفة.
3. حلل المعلومات التي وجدتها في الخطوة 2 من حيث الدقة العلمية، وكون فرضية حول سبب اتخاذ هذا الزاحف أو الطائر رمزاً في كل حالة.

### يترك للطلاب

### التحليل

1. قوم أي قدر من المعلومات التي حللتها كان دقيقاً علمياً؟ ولماذا تظن أن بعضها غير دقيق؟
2. اكتب اختر رمزاً واحداً (أو أسطورة) يحوي معلومات غير دقيقة علمياً، ثم صححها لتصبح دقيقة.

خصائص الزواحف والطيور اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على المقارنة بين خصائص الزواحف والطيور.

### المطويات

#### منظمات الأفكار

الخطوة 1، اطر صفحة من الورق رأسياً، تاركاً الثقوب مكشوفة كما في الشكل الآتي:



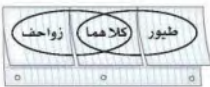
الخطوة 2، اطر الورقة ثلاثة أجزاء، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3، أعد الورقة إلى ما كانت عليه في الخطوة 1، ثم ارسم أشكالاً بيضوية متداخلة. وقص الشتيات على طول الطبقة العلوية، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 4، عنون شكل فن كما في الشكل الآتي:



المطويات استعمل هذه المطوية هي أثناء دراستك للتقسيم 1 - 2، و 2-2. وسجل - وأنت تقرأ الخصائص المميزة للزواحف والطيور - الخصائص المشتركة بينهما.

## الأهداف

- توضّح الخصائص التي تمكّن البيضة الرهلية (الأمنيونية) من التكيف للعيش على اليابسة.
- تُفصّل خصائص الزواحف.
- تتميّن بين رتب الزواحف.

## مراجعة المفردات

الجنين Embryo: أول مراحل نمو النباتات والحيوانات بعد إخصاب البويضة.

## المفردات الجديدة

الغشاء الرهلي (الأمنيون)  
البيضة الرهلية (الأمنيونية)  
الطاقة ATP (أدينوسين ثلاثي الفوسفات)  
عضو جاكوبسون  
درع الظهر  
درع البطن

## الشكل 2-1

اليمين: للزواحف والطيور والثدييات غشاء رهلي (الأمنيون).  
اليسار: السحلية نوع من 7000 نوع من الزواحف التي تنتمي إلى طائفة الزواحف. وتعيش هذه الزواحف في بيئات برية ومائية متنوعة.

## الزواحف Reptiles

**المعرفة الرئيسية** خلق الله سبحانه وتعالى للزواحف تكيفات مكنتها من العيش على اليابسة.

**الرّبط مع الحياة** ربما شاهدت شخصية كرتونية متحركة مضحكة تمثل الزواحف كأفعى أناكوندا الضخمة أو ديناصورًا مخيفًا. فكر وأنت تدرس هذا القسم، فيما إذا كان هذا الحيوان الزاحف يتشابه فعليًا مع الحقائق العلمية والصفات الحقيقية للزواحف.

## Characteristics of Reptiles خصائص الزواحف

لقد خلق الله تعالى للفقاريات أطرافًا متخصصة، وأجهزة دورانية وتنفسية، وتكيفات أخرى ساعدتها على العيش على اليابسة، أما البرمائيات فلا تستطيع العيش بصورة دائمة على اليابسة؛ لأنها معرضة لتأثيرات الجفاف في أثناء حياتها على اليابسة، وبيوضها غير مُحاطة بقشرة، ويرقاتها تتنفس عن طريق الخياشيم. أما الزواحف - ومنها السحلية كما في الشكل 2-1 - فقد تكيفت للعيش على اليابسة، ومن خصائص الزواحف التي مكنتها من العيش على اليابسة أن بيوضها مُحاطة بقشرة جلدية، وجسمها مغطى بجلد حشفي سميك، ولها أجهزة دورانية وتنفسية ذات فاعلية أكبر.

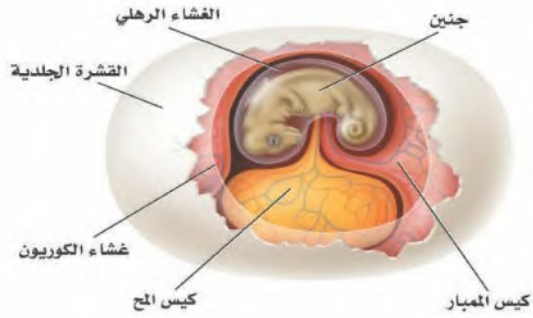
**البويضات الرهلية (الأمنيونية) Amniotic eggs** يبيّن مخطط العلاقات التركيبية المبين في الشكل 2-1، أن للزواحف خصائص مشتركة مع المجموعات الأخرى التي لها غشاء رهلي وأغشية أخرى تحيط بالجنين في أثناء نموه.

**الغشاء الرهلي (الأمنيون) amnion** غشاء يُحيط بالجنين مباشرة، مملوء بسائل رهلي يحمي الجنين خلال فترات نموه. وتسمى المخلوقات الحية التي تمر بمثل هذا النوع من النمو المخلوقات الحية الأمنيونية (حيوانات الغشاء الرهلي)، وتضم الزواحف والطيور والثدييات.





■ الشكل 2-2 تحاط البيضة الرهلية بقشرة وأغشية مملوءة بسائل جيلاتيني يحمي الجنين من الجفاف في أثناء نموه.



### المضردات

#### أصل الكلمة

#### الحرشف Squamata

Squama- من اللاتينية، وتعني الحُرشفة. -ata من اللاتينية، وتعني يملك. وفي اللغة العربية، فالحرشفة تعني القشور الموجودة على ظهر بعض الحيوانات والحشرات.

تُحاط **البيضة الرهلية (الأمنيونية) amniotic egg** بقشرة واقية، والعديد من الأغشية الداخلية التي تنتشر تحوي سوائل بينها، كما هو مبين في الشكل 2-2. ويحصل الجنين داخل البيضة على الغذاء اللازم لنموه من كيس المُح. ويحيط بالجنين داخل الغشاء الرهلي سائل يسمى السائل الرهلي، يشبه البيئة المائية لأجنة الأسماك والبرمائيات. أما كيس المبيار فهو غشاء يُكوّن كيساً يحتوي على الفضلات التي يُنتجها الجنين. ويُسمى الغشاء الخارجي للجنين (أسفل القشرة مباشرة) غشاء الكوريون، ويسمح بدخول الأكسجين، ويحفظ السائل داخل البيضة. وفي الزواحف تحمي القشرة الجلدية السوائل الداخلية والجنين، وتحمي البيضة من الجفاف على اليابسة. أما في الطيور فتكون القشرة صلبة، لا جلدية.

ما تراكيب بيضة الدجاجة ووظائفها؟  
ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

#### المطويات

ضمّن مطوّبتك معلومات من هذا القسم.

✓ **ماذا قرأت؟** قوّم ما الأهمية التي توفرها البيضة الرهلية للمخلوق الحي ليصبح قادراً على العيش على اليابسة فقط؟

## للبیضة الرهلية قشرة تحفظها من الجفاف وكذلك بداخلها سائل وأغشية لحماية الجنين ومح لتوفير الغذاء



■ الشكل 2-3 تسليخ بعض الزواحف كلما زاد نموها.  
قارن بين الانسلاخ في الزواحف والمفصليات.

أن المخلوق يواجه صعوبة في النمو. ولكي ينمو تقوم بعض الزواحف - ومنها السحلية في الشكل 2-3 - بالانسلاخ بشكل دوري.

**التنفس Respiration** معظم الزواحف - ما عدا بعض السلاحف المائية التي تتميز بطريقة مختلفة في دخول الهواء إلى رئاتها نظراً لوجود الدرع - تعتمد على الرئات لتبادل الغازات. تذكر أنه عندما تنفس البرمائيات فإنها تضغط على الحنجرة (الحلق) لمرور الهواء إلى رئاتها. أما الزواحف فلديها القدرة على سحب الهواء إلى داخل رئاتها، أو تقوم بعملية الشهيق بانقباض عضلات القفص الصدري وجدار الجسم لتوسيع الجزء العلوي من التجويف الجسمي الذي يحوي داخله الرئات. وتقوم الزواحف بعملية الزفير عندما تنبسط العضلات نفسها. تتبادل الزواحف الغازات عن طريق الرئات التي لها مساحة سطحية أكبر.

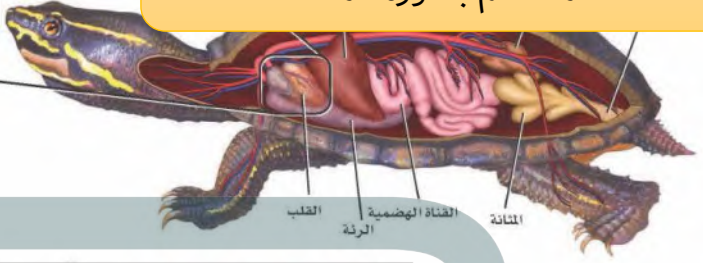
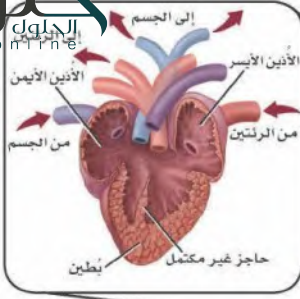
يشبه انسلاخ المفصليات انسلاخ الزواحف لأن كلا النوعين ينسلخ لينمو أكثر

وتصبح مساحة تنعيم بخرات أكثر تعقيداً.



■ الشكل 4-2 جهازا الدوران والهضم في الزواحف تشبه ما لدى البرمائيات. **قارن** جهاز الدوران في هذا الشكل مع جهاز الدوران بالشكل 1-1.

لديه دورة دموية مزدوجة بأذنين وبطين غير منقسم بصورة تامة

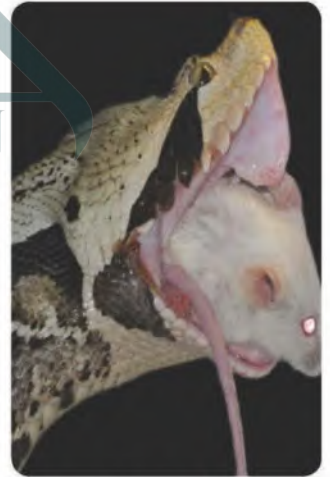


**الدوران Circulation** يدخل الأكسجين في معظم الزواحف من الرئتين إلى الجهاز الدوراني الذي يشبه جهاز الدوران في البرمائيات. ولمعظم الزواحف أذنان منفصلان وبطين واحد مقصوف جزئياً بحاجز غير كامل، كما في الشكل 4-2. أما في التماسيح فيكون الحاجز في البطين كاملاً، لذلك فإن له قلباً ذا أربع حجرات منفصلة يُقي الدم الغني بالأكسجين بعيداً عن الدم القليل الأكسجين داخل القلب.

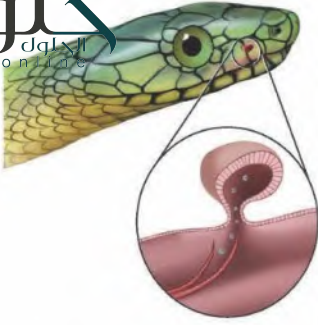
ولأن الزواحف أكبر حجماً من البرمائيات فإنها تحتاج إلى ضخ الدم بقوة كافية ليصل إلى أجزاء الجسم البعيدة عن القلب، فعلى سبيل المثال، كان على الديناصور *Brachiosaurus* ضخ الدم إلى أكبر من 6m من القلب إلى الرأس!

**التغذية والهضم Feeding and digestion** تشبه أعضاء الجهاز الهضمي في الزواحف -المبينة في الشكل 4-2- مثيلتها في البرمائيات والأسماك. وللزواحف طرائق تغذية متنوعة وأغذية مختلفة. ومعظم الزواحف من آكلات اللحوم، وإن كان بعضها يتغذى على النباتات، ومنها الإغوانا *Iguana* والسلاحف. وبعض السلاحف حيوانات قارئة، أي آكلات لحوم ونباتات في الوقت نفسه. وللسلاحف والتماسيح السنة تُساعد على الابتلاع، في حين أن لبعض السحالي -ومنها الحرباء- السنة طويلة لزجة للإمساك بالحشرات.

وللأفاعي قدرة على ابتلاع فريسة أكبر كثيراً من حجمها. فعظام الجمجمة في الأفاعي -وكذلك فكوكها- مرتبط بعضها مع بعض بأربطة مرنة، بحيث تمكنها من الابتعاد بعضها عن بعض عند ابتلاع فرائس كبيرة الحجم، كما في الشكل 5-2. وحتى تبتلع الفريسة فإن الجهتين المتقابلتين من الفكين (العلوي والسفلي) تندفعان إلى الأمام بالتبادل، ثم تعودان لتسحب الطعام. ولبعض الأفاعي سم يستطيع شل حركة الفريسة وتحليلها، ثم تبدأ عملية هضمها.



■ الشكل 5-2 يُمكن للأفاعي أن تبتلع وجبة أكبر حجماً من أفواهها؛ لأن فكها العلوي والسفلي متصلان بأربطة مرنة، ويُمكن للفكين أن يتحركا بشكل مُنفصل أحدهما عن الآخر.



■ الشكل 2-6 تستعمل الأفاعي أعضاء جاكوبسون في الفم للإحساس بالروائح.

**الإخراج Excretion** خلق الله تعالى للزواحف جهازًا إخراجيًا لتعيش على اليابسة. وتنقي الكليتان الدم وتزيل الفضلات، كما في الشكل 4-2. وعندما يدخل البول إلى المجموع يتم إعادة امتصاص الماء فيتكون حمض البولييك، وهو فضلات شبه صلبة. وهذه الطريقة في إعادة امتصاص الماء تُمكن الزواحف من حفظ الماء وثبات الاتزان الداخلي للماء والأملاح في أجسامها.

**الدماغ والحواس The brain and senses** أدمغة الزواحف تشبه أدمغة البرمائيات، إلا أن مخ الزواحف أكبر حجمًا. ولأن وظيفة البصر والعضلات أكثر تعقيدًا فإن الجزء البصري وأجزاء المخ في دماغ الزواحف أكبر من تلك التي في البرمائيات. والبصر هو الحاسة الرئيسية في معظم الزواحف، حتى إن بعض الزواحف لديها القدرة على تمييز الألوان. ويتنوع السمع في الزواحف؛ فلبعضها غشاء طبلة يشبه الذي في البرمائيات. وهناك زواحف أخرى - ومنها الأفاعي - تلتقط الذبذبات الصوتية عن طريق عظام فكها.

حاسة الشم في الزواحف معقدة أكثر من البرمائيات. ولعلك شاهدت أفاعي تُخرج لسانها الذي يشبه الشوكة، إنها تفعل ذلك لتشم الروائح، حيث تلتصق جزيئات الرائحة باللسان، الذي تُدخله الأفعى إلى فمها. فتنتقل جزيئات الرائحة إلى زوج من التراكيب يشبه الكيس يسمى أعضاء جاكوبسون Jacobson's organs، كما في الشكل 6-2. وتوجد هذه التراكيب التي تميز الروائح في سقف حلق فم الأفعى. وقد أظهرت التجارب أن الأفعى - من دون أعضاء جاكوبسون - تجد صعوبة في تحديد الفريسة، وشريك التزاوج.

✓ ماذا قرأت؟ قارن بين الدماغ والحواس في الزواحف والبرمائيات.

أدمغة الزواحف، تتضمن المخ، والأجزاء البصرية، وأجزاء المخيخ وهي أكبر من مثيلاتها في البرمائيات، والوظائف البصرية والعضلية في الزواحف أكثر تعقيدًا، وكذلك حاسة الشم

الأبيض في أجسامها، فتتخفف درجة حرارة أجسامها. وبعض الزواحف الأخرى - ومنها الأفاعي - تتجمع معًا بالمتات، فيغطي بعضها بعضًا على هيئة كتل خلال الشتاء، بحيث تقلل فقدان الحرارة.

**الحركة Movement** قارن بين موقع الرجل في السلمندر وموقعها في التمساح المبين في الشكل 7-2. ولاحظ أن بطن السلمندر يكون على الأرض، في حين يكون بطن التمساح مرتفعًا عنها. وبعض الزواحف تشبه البرمائيات؛ إذ تتحرك بأطراف بارزة من جانبي الجسم تضغط على الأرض من جهة، فتسمح بدفع الجسم من الجهة الأخرى المقابلة. أما أطراف التمساح فتدور بحرية تحت الجسم، وهي تحمل أوزانًا أكبر، وتسمح بحركة سريعة. ولكي تحمل الزواحف أوزانًا أكبر على اليابسة يجب أن تكون هياكلها أقوى، وذات تراكيب عظمية أثقل. وللزواحف مخالب في أصابعها تُساعد على الحفر، والتسلق، والتشبث بالأرض للمسحب والجر.





**التكاثر Reproduction** الإخصاب في الزواحف داخلي، وتنمو البويضة بعد الإخصاب، فتكوّن جنيناً جديداً يحيط به أغشية البيضة الأملينية لضمان نموه بصورة آمنة. ويكوّن الجهاز التناسلي الأنثوي قشرة جلدية تحيط بالبيوض التي يتجها. ويتغذى الجنين من المح في البيضة. وعادة تحفر الأنثى حفرة في الأرض تضع فيها البيوض، أو تضعها في بقايا النباتات، وترك معظم الإناث البيوض وحدها بعد وضعها حتى تفقس. وتبني التماسيح عشاً تضع فيه البيوض. أما بعض الأفاعي والسحالي فتبقى البيوض داخل أجسامها حتى تفقس الصغار. وبهذه الطريقة يتم حماية البيوض داخل جسم الأم حتى تفقس منها صغار مكتملة النمو.

■ الشكل 7-2 يتحرك السلمندر بأرجل مفلطحة تضغط على الأرض فتدفع أجسامها نحو الأمام. وللتماسيح أرجل ملتوية تحت أجسامها، تحملها بعيداً عن الأرض.

### تنوع الزواحف Diversity of Reptiles

بعد انقراض الديناصورات، بقيت أربع رتب من الزواحف، هي: رتبة الحرشفيات Squamata؛ ومنها الأفاعي والسحالي، ورتبة التماسحيات Crocoditia؛ ومنها التماسيح، ورتبة السلحفيات Testudinata؛ ومنها السلاحف، ورتبة خطمية الرأس Sphenodontia، ومنها التواتارا.

**السحالي والأفاعي Lizards and snakes** للسحالي عموماً أرجل بأصابع ذات مخالب، كما لها أيضاً جفون متحركة، وفك سفلي ذو مفاصل متحركة تسمح بمرونة حركة الفك، وأغشية طبلية في الفتحات الأذنية. والسحالي الشائعة تشمل الإجوانا المبيبة في الشكل 8-2، والحرباء، والحرذون، والضب، والورل.

■ الشكل 8-2 الأفعى الشجرية الخضراء -البايثون العاصر- والإجوانا الخضراء كلتاهما تتبع رتبة الحرشفيات.





## إرشادات الدراسة

**نظرة عامة للدراسة** الدرع الظهري Carapace تعبير استعمال في هذا القسم. استعمال كلمات أخرى تصف هذا المصطلح. وتوقع معنى كلمة الدرع الظهري.

أما الأفاعي فليس لها أرجل، ولها ذيل أقصر من ذيل السحالي، وليس لها جفون متحركة ولا أغشية طيلة. وهي كالسحالي لها مفاصل في فكوكها تُمكنها من ابتلاع فرائس أكبر حجمًا من رؤوسها. وبعض الأفاعي - ومنها الأفعى ذات الجرس الموضحة في الصورة بداية هذا الفصل - لها سُم يمكنه أن يشل حركة الفريسة أو يقتلها ومنها أيضًا الأفاعي المقرنة. وبعض الأفاعي لا تنتج سُمًا، وإنما هي أفاع عاصرة، أي تستعمل عضلاتها القوية لعصر الفرائس، ومنها أفعى البايثون العاصرة الخضراء المبنية في الشكل 8-2، والأناكوندا والبوا Boas، حيث تخنق فريستها بالالتفاف حولها والضغط عليها حتى تموت بسبب عدم قدرتها على التنفس.

✓ ماذا قرأت؟ صف الطرائق المختلفة التي تُمسك بها الأفعى فريستها.

## يترك للطالب

**السلاحف** Turtles لاحظ أن الدرع الواقي (الواقى) carapace، والجزء البطني الدرع البطني plastron. وتلتحم الفقرات والأضلاع في معظم السلاحف مع الدرع الظهري. وتستطيع العديد من السلاحف سحب رأسها وأرجلها إلى داخل دروعها لحماية نفسها من المفترسات. وبعض هذه السلاحف المائية، وبعضها الآخر يعيش على اليابسة، ويسمى السلاحف البرية tortoises. وليس للسلاحف البرية أو المائية أسنان، وإنما لها حواف فم حادة وصلبة يمكنها أن تسبب عضة قوية.

**التماسيح والقواطير** Crocodiles and alligators تضم رتبة التمساحيات التماسيح والقواطير (التماسيح الأمريكية) والكيمان Caimans. وبخلاف معظم الزواحف، للتمساحيات قلب مكون من أربع حجرات. وهي صفة تميز الطيور والثدييات أيضًا؛ لأن القلب ذا الحجرات الأربع يوصل الأكسجين بفاعلية أكبر. وتمكّن العضلات القوية التمساحيات من التحرك بسرعة وبطريقة عدوانية داخل الماء وخارجه؛ فهي تُهاجم حيوانات في حجم الماشية والغزلان، وقدتهاجم الإنسان. وللتمساحيات مقدمة رأس طويلة، وأسنان حادة، وفكوك قوية. وأسنان التماسيح تشبه مثيلاتها في الديناصورات. وللقاطور عمومًا - كما في الشكل 9-2 - مقدمة رأس أعرض مما للتمساح. والفك العلوي في القاطور أعرض من الفك السفلي.



■ الشكل 9-2 درع السلحفاة يساعد على حمايتها من المفترسات. وللقاطور مقدمة رأس عريضة وحراشف سميكة تغطي جسمه.

وعندما يغلق القاطور فمه يتداخل الفك العلوي مع السفلي، وتظهر أسنانها بصورة كاملة تقريباً. وللفكين العلوي والسفلي في التماسح العرض فمه، فعندما يغلق التماسح فمه، تبدو بعض الأسنان من الفك السفلي واضحة بسهولة.

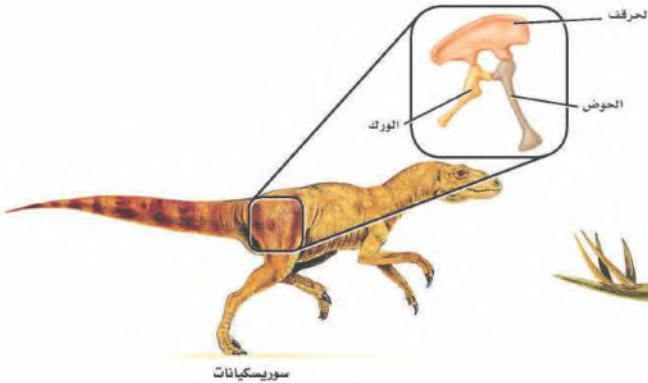
**التواتارا Tuataras** تشبه التواتارا السحلية الكبيرة، الشكل 10-2. وتوجد فقط في جزر بعيدة عن شاطئ نيوزلندا، ويوجد منها نوعان. وللتواتارا عُرف من الأشواك يمتد على طول ظهره، وعين ثالثة على قمة الرأس. تستطيع أن تحس بضوء الشمس على الرغم من تغطيتها بالحراشف التي يعتقد علماء الأحياء أنها ربما بقي التواتارا من حرارة الشمس الزائدة. ومن الصفات الفارقة في التواتارا أن لها أسناناً فريدة، مقارنة بتلك التي في الزواحف الأخرى؛ فهناك صفان من الأسنان، في الفك العلوي يقصان الطعام بمساعدة صف من الأسنان في الفك السفلي، وهذا ما يعطيها صفة الافتراس للفقاريات الصغيرة.

**الديناصورات Dinosaurs** عاشت الديناصورات على الأرض لأكثر من 165 مليون عام. وبعض الديناصورات ومنها التيرانوسورس ريكس *Tyrannosaurus rex* - كان ارتفاعه 6m، وطوله 14.5m، ووزنه أكثر من 7 أطنان، وكان مفترساً. وبعضها الآخر - ومنها ثلاثي القرون *Triceratops* - كان له قرون ضخمة، وكان أكل أعشاب. وعلى الرغم من تنوع الديناصورات فإنه يمكن تقسيمها إلى مجموعتين كما هو مبين في الشكل 11-2، اعتماداً على تراكيب عظام الورك فيها. فالنوع الأول - ومنه السوريسكيانات - تتجه فيه عظام الورك إلى الأمام، ويمتاز بأن عظام الورك فيه تخرج وتبرز من مركز منطقة الحوض. أما في النوع الثاني - ومنه الأورنيثيسكيانات - فتخرج عظام الورك من الحوض، وتتجه إلى الخلف نحو الذيل.

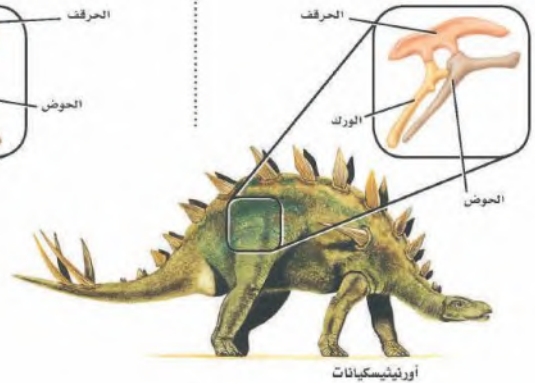


■ الشكل 10-2 يصل طول التواتارا مترين تقريباً، ويعيش نحو 80 عامًا في البرية.

■ الشكل 11-2 للسوريسكيانات ورك يتجه إلى الأمام. أما الأورنيثيسكيانات فلها العظم نفسه مُتجهًا إلى الخلف في اتجاه الذيل.



سوريسكيانات



أورنيثيسكيانات

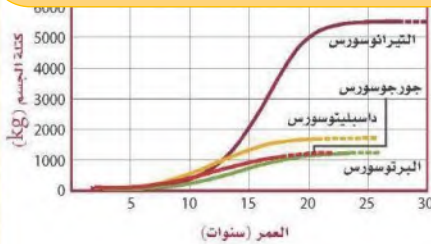
يُعرف العصر الطباشيري بعصر الانقراض العالمي الضخم للعديد من الأنواع، ومنها الديناصورات؛ إذ يعتقد بعض العلماء أن مُذنبات ضربت الأرض وسببت الانقراض، وحجبت سحب الغبار أشعة الشمس، مما سبب ظهور مُناخ بارد. وهذا التغير - مع وجود الحرائق والغبار السام والغازات - ربما أدّى إلى موت العديد من النباتات والحيوانات في ذلك الوقت. وعندما اختفت الديناصورات أصبحت الأماكن التي كانت مُسيطرًا عليها متاحة للفقاريات الأخرى لتتكاثر وتنمو وتزيد من فرصة بقائها.

## بيئة الزواحف Ecology of Reptiles

تؤدي الزواحف دورًا مهمًا في السلاسل الغذائية، بوصفها فريسة ومفترسًا. ويمكن أن يختل الاتزان في النظام البيئي إذا أزيلت أنواع الزواحف. فعلى سبيل المثال، إزالة أنواع محددة من الأفاعي من البيئة باستمرار يؤدي إلى ازدياد جماعات القوارض. ويعد فقدان الموطن البيئي وإدخال أنواع خارجية دخيلة عوامل تساهم في تناقص جماعات بعض أنواع الزواحف.

## مختبر تحليل البيانات 2-1

- ج ١: أكبر زيادة في كتلة الجسم حصلت بين ١٠-٢٠ عاماً من عمرها  
ج ٢: البرتوسورس، التيرانوسورس  
ج ٣: سيكون لعظام التيرانوسورس أوعية دموية أكثر من الداسبليتوسورس



١. هادن أي عمر كان فيه نمو الديناصورات أكبر ما يمكن؟ فسّر ذلك.  
٢. حلّل البيانات أي الديناصورات كان معدل نموه بطيئًا، وأيها كان معدل نموه أسرع؟  
٣. استنتج للعظام ذات النمو السريع العديد من الأوعية الدموية. فكيف تبدو عظام التيرانوسورس *Tyrannosaurus* مقارنة بتلك التي في الداسبليتوسورس *Daspletosaurus*؟

أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Stokstad, E. 2004. Dinosaurs under the knife. *Science* 306:962-965



ج١: تسمح البيوض الرهلية (الأمنيونية) والجلد الحرشفي الجاف للزواحف بالعيش على اليابسة، للزواحف رئات بمساحة سطح أكبر من تلك التي للبرمائيات، البطين في قلب الزواحف منفصل جزئياً، أما في قلب التماسيح فمنفصل تماماً، للزواحف ضغط دم أعلى من البرمائيات، وهي تطرح الفضلات على شكل حمض البولييك

ج٢: للبيضة الرهلية (الأمنيونية) قشرة جلدية وأغشية داخلية، تحمي القشرة البيضة من الجفاف عل اليابسة

ج٤: للسحالي (ومنها الحرباء) عموماً أرجل بأصابع ذات مخالب كم لها جفون متحركة أيضاً وفك سفلي ذو مفاصل متحركة تسمح بمرونة حركة الفك، وأغشية طبلية في الفتحات الأذنية، أما الأفاعي (ومنها البايثون) فليس ما أرجل، ولها ذيول أقصر من ذيول السحالي، وليس لها جفون متحركة ولا أغشية طبلية، وهي لها مفاصل في فكوكها تمكنها من ابتلاع فرائس أكبر حجماً من رؤوسها

ج٥: يجب أن يظهر النموذج القشرة و الأمنيون (الحماية)، وكيس الممبار (الفضلات)، وكيس المح (التغذية)؛ والكوريون (محافظ على السوائل في البيضة ويسمح بدخول الأكسجين)

## التقويم 1-2

### الخلاصة

- وهب الله للزواحف عدة أنواع من التكيفات التي مكنتها من العيش على اليابسة.
- تكيف بيض الزواحف للنمو والعيش على اليابسة.
- تقسم الزواحف إلى أربع رتب، هي: الحرشفات، والتمساحات، والسحالي.
- الزواحف مخلوقات أمنيونية. والعديد من الزواحف - ومنها الديناصورات - انقرضت.

### يتترك للطالب

### التفكير الناقد

5. اعمل نموذجاً لبيضة أمنيونية كما في الشكل 2-2. ما وظيفة كل غشاء؟
6. الرياضيات في علم الأحياء تتناسب قوة العض في القاطور طردياً مع طوله. فإذا كانت قوة العض في قاطور طوله 1 m تساوي 268 kg فما قوة عض قاطور طوله 3.6 m؟

### فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة حدد الخصائص التي مكنت الزواحف من العيش على اليابسة.
2. صف أجزاء البيضة الأمنيونية. وبيّن كيف سمح هذا التركيب بالتكيف على اليابسة.
3. قارن بين أفراد رتبة الحرشفيات وأفراد رتبة ختمية الرأس.
4. وضح الفرق بين الأفاعي والسحالي. وأعط مثالاً يوضح كلا منهما.

$$268 \text{ كغ} \times 3,6 = 964,8 \text{ كغ}$$

## الأهداف

تتلخص خصائص الطيور.

ترتبط بين تكيفات الطيور وقدرتها على الطيران.

تصف الرتب المختلفة للطيور.

## مراجعة المفردات

برّيّ terrestrial: يعيش على اليابسة، أو تحت سطحها.

## المفردات الجديدة

ثابتة درجة الحرارة

الريش

الريش المحيطي (الكفافي)

الغدة الزيتية

الريش الزغبي

عظم القص

كيس الهواء

الحضانة

## الطيور Birds

الفكرة الرئيسة وهب الخالق جل وعلا للطيور ريشًا وعظامًا خفيفة الوزن وتكيفات أخرى تسمح لها بالطيران.

الربط مع الحياة قد تكون الطيور من أكثر الفقاريات الشائعة التي تراها. وربما سمعت أقوالاً مشهورة منها: "حرّ مثل الطائر"، أو "الطيور على أشكالها تقع"، أو "خفيف كالريشة". عند قراءتك لهذا القسم انظر هل تشير هذه الأقوال إلى معنى علمي دقيق؟

## خصائص الطيور Characteristics of Birds

عندما يطلب المعلم منك وصف طائر ما، فقد تجيب بأن له ريشًا ويطير. وهاتان سمتان تميز الطيور عن الفقاريات الأخرى؛ إذ تنتمي الطيور إلى رتبة الطيور Aves التي تضم نحو 8600 نوع، مما يجعلها أكثر الفقاريات البرية تنوعًا. وتتناسل الطيور في حجومها، فمنها طائر الطنان الصغير الحجم الذي يحوم حول الأزهار، والنعام الذي لا يطير، بل يركض عبر سهول إفريقيا. وتعيش الطيور في الصحراء والغابات والجبال والبراري وتطير فوق كل البحار.

ويوضح مخطط العلاقات التركيبية، في الشكل 13-2، أن ما يميز الطيور والزواحف هو السائل الرهلي (الأمنيون). فالطيور تضع بيضًا آمنونيونيًا (رهليًا). ومن الصفات المشتركة بينهما أيضًا أن أرجل الطيور مغطاة بحراشف تشبه تلك التي تغطي أجسام الزواحف.

فقد خلق الله سبحانه وتعالى للطيور مجموعه من التكيفات - ومنها الطيران - لتستطيع العيش في البيئات المتنوعة. ومن هذه التكيفات أيضًا قدرتها على إنتاج الحرارة الداخلية في أجسامها (ثابتة درجة الحرارة)، ووجود الريش، وعظامها خفيفة الوزن. وقد تكيف جهازا الدوران والتنفس أيضًا ليزودا العضلات بأكسجين أكثر للطيور.

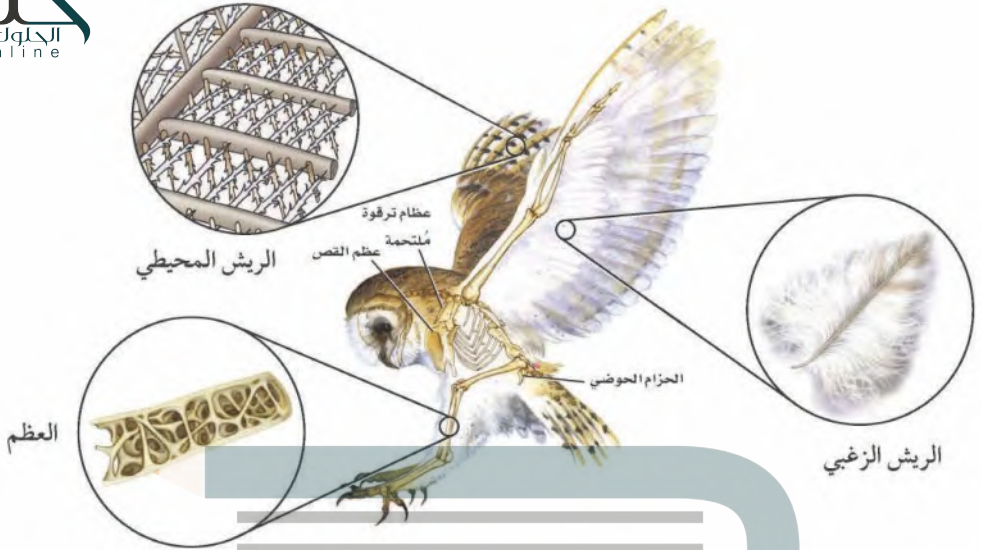
**ثابتة درجة الحرارة Endotherms** على العكس من الزواحف، تولد الطيور حرارتها داخليًا. الثابتة درجة الحرارة endotherm مخلوقات تولد حرارة جسمها داخليًا عن طريق العمليات الأيضية الخاصة بها. ويرتبط معدل الأيض العالي بالحرارة الداخلية للجسم، مما يؤدي إلى توليد وإنتاج كميات كبيرة من الطاقة.

الشكل 13-2 يوضح مخطط العلاقات التركيبية أن الريش صفة فريدة خاصة بالطيور.



يساعد ثبات درجة الحرارة على إنتاج كميات كافية من الطاقة التي تجعل من الطيران ممكنًا

ماذا قرأت؟ وضع لماذا يعدّ ثبات درجة حرارة الجسم تكيفًا للطيور؟



■ الشكل 14-2 للطيور ريش محيطي، وريش زغبي، وعظام خفيفة الوزن.

**الريش Feathers** الطيور هي المخلوقات الحيّة الوحيدة التي يغطي أجسامها الريش. **والريش** feathers زوائد نمو متخصصة من جلد الطيور، مكوّنة من الكيراتين؛ وهو بروتين في الجلد يكوّن أيضًا الشّعر والأظافر والقرون في بعض المخلوقات الحيّة الأخرى. وللريش وظيفتان أساسيتان، هما: الطيران، والعزل؛ إذ يمنع الريش فقدان الحرارة التي تولدها عمليات الأيض في جسم الطائر. وعندما ينفش الطائر ريشه يُكوّن فراغًا هوائيًا عازلاً يحبس الحرارة. وهو ما يشبه عمل الغطاء عندما تكون نائماً، فيكون الغطاء فراغًا هوائيًا عازلاً بينك وبين الهواء البارد الموجود في الغرفة، مما يمنع فقدان حرارة الجسم.

والريش الذي يغطي الجسم والأجنحة وذيل الطائر يسمى **الريش المحيطي** (الكفاي) contour feathers. افحص الريش المحيطي المبين في الشكل 14-2. يتكوّن الريش المحيطي من قسبة ذات أشواك متفرّعة، وتفرّع هذه الأشواك إلى شويكات تتماسك معاً بخطافات. فإذا انفصلت الأشواك بعضها عن بعض فإنّها تعاود الاتصال مرة أخرى كأسنان سحاب الملايس. وتُصلح الطيور الروابط المنكسرة بين أشواك الريش عندما تقوم بتزيت ريشها، حيث تمرّ بمنقارها على طول الريشة. وتستغرق الطيور الكثير من الوقت في إعادة بناء الروابط المنكسرة في ريشها. وللعديد من الطيور **غُدّة زيتية** preen gland، وهي غُدّة موجودة قريباً من قاعدة الذيل تُفرز الزيت. وفي أثناء عملية التزيت تنتشر الطيور زيتاً من الغُدّة الزيتية على ريشها، فتكوّن غلاًفاً مقاوماً للماء. **والريش الزغبي** down feather، المبين في الشكل 14-2، ريش ناعم موجود تحت الريش المحيطي، ولا يحوي خطافات لربط الأشواك معاً؛ فالتركيب اللين للريش الزغبي يُمكنه حجز الهواء الذي يعمل عمل العازل.

#### المفردات

الاستعمال العلمي

مقابل الاستعمال الشائع.

تزييت Preen

الاستعمال العلمي: الإصلاح

والإدماة باستعمال منقار (طائر).

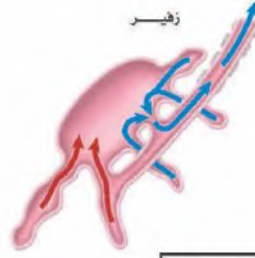
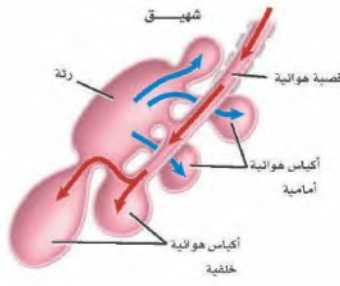
تُزيت الطيور ريشها قبل الطيران.

الاستعمال الشائع: التزيت يعني

الدهن بالزيت.

زيت الشّعر: دهنه بالزيت.





← هواء غير محمّل بالأكسجين (غير مؤكسج)  
→ هواء محمّل بالأكسجين (مؤكسج)

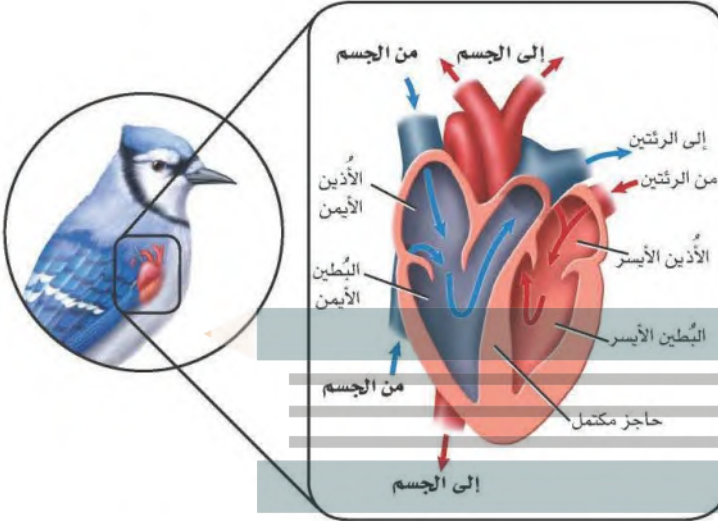
■ الشكل 15-2 عندما يتنفس طائر يمر الهواء في اتجاه واحد، بحيث يتم تبادل الغازات بكفاءة عالية.

**العظام الخفيفة الوزن Light weight bones** هناك تكيف آخر للطيور يسمح لها بالطيران، وهو هياكلها القوية الخفيفة الوزن. وعظام الطيور فريدة لأنها تحتوي على تجاويف هوائية. ويبين الشكل 14-2 التركيب الداخلي لعظام طائر. ورغم امتلاء العظام بالهواء فهي قوية. هل سبق أن وجدت عظم الترقوة في قطعة من الدجاج أو الديك الرومي؟ تتكوّن عظمة الترقوة من النحام عظمتين، كما في الشكل 14-2. إن النحام العظام في هيكل الطائر يجعل الهيكل أكثر صلابة. وهذا تكيف آخر للطيران. فعضلات الصدر كبيرة، وتشكّل نحو 30% من وزن الطائر الكلي، فتوفّر له القوة اللازمة للطيران. وتربط هذه العضلات الجناح بعظم الصدر، الذي يُسمى **عظم القص sternum**، والمبين في الشكل 14-2. وعظم القص كبير، وفيه بروز لربط العضلات بعضها مع بعض.

**التنفس Respiration** تستهلك العضلات المسؤولة عن عملية الطيران كمية كبيرة من الأكسجين. لذا فإن أجهزة التنفس في الطيور متكيّفة جيداً لتوفّر هذه الكمية من الأكسجين. وللطائر حيز للهواء في جهازها التنفسي أكبر من الزواحف، كما أن الهواء يدور في جهازها التنفسي في اتجاه واحد فقط. ويتحرّك الهواء الغني بالأكسجين في عملية الشهيق عبر القصبة الهوائية إلى **الأكياس الهوائية air sacs** الخلفية، كما هو مبين في الشكل 15-2. وفي المقابل يُسحب الهواء الموجود في الوقت نفسه في الجهاز التنفسي من الرئتين نحو الأكياس الهوائية الأمامية، حيث يحدث تبادل الغازات. أما في عملية الزفير فيُطرد الهواء غير المؤكسج الموجود في الأكياس الهوائية الأمامية من الجهاز التنفسي، ويحل محله الهواء المؤكسج الذي يتجه من الأكياس الهوائية الخلفية إلى الرئتين. وأخيراً يتحرّك الهواء المؤكسج فقط داخل الرئتين في اتجاه واحد اعتماداً على اتجاه دوران الدم.

**الدوران Circulation** تساعد الدورة الدموية الطائر على المحافظة على مستويات عالية من الطاقة، من خلال النقل الفعال للدم المؤكسج إلى أجزاء الجسم. وللطائر قلب بأربع حجرات، كما في الشكل 16-2. ووجود بُطينين يُبقي الدم المؤكسج وغير المؤكسج مُنفصلين، ممّا يجعل توصيل الدم أكثر فاعلية.

ويستقبل الأذين الأيسر الدم من الرئتين، ويضخه إلى البطين الأيسر، ثم إلى جميع أجزاء الجسم. كما يصل الدم من الجسم إلى الأذين الأيمن، ثم يتحرك إلى البطين الأيمن، ومنه إلى الرئتين، حيث يحصل على المزيد من الأكسجين.



■ الشكل 16-2 للطيور قلب من أربع حجرات، يُبقي الدم المحمل بالأكسجين والدم غير المحمل بالأكسجين منفصلين أحدهما عن الآخر.  
قارن بين قلب الطائر وقلب الزاحف في الشكل 4-2.

لقلب الطائر قلب منفصل، يبقى الدم المؤكسج منفصلاً عن الدم الغير المؤكسج مما يسمح بوصول الأوكسجين إلى أجزاء الجسم على نحو أكثر كفاءة ويوفر مستويات عالية من الطاقة

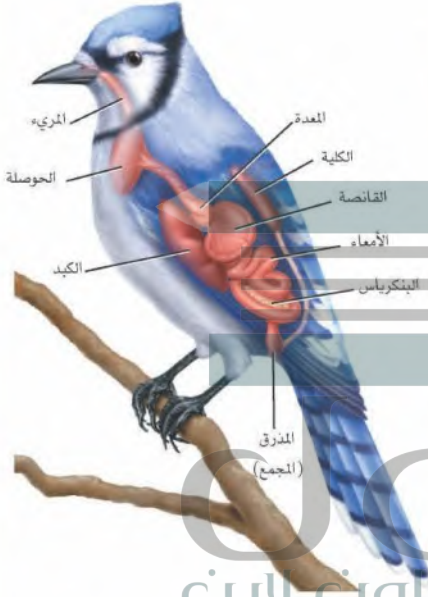
تحتاج الطيور إلى كمية كبيرة من الطعام تقوم باستهلاكه ما في الشكل 17-2. وللعديد من الطيور، يتم تخزين الغذاء في المعدة، والنهاية الخلفية للمعدة تتحول إلى القنصة عادةً حجارة صلبة تساعد على الهضم. ولا يمكنها مضغ الطعام؛ إذ يتم هضم الطعام وامتصاصه بشكل رئيس في الأمعاء الدقيقة، وتساعد إفرازات البنكرياس والكبد على عملية الهضم.

**الإخراج Excretion** تُنقي كليتا الطائر الدم من الفضلات، وتحوّلها إلى حمض اليوريك (uric acid)، كما هو الحال في الزواحف. وللطيور مجّمع (مذرق)، يتم فيه إعادة امتصاص الماء من حمض اليوريك، الشكل 17-2. وليس للطيور مثانة بولية تخزن البول؛ حيث يسبب تخزينه زيادة وزن الطائر خلال الطيران، لذا يمكن اعتبار عدم وجود مثانة بولية تكيفاً للطيور. وتطرح الطيور حمض اليوريك في صورة مادة بيضاء طرية.

#### تجربة استكشافية

مراجعة: بناءً على ما قرأته عن الزواحف والطيور، كيف يمكنك الآن الإجابة عن أسئلة التحليل؟

■ الشكل 17-2 تفحص أعضاء الجهاز الهضمي لطائر ما. فبالإضافة إلى وجود تكيّفات فريدة في أجهزة الطيور الهضمية، فإن لها أيضًا مناقير مُتكّمة مع نوع الغذاء الذي تأكله.



تستعمل طيور الرفراف مناقيرها الطويلة والرفيعة والحادة لقطع الأسماك والبرمائيات الصغيرة والإسماك بها.

الحُلُول أون لاين  
 hulul.online



لطائر الطنان منقار طويل رفيع لامتصاص الرحيق من الأزهار.



يستعمل الصقر منقاره الحاد لتمزيق لحم الفريسة.



يستعمل البجع منقاره الكيسي لغرف الماء الذي يحوي الأسماك.



## الدماغ والحواس The brain and senses تتميز أدمغة الطيور

الشكل 18-2 - بأنها كبيرة، مقارنة بحجم الطائر. فالـمُخَيخ كبير لأن الطيور تحتاج إلى تناسق الحركة والاتزان في أثناء الطيران. وينسّق الجزء البصري المعلومات البصرية. وحجم المخ كبير أيضًا لأنه مركز التكامل الأساسي في الدماغ. ويتحكّم هذه المساحة من الدماغ في الأكل والتغريد والطيوان والسلوك الغريزي، كما أن مساحة القشرة المخية كبيرة نسبيًا، وهي مسؤولة عن الذكاء في الطيور. ويتحكّم النّخاع المستطيل في الوظائف الإيقاعية، ومنها التنفّس ودقات القلب.

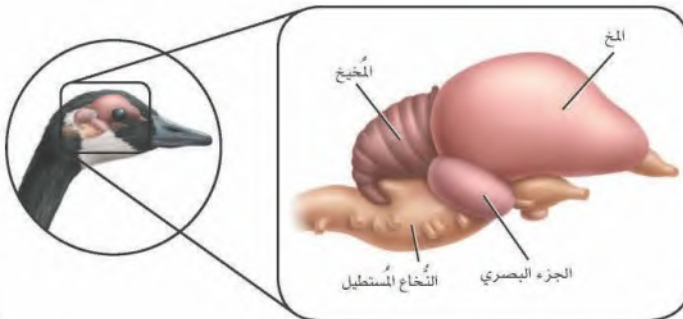
وللطيور عمومًا بصر حادّ. والطيور المفترسة - ومنها البوم، الشكل 18-2 - لديها نظام تركيز عالٍ يمكنها من التركيز على فريسة متحرّكة بشكل دائم عندما تقوم بالانقضاض عليها لافتراسها. ويعتمد موقع عيون الطائر في وجهه على بيئته؛ فللطيور المفترسة عيون في مقدّمة رأسها. وهذا يمكنها من تمييز مسافة الهدف؛ لأن كلتا العينين يمكنها أن تركز على الهدف نفسه. وللحمامة عينان على جانبي الرأس، مما يُمكنها من الرؤية بزوايا 360 تقريبًا في الفراغ المحيط بها؛ إذ ترى كل عين مناطق مختلفة. وتُأكل الحمامة الحبوب والبذور ولا تفترس، وبصرها متكيف لاكتشاف المفترسات التي يمكن أن تكون قريبة منها. وللطيور أيضًا حاسة سمع جيدة. ويمكن للبوم أن يسمع أدنى صوت لفأر خائف في الليل. فحتى لو هرب الفأر ليختبئ يمكن للبومة أن تُمسك به بتتبع صوته فقط.

**التكاثر Reproduction** النشاطات التكاثرية في الطيور معقّدة؛ فهي تشمل تحديد مناطق التكاثر، وتحديد شريك التزاوج، وسلوك المغازلة، والتزاوج، وبناء الأعشاش، وحضن البيض، وإطعام الصغار. وخلال فصل التكاثر يتجمّع العديد من الطيور في مستعمرات كبيرة؛ حيث تتكاثر وتعتني بصغارها. والإخصاب في الطيور داخلي. وتتكوّن البيضة الأميونية بعد الإخصاب، وتكون مُحاطة بقشرة صلبة وهي لا تزال في جسم الأم. وبعد تكوّن القشرة، يتمّ طرح البيضة أو البيض عن طريق المجمع (المذرق) إلى العش، حيث يحضن الذكر أو الأنثى أو كلاهما البيض، ويُطعمان الصغار بعد الفقس. والحضانة incubation تعني إبقاء الظروف ملائمة لفقس الصغار، وترقد الطيور على البيض لحضنه.

### الشكل 18-2

الأيمن: تبقى عيون البوم مركّزة على الفريسة المتحرّكة في أثناء عملية الانقضاض عليها.

الأيسر: للطيور غنيخ كبير يمكنها من الاتزان والتناسق في أثناء الحركة. ويتحكّم النّخاع المستطيل في العمليات الإيقاعية.



## تنوع الطيور Diversity of Birds

تُقسم الطيور إلى 27 رتبة تقريبًا. وتختلف هذه الرتب بعضها عن بعض اعتمادًا على الاختلافات التشريحية، والسلوك المحدد، والتغريد، والموطن. ويوضح الجدول 1-2 أكثر رتب الطيور شيوعًا وبعض تكييفاتها. وأكبر رتبة للطيور هي العصفير، وتسمى عادةً الطيور الجائمة أو الطيور المُعَرَّدة. وهناك أكثر من 5000 نوع في هذه الرتبة. وللطيور التي لا تطير - ومنها النعامة Ostriche والإيمو Emus وطيائر الكيوي Kiwis - أجنحة صغيرة، أو ليس لها أجنحة على الإطلاق. وطيائر الكيوي - وهو في حجم الدجاجة ويعيش في نيوزلندا - يضع بيضة واحدة كبيرة جدًا مقارنة بحجمه. وبعض الطيور - ومنها البطريق والإوز والبط - تمتاز بتكيف يسمح لها بالسباحة. وتستعمل البطاريق أجنحتها مجاديف للسباحة عبر الماء، في حين أن للبط والإوز أقدامًا بأغشية تساعدها على السباحة.

## بيئة الطيور Ecology of Birds

تؤدي الطيور دورًا مهمًا في السلاسل الغذائية بوصفها مفترسات للثدييات الصغيرة، والمفصليات، واللافقاريات الأخرى. ولعلك شاهدت طائرًا يسحب دودة من الأرض. والطيور أيضًا فرائس لطيور أكبر وللثدييات. لذا فإن الطيور مهمة في السلاسل الغذائية بوصفها فريسة داخل النظام البيئي للطيور الكبيرة أو الثدييات.

## تجربة 2-1

### الطيور المحلية (دراسة مسحية)

#### يترك للطلاب

#### التحليل

1. عُد أنواع الطيور التي شاهدتها، وضع قائمة بأنواعها.
2. حدّد ما إذا كانت الطيور التي شاهدتها محلية أم دخيلة.
3. حلّل هل ظهرت أي عينات جديدة عند تجميع البيانات؟
4. توقع هل تختلف هذه القائمة لو مسحت المنطقة المحيطة بمنزلك؟ وإذا اختلفت فكيف تختلف؟



ما الطيور التي تعيش في منطقتك؟ يمكن أن يكون هناك طيور متنوعة في أي بيئة تقريبًا. استكشف المنطقة حول مدرستك لتقدير الطيور المختلفة التي تعيش هناك.

#### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. قدّر عدد أنواع الطيور المختلفة التي يمكن أن تراها في المنطقة المحيطة بمدرستك، واعمل جدول بيانات لمتابعة الطيور التي تلاحظها.
3. اذهب في رحلة مشي مدتها 10 دقائق إلى المنطقة المجاورة لمدرستك. وتأكد من اتباع إرشادات معلمك حول الأماكن المسموح لك بالدّهاب إليها. وسجّل معلوماتك عن الطائر الذي تشاهده. واستعمل منظارًا إذا دعت الحاجة. وإذا لم تستطع تعرّف طائر ما فاستعمل دليلًا ميدانيًا مصورًا للطيور المحلية.
4. اجمع نتائجك، وابحث عن الطيور التي شاهدتها.



تنوع رتب الطيور

الجدول 1-2

الرتبة	المثال	أفراد الرتبة	الخصائص
<b>العصافير</b> (باسيريفورميس Passeriformes) طيور جائمة مغردة؛ نحو 5000 نوع.		السَّمَّاني، الدَّخَل Warbler، الغراب، الدُّوري، كاسر الجوز Nuthatch، المُحَاكِي.	لهذه الرتبة أقدام تمكنها من الجثوم على السيقان الصغيرة والأفرع. والعديد من الطيور في هذه الرتبة تغرد. وعضو الصَّوت (الحنجرة) فعَّال جدًا في هذه الطيور. وهناك أنواع أخرى لا تغرد، منها الغريان.
<b>انثاقيات</b> (بيسيفورميس Piciformes) أعشاشها في التَّجاويف والثقوب، نحو 380 نوعًا.		نقَّار الخشب، الطوقان Toucans، مرشد العسل Honey guide، اليقمر Jacamars.	لهذه الرتبة مناقير مُتخصَّصة مُرتبطة مع طريقة تغذيها. وكلها تبني أعشاشًا في التجاويف، كتقُب داخل شجرة مَيتة على سبيل المثال. وللأقدام إصبعان تمتدان إلى الأمام، وإصبعان تمتدان إلى الخلف، وهذا يسمح للطائر بالتعلُّق بجذوع الأشجار.
<b>اللقائ</b> (سيكونيفورميس iconiiformes) طيور مائية والعقبان، نحو 90 نوعًا.		الطائر الحزين، الفلامنجو، البلشون، النسور، اللقائي.	يتراوح حجم أفراد هذه الرتبة بين الصغير والكبير؛ ولها رقاب طويلة وأرجل طويلة. ومعظمها طيور جماعية تعيش في مجموعات كبيرة في الأراضي الرطبة. والعقبان تشبه اللقائي إلى حد كبير في أجسامها إلا أنها رمية التغذية.
<b>الثوليات</b> (بروسيلاريفورميس rocellariiformes) الطيور البحرية، نحو 100 نوع.		القطرس Albatross، المازور Petrel، حلم الماء Shear waters.	هذه الرتبة طيور بحرية. ولديها مناقير معقوفة تساعد على التغذي على الأسماك، والجبار والقشريات الصغيرة. لديها فتحات تنفسية تشبه الأنبوب، موجودة في أعلى مناقيرها. وللعديد منها أقدام بأغشية.
<b>البطريقيات</b> (سفينيسيفورميس phenisciformes) البطاريق، نحو 17 نوعًا.		البطريق.	البطاريق طيور بحرية تستخدم أجنحتها مجاديف للسباحة عبر المياه، بدلًا من الطيران. وعظام البطريق صلبة، وتخلو من الفراغات الهوائية الموجودة في الطيور الأخرى. وكل أنواع هذه الرتبة موجودة في نصف الكرة الجنوبي.
<b>البوقيات</b> (ستيريغيفورميس Strigiformes) البوم، نحو 135 نوعًا.		البوم.	البوم طيور ليلية، لها عيون كبيرة، ومناقير قوية معقوفة، مع مخالب قوية، حادة في أقدامها، وتساعد هذه التكيُّفات على الإمساك بالفريسة. وللعديد منها ريش على أرجلها. ويوجد البوم في جميع أنحاء العالم ما عدا القارات المُتجمَّدة.
<b>النعاميات</b> (ستروثيونيفورميس truthioniformes) لا تغير، نحو 10 أنواع.		النَّعام، الإيمو، الكيوي، الرية Rheas.	لأعضاء هذه الرتبة أجنحة صغيرة، وهي طيور لا تغير. والنَّعام أكبر طائر حي؛ إذ يصل طولها إلى أكثر من مترين، وتزن حوالى 130 kg. ويوجد معظم أنواع هذه المجموعة في نصف الكرة الجنوبي.
<b>الأوزيات</b> (أنسيريفورميس Anseriformes) طيور الماء، نحو 150 نوعًا.		الإوز، البط، البجع.	تعيش أفراد هذه الرتبة في بيئة مائية. ولها أقدام غشائية تساعد على الحركة في الماء. وللعديد منها مناقير دائرية عريضة تستعملها للتغذي على النباتات المائية، وأحيانًا على القشريات أو الأسماك الصغيرة.



## ج١: الريش والأجنحة والعظام الخفيفة

ج٢: الريش المحيطي يغطي جسم الطائر، تتكون الريشة من قصبة وخطاطيف وتحفظ الماء بعيداً عن الجسم، الريش الزغبي ناعم، ويوجد تحت الريش ويُساعد على توليد الحرارة والمحافظة على الدفء

ج٣: الجهاز التنفسي في اتجاه واحد، ينقل الأكسجين على نحو فعال أكثر إلى مجرى الدم؛ مُساعدًا الطيور على الحصول على طاقة أكثر من أجل عضلات الطيران

ج٤: تضع الطيور ومُعظم الزواحف بيوضاً أمنيونية ولكن بيوض الطيور لها قشرة قاسية؛ في حين أن قشرة بيوض الزواحف جلدية

ج٥: ستريجيفورميس: ليلية؛ عيون كبيرة، مناقير معقوفة، مخالب حادة، أنسيديفورميس: أقدام غشائية، مناقير مستديرة

ج٦: تأكل الطيور البذور أو الثمار، ثم تخرجها بعد هضمها في صورة فضلات في مكان آخر وكذلك تلتصق البذور بريش الطائر، وتتساقط عنه كلما انتقل من مكان إلى آخر، وبعض الطيور ومنها الطيور الطنانة، تتغذى على رحيق الأزهار، وتقوم بتلقيحها في أثناء التغذية على رحيقها

### التفكير الناقد

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **المقارنة** **الربط** حدد خصائص الطيور التي تجعلها متكيفة للطيران.
2. **قارن** بين الريش المحيطي والريش الزغبي.
3. **فسر** كيف تكيف الجهازان التنفسي والدوراني في الطيور للطيران.
4. **قارن** بين التكاثف في الطيور والزواحف.
5. **صف** كيف تختلف صفات الطيور في رتبة ستريجيفورميس (البوم) عنها في رتبة أنسيديفورميس (الأوزيات - طيور الماء).
6. **صف** دور الطيور في انتشار الغطاء النباتي.
7. **توضيحات** علمية أرسم دماغ طائر، وحدد عليه الأجزاء المختلفة في الدماغ، ووضح وظيفة كل منها.
8. **الكتابة في** علم الأحياء **تضع** معظم الطيور البرية الصغيرة - التي تُطعم صغارها - ما بين بيضتين إلى 12 بيضة في أعشاشها. وبعض الطيور الكبيرة - ومنها طائر الماء - لدى صغارها القدرة على العناية بنفسها بعد الفقس، ولا يطعمها أبواها. وتضع نحو 20 بيضة في أعشاشها. كوّن فرضية مُفصلة تُفسّر فيها لماذا تضع بعض أنواع الطيور أعداداً من البيض أقل من الأنواع الأخرى.

ج٧: المخيخ: الحركة والاتزان؛  
الأجزاء البصرية: تنسيق  
المعلومات البصرية، مركز  
المخ: مركز التكامل في  
الدماغ؛ قشرة المخ: الذكاء؛  
النخاع المستطيل: يتحكم في  
الوظائف الإيقاعية كالتنفس  
ودقات القلب

يترك للطالب



الغراب الهندي أحد الأنواع الدخيلة على بيئتنا المحلية

### الأنواع الدخيلة في البيئة

ماذا يحدث عندما يشتري مالكو الحيوانات الأليفة صغيراً أفعى بورما العاصرة، ثم يُقرّرون بعد أن يصل طول الأفعى إلى 4-5 m أنهم لا يستطيعون العناية بها؟ إن أصحاب هذه الأفاعي الضخمة يلقون بها في المروج الخضراء. وتعد الأفعى العاصرة عدوانية؛ فهي تُسبب مشكلات في المروج الخضراء. وتسبب أنواعاً عدوانية أخرى مشكلات لبيئتها المُضيفَة في مناطق مُختلفة من العالم.

### ما الخسائر التي تسببها الأنواع العدوانية؟ يمكن

للأنواع الدخيلة أن تسبب خسائر مالية كبيرة سنوياً للمحاصيل الزراعية والأراضي الخضراء. ووجود الأنواع الدخيلة يُعد ثاني سبب رئيس لتهديد الأنواع وانقراضها. ويمكن لأنواع النباتات الدخيلة أن تهدد جماعات الطيور من خلال فقدان الموطن في أراضي التكاثر أو الأراضي التي تقضي فيها فصل الشتاء. وقد تفترس أنواع الحيوانات الدخيلة حيوانات أصيلة في منطقة ما. ويشكل التنافس على المكان والفرائس عاملاً أساسياً في اكتساح الأنواع الدخيلة للأنواع الأصلية.

**الحلول** يمكن التَّحكُّم في الأنواع الدخيلة بعدة طرائق، منها القوانين، وعدم السماح بدخول المخلوقات الحية الدخيلة. ويدرس العلماء باستمرار الأنواع الدخيلة لكي يفهموا طرائق السيطرة على انتشارها، ودورة حياتها، وسلوكها. ويمكن أن تُساعد قوانين وأنظمة متعلقة بالمشكلات البيئية على تحسين الظروف المرتبطة مع الأنواع الدخيلة أيضاً.

### مشاركة المجتمع المحلي

**خُطَّة دروس** طَوَّر خُطَّة درس تختارها عن أحد أنواع الحيوانات الدخيلة التي تؤثر في منطقتك. على أن تكون خُطَّة الدُّرس موجهة إلى طلاب المدارس الابتدائية في منطقتك. وتأكد من أنك قد شاركت طلاب المدارس في هذا النشاط.

### ما الأنواع الدخيلة (الغازية)؟ الأنواع الدخيلة

(الغازية) هي مخلوقات تم إدخالها من قِبل البشر إلى مناطق لا تعيش فيها أصلاً، وهي تتكاثر بنجاح، وتُحدث في النظام البيئي أضراراً ومشكلات بيئية أو اقتصادية أو اجتماعية أو صحية. ومن أبرز هذه القضايا تحولها إلى آفات أحيائية تتنافس بشراسة مع الأنواع المحلية المتوطنة، وتُحد من انتشارها أو القضاء عليها أو جلب الأمراض إليها، فمما يهدد قيام الأنظمة البيئية بوظائفها في دعم الحياة. ومن الأنواع الدخيلة على البيئة في المملكة العربية السعودية طائر مينة الضفاف (الاسم الإنجليزي Bank mynah)، وهو من الطيور الدخيلة على المملكة العربية السعودية، حيث تم جلبه من جمهورية باكستان الإسلامية بهدف تربيته للزينة، ثم أطلق من الأقفاص. وهو الآن منتشر في منطقة الرياض، ويقتات على الحشرات والفواكه.

ومن الأنواع الدخيلة أيضاً الغراب الهندي المنزلي (الاسم العلمي *Corvus splendens* والاسم الإنجليزي Indian House Crow)، والغراب البني الرقبة أو الغراب النوحى (الاسم العلمي *Corvus ruficollis*، الاسم الإنجليزي Brown-necked Raven).



# مختبر الأحياء

كيف يمكنك عمل نموذج لبيئة الزواحف والطيور؟



**الخلفية النظرية:** اطلب إلى طلاب صفك أن يساعدوك على التخطيط لعمل معرض جديد لحديقة حيوانات يتعلق بتكيفات الطيور والزواحف. وسوف تبحث في هذا المختبر عن أنواع مختلفة من الطيور والزواحف لفهم كيف تكيفت تراكيب أجسامها مع البيئات المتنوعة ومصادر الغذاء المختلفة. وستستعمل هذه المعلومات لعمل نموذج لبيئة يمكن أن تعيش فيها الطيور والزواحف في حديقة الحيوان.

**سؤال:** كيف يمكنك عمل نموذج لبيئة ما بالاعتماد على ما تعرفه عن تكيفات المخلوق مع بيئته؟

4. تأكد من موافقة المعلم على خطتك قبل المضي فيها.

## يترك للطلاب

### المواد والأدوات

5. استعمل المواد المتوفرة لعمل نموذج لكل من بيئة الزواحف وبيئة الطائر اللذين اخترتهما والتي تمكّنهما من العيش في حديقة الحيوانات.

6. اعرض النموذجين على الصف، ثم قسّرهما.

- دليل ميداني للطيور
- دليل ميداني للزواحف
- عيدان أسنان.
- صمغ.
- رمل.
- تربة.
- قطع ورق مقوى.
- صندوق ورق مقوى.
- قطع خشبية.
- أقلام تلوين.
- فاصلياء جافة.
- حجارة/ حصي.
- قطع لباد/ فلين.

## يترك للطلاب

### حلّ ثم استنتج

1. صف كيف أدّت الاختلافات بين الطيور والزواحف إلى اختلافات في النماذج التي عملتها لكل بيئة.

2. حدد جوانب الضعف في نموذجك. وهل يدعم نموذجك حاجات كل نوع؟ وما التعديلات التي أضفتها إلى نماذجك؟

3. صف كيف أنّ تراكيب المخلوقات الحية وسلوكها تُعد من المميزات التنافسية في بيئاتها.

### الكتابة في علم الأحياء

**نشرة للمنزل** اكتب نشرة ووضحها بالرسوم؛ لتمكّن الناس الذين يزورون معرضك أن يأخذوا نسخة منها إلى منازلهم. وضمّنْها معلومات عن الحيوانات الموجودة في المعرض، وتوضيحات لبيئاتها الطبيعية.

### احتياطات السلامة

### خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اختر أحد أنواع الزواحف وأحد أنواع الطيور، وابحث عن تكيفات كل نوع، ومعلومات عن البيئة التي يعيش فيها، والطعام الذي يتغذى عليه وسلوكه. وابحث أيضًا عن دور تركيب الجسم والسلوك بوصفهما من الميزات التنافسية في البيئة التي تعيش فيها هذه المخلوقات.
3. استعمل المعلومات التي جمعتها لعمل وصف مُفصّل للبيئة التي يجب بناؤها في المعرض لكل طائر وزاحف قمت بالبحث عنه.



**المطويات** استنتج ليس للأسماك والبرمائيات بيوض أميوية. لماذا؟ صف هذه الأسباب على ظهر المطوية.

### المفاهيم الرئيسية

### المضردات

#### 1 - 2 الزواحف

- الفكرة الرئيسية** خلق الله سبحانه وتعالى للزواحف تكيفات مكنتها من العيش على اليابسة.
- وهب الله للزواحف عدة أنواع من التكيّفات التي مكنتها من العيش على اليابسة.
  - تكيف بيض الزواحف للنمو والعيش على اليابسة.
  - تُقسم الزواحف إلى أربع رتب هي: الحرشفيات، والتمساحيات، والسلاحفيات، وخطمية الرأس.
  - الزواحف مخلوقات أميوية، والعديد من الزواحف - ومنها الديناصورات - قد انقرضت.



- الغشاء الرهلي (الأميون)
- البيضة الرهلية (الأميوية)
- الطاقة ATP (أدينوسين ثلاثي الفوسفات)
- عضو جاكوبسون
- درع الظهر
- درع البطن

#### 2 - 2 الطيور

- الفكرة الرئيسية** وهب الخالق جل وعلا للطيور ويشأ واجنحة وعظامًا خفيفة الوزن وتكيّفات أخرى تسمّح لها بالطيران.
- للطيور خصائص تجعلها متكيفة جيدًا للطيران.
  - يمكن للطيور أن تولّد حرارة جسمها داخليًا.
  - للطيور عظام خفيفة الوزن.
  - شكل منقار الطائر يحدده نوع الغذاء الذي يتناوله.
  - للطيور عمومًا بصر حاد.
  - تُقسم الطيور إلى 27 رتبة.
  - تؤدي الطيور دورًا مهمًا في السلاسل الغذائية.
  - تدمير الموطن والتجارة غير القانونية قد يؤثران في بعض أنواع الطيور.



- ثابتة درجة الحرارة
- الريش
- الريش المحيطي (الكفافي)
- الغدة الزيتية
- الريش الزغبي
- عظم القص
- كيس الهواء
- الحضانة

ج١: البيضة الرهلية

ج٢: الدرع البطني

ج٣: عضو جاكوبسون

ج٤: الدرع الوافي

### أسئلة بنائية

8. نهاية مفتوحة. اعمل جدولاً يوضح التراكيب

الآتية ووظائفها، وتشابهها مع أداة صنعها الإنسان:

الأميون، البطنين، المثانة،

الظهرية والدرع البطنية في الإنسان

يترك للطالب

9. نهاية مفتوحة. اعمل مفتاحاً ثنائي التفرع يمكن أن يساعد

الشخص الذي يدرس حيواناتنا

يترك للطالب

### التفكير الناقد

10. تطبيق المفاهيم. أرجل أبي بريص (الوزغة) مغطاة

بالملايين من التراكيب التي تشبه الشعر قد تلتصق

بالسطوح، وعندما تلامس سطحا ما يحدث تجاذب

بين الجزيئات، فتلتصق أقدام أبي بريص على ذلك

السطح. وهذه التراكيب قد تدعم حتى 400 ضعف

وزن جسم أبي بريص تقريباً. فكيف يمكن للعلماء أن

يستعملوا طريقة التصاق أرجل أبي بريص بالسطوح

في عمل أداة يمكن أن تكون مفيدة للبشر؟

يترك للطالب



استبدل المفردات التي تحتها خط بكلمات أخرى من صفحة دليل مراجعة الفصل لتصحيح العبارات الآتية:

1. توجد عدة أغشية داخل الدرع الظهرية.

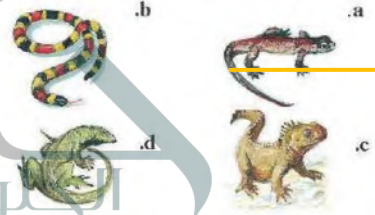
2. الجزء البطني في درع السلحفاة يسمى عضو جاكوبسون.

3. الدرع السفلية مسؤولة عن حاسة الشم في الأفاعي.

4. الجزء الظهري لدرع السلحفاة يسمى البيضة الأمنيونية.

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

5. أي مما يأتي ليس من الزواحف؟



6. أي الجمل الآتية خاطئة فيما يتعلق بتنفس الزواحف؟

a. تستعمل معظم الزواحف الرئات لتبادل الغازات.

b. في عملية الشهيق تنبسط عضلات القفص

الصدري في الزواحف.

c. في عملية الزفير تنبسط عضلة جدار الجسم في

الزواحف.

d. لرئات الزواحف مساحة سطح أكبر من تلك التي

في البرمائيات.

7. أي تراكيب الزواحف الآتية يوجد فيها حمض البوليك؟

a. الرئتان.

b. المجموع.

c. القلب.

d. المعدة.

**تثبيت المفاهيم الرئيسية**

19. أيّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالطيور؟

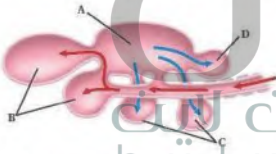
- قلبها مكون من ثلاث حجرات.
- عظامها خفيفة الوزن لأنها تحتوي تجاويف هوائية.
- لها مثانة بولية.
- الطيور حيوانات متغيرة درجة الحرارة.

20. أيّ مصطلح مما يأتي لا ينتمي إلى المصطلحات

الأخرى في كل مجموعة مما يأتي؟

- البطين، الأذين، الدم المؤكسج، الدم غير المؤكسج.
- الكلية، الفضلات النيتروجينية، حمض البولييك، المجمع (المذرق).
- المُخِيخ، المُخ، الأجزاء البصرية، النُخاع.
- البضّة الأمينية، المذرق، الكلية، الأميون.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 21.



21. أيّ التراكيب الآتية يدخل إليها الهواء المؤكسج في

أثناء عملية الشهيق في الطائر؟

- A .a
- B .b

- C .c
- D .d

22. تنتمي الكلية والمجمع إلى الجهاز:

- الإخراجي .a
- العصبي .b
- الهضمي .c
- التكاثري .d

23. ما نوع المنقار الذي يحتاج إليه طائر يتغذى على نباتات مائية؟

- واسع وعريض .a
- كبير وعلى شكل مغرفة .b
- حاد ومعقوف .c
- طويل، رفيع، ومُدَبَّب .d

استعمل الاسم الآخر للإجابة عن الأسئلة 11 و 12. لقد

ج ١٣: إنها متشابهة ولكن قلوب معظم  
الزواحف أقوى من قلوب معظم  
البرمائيات

ج ١١: ازداد عدد السحالي البنية الرباعية  
الأصابع؛ في حين تناقص عدد سحالي  
ماريانا الزرقاء الذيل

11. حلّ البيئات. كيف تغيّرت أعداد جماعات السحلية  
البنية الرباعية الأصابع وسحلية ماريانا ذات الذيل  
الأزرق منذ عام 1950م؟

12. كُون فرضية مفصلة تُفسّر التناقص في أعداد جماعات  
سحلية ماريانا الزرقاء الذيل

يتترك للطالب

13. قارن. بين جهاز الدوران في الزواحف والبرمائيات؟

14. وضح. اعمل مخططاً يبيّن كيف أثر فقدان البيئات  
وإدخال الأنواع الدخيلة في جماعة أفعم الغرط .

يتترك للطالب

-2-

**مراجعة المفردات**

فسّر العلاقة بين المفردات الآتية:

15. الثابتة درجة الحرارة، الريش الزغبي.

16. الريش المحيطي، الريش الزغبي.

17. الغدة الزيتية، الريش المحيطي.

18. عظم القص، كيس الهواء.



- فسر العلاقة بين المفردات الآتية:
15. الثابتة درجة الحرارة، الريش الزغبى.
  16. الريش المحيطي، الريش الزغبى.
  17. الغدة الزيتية، الريش المحيطي.
  18. عظم القص، كيس الهواء.

ج١٥: الطيور ثابتة درجة الحرارة، وهذا يعني أنها تولّد الحرارة الخاصة بها، الريش الزغبى يحجز الهواء الساخن بين جلد الطائر والريش المحيطي  
ج١٦: للطيور ريش محيطي وريش زغبى. فالريش المحيطي يغطي معظم جسم الطائر ويستخدم في الطيران في حين يُوفّر الريش الزغبى العزل ويمنع فقدان حرارة الجسم

ج١٧: تسمح غدة التزييت للطائر بنشر الزيت فوق الريش المحيطي لتوفير غلاف مُقاوم للماء

ج١٨: عظم القص والأكياس الهوائية كلاهما تكيف للطيران، وعظم القص الكبير هو نقطة الارتباط لعضلات الصدر التي تساعد على الطيران، أمّا الأكياس الهوائية فهي جزء من الجهاز التنفسي الذي يتحرك فيه الهواء في اتجاه واحد في الطيور، حيث يُمكنها هذا الجهاز من الحصول على المزيد من الأكسجين اللازم للطيران

25. كَوْنُ فرضية. تُغرّد الطيور غالباً عند الفجر. ويعتقد العلماء أن الطيور تعلن عن حدود مناطقها أو تعلن عن مكانها لأي شريك نزوح مُحتمل. وقد اكتشف علماء الأحياء أيضاً أنه كلما كانت عينا الطائر أوسع غرّد أكبر. كَوْنُ فرضية عن العلاقة بين العين والتغريد المبكر عند الطيور.

تستقبل العيون الكبيرة الضوء المتوافر بصورة أكبر ويمكن أن يرى على نحو أفضل من طائر بعيون أصغر، لأن التغريد ربما يجذب مفترسات محتملة، ومن المهم أن يتمكن الطائر من رؤية اقتراب المفترس المحتمل

## تقويم الفصل

### تقويم إضافي

28. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب مُلخصًا حول الدراسة المسحية في التجربة 1-2، وسجل أنواع الطيور التي حدّدتها، وعدّ

يترك للطالب

### أسئلة المستندات

لأفاعي البحر الخضراء سم قوي جدًا تحقّنه داخل الفريسة. وفي العديد من الحالات يشلّ السم العضلات التي تضخّ الماء عبر خياشيم السمك. ويظهر الرّسم البياني مُعدّلات الوفاة لخمسة أنواع من الأسماك أعطيت جرّعات مُختلفة من سم استخلص من أفعى بحر خضراء.

ج ٢٩: النوع ب؛ النوع ي؛ فالنوع ب لديه أعلى مُعدّل وفيات بالرغم من تعرضه لكميات قليلة نسبيًا من السموم أما النوع ي فلهذه أقل معدل وفاة بالرغم من تعرضه لكميات عالية نسبيًا من السموم

على السؤالين 29-30

29. أيّ أنواع الأسماك أكثر تأثّرًا بالسم، وأيهما أقل تأثّرًا؟ فسر كيف عرفت ذلك؟

30. لنوع السمك الأقل تأثّرًا بالسم المقدرة على

لأن السم غالباً ما يؤثر في العضلات التي تضخّ الماء عبر الخياشيم، فتوقف لدغة الأفعى التنفس، أما الأسماك التي تننفس عن طريق جلدها بالإضافة إلى الخياشيم فلها مُعدل بقاء أعلى؛ لأن لدغة الأفعى لا توقف تنفسها بشكل كامل

للطيور المهاجرة ذاكرة قوية طويلة الأمد، لذا بقيت في الغرفة فترة أطول محاولة العثور على الغذاء الذي كان هناك أصلاً

السنة الثانية

24. **مهن مرتبطة مع علم الأحياء.** وضع علماء الطيور فرضية مفادها أنّ الذاكرة الطويلة الأمد لبعض الطيور المهاجرة تكون أفضل منها في الطيور غير المهاجرة. واختبار هذه الفرضية زُينت غرفتان؛ واحدة بنبات اللبلاب والأخرى بنبات الخبيزة. ووضع طعام في غرفة واحدة فقط. وسمح لطيور مهاجرة وأخرى غير مهاجرة باستكشاف كلتا الغرفتين من دون وجود الغذاء. وبعد عام سمح للطيور نفسها باستكشاف الغرفتين. وقد استغرقت الطيور المهاجرة في اكتشاف الغرفة التي احتوت على الغذاء فترة أطول من الطيور غير المهاجرة. صُغ استنتاجًا عن الذاكرة الطويلة الأمد في هذه الطيور.

### التفكير الناقد

25. **كُون فرضية.** تُغرّد الطيور غالبًا عند الفجر. ويعتقد العلماء أنّ الطيور تعلن عن حدود مناطقها أو تعلن عن مكانها لأي شريك تزواج مُحتمل. وقد اكتشف علماء الأحياء أيضًا أنّه كلما كانت عينا الطائر أوسع غرّد أبكر. كُون فرضية عن العلاقة بين العين والتّغريد المبكر عند الطيور.

26. استنتج. عرف علماء الأحياء أنّ صغار الطيور تلفّ أجسامها داخل أعشاشها. استنتج أهمية هذا الالتفاف لأجسام الطيور.

ربما كان هذا السلوك للمحافظة على درجة حرارة الجسم

27. استنتج. ما نوع الطّعام الذي يأكله هذا الطائر؟ وكيف

اللحم، التميزيق والالتقاط

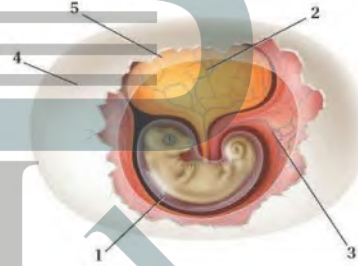


## أسئلة الاختيار من متعدد

1. أيّ الخصائص الآتية استخدمت في تقسيم الديناصورات إلى مجموعتين؟

- a. تركيب عظام الورك
- b. تركيب الجمجمة والفكوك
- c. ثابتة درجة الحرارة أم متغيرة درجة الحرارة
- d. آكلة أعشاب أم آكلة لحوم

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. أيّ الأرقام الآتية تمثل الغشاء المملوء بالسائل الذي يمنع الجنين من الجفاف ويحميه؟

- a. 1
- b. 2
- c. 4
- d. 5

3. أيّ الأرقام الآتية تمثل مصدر الغذاء الرئيسي للزاحف المبين في الشكل؟

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

4. أيّ 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

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 5.

الصف	المجموعة	بعض مكونات الجهاز الهضمي
1	البرمائيات	لها قانصة، معدة، أمعاء
2	الزواحف	لها حوصلة، أمعاء دقيقة و غليظة
3	الطيور	لها حوصلة، قانصة، أمعاء
4	الأسماك	لها مثانة عوم، قانصة، أمعاء

5. أيّ صفّ في الجدول أعلاه يحتوي معلومات صحيحة عن الجهاز الهضمي؟

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

ج6: تستلقي الزواحف في الشمس إذا كانت أجسامها باردة من أجل رفع درجة حرارتها أو تبرد نفسها في الظل أو الحجور إذا كانت أجسامها ساخنة جداً

ج7: للطيور عضلات قوية للمحافظة عل الطيران لذا فهي تحتاج إلى جهاز تنفسيّ فعّال يوفر الأكسجين اللازم لعمل عضلاتها

ج8: تبدأ أرجل أبي ذنبية في الظهور والنمو حالما يقصر طول ذيله ثم تظهر الرئات لأبي ذنبية عندما يفقد خياشيمه

أسئلة الإجابات القصيرة

6. صف كيف تنظم الزواحف درجة حرارة أجسامها؟
7. فسر لماذا تحتاج الطيور إلى جهاز تنفس فعال؟
8. اذكر التغيرات التي يمر بها أبو ذئبة قبل أن يصل إلى مرحلة الضفدع المكتمل النمو.

أسئلة الإجابات المفتوحة

9. قارن بين جهازَي الدوران لدى الضفدع والسمكة، وبيِّن أهمية هذه الاختلافات.

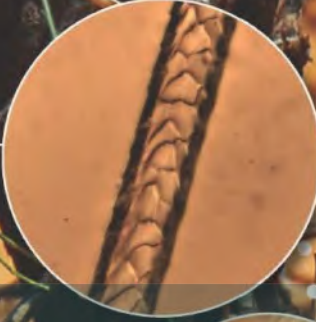
- وَيُمْكِنُ لِلْعِلْمَاءِ مِنْ دِرَاسَةِ الْأَشْكَالِ الْمُخْتَلِفَةِ لِلْفُكُوكِ - أَنْ يَفْهَمُوا كَيْفَ تَتَكَيَّفُ الْأَنْوَاعُ الْمُخْتَلِفَةُ مَعَ بِيئَاتِهَا الْمَحْدُودَةِ. اسْتَغْنِ بِالْمَعْلُومَاتِ الْمَحْدُودَةِ فِي الْفَقْرَةِ السَّابِقَةِ، وَأَجِبْ عَنِ السُّؤَالِ الْآتِي فِي صُورَةِ مَقَالٍ:
10. وَصِّحْ كَيْفَ يَتَلَاءَمُ كُلُّ نَوْعٍ مِنْ أَنْوَاعِ الْفُكُوكِ الْأَرْبَعَةِ السَّابِقَةِ مَعَ طَبِيعَةِ الطَّعَامِ الَّذِي تَأْكُلُهُ الْأَسْمَاكُ؟

يوفر الفم المتّجه إلى أعلى (باللون الأخضر) مزايا إيجابية للأسماك التي تأكل من السطح لأنها تستطيع الإمساك بالغذاء مع استمرارها في السباحة، الأسماك ذات الأفواه الكبيرة (باللون البني) قادرة على أكل فرائس كبيرة أو قطع كبيرة من الغذاء، يسمح الفم الكبير بأكل الغذاء بسرعة، يسمح الفم الأمامي للسمكة (باللون الأزرق) أن تمسك بطعامها في أثناء سباحتها؛ لأن الغذاء في موقع يُمكن أن تراه السمكة، أما الفم الصغير (باللون الأصفر) فهو مناسب جداً لقضم النباتات؛ لأن قضامات الغذاء الصغيرة تسهل عملية هضم هذه النباتات

للضفدع دورة دموية مزدوجة وقلب بثلاث حجرات، تنقل الدّورة الدموية المزدوجة الدّم إلى الجسم وبصورة مُنفصلة إلى الرّئتين مما يسمح بفصل الدّم المؤكسج عن الدم غير المؤكسج، وفي القلب الثلاثي الحجرات يكون الدّم المؤكسج مُنفصلاً جُزئياً عن الدّم غير المؤكسج، أما السمكة فلها دورة دموية مفردة (واحدة) وقلب مكرن من حجرتين: إحدى تستقبل الدم، في حين تضخه الأخرى خارجاً، القلب ذو الحجرتين أبسط من القلب ذي الحجرات وهو يسمح بخلط الدم المؤكسج بالدم غير المؤكسج، الإجابات الأخرى ممكنة

شعرة

صورة تمجسدة بالهجر المركب، التكبير X 20



الجلد والشعر

صورة بالهجر الإلكتروني والمبايع، التكبير غير معروف



فرو الثعالب الأحمر



**الفكرة العامة** ميز الله سبحانه وتعالى الثدييات بمجموعة من التكيفات المتنوعة للمحافظة على اتزانها الداخلي والعيش في البيئات المختلفة.

1 - 3 خصائص الثدييات

**الفكرة الرئيسة** للثدييات خاصيتان مميزتان، هما: الشعر والغدد اللبنية.

2 - 3 تنوع الثدييات

**الفكرة الرئيسة** تقسم طائفة الثدييات إلى ثلاث طوائف، بناءً على طرائق تكاثرها.

حقائق في علم الأحياء

- الشعر الذي يغطي جسم الغزال يحوي فراغات، مما يساعد على عزل جسمه من البرد، وكذلك يقيه طافياً عندما يتحرك عبر الماء.
- شعر الدب القطبي شفاف ولا لون له. وتبدو الدبة بيضاء لأن الشعر المجهوف يعكس الضوء ويشته.
- لبعض الثعالب الحمراء فرو أسود، أو فرو فضي، ول بعضها في حالات نادرة فرو مرقط باللونين الأسود والفضي.



## تجربة استهلاكية

ما المخلوق الثديي؟

إنَّكَ ترى الثدييات كل يوم، ومنها الأغنام التي ترعى، والجمال في الصحراء، والناس الذين تعيش معهم. ما الخصائص المشتركة بين هذه الثدييات؟

### خطوات العمل

1. امأل بطاقة السَّلامة في دليل التَّجارب العملية.
2. نفحص عينات أو صوراً للثدييات، ومن ذلك الثَّعلب الأحمر المبيَّن في الصَّنحة المُقابلة.
3. حدد الخصائص التي تشترك فيها الثدييات الظاهرة في الصُّور.
4. صمِّم جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك.

### التحليل

1. استنتج وظيفة كل خاصية طبيعية تشترك فيها الثدييات.
2. صف مدى التنوُّع الكبير في خصائص الثدييات وسلوكها، مُستخدماً الصور، وكذلك خبراتك مع الثدييات الأخرى.
3. استنتج كيف استخدم العلماء خصائص الثدييات المختلفة لتصنيفها في تحت طوائف مُحدَّدة.

ج ١: تفرز الغدد اللبنية الحليب الضروري لتغذية الصغير النامي، يعمل الفرو عمل عازل ضد البرودة؛ فيمنع فقدان الحرارة ويمكن الثدييات من العيش في المناطق الباردة، هذه الثدييات أنواع عدّة من الأسنان المتخصصة لأكل غذاء محدّد، تفرز غدد العرق سوائل تتبخر فتمتص الحرارة من الجسم، وتنظم درجة حرارة الجسم وتحافظ على الاتزان الداخلي

ج ٢: ستبتاين الإجابات، تختلف الثدييات في حجمها التي تتراوح بين ١٠٠ طن (كالحيتان) وجرامات قليلة كالفار ذئ الأنف الطويل، تتباين بيئات الثدييات من البيئة المائية إلى الصحارى إلى المناطق القطبية، كما تتباين الثدييات أيضاً في العديد من الصفات الجسمية، ومنها الأسنان والأطراف والفرو، كي تُظهر تنوعاً واسعاً في السلوك

ستبتاين الإجابات: أنواع مختلفة من الأطراف ومنها الأجنحة والزعانف، تستعمل في تصنيف الخفافيش والثدييات المائية، أسنان متخصصة تستعمل لتصنيف آكلات اللحوم والقوارض، يصنف كل من الحصان والغزال وفرس النهر بناءً على تركيب أقدامها في حين يصنف كل من الفأر ذئ الأنف الطويل والقنفذ والخلد بناءً على الغذاء الذي يأكله

## خصائص الثدييات

### Mammalian Characteristics

#### الأهداف

- تحدد خصائص الثدييات.
- تصف كيف تحافظ الثدييات على درجة حرارة ثابتة للوصول إلى الاتزان الداخلي.
- تميز بين التنفس في الثدييات والتنفس في الفقاريات الأخرى.

#### مراجعة المفردات

ثابتة درجة الحرارة Endotherms: مخلوقات تولد حرارة جسمها داخلياً من خلال العمليات الأيضية الخاصة بها.

#### المفردات الجديدة

- الغدة اللبنية
- الغدة
- معدّل الأيض
- الحجاب الحاجز
- القشرة المخية
- المخيخ
- الرحم
- المشيمة
- الحمل

#### الشعر والغدد اللبنية Hair and Mammary Glands

تتميز أفراد طائفة الثدييات عن الفقاريات الأخرى بخاصيتين مهمتين، هما الشعر والغدد اللبنية. تُنتج الغدد اللبنية mammary glands الحليب، وتفرزه ليغذي الصغير النامي. أما الشعر فهو يغطي أجسام الثدييات. وكما ترى في مخطط العلاقات التركيبية، المبين في الشكل 3-1، فإن للثدييات تفرعاً خاصاً بها يسمى تفرع الشعر والغدد اللبنية.

#### وظائف الشعر Functions of hair يؤدي شعر الثدييات عدة وظائف، هي:

1. العزل: العزل ضد البرودة من أهم وظائف الشعر؛ حيث تستفيد الثدييات من فرائها أو أشعارها في المحافظة على حرارة أجسامها، ومنع فقدانها.
2. التخفي: تسمح فراء الثدييات أو أشعارها بالانسجام مع تنوع بيئاتها.
3. الإحساس: في بعض الحالات يتحوّل الشعر إلى شاربين. الفُكمة مثلاً تستعمل شواربها الموجودة على أنفها لتتبع الفريسة في ظلمة الماء من خلال الإحساس بتغيرات الماء التي تحدث عندما تلمس سمكة بالقرب منها.
4. مقاومة الماء: لعلك تعرف مدى البرودة التي تشعر بها عندما تخرج من بركة السباحة في يوم حار. فعندما يتبخّر الماء عن جلدك يفقد جسمك الحرارة. العديد من المخلوقات المائية - ومنها ثعلب الماء المبين في الشكل 3-2 - لها شعر يمنع وصول الماء إلى جلدها، وهذا يساعدها على المحافظة على درجة حرارة أجسامها.

#### الشكل 3-2 الشعر الذي يغطي جسم ثعلب الماء يساعده على منع وصول الماء إلى جلده.



■ الشكل 3-1 الشعر والغدد اللبنية صفتان تميزان الثدييات من الفقاريات الأخرى.



تركيب الجسم



التواصل

### الشكل 3-3

اليمين: إبر النيص شعر مُتحوّر، تحميه من المفترسات.

اليسار: يستعمل الشعر الأبيض على ذيول هذه الغزلان في تنبيه باقي أفراد القطيع للهروب من المفترسات.



الدِّفاع

5. التواصل: يُمكن للشَّعر أن يُستعمل أداة للتواصل؛ فالغزلان ذات الذَّيل الأبيض - المبينة في الشكل 3-3 - ترفع ذيولها لتظهر المنطقة البيضاء أسفل الذَّيل، عندما تهرب لكي تلحق بها الغزلان الأخرى.

6. الدِّفاع: يُمكن للشَّعر أن يستعمل أداة دفاع ضد المفترسات؛ فلننص المبين في الشكل 3-3 إبر حادّة - وهي شعر مُتحوّر - تنفصل بسهولة عندما يهدده مخلوق مُفترس آخر، فتلتصق الإبر بالمفترسات التي تلمسه، وتقطعنها.

**تركيب الشَّعر Structure of hair** يحتوي الشَّعر في الثدييات على بروتين ليفي قاسي يُسمّى الكيراتين. وهو بروتين يدخل أيضًا في تكوين الأظفار والمخالب والحوافر. تتكوّن طبقة الشعر غالبًا من نوعين من الشَّعر: شعر طويل يحمي شعراً قصيراً كثيفاً عازلاً تحته. ويوفّر الهواء المحصور في طبقة الشَّعر السفلية القصيرة الكثيفة عزلاً ضد البرودة، ويحافظ على درجة حرارة الجسم.

✓ ماذا فحرات؟ فسّر ما أهمية الشَّعر للثدييات؟

يوفر الشعر العزل، والتخفي، والحماية من المفترسات، ويستعمل للاتصال مع حيوانات أخرى والإحساس بحركات الهواء أو الماء

الماء والكربوهيدرات على شكل سكر لاكتوز ودهون وبروتين. وتختلف نسبة هذه المواد من نوع إلى آخر من الحليب.

تتنوّع نسب المواد الغذائية بشكل كبير في الأنواع المختلفة من الثدييات. فعلى سبيل المثال، يتنوّع معدل الدُّهون (الدهن) من 1% - 50؛ حيث يحتوي حليب الثدييات المائية التي تستعمل طبقة من الدُّهن لتحافظ على حرارة جسمها - على أعلى كمية من الدُّهون (الدهن).

تُفرز عُدد الرّائحة مواد تستعملها الثدييات لتحديد مناطقها، أو لتجذب شريك التزاوج. وتحافظ الغدد الدهنية في الجلد على جودة وسلامة شعر المخلوق وجلده، في حين تُنتج غدد أخرى هرمونات تنظّم العمليات الدّاخلية، ومنها النُّمو وإطلاق البيوض من المبايض.



الجدول 1-3	نسب المواد الغذائية في حليب الثدييات				
المادة المغذية	الكلب	الدلفين	الفقمة	الأرنب	الحمار الوحشي
الماء	76.3	44.9	43.8	71.3	86.2
البروتين	9.3	10.6	11.9	12.3	3.0
الدهون	9.5	34.9	42.8	13.1	4.8
السكر	3.0	0.9	0.0	1.9	5.3
					

ماذا قرأت؟ فسّر لماذا تكون نسبة الدهون عالية في حليب الثدييات المائية؟

### Other Characteristics خصائص أخرى

تشارك الثدييات - بالإضافة إلى الشّعر والغدد اللبنية - في خصائص أخرى، منها **معدل الأيض** (metabolic rate) (وهو المعدل الذي تحدث به التفاعلات الكيميائية داخل الخلية في المخلوق الحي) المرتفع الذي يحافظ على ثبات درجة حرارة أجسامها، ولها أسنان وأجهزة هضمية متخصصة، وحجاب حاجز يساعدها على التنفس، وقلب رباعي الحجرات، ودماغ معقد ومتخصص.

**مخلوقات ثابتة درجة الحرارة Endothermy** الثدييات مخلوقات ثابتة درجة الحرارة. وهذا يعني أنها تُنتج حرارة جسمها داخليًا. وبشكل مُعدّل الأيض المرتفع داخل أجسامها مصدر حرارتها. يتمّ التّحكّم في درجة حرارة الجسم بآليات تغذية راجعة داخلية، من خلال إشارات بين الدماغ والحواس المُستشّرة في الجسم.

فعلى سبيل المثال، عندما ترتفع درجة حرارة بعض الثدييات بسبب بذل جهد أو ارتفاع حرارة الهواء المحيط تنشط غدد العرق في الجلد لإفراز العرق الذي يبتخّر عند سطح الجلد. وعندما يبتخّر العرق يمتص الحرارة من الجسم فيبرّده.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

#### عالم الثدييات Mammalogist

علم الثدييات فرع من الأحياء يهتم بدراسة الثدييات. ويبحث عالم الثدييات في سلوك نوع أو أكثر من الثدييات، وتشريحه، أو بيئته، وقد يقارن بين بعض الخصائص - ومنها الهضم مثلاً - في عدّة أنواع من الثدييات.

وعندما تنخفض درجة حرارة الجسم يتوقف التعرق. أما في الثدييات الأخرى التي لا تنتج العرق فيبرد الالهات الجسم كما يفعل حيوان الكلب. ولعلك شاهدت مخلوقاً يلهث في يوم قاطظ. وفي أثناء الالهات يتبخر الماء من الفم والأنف. ولأن الثدييات تستطيع تنظيم درجة حرارة أجسامها داخلياً للمحافظة على الاتزان فهي تستطيع أن تعيش في جميع الأنظمة البيئية، ومنها المناطق القطبية في درجات حرارة التجمد، والصحارى، والمناطق الاستوائية الحارة، وغيرها.

**التغذية والهضم Feeding and digestion** للمحافظة على عمليات الأيض المسؤولة عن ثبات درجة الحرارة الداخلية تحتاج الثدييات إلى كميات كبيرة من الطاقة. وهي تحصل على حاجتها من الطاقة بتحليل الغذاء. يستعمل كثير من الثدييات الغذاء الذي تحصل عليه لإنتاج الحرارة اللازمة للمحافظة على درجة حرارة الجسم ثابتة.

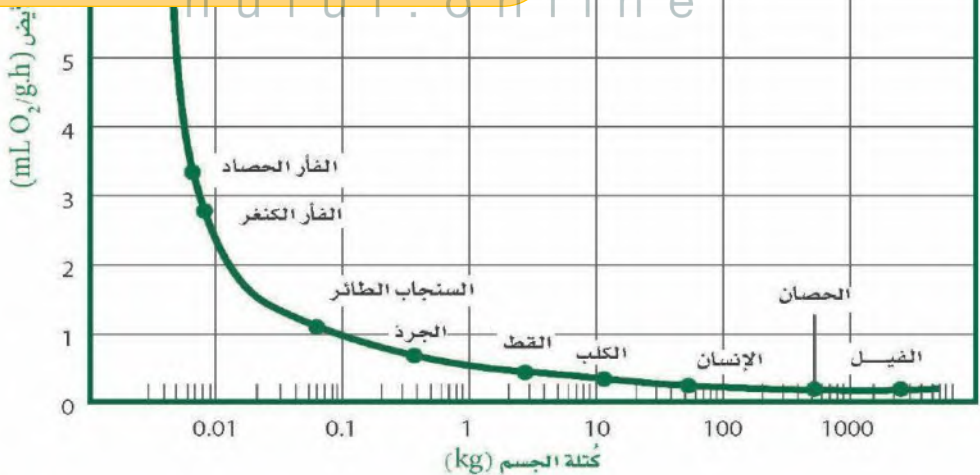
تفحص الرسم البياني في الشكل 3-4 الذي يبين العلاقة بين معدل الأيض لمخلوق ثديي وكتلة جسمه. فالثدييات الصغيرة - ومنها الفأر ذو الأنف الطويل، والأنواع الأخرى من الفئران - لها معدل أيض عالٍ بالنسبة إلى أحجامها. ولذلك على هذه المخلوقات الصغيرة أن تصطاد وتأكل الغذاء باستمرار تقريباً لإمداد الجسم بالوقود اللازم لعمليات الأيض.

#### ■ الشكل 3-4 نتيجة ارتفاع معدلات

الأيض في أجسامها، يجب أن تتناول بعض الثدييات الصغيرة - ومنها الفئران - يومياً طعاماً يعادل وزن كتلتها تقريباً؛ للمحافظة على اتزان درجة حرارة جسمها.

حذل ما كمية الغذاء (kg) تقريباً التي يجب على الفأر ذي الأنف الطويل أن يتناولها كل يوم ليبقى على قيد الحياة؟

بما أن كمية الغذاء في الثدييات الصغيرة تعادل وزن كتلتها، وبالرجوع إلى المنحنى تكون كمية الغذاء للفأر ذو الأنف الصغير 0.06 كغ تقريباً



تقسيم الثدييات بحسب طريقة تغذيتها Trophic categories  
الثدييات إلى أربع مجموعات، اعتماداً على نوع غذائها:

1. آكلات الحشرات: ومنها الخلد والفأر ذو الأنف الطويل، وهي تأكل الحشرات واللافقاريات الصغيرة.
  2. آكلات الأعشاب: ومنها الأرانب والغزلان، وتتغذى على النباتات.
  3. آكلات اللحوم: ومنها الثعالب والأسود، وتتغذى غالباً على آكلات الأعشاب.
  4. القارّة (آكلات أعشاب ولحوم): ومنها الزاكون والدب ومُعظم الرئيسات، وتتغذى على كل من النباتات وبعض المخلوقات الحية الأخرى.
- خلق الله سبحانه وتعالى للثدييات مجموعة كبيرة من التكيفات التي تساعدها على إيجاد الغذاء، والإمساك به، ومضغه، وبلعه، وهضمه. وهذا من مبدع صنع الخالق - عز وجل - في تنوع تراكيب أجسام المخلوقات الثديية وأنماط حياتها. فهضم ألياف النبات أكثر صعوبة، ويتطلب وقتاً أطول من هضم اللحم. لذا فإن للثدييات التي تتغذى على النباتات مَعَى أعور أكبر، وجهازاً هضمياً أطول من الثدييات التي تتغذى على اللحم، الشكل 3-5.

**آكلات الأعشاب (المُجترات) Ruminant herbivores** يُمكن أن يشكّل السيليلوز - وهو من مُكوّنات الجدار الخلوي في النباتات - مصدراً للغذاء والطاقة. لكن إنزيمات الجهاز الهضمي في الثدييات لا تستطيع هضم السيليلوز. وعوضاً عن ذلك يوجد في المعى الأعور (وهو كيس يوجد حيث تلتقي الأمعاء الدقيقة مع الأمعاء الغليظة) لبعض آكلات الأعشاب بكتيريا تحلل السيليلوز. أما آكلات الأعشاب الأخرى فتوجد البكتيريا في معدتها وتحلل السيليلوز أيضاً إلى مواد غذائية يُمكن للمخلوق أن يستعملها. وهذا النوع من الثدييات يُسمى المُجترات، ولها معدة كبيرة مكوّنة من أربع حجرات: الهاشمية والخراف والثيران كلّها مُجترات. عندما تتغذى المُجترات تَمّز المواد النباتية المطحونة عبر المعدة الأولى والثانية، فتُهضم النباتات جزئياً عن طريق بكتيريا المعدة، ثم تعيده إلى الفم على شكل كتل غذائية وتمضغها مرة أخرى لفترة طويلة، فتتحطّم ألياف الحشائش. وعندما يتمّ ابتلاع المُضغّة تصل إلى الحجرة الرابعة، حيث يستمر الهضم.

✓ **ماذا قرأت؟** استنتج نوع العلاقة الموجودة بين مخلوق مجترّ وبكتيريا في معدته.

العلاقة مثال على تبادل المنفعة، خصوصاً التكافل،  
تحصل البكتيريا على المسكن والغذاء وتمكن  
المجترات من هضم السيليلوز



الشكل 5-3 تكيّفت الأجهزة الهضمية في الثدييات لتقوم بهضم الغذاء وامتصاصه بشكل فعّال. إن البروتين الذي تستهلكه آكلات اللحوم وآكلات الحشرات قابل للهضم بسهولة. تحتوي المواد النّبائية على الكربوهيدرات، والماء، والسّيليلوز الذي يُقاوم الهضم. قارن بين تركيب كل جهاز هضمي أدناه.

الجهاز الهضمي لآكل حشرات

إن وجبة آكلات الحشرات تُهضم بسهولة وتُمتص بجهاز هضمي قصير نسبياً.



الفأر ذو الأنف الطويل



الأرنب الشرقي ذو الذيل القمطي  
جهاز هضمي لآكل أعشاب غير مُجترّ  
يبدأ هضم الغذاء وامتصاصه في المعدة. تقوم البكتيريا في المعى الأعور بتحليل السّيليلوز.



الحجرات الأربع



الجهاز الهضمي لآكل أعشاب مُجترّ  
تُساعد المعدة العديدة الحجرات على تحليل المواد النّبائية قبل دخولها إلى الأمعاء. الأمعاء الطويلة والمعى الأعور يزيدان من امتصاص المواد الغذائية.

الكرش  
المتشابكة  
ذات التلافيف  
المعدة الرئيسية

المعى الأعور



الثعلب الأحمر

الجهاز الهضمي لآكل لحوم  
الجهاز الهضمي لآكل لحوم يشبه ما هي آكل الحشرات. وبخلاف آكلات الأعشاب لا يُستعمل المعى الأعور في أي وظيفة مهمة في الجهاز الهضمي لآكل اللحوم.

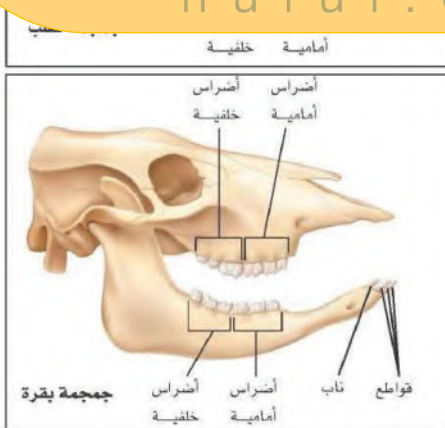


ج١: القواطع حادة ومديبة وتستعمل للعض والقطع؛ الأنياب مديبة من أجل الطعن والتمزيق؛ الأضراس الأمامية مديبة قليلاً من أجل التقطيع والتمزيق والأضراس الخلفية منبسطة للطحن والتحطيم

ج٢: الأضراس الخلفية

ج٣: ستباين الإجابات. أكلات اللحوم تعصّ، وتقتل فريستها وتحملها بوساطة الأنياب والقواطع، كما أنها تنزع أيضاً لحم الفريسة بوساطة الأنياب والقواطع، وتستخدم الأضراس الأمامية أيضاً لتحطيم وتقطيع أجزاء اللحم الكبيرة إلى أجزاء أصغر، كما تستخدم الأضراس الخلفية لطحن اللحم وتحويله إلى حبيبات صغيرة

ج٤: ستباين الإجابات، تصنف أكلات اللحوم معاً لقدرتها على تمزيق اللحم، وتصنف أكلات الحشرات معاً لأن قواطعها مصممة للإمساك بالحشرات وحجزها وطعنها، أمّا القوارض فلها قواطع متحورة لا تتوقف عن النمو أبداً وتستعمل للقضم

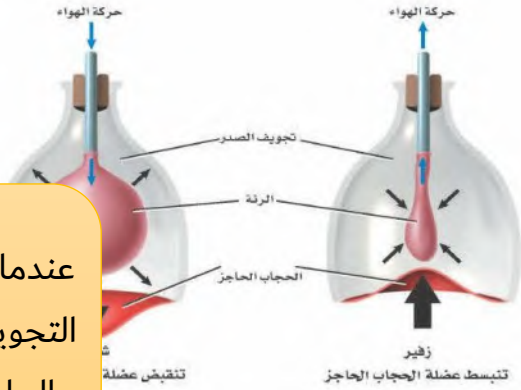


#### التحليل

1. استنتج وظيفة كل نوع من الأسنان بناءً على شكله.
2. حدد نوع الأسنان المشتركة بين كل الثدييات التي درستها.
3. صف كيف يستعمل كل مخلوق ثديي درسته أسنانه للحصول على الغذاء وابتلاعه؟
4. هُسر كيف يمكن للعلماء أن يستعملوا الاختلافات بين أسنان الثدييات لتصنيفها إلى مجموعات مختلفة؟

الشكل 3-6 يشبه عمل البالون مبدأ عمل الحجاب الحاجز والبالون يبدأ عمل الحجاب الحاجز في الثدييات يمكن جعل التنفس في الثدييات ممكناً. صف ماذا يحدث للتجويف الصدري عندما ينقبض الحجاب الحاجز أو ينبسط؟

عندما ينقبض الحجاب الحاجز يزداد حجم التجويف الصدري، عندما ينبسط الحجاب الحاجز يصبح التجويف الصدري أصغر



### الإخراج Excretion تُخرج كُلى الثدييات فضلات الأيض،

سوائل الجسم. كما أنها تصفي الدم من اليوريا، أو الناتج النهائي للأيض الخلوي. وتُخرج كُلى الثدييات أيضاً كمية مناسبة من الماء أو تحتفظ بكميات مناسبة من سوائل الجسم إلى الدم، كما تمكّن الثدييات من العيش في البيئات القاسية، ومنها الصحاري؛ لأنها تستطيع أن تتحكم في كمية الماء في سوائل الجسم وخلاياه.

### التنفس Respiration يستعمل المخلوق الثديي الغذاء الذي يحصل عليه

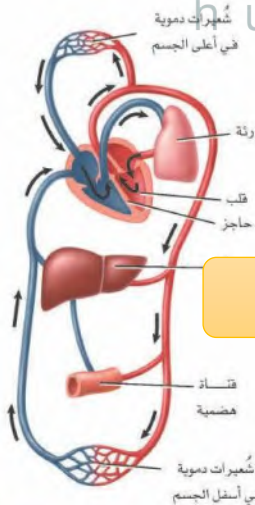
للمحافظة على مستويات طاقة عالية. كما أنه يحتاج إلى مستويات عالية من الأكسجين للمحافظة على مستويات أيض عالية. يدخل الأكسجين إلى الرئتين من خلال عملية التنفس. وعلى الرغم من أن بعض المخلوقات الأخرى - ومنها الطيور والزواحف - لها رئات فإن الثدييات هي المخلوقات الوحيدة التي لديها حجاب حاجز. الحجاب الحاجز diaphragm طبقة عضلية تقع تحت الرئتين وتفصل بين التجويف الصدري والتجويف البطني؛ حيث توجد الأعضاء الأخرى. عندما تنقبض عضلة الحجاب الحاجز فإنه يستقيم ويصبح مستوياً، ويسبب زيادة في حجم التجويف الصدري، الشكل 3-6. وعندما يدخل الهواء إلى الرئتين ينتقل الأكسجين بعملية الانتشار إلى الأوعية الدموية. وعندما تنبسط عضلة الحجاب الحاجز يصبح التجويف الصدري صغيراً، ثم يخرج الهواء بعملية الزفير.

✓ ماذا قرأت؟ صف كيف يختلف الجهاز التنفسي في الثدييات عنه في سائر المخلوقات؟

### الثدييات هي الحيوانات الوحيدة التي لها حجاب حاجز

لها قلباً رباعياً الحُجرات. وكما في الطيور يبقى الدم المؤكسج منفصلاً تماماً عن الدم غير المؤكسج، انظر الشكل 3-7. ولأن أجسام الثدييات نشيطة الحركة وثابتة درجة الحرارة فإنها تحتاج إلى كمية كبيرة من المواد الغذائية والأكسجين للمحافظة على الاتزان الداخلي. إن فصل الدم المؤكسج عن الدم غير المؤكسج يجعل توصيل المواد الغذائية والأكسجين أكثر فاعلية.

الشكل 3-7 للثدييات قلب رباعي الحجرات، ينصل فيه الأذنان عن البطينين بحاجز.







■ الشكل 3-8 القشرة المخية هي الجزء الأكثر تعقيداً في الدماغ، وهي الجزء الذي تزداد مساحته كلما زاد حجم المخلوق ودرجة تعقيده.

**الربط الفيزياء** يؤدي جهاز الدوران في الثدييات دوراً في المحافظة على ثبات درجة حرارة أجسامها. فعندما ترتفع درجة حرارة الجسم تتمدد الأوعية الدموية السطحية، فتنتقل دماً أكثر من المعتاد. وتنتقل الحرارة من الدم إلى سطح الجلد عن طريق التوصيل، وتُفقد الحرارة من الجسم عن طريق الإشعاع وتبخر العرق على سطح الجلد. وعندما تنخفض درجة حرارة الجسم تنكمش الأوعية الدموية القريبة من سطح الجلد، مما يقلل من فقدان حرارة الجسم.

**الدماغ والحواس The brain and senses** للثدييات دماغ معقد جداً، وبخاصة المخ؛ **قشرة المخ cerebral cortex** الشكل 3-8، هي طبقة الدماغ الخارجية ذات الانثناءات الكثيرة. وتسمح انثناءات الدماغ بالحصول على مساحة سطح كبيرة للاتصالات العصبية، كما تسمح للدماغ أن يتناسب مع حجم تجويف الجمجمة. وقشرة المخ مسؤولة عن تنسيق نشاطات الوعي والذاكرة والقدرة على التعلم. أما المنطقة الأخرى المعقدة كثيراً في دماغ الثدييات فهي **المخيخ cerebellum** مسؤول عن الاتزان وتنسيق الحركة. قارن بين حجم وتركيب المخيخ في كل من الزواحف، والطيور، والثدييات في الشكل 3-8. يسمح المخيخ المعقد للمخلوق بالحركة الدقيقة، ويسمح له بأداء الحركات المعقدة في جميع الاتجاهات.

**السلوك المعقد Complex behavior** تُعلم أنثى الثعلب (الثعالب) -الموضحة في صورة افتتاحية الفصل- ابنها الصغير كيف يصطاد. ولأن الثدييات يمكنها أن تتعلم صغارها مهارات البقاء فإن فرصها في البقاء تزداد. والثدييات يمكنها أن تؤدي سلوكاً معقداً، ومن ذلك التعلم وتذكر ما تعلمت. كما يمكن لبعضها الآخر أن يأخذ معلومات عن بيئته ويحتفظ بها. ويمكن استعمال هذه المعلومات بعد ذلك. فعلى سبيل المثال تكون الفئران التي استكشفت موطناً بيئياً قادرة على تجنب المفترسات على نحو أفضل من الفئران التي لم تكن لديها فرصة لاستكشافه.

**الحواس Senses** تختلف أهمية الحواس من مجموعة إلى أخرى في الثدييات؛ فحاسة البصر لدى بعض الثدييات -ومنها الإنسان- ضرورية جداً، في حين أن حاسة السمع أكثر أهمية في ثدييات أخرى، منها الخفاش؛ حيث تُصدر الخفافيش أصواتاً عالية التردد، ترتد وتعود إليها. وبهذه الطريقة يمكن للخفافيش أن تكتشف

#### المضردات

##### الاستعمال العلمي مقابل

##### الاستعمال الشائع.

##### حاسة Sense

الاستعمال العلمي، وظيفة متخصصة للمخلوق تضمن وجود عضو إحساس ومؤثراً.

تستعمل الكلاب حاسة الشم للحصول على معلومات عن بيئاتها.

الاستعمال الشائع، آفة تصيب الزرع.

أصاب الزرع سنة حاسة، أي كثر فيها الآفات.

## المفردات

### أصل الكلمة

#### الحمل Gestation:

gest- من الكلمة اللاتينية

gestare، وتعني يحمل.

-ation: لاحقة من اللاتينية تضاف

آخر الكلمة وتعني حدث أو عملية.

أهدافاً في مسارها. وهذه الطريقة تُسمى تحديد الموقع بالصدى. وإذا شاهدت كيف تستعمل الكلاب البوليسية حاسة الشم لتعرف الأشخاص والأجسام الأخرى فسوف تدرك أهمية حاسة الشم لدى هذه الثدييات. وقد تساوي قوة حاسة الشم لدى الكلب أحياناً قوة حاسة الشم لدى الإنسان مليون مرة.

✓ **ماذا قرأت؟** استعمل التشابه لكي تصف مميزات وجود انشاءات في الطبقة الخارجية من قشرة الدماغ.

### يترك للطالب

**الحركة Movement** يجب أن نبحث الثدييات عن الغذاء والمأوى، وأن تهرب من المفترسات. وللثدييات أطراف مختلفة تمكنها من أداء سلوكيات ضرورية؛ إذ تركض بعض الثدييات، ومنها الذئب والثعلب. أما أسرع ثدييات اليابسة فهو الفهد؛ فقد تصل سرعته إلى 110 km/h.

بعض الثدييات تقفز ومنها الكنغر، وبعضها الآخر يسبح ومنها الدلفين. أما الخفافيش فهي الثدييات الوحيدة التي تطير. ويعكس تركيب الجهازين العضلي والهيكل في المخلوقات نوع الحركة التي يستعملها المخلوق. انظر الشكل 9-3 الذي يوضح الأطراف الأمامية للخلد والخفاش، وكيف أن تركيب هذه الأطراف يعكس المواطن البيئية التي يعيش فيها هذان المخلوقان وسلوك كل منهما.

**التكاثر Reproduction** يتم إخصاب البويضة داخلياً في الثدييات، وينمو الجنين في رحم الأنثى في معظم الثدييات. والرحم uterus عضو عضلي يشبه الكيس، ينمو فيه الجنين. في أغلب الثدييات يتم تغذية الجنين عن طريق المشيمة placenta، وهي عضو يوفر الغذاء والأكسجين، ويتخلص من فضلات الجنين في أثناء نموه. وتعتمد فترة الحمل على نوع المخلوق. الحمل gestation هو الفترة التي يبقى فيها الجنين داخل الرحم قبل أن يولد. وتباين فترة الحمل في الثدييات؛ فأقصر فترة حمل هي للأبوسوم، وتبلغ 12 يوماً، بينما أطول فترة هي للفيل الإفريقي، التي تتراوح بين 660-760 يوماً. وعموماً كلما كبر حجم المخلوق الثديي زادت فترة حمل، وبعد الولادة يتغذى الصغار على الحليب الذي تنتجه الغدد اللبنية لدى الأم.

#### الشكل 9-3

اليمين: للخلد أطراف أمامية قوية، وقصيرة مُكيّفة لحفر الجحور في الأرض. اليسار: يمكن للخفاش أن يطير بأغشية رقيقة تمتد بين الذراع وعظام اليد.



أطراف تستخدم لحفر الجحور

أطراف تستخدم للطيران

## ج١: الشعر والغدد اللبنية

ج٢: الثدييات ثابتة درجة الحرارة؛ يوفر الشعر العزل عن البرد والتعرق والتهاب  
يساعدان المخلوق على بقاء جسمه بارداً عند درجات الحرارة العالية

١. الفترة الرئيسية اذكر خاصيتين فريدتين للثدييات.
٢. فسّر كيف تُحافظ الثدييات على درجة حرارة أجسامها ثابتة؟
٣. صنف الثدييات التي تعيش في منطقتك إلى آكلات أعشاب أو آكلات لحوم، أو قارتة، أو آكلات حشرات.
٤. اخص كيف يعمل الجهازان التنفسي والدوري معاً في الثدييات للحصول على مستويات طاقة عالية؟
٥. قارن بين طريقة حدوث التنفس في الثدييات وفي الطيور، بالاعتماد على الشكلين ١٥-٢، و ٦-٣.
٦. كَوْنُ فرضية تُطلق حيتان العنبر صوتاً من أعلى الأصوات التي تصدرها المخلوقات الحية. وكلما كان الصوت أكبر حجماً كان الصوت أعلى. كَوْنُ فرضية توضح سبب إطلاق هذه الأصوات.
٧. الرياضيات في علم الأحياء افترض أن أرنباً شاهد ذئباً وحاول الهرب منه. يُمكن للأرنب أن يجري بسرعة 65 km / h، ويُمكن للذئب أن يركض بسرعة 70 km / h. ما المسافة التي يُمكن أن يركضها الأرنب قبل أن يُمسك به الذئب، مع افتراض أن الأرنب على بعد 25 m من الذئب، وقد تحركا في الوقت

- مَكَّنَ الله عز وجل الثدييات من العيش في بيئات مُتنوعة عديدة.
- للثدييات أسنان مُتخصصة.
- للأجهزة التنفسية والدورانية والعصبية في الثدييات طاقة إضافية تحتاج إليها في الحفاظ على الاتزان الداخلي.
- الإخصاب في الثدييات داخلي، وفي الغالب ينمو الجنين داخل رحم الأنثى.

### يترك للطالب

ج٤: للثدييات رئتان تستقبل الأكسجين، ينقبض الحجاب الحاجز فيوسع القفص الصدري حتى يمكن سحب كمية كبيرة من الهواء، يضخ الدم المؤكسج من القلب الرباعي الحجرات ويبقى منفصلاً عن الدم غير المؤكسج، كميات كبيرة من الأكسجين يتم توفيرها للخلايا من خلال

### التنفس الهوائي

ج٥: للثدييات حجاب حاجز، يمكنها من الشهيق والزفير، تتنفس الطيور في اتجاه واحد من خلال الأكياس الهوائية الأمامية والخلفية

ج٦: قد يصدر الحوت الصوت للاتصال مع حيتان أخرى، أو لجذب رفيق أو لشل حركة فريسته

$$70,000 = 70,000 + 20 \times 7$$

$$20 = 0.00$$

$$\text{الزمن} = 1 / 200 \text{ ساعة}$$

$$70,000 \text{ متر} / (1 / 200 \text{ ساعة}) = 350 \text{ متر}$$



### الأهداف

- تفحص خصائص الثدييات في كل من تحت الطوائف الثلاث للثدييات.
- تمييز بين التكيفات التي تسهم في تنوع الثدييات، وتمكنها من العيش في بيئات مختلفة.
- تقارن بين رتب الثدييات المشيمية.

### مراجعة المفردات

الكروموسوم Chromosome: تركيب خلوي يحمل المادة الوراثية التي يتم نسخها ونقلها من جيل من الخلايا إلى جيل آخر.

### المفردات الجديدة

- الثدييات الأولية
- الثدييات الكيسية
- الثدييات المشيمية

## تنوع الثدييات Diversity of Mammals

### المفردات الجديدة

تقسم طائفة الثدييات إلى ثلاث تحت طوائف، بناءً على طرائق تكاثرها. **الربط مع الحياة** فكّر في الثدييات التي تراها كل يوم، ومنها الأغنام أو الجمال. إنها جزء صغير من 4500 نوع من الثدييات. وقد طور العلماء حقائق ومحميات للمخلوقات البرية؛ لتقدم فرصاً لدراسة التنوع الكبير لأنواع الثدييات الموجودة حالياً.

### تصنيف الثدييات Mammals Classification

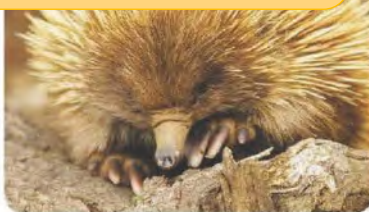
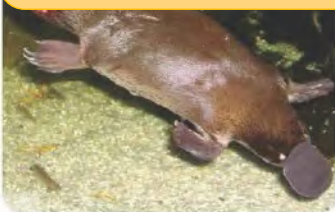
تقسم طائفة الثدييات إلى ثلاث تحت طوائف، اعتماداً على طريقة تكاثرها، وهي: الثدييات الأولية، والثدييات الكيسية، والثدييات المشيمية.

**الثدييات الأولية Monotremes** للمخلوق المبين في الشكل 10-3 منقار يشبه منقار البط، وأقدام ذات أغشية، وهو لا يشبه أي ثديي شاهده من قبل. ومع ذلك، فإن له شعراً وغدة لبنية، مما يجعله أحد الثدييات. ومنقار البط من الثدييات الأولية، يضع بيضاً كالبيض الذي تضعه الزواحف. **والثدييات الأولية** monotremes ثدييات تتكاثر بوضع البيض. ومن الثدييات الأولية التي تعيش حالياً أكل النمل الشوكي ومنقار البط. وبين الشكل 10-3 أكل نمل شوكياً بالغاً. ويعيش منقار البط وأكل النمل الشوكي في أستراليا وتسمانيا وغينيا الجديدة فقط. وللثدييات الأولية بعض خصائص الزواحف؛ فبالإضافة إلى وضع البيض، تتشابه معها في تركيب العظم في منطقة الكتف، وكذلك درجة حرارة جسمها أقل من أغلب الثدييات الأخرى، ولها خلط فريد من الكروموسومات الطبيعية الحجم؛ كروموسومات بحجم تلك التي لدى الثدييات، وكروموسومات صغيرة مثل التي لدى الزواحف.

✓ **ماذا قرأت؟** حدّد كيف تختلف الثدييات الأولية عن تحت الطوائف الأخرى للثدييات؟

■ الشكل 10-3 أكل النمل الشوكي، مثله مثل منقار البط، ثديي يضع البيض. عندما تنفقس البيضة يحصل الجنين على الغذاء من غدد الحليب الخاصة بأمه.

تتكاثر الثدييات الأولية بوضع البيض على عكس الثدييات الكيسية والثدييات المشيمية



جنين منقار البط

**الثدييات الكيسية Marsupials** تُسمى الثدييات التي لها كيس حمل قصبيرة جدًا **الثدييات الكيسية marsupials**؛ حيث يزحف الصغير بعد الولادة مباشرة نحو الجراب المكون من الجلد والشعر على جسم الأم الخارجي. ويستمر نمو الصغير داخل الجراب، في حين يغذى بالحليب الذي تفرزه الغدد اللبنية للأم. وفي بعض أنواع الثدييات الكيسية يُولد الصغير ويزحف داخل جراب أمه بعد ثمانية أيام فقط من حدوث الإخصاب؛ حيث يبقى هناك فترة حتى يكتمل نموه.

ومن الثدييات الكيسية الأبوسوم - كما في الشكل 11-3- والكوالا، والوكبي Wallaby، والكنغر الموضح بالشكل 12-3. ومُعظم الثدييات الكيسية تعيش في أستراليا والجُزر المجاورة لها.

**الربط مع علوم الأرض** إن وجود الثدييات الكيسية في أستراليا ما زال محيرًا للعلماء. وقد كانت الثدييات الكيسية تعيش في أمريكا الشمالية، اعتمادًا على أدلة من الأحافير، إلا أن بعضها انتشر ليعيش في أمريكا الجنوبية وأوروبا عندما كانت القارات مُرتبطة معًا في كتلة واحدة ضخمة من اليابسة. فانتقلت الثدييات الكيسية من أمريكا الجنوبية عبر إفريقيا إلى أستراليا. وبعد ذلك - قبل نحو 200 مليون سنة مضت - انفصلت القارات بسبب تحرك الصفائح الأرضية، مما أدى إلى عزل الثدييات الكيسية بأستراليا والجُزر القريبة منها.

نمت الثدييات الكيسية الأسترالية؛ لأنها كانت منعزلة عن منافساتها من الثدييات المشيمية. ففي أمريكا الشمالية والجنوبية كان للثدييات المشيمية ميزات تكيفية تنافسية. فعلى سبيل المثال، أصبح لدى الثدييات المشيمية سلوك اجتماعي، ومصادر غذائية أكثر تنوعًا، وتنوع في الشكل والوظيفة أكثر مما لدى الثدييات الكيسية.

وحلّت الثدييات الكيسية - في أستراليا وغينيا الجديدة - محل الثدييات المشيمية في الأماكن التي كانت تحتلها. فعلى سبيل المثال، ملأت الكناغر - وهي آكلات أعشاب في أستراليا - الإطيار البيئي للغزلان والوعول والثيران، التي تشكل آكلات الأعشاب في أماكن أخرى في العالم.



■ الشكل 11-3 الأبوسوم الثديي يقضي مُعظم وقته على الأشجار.



■ الشكل 12-3 للكنغر فترة حمل مُدَّتْها 33 يومًا تقريبًا، وبعد ذلك يبدأ الصغير فترة الحضانة في الكيس.





القار ذو الأنف الطويل



الحوت الأحدب الظهر

■ الشكل 13-3 الحوت الأحدب وزنه 100,000 kg، وهو أكبر مخلوق ثديي. أما القار ذو الأنف الطويل فوزنه 1.5 g، وهو من أصغر الثدييات.

### تجربة استكشاف

مراجعة: بناءً على ما قرأته حول تصنيف الثدييات، كيف يمكنك الآن الإجابة عن أسئلة التحليل؟

### المطلوبات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

**الثدييات المشيمية Placental mammals** تشكل الثدييات المشيمية - ومنها الإنسان - النسبة الكبرى بين الثدييات. **الثدييات المشيمية placental mammals** ثدييات لها مشيمة. وهي العضو الذي يوفر الغذاء والأكسجين للجنين، ويُخلصه من الفضلات. وتلد الثدييات المشيمية صغيراً لا يحتاج أن ينمو داخل كيس. تتوزع الثدييات المشيمية في 18 رتبة. تضم بعض الرتب أنواعاً قليلة. فعلى سبيل المثال، هناك فقط نوعان من الليمور الطائر Flying Lemur في رتبة جلديات الأجنحة. ويمكن للليمور الطائر أن ينزل عبر الهواء بسبب غشاء من الجلد يربط يديه برجليه. والأردفارك Aardvark - أكل نمل يعيش في إفريقيا - هو النوع الوحيد في رتبته. وتحتوي رتب أخرى - منها القوارض التي تضم السناجب والجرذان - على نحو 2000 نوع. وتتراوح أوزان الثدييات المشيمية بين مخلوق القار ذي الأنف الطويل الذي يزن 1.5 g، إلى بعض الحيتان التي تزن 100,000 kg، كما في الشكل 13-3. وتتراوح أشكال الثدييات المشيمية بين الدلفين البحري الذي له تكيفات للسباحة، إلى الخلد الذي تكيف للحياة تحت الأرض، والخفافيش التي لها أجنحة وتبسطها لتحديد المكان بانعكاس صدى الموجات فوق الصوتية لتتمكن من الطيران في الظلام.

وضع العلماء عدّة فرضيات تفسر وجود أعداد كبيرة وأنواع كثيرة من الثدييات المشيمية مقارنة بالثدييات الكيسية. تقول إحدى الفرضيات إن صغار الثدييات الكيسية تثبت بفرو أمها عند الولادة. لذا لا يوجد حاجة لأن تتغير الأطراف لتكون أرجلاً أو أجنحة أو زعانف. وتفسر فرضية أخرى نجاح الثدييات المشيمية بأن القشرة المخية للثدييات المشيمية أكبر وأشد تعقيداً من تلك التي لدى الثدييات الكيسية. ويعود ذلك إلى البيئة الأكثر استقراراً، والأغنى بالأكسجين التي يكون فيها الجنين داخل الرحم.

✓ ماذا قرأت؟ وضح كيف تختلف الثدييات المشيمية عن الثدييات الكيسية؟

لثدييات المشيمية مشيمة ولا تحتاج صغارها أن تنمو في جراب أو كيس





رُتبة آكلات الحشرات - الفأر ذو الأنف الطويل

رُتبة آكلات الحشرات **Order Insectivora** ومنها القُنْفَذ والخُلْد؛ حيث تعد الحشرات مصدر غذاء رئيس لهذه الثدييات. وبيّن الشكل 14-3 الفأر ذا الأنف الطويل، وهو أيضًا آكل للحشرات. أفراد رتبة آكلة الحشرات في العادة صغيرة الحجم، ولها أنف مُدْبَب يسمح لها باصطياد الحشرات بسهولة؛ فالفأر ذو الأنف الطويل من أصغر الثدييات التي توجد في كل أرجاء العالم، وتقضي مُعظم حياتها تحت الأرض.

رُتبة الخفاشيات **Order Chiroptera** هناك نحو 925 نوعًا في رُتبة الخفاشيات، وكلها أنواع من الخفافش. وكما ذُكر سابقًا، فالخفافيش هي الثدييات الوحيدة التي تستطيع الطيران. وأجنحتها مكونة من أغشية رقيقة مدعومة بأطراف أمامية مُتحوّرة. وتتغذى الخفافيش على أنواع مختلفة من الغذاء، فبعضها يأكل الحشرات، وبعضها الآخر يأكل الفاكهة، وأخرى تتغذى على الدّم. وأكثرها شيوعًا الخفافش الصّغير اليّتي الذي يطير عند الغسق ليُمسك بالحشرات. والخفافش المبين في الشكل 14-3، هو أكبر الخفافيش، ويعيش في المناطق الاستوائية على نطاق واسع، ويتغذى على الفواكه.

رُتبة الرئيسيات **Order Primates** السّعادين والقروء، أمثلة على الرّئيسيات. وأدمغة الرّئيسيات هي الأكبر والأكثر تعقيدًا بين الثدييات. وتسكن مُعظم الرّئيسيات على الأشجار، مما جعل العلماء يفترضون أنها تحتاج إلى أداء حركات مُعقّدة وهي على الأشجار، كتلك التي تتطلّب الإمساك بالغذاء، أو تجنّب الأعداء، ومن ثم أدّت إلى تحسين قدراتها العقلية وارتفاع درجة تعقيد تراكيبها الدماغية. وهيّا الله سبحانه وتعالى الأطراف الأمامية للرّئيسيات في الغالب للإمساك بالأشياء. وبيّن الشكل 15-3 نوعًا من القروء؛ حيث يمسك الصغير بأمه ويتشبّه بها.

رُتبة الخردوات **Order Xenarthra** قد لا يكون لمخلوقات هذه الرُتبة أسنان أبدًا، وقد يكون لها أسنان بسيطة، تُشبه الودد. فأكَل النَّمَل في الشكل 16-3 لا أسنان له. ولآكلات النَّمَل لسان شوكي ولُعاب صمغي يسمح لها بالإمساك بالنَّمَل بسهولة. ولكل من الكسلان والمُدْرَع أسنان قاضمة تُشبه الودد. ويتغذى الكسلان غالبًا على الأوراق. أما المُدْرَع فيتغذى على الحشرات. وتعيش ثدييات هذه الرُتبة في مناطق مختلفة من العالم.



رُتبة الخفاشيات - الخفافش

■ الشكل 14-3 الفأر ذو الأنف الطويل من رُتبة آكلات الحشرات. الخفافش من رُتبة الخفاشيات - الخفافش.

■ الشكل 15-3 نوع من القروء، يمسك الصغير بأمه ويتشبّه بها، مما يوضح القدرات العقلية المتقدمة للرئيسيات. حدد مخلوقات أخرى في رُتبة الرّئيسيات.

## القروء والسعادين





أكل النمل الضخم

■ الشكل 16-3 أكل النمل الضخم، هو أكبر أكل نمل. وأكبر القوارض هو القندس؛ فقد يصل وزنه إلى 80 kg. صف خصائص أفراد رتبة الدرداوات.

رُتبة القوارض Order Rodentia تضم الثدييات القارضة مخلوقات منها القندس، كما في الشكل 16-3، والجرذان Rats، والمرموط Marmots، والسناجب Squirrels، والهامستر Hamster. وتشكّل القوارض 40% من جميع أنواع الثدييات. يستمر زوج القواطع الشبيه بالشفرة في النمو خلال حياة القوارض وهي تستعمل أسنانها الحادة لقصم الخشب والبذور أو القشور للحصول الغذاء. إن مقدرة القوارض على غزو كل أنواع البيئات الأرضية ونجاح سلالتكاثري جعلها حاضرة في كل الأنظمة الحيوية البرية.

لا توجد أسنان أو أحياناً أسنان بسيطة تشبه الإزميل؛ لاكل النمل لسان شوكي ولعاب لزج

الأرنبات Lagomorpha:

lago- من الكلمة اللاتينية lagomorphe- من الكلمة اللاتينية تعني شبيه.

رتبة الأرنبات Order Lagomorpha تشبه القوارض؛ فلأفراد هذه الرتبة الأرانب، والبيكة Pika (أرنب الصخور) قواطع طويلة حادة مستمرة النمو وللأرنبات قواطع تشبه الإزميل تنمو خلف الزوج الأول. وهذه الثدييات آكلات أعشاب تغذى على الأعشاب والفواكه والبذور. وتعيش البيكة، المبينة في الشكل 17-3، في المرتفعات أو بيئات المناطق العالية التي تكون أراضيها مغطاة بالثلج أجزاء من السنة. وتكيف هذه الثدييات لهذه الظروف بجمع العشب خلال أشهر الدفء وتخزينه، ثم تأكله بعد ذلك خلال الشتاء عندما لا يكون العشب الأخضر الطازج متوافراً.

رُتبة آكلات اللحوم Order Carnivora ربما يكون لديك مخلوق ثديي ألفيف مثل القطعة. فالقطعة والثعالب والدببة والفقمة والفظ (حصان البحر) Walruses والذئب والظربان Skunk وثعالب الماء Otters وابن عرس Weasels، كلها تتبع رتبة آكلات اللحوم. فآكلات اللحوم هذه كلها مفترسات وذات أسنان تكيّفت لتمزيق اللحم. فاللبؤة، كما في الشكل 17-3، تأكل الوعول وصغار الزراف وصغار التماسيح. وبعد أن تمسك بفرسيتها تستعمل قواطعها على تمزيق قطع اللحم.

■ الشكل 17-3 توجد البيكة في المناطق الثلجية. وتستخدم اللبؤة أنيابها في طعن الفريسة وتقطيعها.





رتبة الخرطوميات **Order Proboscidea** الفيلة من أكبر ثدييات اليابسة. لها خرطوم مرن متكيف لجمع النباتات وشرب الماء. وقد تحوّر قاطعاه لحفر التربة، وإخراج الجذور، وتمزيق لحاء الأشجار، الشكل 18-3. وقد ذُريت بعض الفيلة للمساعدة على حمل الأشياء الثقيلة.



■ الشكل 18-3 الخرطوم خاص برتبة الخرطوميات.

رتبة الخيلانيات **Sirenia Order** بقر البحر **Manatees** والأطوم **Dugongs** أكبر أفراد رتبة الخيلانيات الكبيرة الحجم، وكلاهما ثدييان بطيئا الحركة، وذوارئ ووس كبيرة وليس لهما أطراف خلفية. وقد خلق الله سبحانه وتعالى أطرافهما الأمامية على هيئة زعانف تساعد على السباحة. وهذه المخلوقات آكلات أعشاب؛ إذ تتغذى على أعشاب البحر، والطحالب، والنباتات المائية الأخرى. واعتمادًا على حجمها، يمكن للأطوم مثلاً أن يستهلك نحو 50 kg من الأعشاب كل يوم. وتسبح أفراد هذه الرتبة غالبًا على سطوح الأنهار والأهوار الدافئة الاستوائية. ولأنها بطيئة جدًا وتُفضّل المياه السطحية فغالبًا ما تصدمها القوارب السريعة فتؤذيها. يبين الشكل 19-3 بقر البحر في أثناء السباحة.



■ الشكل 19-3 عظام الفك في الحوت (البلين) تُشبه المنخل. ويبين الشكل أيضًا الأطوم يطفو بالقرب من سطح الماء.





رتبة أحادية الحافر Order Perissodactyla تشمل الثدييات ذات الحوافر، ومنها الحصان وحمار الوحش ووحيد القرن. ولأفراد هذه الرتبة عدد مفرد من الأصابع، أي إصبع واحدة أو ثلاث أصابع في كل قدم. وهذه الثدييات الحافرة. ولها أسنان تكيفت لطحن النباتات. وتعيش أحادية الحافر في كل القارات ما عدا القارة القطبية.

ماذا قرأت؟ قارن بين الثدييات المشيمية باستخدام الجدول 2-3.

تتباين الإجابات؛ ولكنها قد تشمل: أحادية الحافر وثنائية الحافر، وكلتاها ذوات حوافر وآكلات نبات، ولكن الأحادية الحافر لها عدد مفرد من الأصابع، وأما الثنائية الحافر فلها أصابع مزدوجة كل حافر

الماء، ولا يغطي جسمها الشعر. وبعض الحيتان مُفترسات، وبعضها الآخر - ومنه الحوت الأزرق - له تراكيب متخصصة داخل أفواهها تُسمى عظام الفك (البليين) تُستعمل لتصفية العوالق التي تتغذى عليها. وبين الشكل 19-3 الحوت الأحدب.

الجدول 2-3	رتبة الثدييات المشيمية	الرتبة
آكلات الحشرات	الفأر ذو الأنف الطويل، والقنافة، والخلد	الرتبة
جلديات الأجنحة	الليمور الطائر	الرتبة
الخفاشيات	الخفاش	الرتبة
الرئيسيات	القرد، والسعادين	الرتبة
الدرودات	آكلات النمل، والدب الكبش، والدب	الرتبة
القوارض	الفناسة، والجردان، والمروط، والسناجب، والهامستر.	الرتبة
الأرنبات	الأرانب، والبيكة (أرنب الصخور)	الرتبة
آكلات اللحوم	القطط، والثعالب، والذئبة، والفقمة، والفظ (حصان البحر)، والذئب، والظربان، وثعالب الماء، وابن عرس	الرتبة
الخرطوميات	الفيلة	الرتبة
الخيوليات	عجل البحر، والأطوم	الرتبة
أحادية الحافر	الحصان، والحمار الوحشي، ووحيد القرن	الرتبة
ثنائية الحافر	الغزال، والماشية، والخراف، والماعز، وفرس النهر Hippopotamus	الرتبة
الحوتيات	الحيتان، والدلافين	الرتبة

ج١: تضع الثدييات الأولية البيض، وأما الكيسيات فلها جراب ينمو فيه الصغير، ينمو صغير الثدييات المشيمية داخل الرحم حيث يحصل على الغذاء من المشيمة أو من البنت

ج٢: القوارض، لها زوجان من الأسنان (القواطع)، وتشكل هذه قوارض ٤٠٪ من الثدييات

ج١: يتداخل ضجيج القوارب مع نداءات الحوت  
ج٢: كلما زاد ضجيج القوارب ازدادت مدة النداءات

ج٣: كل منها ثدييات ولها حوافر وآكلات أعشاب ذات أسنان متخصصة للقيام بعملية المضغ ولأحادية الحافر عدد فردي من الأصابع؛ ولأفراد رتبة ثنائية الحافر عدد زوجي من الأصابع

التذكير الناقد  
١. هوم التوجه لتغير مدة البقاء في الحيتان في الأسراب، K، L، من 1977م إلى 2003م. ما الذي ينتج عن هذا التوجه؟  
٢. كونه فرضية تصف ما يستقصيه الباحثون في هذه الدراسة.  
٣. كونه فرضية يمكن أن يكتشف منقار البط السجلات الكهربية الناتجة عن انقباض عضلات مخلوقات أخرى، وهكذا يبحث منقار البط عن فريسته. كونه فرضية تبين فاعلية هذا التكيف المعقد بدلاً من حاسة البصر البسيطة.  
٤. كتابة في علم الأحياء يعتقد بعض الناس خطأ أن الثدييات الكيسية أقل تعقيداً من الثدييات المشيمية. حلل هذا الاعتقاد، ثم فسر.

الأفكار الرئيسية  
١. الفكرة الرئيسة سم تحت الطوائف الثلاث التي تنقسم إليها الثدييات، ووصف خصائص كل تحت طائفة.  
٢. حدد رتبة أو رتبة الثدييات التي ينتهي إليها المخلوق الثديي التالي، وفسر إجابتك: له فرو أحمر بُني، وزوجان من القواطع في الفك العلوي (زوج خلف الآخر)، ومخالب، وجسمه أصغر قليلاً من كرة السلة، ويمكنه القفز بسهولة.  
٣. هارون بين خصائص الثدييات في رتبة أحادية الحافر وتلك التي في رتبة ثنائية الحافر.

الثلث، نضع تحت طائفة واحدة فقط. أيضاً.  
• إحدى تحت الطوائف الثديية لها كيس يقضي فيه الصغير معظم وقت نموه.  
• صغار الثدييات المشيمية تغدّى عن طريق المشيمة في أثناء نموها داخل الرحم.  
• صنفت الثدييات المشيمية إلى رتب مختلفة، اعتماداً على أشكالها وبيئاتها وخصائصها التركيبية وطبيعة غذائها.

ج٦: اعتقاد خاطئ، لأن الثدييات الكيسية تكيفت بصورة جيدة مع بيئاتها، إنها تحتل البيئات نفسها التي تحتلها المشيمات وطرائق تكاثرها ناجحة

4. صف الخصائص التي مكّنت رتبة  
القوارض من الانتشار في معظم  
الأنظمة الحيوية البرية.

القوارض لها قواطع متحورة لا تتوقف عن النمو أبداً وتستعمل للقضم، وهي تستعمل أسنانها الحادة لقضم الخشب والبذور أو القشور للحصول على الغذاء. إن مقدرة القوارض على التواجد في كل أنواع البيئات البرية، ونجاح سلوكها التكاثري جعلها حاضرة في كل الأنظمة الحيوية البرية

5. كَوْنُ فرضية يمكن أن يكتشف منقار  
البط المجالات الكهربائية الناتجة  
عن انقباض عضلات مخلوقات  
أخرى. وهكذا يبحث منقار البط عن  
فريسة. كَوْنُ فرضية تبين فاعلية هذا  
التكيف المتعدد بدلاً من حاسة البصر  
البسيطة.

قد يصطاد منقار البط الفريسة في الماء العكر، حيث لا يمكنها رؤيته





نوع من الكلاب البوليسية المدربة.

## الكلاب المدربة المساعدة

كان رجل يعيش وحده، وفجأة أصيب بجلطة دماغية، ولم يستطع الحراك، بدأ كلبه ينبع بشدة، فنبه الناس، فجاؤوا ورأوا أن صاحب المزرعة بحاجة إلى مساعدة طبية، فأنقذوا حياته.

**حاسة الشم** حاسة الشم لدى الكلب أكثر حدة من حاسة الشم لدى الإنسان. ويوجد لدى الكلب 200 مليون مستقبل رائحة، في حين يوجد لدى الإنسان 5 ملايين مستقبل رائحة فقط. وتستعمل الكلاب مستقبلاتها الشمية بشكل اعتيادي للمساعدة على الكشف عن المخدرات والمتفجرات والأشخاص الضائعين. وتستطيع الكلاب المدربة أن تساعد على الكشف عن الأشخاص المدفونين تحت الانهيارات الثلجية؛ إذ يُمكن للكلاب أن تجد أشخاصاً مدفونين على عمق 5 m من الثلج. ويمكن لكلب مدرب أن يمسح منطقة بحجم ملعب كرة القدم على عمق أكثر من 36 m من الثلج في 30 دقيقة. بينما يتطلب البحث في المساحة نفسها 5 أشخاص بمعدات إلكترونية حساسة لمدة 15 ساعة.

**الكشف عن السرطان** تُستعمل الكلاب أيضاً للكشف عن وجود الأورام السرطانية. ففي دراسة بحثية حديثة تمكّنت الكلاب من تمييز وجود سرطان المثانة عن طريق شم بول المريض. وفي هذه التجربة، ذُربت الكلاب على الاستلقاء أرضاً عندما تكتشف خلايا سرطانية في عينة البول.

وهناك بعض الأدلة تشير إلى أن الكلاب يمكنها الكشف عن سرطان الجلد من خلال اكتشاف روائح تطلقها الشامة (ورم سرطاني حميد). وتجري حالياً دراسات يتم فيها فحص الكلاب لمعرفة مدى استطاعتها الكشف عن سرطان الرئة وسرطان البروستاتا. ويمكن للكلاب أن توفر نظام كشف مُبكر لم يصل إليه العلم بعد.

**الإحساس بتغيرات المرض** يمكن لبعض الكلاب أن تحس متى يمكن أن يمرّ المَرء بنوبة تشنّج. وهذا النوع من الكلاب يساعد على تنبيه الذين يُصابون بالمرض في أي مكان قبل 15 دقيقة إلى 12 ساعة من النوبة. مما يُعطي الوقت للمصابين لكي يتناولوا أدويتهم الخاصة بمعالجة النوبة، أو يطلبوا المساعدة، أو ينتقلوا إلى مكان أكثر أمناً. فالنظرية الحالية التي تفسر ذلك هي أن هذه الكلاب تُحس أن هناك تغييراً ما في تعابير الوجه أو أن هناك شيئاً مختلفاً في توازن شخصية الفرد.

## خدمة المجتمع

اتصل بحث في الإنترنت عن برامج علاجية تستعمل فيها مخلوقات الأيفة. وتعرّف كيف يعمل هذا البرنامج، وهل يمكن أن يُساعد صفك في هذا البرنامج بتعلّم المزيد حول طريقة مساعدة هذه المخلوقات الأليفة لكبار السن.

# مختبر الأحياء

الإنترنت: كيف يمكننا تمييز الثدييات من غيرها؟



**الخلفية النظرية:** الصفات الطبيعية التي تشترك فيها جميع الثدييات - ومنها الشعر والغدد اللبنية - مكنتها من التكيف مع أي نظام بيئي تقريباً في المحيط الحيوي. وتكثر الثدييات في الغابات المطيرة والصحارى والمناطق القطبية، وهي متكيفة للعيش في البيئة القريبة من منزلك أو مدرستك أيضاً.

**سؤال:** ما التنوع الذي يمكن أن تجده في منطقتك في الثدييات؟

## يتترك للطالب

### حلّ ثم استنتج

### المواد والأدوات

- دليل ميداني لتعرف ثدييات منطقة الخليج العربي.
- مناظير مكبرة.

### احتياطات السلامة

### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اكتب قائمة بالثدييات التي تلاحظها في منطقتك.
3. توقع كيف يمكن تصنيف أنواع هذه الثدييات.
4. صمّم جدول بيانات لتسجيل هذه الأنواع وصفاتها الطبيعية، ومنها الحجم وشكل الجسم والخصائص الفريدة، وتصنيف هذه الثدييات.
5. أجر بحثاً عن الثدييات لتعبئة جدول البيانات الخاص بك بالمعلومات المتعلقة بهذه الثدييات. كأن ترأب المخلوقات في منطقتك المحلية، فتقوم بزيارة المتنزهات، أو المحميات الطبيعية، أو حديقة الحيوانات. وإذا لم تستطع ملاحظة المخلوقات في بيئاتها الطبيعية فاحصل على معلومات عن الثدييات في منطقتك من مراجع معتمدة.
6. سجّل ملاحظاتك الموجودة في دفتر ملاحظاتك العقلية، وانتقل المعلومات إلى جدول البيانات الخاص بك.

### تحضير ملصق

قدم عرضاً اجمع صوراً لثدييات من منطقة أخرى، واعمل ملصقاً لعرضه على طلاب صفك. وضّم الملصق معلومات عن مميزات كل ثديي، والتكيفات الخاصة به.



**المطلوبات** كَوْنُ فرضية هناك ثلاثة أنواع فقط من الثدييات الأولية التي تعيش حاليًا: نوع واحد من منقار البط، ونوعان من أكل النمل الشوكي (الإكيدنا). كَوْنُ فرضية تُفسّر لماذا تتميز تحت الطائفة هذه من الثدييات بتنوع محدود مقارنةً بتنوع الثدييات الكيسية والثدييات المشيمية؟

ربما نتج التنوع القليل الذي نشاهده في الثدييات الأولية عن عدم قدرتها على تحمل الظروف البيئية المتنوعة؛ وكذلك لكونها منعزلة عن غيرها

- مكّن الله عز وجل الثدييات من العيش في بيئات متنوعة عديدة.
- للثدييات أسنان متخصصة.
- للأجهزة التنفسية والدورانية والعصبية كثافات معيّنة تمكن الثدييات من الحصول على طاقة إضافية تحتاج إليها في الحفاظ على الاتزان الداخلي.
- الإخصاب في الثدييات داخلي، وينمو الجنين غالبًا داخل رحم الأنثى.



الغدة

معدل الأيض

الحجاب الحاجز

القشرة المخية

المخيخ

الرحم

المشيمة

الحمل

### 3-2 تنوع الثدييات

- الفئة الثانية** تقسم طائفة الثدييات إلى ثلاث تحت طوائف، بناءً على طرائق تكاثرها.
- من بين تحت الطوائف الثدييات الثلاث، تضع تحت طائفة واحدة فقط بيضًا.
  - إحدى تحت الطوائف الثديية لها كيس يقضي فيه الصغير معظم وقت نموه.
  - صغار الثدييات المشيمية تنغذى عن طريق المشيمة في أثناء نموها داخل الرحم.
  - صنفت الثدييات المشيمية إلى رتب مختلفة اعتمادًا على أشكالها وبيئاتها وخصائصها التركيبية وطبيعتها غذائها.



الثدييات الأولية

الثدييات الكيسية

الثدييات المشيمية





## تقويم الفصل

3-2

### مراجعة المفردات

استبدل الكلمة التي تحتها خط بكلمة من صفحة دليل مراجعة الفصل لتصبح كل عبارة صحيحة:

14. الفيل مثال على الثدييات الكيسية. **ثدي مشيمي**

15. في الثدييات الأولية ينمو الجنين داخل رحم الأنثى. **ثدي مشيمي**

16. للثدييات الأولية جراب. **ثدييات كيسية**

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

17. أي الثدييات الآتية من رتبة الحوتيات؟

- a. القندس. b. الدلافين. c. الحمار الوحشي. d. عجل البحر.

18. ما الفائدة من نمو الصغير داخل الرحم؟

- a. يُولد الصغار أحياء. b. يقل احتمال افتراس الصغير. c. زيادة احتمال افتراس الصغير. d. يكون الصغير مكتمل النمو عند الولادة.

19. أي الثدييات الآتية ليس من الثدييات الكيسية؟

- a. الأبوسوم. b. الكنغر. c. الإكيدنا. d. الولب.

20. أي مما يأتي ليس من خصائص منقار البط؟

- a. أقدام غشائية. b. القدرة على وضع البيوض. c. قلب ثلاثي الحجرات. d. كروموسومات صغيرة، تُشبّه ما لدى الزواحف.

21. تفحص الجدول 1-3. أي الثدييات الآتية تحوي أكبر نسبة من البروتين في حليبها؟

- a. الدلفين. b. الفقمة. c. الأرنب. d. الحمار الوحشي.

### أسئلة بنائية

10. نهاية مفتوحة. تفحص الجدول 1-3، وكون فرضية تُفسّر فيها سبب وجود اختلافات واسعة في محتوى الدهون في كل من حليب الفقمة وحليب الثدييات الأخرى.

11. نهاية مفتوحة. للعديد من المخلوقات التي تعيش في المناطق المتجمدة أجسام كبيرة وأطراف قصيرة، منها الأذان والأرجل. فسّر كيف يمكن أن يساعد هذا التكيف على بقائها دافئة؟

### التفكير الناقد

12. صمم تجربة. تفرز أفراس النهر سائلًا من غددة عميقة في الجلد، يشبه العرق، إلا أنه قد يكون له وظائف أخرى أيضًا. افترض العلماء أن هذا السائل ربما يستعمل واقياً لجلد فرس النهر ضد الشمس. صمم تجربة باستخدام حبيبات تمتص الأشعة فوق البنفسجية لاختبار ما إذا كان هذا السائل الذي يفرزه جلد هذا المخلوق الثديي يوفر له حماية من أشعة الشمس.

13. حلل واستنتج. لقد وضع علماء الأحياء فرضية مفادها أنه عندما توضع آكلات اللحوم ذات البنياب الكبيرة في أماكن صغيرة مغلقة فإنها تُظهر زيادة في حالات سلوك الحركة (جيشة وذهابًا). لقد درسوا الثعلب القطبي والدب القطبي والأسد. حلل الرسم البياني أدناه، واستنتج أثر الحبس في سلوك الحركة.

يزداد سلوك المشي جيئة وذهاباً في حديقة الحيوان عندما تكون الثدييات ذات موطن بيئي كبير وواسع في البرية

## في الحليب

تضاعف وزن المولود ومحتوى الحليب من البروتين.  
مثل هذا الجدول بيانياً.

### تقويم إضافي

28. **الكتابة في علم الأحياء** ابحث عن أي محتوى جيني لمخلوق ثديي ثم معرفة ترتيب القواعد النيتروجينية فيه، ثم اكتب فقرة تصف فيها ما تعلمت.

ج ٣٠: عندما ترى السناجب مفترساً يقترب منها تطلق نداءً فوق صوتي، لا يسمعه المفترس حين يبقى السناجب غير مرئي وما زال بإمكانه تحذير السناجب الأخرى من الخطر



29. تحت أي ظروف أظهرت سناجب الأرض أعلى سلوك ليقطة عموماً؟

عندما يتم سماع النداء

30. تحت أي ظروف كانت أهم عبارة صوتية أكثر فاعلية بوصفها تحذيراً للمخلوق؟

ج ٢٣: الثدييات مهمة للإنسان لأن معظمها حيوانات أليفة وتستخدم في الزراعة، وتعدّ عوامل ناقلة للأمراض الطفيليات، وكذلك آفات يمكنها أن تتلف البيئة، وهي أجزاء مهمة من الأنظمة البيئية التي ينبغي وجودها لكي نعيش ويمكننا معرفة المزيد عن بيئتنا بدراسة ثدييات أخرى

22. نهاية مفتوحة. ارسم وفسر التكيّفات الملائمة لثديي يعيش على عمق 1m كثيفة تحت الماء، فيها

يترك للطالب

23. نهاية مفتوحة. قدّم أسباباً لتعلل بهادراً دراسة رتب الثدييات.

24. نهاية مفتوحة. نظّم نقاشاً في صفك حول استعمال المخلوقات لتجريب

يترك للطالب

التفكير الناقد

25. **مهن مرتبطة مع علم الأحياء**. افترض أنك حارس حديقة سيعرض فيها مخلوق مُهدّد بالانقراض محلياً. صمّم مكاناً ونمط غذاء وتعليمات أخرى للعناية بهذا المخلوق، والمحافظة على بقاءه في حديقة المخلوقات الحية المحلية. جهّز إعلاناً ينبّه الناس إلى أهمية حماية هذا النوع المُهدّد بالانقراض. يُشاركوا فيها لإجراءات

يترك للطالب

26. ابحث. اختر مجموعة من المُفصّلة من الثدييات، وارسم خريطة تُبيّن توزيعها في العالم. وحدد العوامل البيئية التي قد تؤثر حالياً في توزيعها وفي المجموعة مستقبلاً. اكتب توصية نجاح مجموعة من

يترك للطالب

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 27.

ج ٢٨: تأكد من وصف الطلاب للثدييات التي يعرف ترتيب القواعد النيتروجينية محتواها الجيني، ومنها الفأر، وكيف أدى هذا إلى فهم علمي، ويمكنهم أيضاً أن يصفوا تحليل دي أن أي الذي أدى إلى إعادة تصنيف عدد كبير من الثدييات



10. نهاية مفتوحة. تفحص الجدول 1-3، وكون فرضية تُفسّر فيها سبب وجود اختلافات واسعة في محتوى الدهون في كل من حليب الفئمة وحليب الثدييات الأخرى.

تحتاج الدلافين والفقمات إلى غلاف سميك من الدهن؛ ليساعدها على البقاء دافئة المياه الباردة

11. نهاية مفتوحة. للعديد من المخلوقات التي تعيش في المناطق المتجمدة أجسام كبيرة وأطراف قصيرة، منها الأذن والأرجل. فسر كيف يمكن أن يساعد هذا التكيف على بقائها دافئة؟

في الثدييات الكبيرة تتناسب كتلة الجسم الكبيرة مع مساحة سطحه، فهي تفقد حرارة أقل، لأن لها مساحة سطح كلية قليلة لكل وحدة حجم، لذا فإن معدل تبريدها منخفض، وأطرافها القصيرة أيضاً تقلل من مساحة السطح الذي تفقد منه الحرارة

12. صمم تجربة. تفرز أفراس النهر سائلاً من غدد عميقة في الجلد، يشبه العرق، إلا أنه قد يكون له وظائف أخرى أيضاً. افترض العلماء أن هذا السائل ربما يستعمل واقعياً لجلد فرس النهر ضد الشمس. صمم تجربة باستخدام حبيبات تمتص الأشعة فوق البنفسجية لاختبار ما إذا كان هذا السائل الذي يفرزه جلد هذا المخلوق الثديي يوفر له حماية من أشعة الشمس.

احصل على قطعتين صغيرتين من الزجاج الشفاف الذي تخترقه الأشعة فوق البنفسجية بسهولة، وضع سائلاً فوق إحدى قطع الزجاج، ثم ضع خرزات حساسة للضوء فوق البنفسجي خلف قطعة الزجاج، ضع لوح الزجاج الثاني ملاصقاً له مع المزيد من الخرزات الحساسة للضوء فوق البنفسجي، ثم احمل مصدر ضوء فوق بنفسجي أمام قطع الزجاج مدة ١٠ دقائق، فإن لم يكن الضوء فوق البنفسجي متوافراً فعرض الأدوات للضوء الخارجي

ج6: الطيور متكيفة جداً ويمكنها أن تتحرك بسهولة فوق مناطق واسعة، لقد أفلمت للعيش بيئات واسعة ومتنوعة وأصبحت متخصصة جداً عاداتها الغذائية

5. ما الفائدتان اللتان يحصل عليهما صغير الثدييات من التغذي على حليب أمه؟  
6. كَوْنُ فرضية تجيب فيها عن سبب وجود أنواع مختلفة وكثيرة من الطيور.

أسئلة الإجابات المفتوحة

7. قَوْمٌ كيف تكيّف هيكل الطائر العظمي للطيران؟

للطيور هياكل خفيفة الوزن وقوية، عظامها مجوفة ومملوءة بالهواء والعديد من العظام ملتحمة معاً لإعطائها المزيد من القوة

ج8: ستبتاين الإجابات، ومنها: أن كلاً من ذكور الطيور وإناثها يمكن أن تساعد على العناية بالصغار، أو أن إناث الثدييات فقط قادرة على إنتاج الحليب لصغارها، قد يقترح الطلاب استخدام ملاحظات تتعلق بمعدلات النجاح لكل من الطيور والثدييات بوصفها طريقة لفحص المرضية

8. يقوم الأبوان كلاهما في الطيور بالعناية بالصغار. أمّا في الثدييات فتقوم الأم غالباً بتربية الصغار وحدها. اقترح فرضية تُفسّر فيها لماذا يقوم الأبوان في الطيور بالعناية بالصغار، في حين تقوم الأم في الثدييات بذلك. وناقش كيف يمكن اختبار هذه الفرضية.

2	2
2-2	2-2
8	7

ج5: يحتوي حليب الأم أفضل قيمة من البروتين، والدهون والمواد المغذية الأخرى اللازمة لنمو الصغير  
لا يحتاج الصغير أن يصطاد للحصول على الغذاء أو البحث عنه حتى فترة لاحقة من حياته

ساعات اليوم

1. أيّ المخلوقات الحية له أعلى معدل درجة حرارة جسم؟  
a. البقرة.  
b. السنجاب.  
c. الإنسان.  
d. الجرد.  
2. الجرد والسنجاب من المخلوقات الليلية في الغالب. فما الذي تستنتج من الرسم حول درجات حرارة أجسام هذه المخلوقات؟  
a. درجات حرارة أجسامها أعلى من درجات حرارة أجسام المخلوقات الحية النشطة خلال النهار.  
b. تغيرات درجة حرارتها أكثر حدة من المخلوقات النشطة خلال النهار.  
c. درجات حرارة أجسامها أقل من درجات حرارة أجسام المخلوقات الحية النشطة خلال النهار.  
d. تغيرات درجة حرارتها أقل حدة من المخلوقات النشطة خلال النهار.

أسئلة الإجابات القصيرة

3. صف أربع خصائص مختلفة، أو عمليات تُمكن الثدييات من المحافظة على الاتزان الداخلي لدرجة الحرارة.  
4. قارن بين نوعي ريش الطيور.

يغطي الريش المحيطي الجسم والأجنحة؛ والذيل في الطيور، فيعطي الطيور جسماً انسيابياً، يوجد الريش الزغبى أسفل الريش المحيطي، وهو يحجز الهواء الذي يعمل عمل عازل لإبقاء الطيور دافئة

يمكن للأوعية الدموية القريبة من سطح الجسم أن تتمدد أو تتقلص فتحرر حرارة  
أكثر أو أقل للوسط المحيط

الثدييات تعرق وتلهث، فتطلق حرارة ورطوبة إلى المحيط من حولها  
يمكن للثدييات أن ترتعش، والارتعاش هو استجابة عضلية غير إرادية مما يولد  
حرارة في الجسم  
يمكن للشعر الذي يغطي الجسم أن ينتصب، محتجزاً المزيد من الحرارة بالقرب  
من سطح الجسم



**الفكرة العامة** تعمل هذه الأجهزة معاً للمحافظة على الاتزان الداخلي للجسم عن طريق توفير الحماية والدعامة وحرية حركة الجسم.

### 1- 4 الجهاز الهيكلي

**الفكرة الرئيسة** لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسم شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.

### 2- 4 الجهاز العضلي

**الفكرة الرئيسة** تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.

### حقائق في علم الأحياء

- يوجد في جسم الإنسان البالغ 206 عظام.
- تعمل العضلات نتيجة انقباضها.

الاعتماد في بتمثل التركيب

خلايا عظمية

قوة تكبير المجهر المركب 40X

أنواع العضلات اعمل المطوية الآتية  
لتساعدك على فهم العضلات المكونة  
من عدة أنواع.

### المطويات منظمات الأفكار

الخطوة 1: ضع رقتين إحداهما فوق الأخرى، على أن  
يكون بينهما مسافة 1.5 cm، كما في الشكل الآتي:



ج ١: الجزء العلوي من الجناح والموجود  
قبل المفصل الأول يشابه الجزء العلوي  
من ذراع الإنسان، والمفصل الثاني من  
الأعلى هو المرفق، وأما المفصل التالي  
فهو الرسغ، كما يشبه الجزء السفلي  
الثالث من الجناح اليد

ج ٢: ستتنوع إجابات الطلاب، قد تتضمن  
الملاحظات أن الجلد بجوي نقاطاً يتصل  
فيها الريش بجلد وهو يشبه وجود نقاط  
أخرى في جلد الإنسان يتصل بها الشعر،  
ولا يوجد أصابع للدجاج، والجزء من جناح  
الدجاجة الذي يشبه يد الإنسان أطول من  
الجزء الذي يشبه أسفل الذراع

## تجربة استهلاكية

كيف يشبه جناح الدجاجة ذراع الإنسان؟

للدجاجة تراكيب تشبه بعض تراكيب جسم الإنسان.  
وستفحص فيما يأتي جناح دجاجة، وتستكشف ما فيه.

### خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. احصل على جناح دجاجة نظيف ومحفوظ في كيس  
بلاستيكي قابل للغلق، ولاحظ الجلد الذي يغطي هذا  
الجناح.
3. حرك الجناح داخل الكيس لتحديد كيف يتحرك، وأين  
توجد المفاصل.
4. ضع الكيس على سطح مستو، واضغط برفق على  
الجناح؛ لتحديد أين توجد العظام والعضلات.
5. بناءً على مشاهداتك، ارسم الجناح كما تتخيله إذا أزيل  
الجلد عنه، وأظهر العظام والعضلات.

### التحليل

1. اكتب أسماء الأجزاء على رسمك؛ لتبين الأجزاء التي  
تقابل الجزء العلوي من ذراعك والمرفق والرسغ وراحة  
اليدين.
2. ميز كيف تختلف الأجزاء التي تكوّن ذراعك العلوي  
عما في جناح الدجاجة؟



## The Skeletal System الجهاز الهيكلي

### الأهداف

- تمييز بين عظام الهيكل المحوري والهيكل الطرفي.
- تصف كيف يتكون عظم جديد.
- تخصص وظائف الجهاز الهيكلي.

### مراجعة المفردات

الغضروف cartilage: نسيج رابط صلب مرن، يتكوّن هيكل الأجنة، ثم يغطي فيها بعد سطح العظام التي يتحرك بعضها عكس بعض في المفصل.

### المفردات الجديدة

- الهيكل المحوري
- الهيكل الطرفي
- العظم الكثيف
- الخلية العظمية
- العظم الإسفنجي
- نخاع العظم الأحمر
- نخاع العظم الأصفر
- الخلية العظمية البانية
- تكوين العظم (التعظم)
- الخلية العظمية الهادمة
- الأربطة

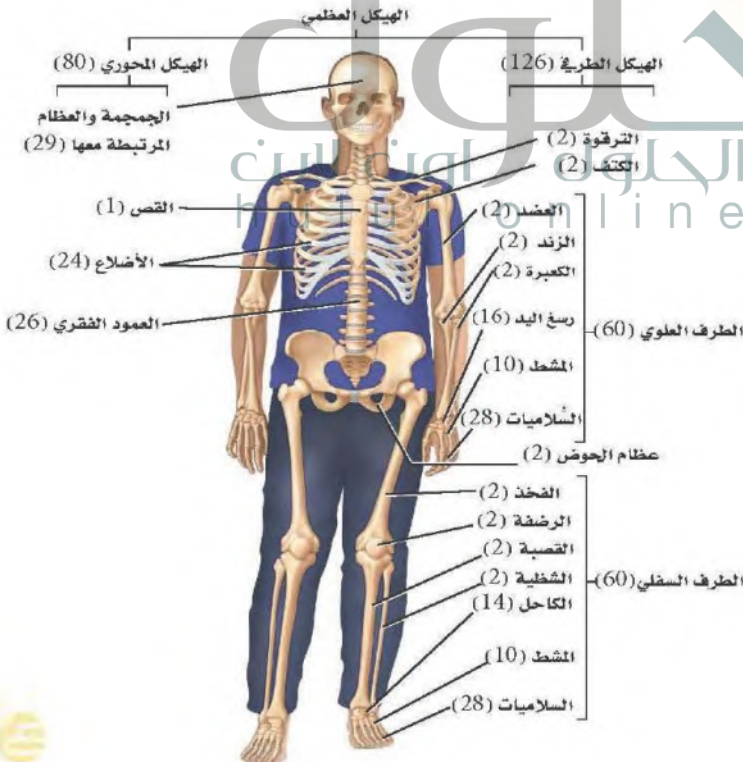
**المقدمة الرئيسية** لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسم شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.

**الربط مع الحياة** يمكن مقارنة الجهاز الهيكلي عند الإنسان بهيكل بناء المنزل؛ فكما يشكّل كلّ من الأساس والأعمدة والجسور هيكلًا لأي منزل - يعطي الهيكل الجسم شكله، ويوفر له الدعامة والحماية.

### تركيب الجهاز الهيكلي

### Structure of the Skeletal System

إن عدد عظام الهيكل العظمي في الإنسان البالغ - كما في الشكل 4-1 - 206 عظام. يتكوّن الهيكل العظمي عند الإنسان من جزأين رئيسيين، هما: الهيكل المحوري، والهيكل الطرفي. ويتكوّن **الهيكل المحوري** axial skeleton من الجمجمة، والعمود الفقري، والأضلاع، والقص. ويتكوّن **الهيكل الطرفي** appendicular skeleton من عظام كل من الطرف العلوي، والطرف السفلي، وعظام الكتف، وعظام الحوض.



■ الشكل 4-1 يضم الهيكل المحوري عظام الرأس والظهر والصدر. ولعظام الهيكل الطرفي علاقة بحركة الأطراف.



**العظم الكثيف والعظم الإسفنجي Compact and spongy bone** يُعدّ العظم نسيجاً ضامّاً له عدة أشكال وأحجام. وتُصنّف العظام إلى: طويلة، وقصيرة، ومسطحة، وغير منتظمة. ارجع إلى الشكل 1-4 تلاحظ أن عظام الساق والذراع من العظام الطويلة، وعظام الرسغ من العظام القصيرة. كما أن عظام الجمجمة من النوع المسطح. أما عظام الوجه والعمود الفقري فهي عظام غير منتظمة. وللعظام كلها التركيب نفسه، بغض النظر عن شكلها.

وتتكون الطبقات الخارجية لجميع العظام من **عظم كثيف** compact bone، وهو عظم مضغوط وقوي، يعطي الجسم القوة والحماية. وتمتد على طول العظام الكثيفة تراكيب أنبوبية الشكل - وهي الوحدات البنائية أو أنظمة هافرس Haversian systems - تسمى **الخلايا العظمية** osteocytes، تحوي الأعصاب والأوعية الدموية. وتزوّد الأوعية الدموية الخلايا العظمية الحية osteocytes بالأكسجين والغذاء. أما العظم الداخلي فيختلف كثيراً عن العظم الخارجي، كما في الشكل 2-4.

وكما يدل الاسم، فإن **العظم الإسفنجي** spongy bone أقل كثافة من النوع الأول، وفيه عدة تجاويف تحوي نخاعاً عظميةً. ويوجد العظم الإسفنجي وسط العظام القصيرة والمسطحة، وفي نهاية العظام الطويلة. ويحيط بالعظم الإسفنجي عظم كثيف لا يوجد فيه أنظمة هافرس.

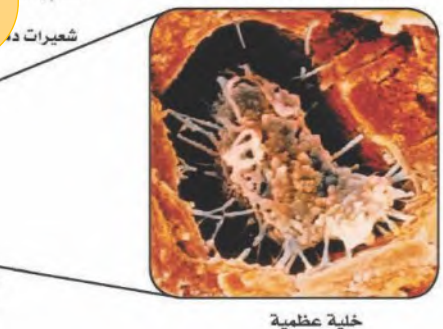
وهناك نوعان من النخاع العظمي: **النخاع الأحمر** red bone marrow و**النخاع الأصفر** yellow bone marrow. ويتم إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية في النخاع الأحمر. ويوجد النخاع الأحمر في عظام: العضد،

الشكل 2-4 العظم إما كثيف وإما إسفنجي.  
كيف يختلف العظم الكثيف عن العظم الإسفنجي في الموقع والوظيفة؟

يعطي العظم الكثيف القوة والحماية للطبقات الخارجية لجميع العظام، تحتوي العظام الإسفنجية الخفيفة على تجاويف تمتلئ بالنخاع، وتوجد في منتصف العظام القصيرة أو المسطحة وفي نهاية العظام الطويلة



تكبير المجهر الإلكتروني الماسح X 2500



نظام هافرس

شريان  
وريث

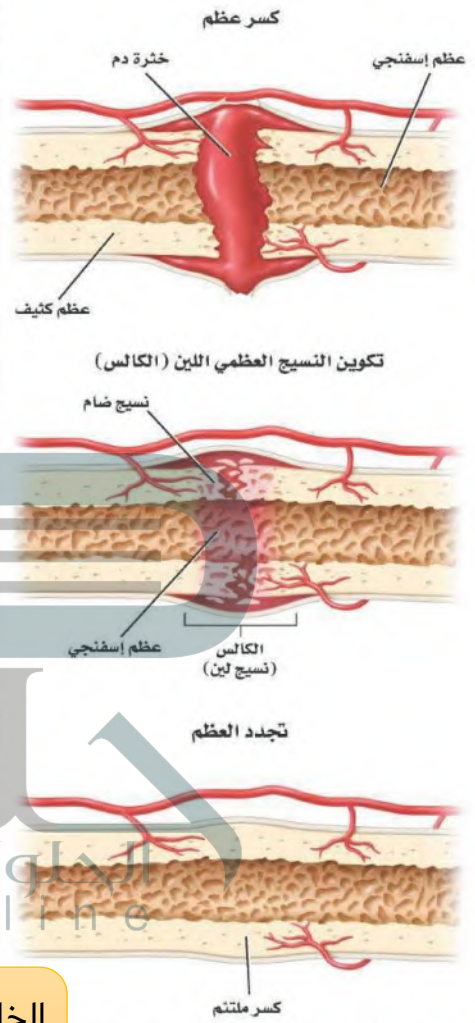
والفخذ، والقص والأضلاع، والعمود الفقري وعظام الجمجمة. وتتكون تجاويف عظام الجنين من النخاع الأحمر. ونحوي عظام الأطفال نخاعاً أحمر أكثر من البالغين. أما النخاع الأصفر فيوجد في عظام أخرى في الجسم؛ إذ يتكون من دهون مخزنة فقط. ويستطيع الجسم تحويل النخاع الأصفر إلى النخاع الأحمر في حالة فقدان كميات كبيرة من الدم، وعند الإصابة بفقر الدم.

**تكوين العظم Formation of bone** يتكوّن الهيكل العظمي للجنين من الغضاريف. وفي أثناء نمو الجنين تنمو خلايا في الغضاريف لتكوّن العظام تُسمى **الخلايا العظمية البانية** osteoblasts. كما تُسمى عملية **تكوين العظام** ossification بالتعظم. ويتكون الجهاز الهيكلي في الإنسان البالغ من العظام ما عدا مقدمة الأنف، وصبوان الأذن، والأقراص بين الفقرات، وما يحيط بالمفاصل المتحركة. وتعدّ الخلايا العظمية البانية مسؤولة عن نمو العظام وتجديدها.

**إعادة بناء العظم Remodeling of bone** يُعاد بناء العظم وتشكيله بانتظام. ويتضمن ذلك إحلال خلايا جديدة مكان الخلايا الهرمة. ويستمر هذا مدى الحياة. وهي عملية في غاية الأهمية لنمو الأفراد؛ إذ تحطّم **الخلايا العظمية الهادمة** osteoclast الخلايا العظمية الهرمة والتالفة ليحل محلها نسيج عظمي جديد. ويحتاج نمو العظام إلى عوامل عديدة، منها التغذية، والتمارين الجسدية. فمثلاً، يعاني الشخص الذي ينقصه الكالسيوم من هشاشة العظم، وفي هذه الحالة تصبح العظام هشة وضعيفة سهلة الكسر. **مادّة قرائنة؟** قارن بين دور كلٍّ من الخلايا العظمية البانية، والخلايا العظمية الهادمة.

## الخلايا العظمية البانية تكوّن العظام؛ في حين تحطم الخلايا العظمية الهادمة الخلايا العظمية

العظم. تبدأ عملية تجديد العظم مباشرة بعد حدوث الكسر. ارجع إلى الشكل 3-4 الذي يوضح خطوات التئام العظم المكسور. **الكسر Fracture** عند حدوث إصابة يُنتج الدماغ بسرعة أندورفينات (endorphins)، وهي مواد كيميائية تُسمى أحياناً مسكنات الألم الطبيعية في الجسم، تؤدي إلى تخفيف الألم. وتنتقل هذه المواد إلى مكان الإصابة سريعاً لتخفيف الألم، حيث يلتهب مكان الإصابة ويتنفخ، ويستمر الانتفاخ أسبوعين أو ثلاثة بعد حدوث الإصابة.



■ الشكل 3-4 يتطلب إعادة بناء العظام خطوات حيث تتكون كتلة دم متخثرة في الفراغ بين العظام المكسور ثم ينمو نسيج ضام ليملأ الفراغ بين العظام. وأخيراً تبدأ العظمية البانية في تكوين نسيج عظمي جديد.

تتكون خثرة - خلال 8 ساعات من حدوث الإصابة - بين طرفي الكسر، ويبدأ تكوّن عظم جديد. كما تبدأ كتلة من نسيج لين يُسمى الكالس callus أو الغضروف تتشكّل في مكان الكسر. ولأن هذا النسيج ضعيف يجب تثبيت العظام المكسورة في مكانها الصحيح.

**تكوين الكالس (النسيج العظمي) Callus Formation** تبدأ خلايا العظم البانية تكوين كالس العظم بعد ثلاثة أسابيع من حدوث الكسر. وهو عظم إسفنجي يحيط بمكان الكسر. وتتخلص خلايا العظم الهادمة من العظم الإسفنجي، ليحل محله العظم الكثيف الذي تكوّنه خلايا العظم البانية. وتستخدم أحيانًا الجبيرة أو صفيائح أو براغ لضمان بقاء العظم المكسور في مكانه الصحيح إلى أن يتكوّن النسيج الجديد. أما الإصبع المكسورة فغالبًا ما تثبت مع الإصبع المجاورة لها؛ لضمان عدم حركتها.

**بناء العظم Remodeling** تحتاج العظام إلى أوقات مختلفة لكي تتجدد وتلتئم. ويعتمد هذا الأمر على عمر الإنسان، ومكان الكسر، ودرجة خطورته. كما يبطئ نقص الكالسيوم الناتج عن سوء التغذية تجدد العظام في جسم المصاب. وتشفى عظام الأطفال أسرع من عظام البالغين. فمثلاً، ربما تلتئم العظام المكسورة لدى الطفل وتشفى خلال 6-4 أسابيع، في حين يحتاج التئامها إلى 6 أشهر عند الإنسان البالغ.

### تجربة (استدلال)

مراجعة: بناءً على ما قرأت عن العظام، كيف نجيب عن أسئلة التحليل؟

## المفاصل Joints

توجد المفاصل في مكان التقاء عظمين أو أكثر. ويمكن تصنيف المفاصل حسب نوع الحركة التي يسمح بها المفصل أو أشكال أجزائه، ما عدا مفاصل الجمجمة. ويبين الجدول 1-4 خمسة أنواع من المفاصل: الكروية (الحقيقية)، والمدارية، والرزبية، والمنزلقة، والدرزوية. ادرس هذا الجدول لتحديد أنواع الحركة التي تسمح بها أنواع المفاصل المختلفة، والعظام المسؤولة عن ذلك.

لاحظ أنه ليست جميع المفاصل متحركة، فالمفاصل في الجمجمة ثابتة. وفي مرحلة الولادة لا تكون جميع عظام الجمجمة ملتصقة ببعضها بعض؛ إذ يحدث هذا الالتحام بعد ثلاثة أشهر من الولادة. وحركة المفاصل المنزلقة محدودة، كما هو الحال في راحة اليد. أما المفاصل الرزبية الموجودة في المرفق، والمدارية الموجودة أسفل الذراع فتتمتع بحركة أمامية وخلفية معاً، مع إمكانية الالتواء. وأما المفاصل الكروية (الحقيقية) الموجودة في الأكتاف والأرداف فتتصف بأن لها مدى واسعاً من الحركة.

وترتبط عظام المفصل معاً بأربطة ligaments وهي أشرطة رقيقة تربط بين عظم وآخر. وسوف تتعلم أكثر عن الأربطة والعضلات في الدرس الثاني.

✓ ماذا قرأت؟ راجع أنواع المفاصل، وكيف صُنِّفت؟

تصنف المفاصل حسب نوع الحركة التي تسمح بها وشكل أجزائها



بعض المفاصل في الجهاز الهيكلي

الجدول 1-4

الدرزي	المنزلق	الرزي	المداري	الكروي (الحقي)	اسم المفصل
(العديم الحركة)			(المحوري)		مثال
					
الدرزات مفاصل في الجسم لا تتحرك مطلقاً. وهناك 22 عظمًا في جمجمة الرأس يرتبط بعضها مع بعض بدرزات ما عدا عظام الفك.	تكون الحركة محدودة في المفصل المنزلق بشكل تنزلق فيه سطوح المفصل بعضها فوق بعض إلى الأمام وإلى الخلف. ويحدث ذلك في مفصل الرسغ والعقب (الكاحل) والفقرات.	في هذا المفصل، يطابق السطح المحدب لأحد العظام السطح المقعر لعظم آخر، كما هو الحال في المرفق والركبة. وتسمح للمفاصل بالحركة في مستوى واحد فقط (مدّ ويسط إلى الأمام وإلى الخلف) كما يحدث في مقبض الباب تمامًا.	حركته الأساسية هي الدوران حول محور واحد، كما هو الحال في المفصل أسفل الذراع حيث يلتقي عظم الكعبرة والزند. ويسمح هذا النوع من المفاصل بالتواء الذراع.	في المفصل الكروي (الحقي)، يقابل عظم ذو سطح يشبه الكرة تجويف عظم آخر؛ ليسمح له بمجال واسع من الحركة في جميع الاتجاهات. وتوجد هذه المفاصل في الورك، والكتفين، وتسمح للشخص بأرجحة (مدّ، بسط، تقريب، دوران) الورك والذراع والساق.	الوصف

أهمية 1-4 الجدول 4-1 الحول اون لاين

6. ارسم مخططاً لجناح الدجاجة من دون العضلات، مبيناً كيف ترتبط العظام معاً، ثم قارن هذا الرسم بما فعلته في التجربة الاستهلالية.

التحليل

1. قارن كيف يختلف رسم الجناح الذي أعدته في التجربة الاستهلالية عنه في هذه التجربة؟
2. لاحظ واستنتج هل لاحظت كيف ترتبط العضلة مع أحد أطراف العظم؟ وكيف يمتد الرباط على طول العظم ليرتبط مع طرف العضلة على العظم المجاور؟ وضح أهمية ذلك في المفصل. ربياً يساعدك الرسم والتخطيط على الإجابة عن هذا السؤال.
3. التفكير الناقد ما لون نهايات العظام في المفصل المتحرك؟ وما المادة التي يتكون منها هذا اللون؟

ج ١: في هذه التجربة الكثير من العظام التي يجب دراستها تزيد عما استعمل في رسوم التجربة الاستهلالية

ج ٢: حتى تكون رافعة تسبب حركة العظم، ويجب أن ترتبط العضلة مع عظمين مختلفين

ج ٣: أبيض؛ الغضروف

## وظائف الجهاز الهيكلي

### Functions of the Skeletal System

يقوم الجهاز الهيكلي بوظائف أخرى، بالإضافة إلى دعم الجسم، كما في الجدول 2-4؛ إذ تحمي الجمجمة الدماغ، ويحمي العمود الفقري النخاع الشوكي، ويحمي القفص الصدري القلب، والرئتين وأعضاء أخرى. كما تحمي طبقات العظام الخارجية النخاع العظمي الموجود داخل العظام، حيث يقوم النخاع الأحمر بتكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء. وتؤدي الصفائح الدموية دوراً مهماً في تخثر الدم. وتتكوّن خلايا الدم الحمراء بمعدل أكثر من مليوني خلية في الثانية الواحدة. ويكون النخاع العظمي عادة من النوع الأحمر، حتى يبلغ الإنسان السابعة من العمر، ثم يحل نسيج دهني محل جزء من النخاع، مما يكسب النخاع لوناً أصفر، ولهذا يُسمى النخاع الأصفر. وتُعد هذه الدهون مصدراً مهماً للطاقة. وتشكل العظام مخزناً لتجميع الأملاح - ومنها الكالسيوم والفوسفور - وتخزينها. فعندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم يطلق العظم الكالسيوم في الدم. وإذا ارتفع مستوى الكالسيوم في الدم يزنّ النسيج العظمي ما يزيد منه على حاجة الجسم، وبهذا يحافظ العظم على الاتزان الداخلي للكالسيوم. كما تسمح العظام - التي تتصل بها العضلات - بحركة الجسم. فمثلاً، عندما تسحب العضلات عظم الذراع أو الساق تسبب حركتهما، كما تساعد العضلات المرتبطة مع الأضلاع على حدوث الحركات التنفسية (الشهيق والزفير) بصورة طبيعية.

الوظيفة	الوصف
الدعامة	<ul style="list-style-type: none"> <li>• يدعم كل من الساقين والحوض والعمود الفقري الجسم.</li> <li>• تدعم عظام الفك الأسنان.</li> <li>• تدعم جميع العظام العضلات.</li> </ul>
الحماية	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تحمي الجمجمة الدماغ.</li> <li>• يحمي العمود الفقري النخاع الشوكي.</li> <li>• يحمي القفص الصدري القلب، والرئتين وأعضاء أخرى.</li> </ul>
تكوين خلايا الدم	<ul style="list-style-type: none"> <li>• يتم تكوين كل من خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية في النخاع الأحمر.</li> </ul>
التخزين	<ul style="list-style-type: none"> <li>• يخزن الكالسيوم والفوسفور.</li> </ul>
الحركة	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تُشد العضلات عظام الذراع والساق.</li> <li>• يساعد الحجاب الحاجز الإنسان على الحركات التنفسية.</li> </ul>

## Skeletal System Diseases

### أمراض الجهاز الهيكلي



■ الشكل 4-4 يسبب روماتيزم المفاصل فقدان المفصل لقوته ووظيفته، ويصاحبه ألم شديد.

هاتون كيف يختلف التهاب المفاصل الروماتيزمي عن التهاب العظام الشائع؟

**التهاب العظام Osteoarthritis** إن نهاية العظام في المفاصل المتحركة - ومنها الركبة - مغطاة بالغضروف، الذي يعمل عمل وسادة تسمح بحركة المفصل بسهولة. والتهاب العظام حالة مؤلمة تصيب المفاصل، وينتج عنها تآكل الغضاريف. وهذه الحالة معروفة عند الإنسان؛ إذ تصيب عادة الركبة، والورك، والرقبة، والظهر. وتزداد إمكانية الإصابة بهذا المرض مع تقدم العمر. كما يصبح الشاب مُعرّضاً للإصابة مستقبلاً بالتهاب العظام إذا أصيب بضرر ما في المفصل في مرحلة البلوغ.

**التهاب المفاصل الروماتيزمي Rheumatoid** شكل آخر من الالتهاب، يصيب المفاصل. ولا ينتج هذا الالتهاب عن تآكل الغضاريف أو كثرة استخدامها. بل تلتهم المفاصل وتفقد قوتها ووظيفتها وتسبب آلاماً كثيرة، فتبدو الأصابع مشوهة، كما في الشكل 4-4.

التهاب العظام Osteoarthritis: حالة مؤلمة تصيب المفاصل، وينتج عنها تآكل الغضاريف.

يسبب التهاب المفاصل الروماتيزمي التهاباً في

المفاصل، في حين التهاب العظام عن تلف المفاصل وتآكلها، وكلاهما يسبب ألماً شديداً

ج١: الهيكل المحوري: الجمجمة؛ العمود الفقري، الأضلاع، وعظم القص: تعطي الدعامة للجسم؛ الهيكل الطرفي: الذراع، اليد الساق، القدم، الأكتاف، والورك فتعطي الدعامة وتُعدّ المصدر الرئيسي لتكوين خلايا الدم

- ج٢: النخاع الأحمر: خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية؛ النخاع الأصفر: الدهن
- ج٣: يحتاج تكوين العظام والتئام كسورها إلى الخلايا العظمية البانية والخلايا العظمية الهادمة من أجل التئام العظام وتكوينها وإعادة تشكيلها
- ج٤: يمكن تصنيف العظام بوصفها جزءاً من الهيكل المحوري أو الطرفي، ثم تصنف بعد ذلك عظام كل هيكل على حدة. ومنها؛ الساق أو الذراع أو اليد أو القدم أو الجمجمة أو العمود الفقري
- ج٥: ربما ينتج تشوه خلقي في أثناء نمو الجنين، بسبب نمو العظام بصورة غير صحيحة، مما يؤدي إلى ضعف العظام ونقص الكالسيوم والفوسفور، ويصاب الإنسان البالغ باعتلالات أهمها ضعف العصب الحركي وضعف في عمل العضلات
- ج٦: العظم الكثيف متراس وكثيف ويوجد في أجزاء الجسم التي تحتاج للدعامة، أما العظم الإسفنجي فيحتوي ثقوباً ويوجد حيثما تنتج عناصر الدم بوساطة تجاويف النخاع العظمي

## الحلول hulul.online

### التقويم 1-4

#### الخلاصة

- يتكوّن الهيكل العظمي للإنسان من جزأين.
- تتكوّن معظم العظام من نوعين مختلفين من الأنسجة.
- تتجدّد العظام باستمرار.
- تعمل العظام بالتناسق مع العضلات.
- للهيكل العظمي وظائف كثيرة مهمة.

#### فهم الأفكار الرئيسية

1. **المفكرة** **اللبنة** اعمل قائمة بوظائف الهيكل المحوري والهيكل الطرفي وصفهما.
2. **قارن** بين مكونات النخاع الأحمر ومكونات النخاع الأصفر.
3. **قارن** بين آلية التئام كسر في العظم ونمو العظم الأصلي.
4. اعمل مخططاً تصنيفياً يجمع العظام المبينة في الشكل 1-4.

#### التفكير الناقد

5. توقع إذا لم تعمل كل من الخلايا العظمية البانية والخلايا العظمية الهادمة جيداً لدى جنين في مرحلة النمو أو لدى الإنسان البالغ، فما نتيجة ذلك؟
6. ميّز بين العظم الكثيف والعظم الإسفنجي، من حيث الشكل والموقع والوظيفة.



## الأهداف

- تصف أنواع العضلات الثلاثة.
- تفسر ما يحدث في أثناء انقباض العضلة على مستوى الخلية والمستوى الجزيئي.
- تميز بين الألياف العضلية البطيئة الانقباض والسرعة الانقباض.

## مراجعة المفردات

اللاهوائي Anaerobic: تفاعلات كيميائية لا تحتاج إلى الأكسجين لحدوثها.

## المفردات الجديدة

- العضلة الملساء
- العضلة اللاإرادية
- العضلة القلبية
- العضلة الهيكلية
- العضلات الإرادية
- الوتر
- الليف العضلي
- الميوسين
- الأكتين
- القطعة العضلية

## المطبوعات

ضمن مطبوتك معلومات من هذا القسم.

## The Muscular System الجهاز العضلي

**المقدمة الرابعة** تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.

**الربط مع الحياة** ساهم ليوناردو دافنشي بتقديم كم هائل من المعرفة للمجتمع العلمي؛ فقد درس جسم الإنسان من خلال فحص الجثث. وحاول دافنشي وضع أسلاك مكان العضلات؛ لكي يتعلم كيف تنقبض العضلات لتسحب العظم، وتسبب الحركة.

## Types of Muscles أنواع العضلات

تتكون العضلة من مجموعة الألياف أو خلايا عضلية متماسكة بعضها مع بعض. وعندما استخدمت كلمة عضلة لأول مرة ظن الناس أنها تعني العضلات الهيكلية. تفحص الشكل 4-5، تشاهد ثلاثة أنواع من العضلات، هي: الملساء، والقلبية، والهيكلية. وتُصنف العضلات بناءً على تركيبها ووظيفتها.

**العضلات الملساء Smooth muscle** تبطن العضلات الملساء smooth muscle الكثير من الأعضاء الداخلية، ومنها: القناة الهضمية، والأوعية الدموية والمثانة البولية، والرحم. وهي عضلات لا إرادية involuntary muscle لا يستطيع الإنسان السيطرة عليها. فيتحرك الطعام مثلاً في القناة الهضمية بفعل العضلات الملساء التي تبطن المريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة. وتبدو العضلات الملساء عند فحصها بالمجهر غير مخططة ولا مرتبة في حزم، ولكل خلية نواة واحدة.

**العضلات القلبية Cardiac muscle** توجد هذه العضلات اللاإرادية في القلب فقط. ولذا تُسمى العضلات القلبية cardiac muscle. وتترتب الخلايا العضلية القلبية على هيئة شبكة تسمح للعضلات بالانقباض بفاعلية وانتظام، مما يعطي القلب قوة. والعضلات القلبية مخططة، ومكونة من حزمة من الخلايا التي يظهر لونها فاتحاً أو داكناً، ويداخلها العديد من النوى. وعادة ما تكون هذه الخلايا وحيدة النواة، وبعضها مرتبط مع بعض بوصلات فجوية.



الإضافة إلى مظهر العضلات تصنف كذلك حسب

وظيفتها (إرادية أو لإرادية)

■ الشكل 4-5 باستخدام التكبير للعضلات يمكن مشاهدة الاختلاف في شكل الخلايا العضلية ومظهرها. فالخليفة العضلات الملساء لها شكل مغزلي، والخليفة العضلية القلبية تبدو مخططة، كما أن الخليفة العضلية الهيكلية أيضاً مخططة.

هسّر بالإضافة إلى مظهر العضلات، ما الأسس الأخرى المستعملة في تصنيفها؟

**العضلات الهيكلية Skeletal muscles** معظم عضلات الجسم هيكلية. وترتبط العضلات الهيكلية skeletal muscle مع العظام عن طريق الأوتار لتسبب الحركة. عندما تنقبض أو تانبسط مثل عضلات الذراع والقدم والوجه واللسان والجفون. وهي **عضلات إرادية** voluntary muscle؛ إذ يمكن التحكم فيها عند تحريك العظام. وترتبط **الأوتار** tendons - المكونة من نسيج ضام صلب - بين العضلات والعظام. كما تظهر العضلات الهيكلية مخططة عند مشاهدتها بالمجهر.

### انقباض العضلة الهيكلية

## Skeletal Muscle Contraction

تترتب معظم العضلات الهيكلية في شكل زوجي متضاد؛ أي تكون إحدى العضلات معاكسة للأخرى. انظر الشكل 4-6 الذي يوضح العضلات التي تستخدمها عندما ترفع ساعدك أو تخفضه. وتكون الليفة العضلية من وحدات صغيرة تُسمى **الليفيات العضلية** myofibrils، وتحتوي بدورها على **الميوسين** myosin و**الأكتين** actin، وهما وحدات صغيرة من الخيوط البروتينية. وتتألف وحدات البناء في اللييف العضلي من **قطعة عضلية** sarcomere، وهي وحدة الوظيفة والجزء الذي ينقبض من العضلة، كما في الشكل 4-7. ويظهر التخطيط في العضلات بسبب القطع العضلية التي تمتد من خط Z وتنتهي بخط Z آخر. ويبدأ خط Z من المكان الذي ترتبط فيه خيوط الأكتين الرفيعة داخل اللييف العضلي. كما ينتج عن تداخل ألياف الأكتين والميوسين حزمة (شريط) داكنة اللون تسمى الحزمة A. أما خط M فيتكون من ألياف الميوسين فقط. إن ترتيب مكونات القطعة العضلية بهذا الشكل يجعل العضلة تنقبض، ثم تانبسط.

**نظرية الخيوط المنزلقة Sliding filament theory** يوضح الشكل 4-7 نظرية الخيوط المنزلقة. وتنص هذه النظرية على أنه عند وصول الإشارة العصبية إلى العضلة تنزل خيوط الأكتين بعضها في اتجاه بعض، مسببة انقباض العضلة. لاحظ أن خيوط الميوسين ثابتة لا تتحرك. وتدخل عدة عضلات هيكلية أحياناً لإنجاز حركة سيرة، كما في حركة قلب صفحة هذا الكتاب.

### المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع.

ينقبض Contract

الاستعمال العلمي؛ يشد أو يقصر.

تنقبض العضلات وتسبب الحركة.

الاستعمال الشائع انقبض الرجل

على نفسه؛ أي ضاق بالحياة، فمال إلى

الانزواء والعزلة.

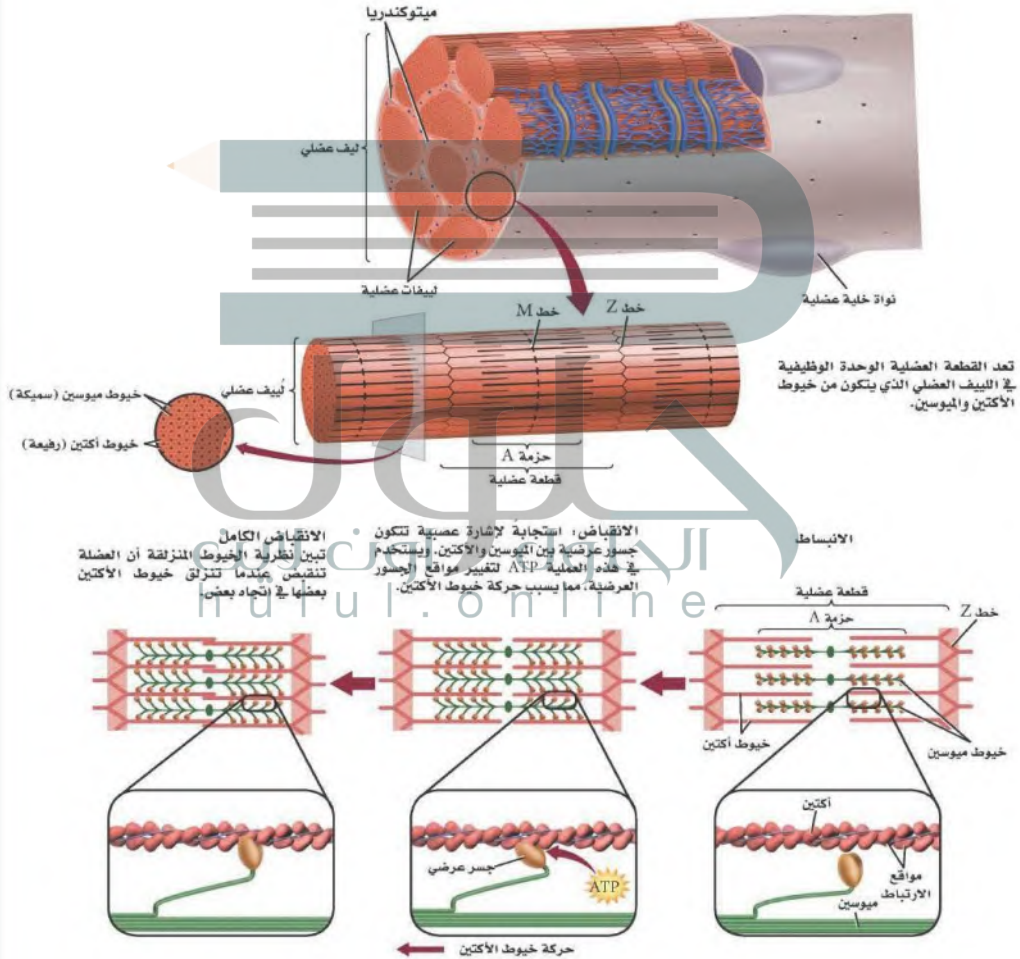
■ الشكل 4-6 تترتب العضلات في شكل زوجي متضاد.



عندما تنقبض العضلة ذات الرؤوس الثلاثة يتحرك الساعد إلى أسفل.

عندما تنقبض العضلة ذات الرأسين يرتفع الساعد إلى أعلى.

■ الشكل 7-4 يتكون الليف العضلي من ليفيات عضلية. أما الليف العضلي فيتكون من خيوط الأكتين والميوسين.





عندما يصل السيل العصبي إلى العضلة تتجه الأيونات الكالسيوم إلى اللييف العضلي، فيسبب ارتباط الأكتين والميوسين معاً. وتنتج خيوط الأكتين بعدها نحو مركز القطعة العضلية، لذا يحدث الانقباض. وتحتاج هذه العملية إلى الطاقة (ATP) التي تنتجها الميتوكوندريا. وعند انبساط العضلة تنزلق الخيوط مرة أخرى لتعود إلى وضعها الطبيعي.

**الطاقة لانقباض العضلات Energy for muscles contraction** تقوم الخلايا العضلية جميعها بعمليات الأيض هوائياً ولاهوائياً. وعندما يتوافر الأكسجين يحدث التنفس الخلوي الهوائي في الخلايا العضلية، وتطلق هذه العملية ATP بوصفه مصدرًا للطاقة.

بعد إجراء تمرين رياضي مجهود، ربما لا تتمكن العضلات من الحصول على الأكسجين الكافي لاستمرار التنفس الخلوي، مما يقلل كمية ATP الموجودة؛ فعضلات الرياضيين - في الشكل 8-4 - تعتمد على التنفس اللاهوائي لاستمرار عملية تخمر حمض اللاكتيك للحصول على الطاقة. ويزداد تركيز حمض اللاكتيك في العضلات في أثناء التمارين الرياضية، مما يسبب الإعياء، وينتقل الفائض منه إلى الدم، الأمر الذي يحفز التنفس السريع. وبعد أخذ قسط من الراحة يعاد تخزين كمية كافية من الأكسجين، ويتحلل حمض اللاكتيك في الجسم.

لعلك شاهدت حيوانًا ميتًا على جانب الطريق! عندما يموت الحيوان يصبح في حالة تيبس، وهي حالة انقباض عضلي طويل الأمد. ويحتاج الجسم إلى ATP لضخ الكالسيوم بعيداً عن اللييف العضلي لكي تنبسط العضلة. ولأن الحيوان الميت في هذه الحالة لا يستطيع إنتاج ATP فإن الكالسيوم يبقى داخل اللييف العضلي، وتستمر العضلات في حالة انقباض. وعندما تبدأ الأنسجة في التحلل بعد 24 ساعة من الوفاة، لا تستطيع العضلات البقاء منقبضة.

■ الشكل 8-4 الوصول إلى نهاية السباق

يشكل لحظة من بذل طاقة قصوى.

تسر كيف تستعيد الحركات التنفسية

(الشهيق والزفير) وضعها الطبيعي بعد

تمرين رياضي مجهود؟



التنفس السريع يزيد من تراكم حمض اللاكتيك وبعد الراحة يتم الاحتفاظ بكمية كافية من الأكسجين ويتحطم حمض اللاكتيك

## Skeletal Muscle Strength

## قوة العضلة الهيكلية

لا تنمو أجسام بعض الناس مثل أجسام أبطال كمال الأجسام مهما بذلوا من محاولات في بناء العضلات. كذلك قد يكون أحد العدائين هو الأسرع في السباقات القصيرة، ولكنه يصل إلى الإعياء سريعاً في سباق المسافات الطويلة. فما سبب هذا الاختلاف؟ يرجع السبب في الحالتين إلى الألياف العضلية البطيئة الانقباض ونسبتها إلى الألياف العضلية السريعة الانقباض؛ حيث يوجد كلا النوعين من الألياف في كل إنسان.

**العضلات البطيئة الانقباض Slow — twitch muscles** تختلف العضلات في سرعة انقباضها، حيث تنقبض العضلات البطيئة الانقباض بسرعة أقل من العضلات السريعة الانقباض. ولليف العضلي البطيء الانقباض قدرة تحمل أكثر من الليف العضلي السريع الانقباض. ويحوي جسم متسابق الدراجات الهوائية - في الشكل 9-4 - أليافاً عديدة بطيئة الانقباض. كما تعمل هذه الأنواع من الألياف العضلية جيداً في سباق المسافات الطويلة أو السباحة؛ لأنها تقاوم الإعياء أكثر من ألياف العضلات السريعة الانقباض. ويتوافر الكثير من الميوتوكندريا في الليف العضلي البطيء الانقباض للقيام بعملية التنفس الخلوي. كما تحوي هذه الألياف الميوجلوبين؛ وهو جزيء التنفس الذي يخزن الأكسجين، ويعدّ مستودعاً له، كما يجعل الميوجلوبين لون العضلة داكناً. وتزيد التمارين عدد الميوتوكندريا في الألياف، لكن الزيادة الكلية في حجم العضلة تكون قليلة نسبياً.

**العضلات السريعة الانقباض Fast — twitch muscles** تصل العضلات السريعة الانقباض إلى حالة الإعياء بسهولة، لكنها توفر قوة كبيرة للحركة القصيرة السريعة. وقد تكيفت العضلات السريعة الانقباض لإنتاج القوة. وتعمل هذه العضلات جيداً في أثناء التمارين الرياضية التي تتطلب دفعة صغيرة سريعة من الطاقة، ومنها عدو المسافات القصيرة، أو رفع الأثقال، كما في الشكل 9-4.

### ما مدى تحملك؟

ارجع لتدليل التجارب العملية على منصة عين

■ الشكل 9-4 لمسابقي الدراجات الهوائية في سباق المسافات الطويلة نسبة عالية من الألياف العضلية البطيئة الانقباض. أما رافعو الأثقال فلديهم نسبة عالية من الألياف العضلية السريعة الانقباض.



ويكون لون هذه العضلات فاتحاً؛ لأنها تحتوي القليل من الميوجلوبين. وتتم على التنفس اللاهوائي لقلة عدد الميتوكوندريا الموجودة فيها، مما يسبب إعياء العضلة. وتؤدي التمارين الرياضية إلى زيادة عدد الليفات العضلية، مما يجعل قطر العضلة الكلي أكبر.

وتحتوي غالبية العضلات الهيكلية خليطاً من العضلات ذات الانقباض السريع والبطيء. وتحدد نسبة هذا الخليط وراثياً. وعندما تكون نسبة الألياف البطيئة إلى الألياف السريعة الانقباض مرتفعة جداً يكون الشخص عداءً جيداً في السباقات الطويلة (سباق الضاحية). أما رافعو الأثقال فلديهم نسبة عالية من الألياف السريعة الانقباض. وعادة ما تكون عضلات غالبية الناس بين هاتين الحالتين.

## مختبر تحليل البيانات 4-1

بناءً على بيانات حقيقية

البيانات والملاحظات

تفسير البيانات

نسبة الألياف البطيئة لانقباض	الوقت	العضلة
87	ترفع القدم	الأخضية (الرجل)
67	تنني الساق	ذات الرأسين الفخذية (الرجل)
52	ترفع الذراع	المثانة (الكتف)
35	تحرك الرأس	القضية الترقوية الصدغية (الرقبة)
15	تغلق الحفن	عضلة عجز العين (الوجه)

كيف ترتبط نسبة الألياف البطيئة الانقباض مع عمل العضلة؟ يمكن تحديد نسبة الألياف العضلية البطيئة الانقباض إلى السريعة الانقباض بأخذ قطعة صغيرة من العضلة وصبغها بصبغة تسمى صبغة إنزيم بناء الطاقة (ATPase)، فتصبغ الألياف العضلية السريعة الانقباض ذات المحتوى العالي من ATP باللون البني الداكن.

التفكير الناقد

1. افترض حلل بيانات الجدول، وضع فرضية تفسر لماذا تحتوي عضلة ساق الرجل الأخضية على ألياف بطيئة الانقباض أكثر من عضلة عجز العين.
2. صنف العضلات، معطياً أمثلة على عضلات سريعة الانقباض.

ج ١: يجب أن تحافظ عضلة الساق على الانقباض فترة طويلة؛ كما أن لعضلات محجر العين أليافاً سريعة الانقباض أكثر؛ لأنها ليست عضلات تحمل بل تتطلب حركات سريعة

ج ٢: العضلات السريعة الانقباض ومنها تحرك الرأس، والرقبة؛ والوجه



## التقويم 2-4

### الخلاصة

- هناك ثلاثة أنواع من العضلات.
- تنتظم العضلات الهيكلية في أزواج متضادة، بحيث تعمل عضلة عكس الأخرى.
- تبطن العضلات الملساء العديد من الأعضاء الداخلية.
- توجد العضلات القلبية في القلب فقط.
- تقوم جميع العضلات بعمليات الأيض الهوائية واللاهوائية.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** صمم لوحة تتضمن قائمة بأوجه الشبه والاختلاف بين أنواع العضلات الثلاثة.
2. حدّد أنواع كل من العضلات الإرادية واللاإرادية.
3. فسّر لماذا يحدث التنفس الهوائي قبل تخمر حمض اللاكتيك في معظم العضلات؟
4. قارن بين دور الميتوكوندريا في الليف العضلي السريع الانقباض والليف العضلي البطيء الانقباض.

### التفكير الناقد

5. استنتج نسبة اللحم الداكن (العضلات) إلى اللحم الأبيض في الديك الرومي البري تكون أعلى مقارنة بالديك الرومي الذي يُربى في المزارع. لماذا يساعد ذلك على طيران الديك الرومي البري مسافات أطول من الديك الرومي الداجن؟
6. **الكتابة هي علم الأحياء** اكتب قصة قصيرة تعبر فيها عن سلسلة الأحداث المرتبطة مع انقباض العضلة من أيونا.

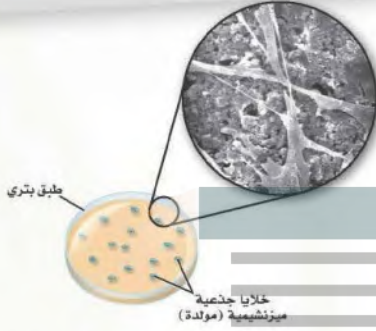
يترك للطالب

ج ١: الهيكلية: إرادية، توجد في جميع أنحاء الجسم وترتبط بالعظام والجلد؛ الملساء: وحيدة النواة لإرادية وتوجد الحدر الداخلية للأعضاء والأوعية الدموية؛

القلبية: وحيدة لإرادية القلب  
ج ٢: الهيكلية: إرادية الملساء والقلبية: لإرادية

- ج ٣: يحدث التنفس الوائي عند توافر كميات كبيرة من الأكسجين، ويحدث تخمر حمض اللاكتيك عندما لا يتوافر الأكسجين كافي حالة التمارين الشاقة
- ج ٤: تحوي الألياف العضلية البطيئة الانقباض الكثير من الميتوكوندريا التي تنتج الكثير من الطاقة في حين تحوي الألياف العضلية السريعة الانقباض القليل من الميتوكوندريا، لذا يجب أن تعتمد على التنفس اللاهوائي
- ج ٥: يكسب بروتين الميوجلوبين العضلات لوناً غامقاً ويخزن الأكسجين الذي يستعمل الأنشطة التي تحتاج كالطيران لمسافات طويلة

## تنمية العظام في المختبر: نموذج أطباق بتري



بعد ثمانية أسابيع أنتجت الخلايا الجذعية طبقة سميكة من خلايا العظم

ولأن للعظم وللأنسجة الأخرى تنوءات يبلغ قطرها 100 nm فإن علماء الهندسة الطبية يحاولون قياس خلايا العظم التي ترتبط أفضل ما يمكن مع المعدن الذي له سطح بارز بمقياس نانوميتر مناسب للعظم؛ حيث يساهم هذا الأمر في تطويع الورك الصناعي والركبة والزراعات الأخرى. وتمنع هذه الأجزاء ذات البروز رفض الجسم لها، وتجعله يعمل بفاعلية. وتساعد عملية زراعة خلايا العظم في طبق بتري الباحثين على استخدام التكنولوجيا الدقيقة (تقنية النانو) في تصميم وزراعة قطع تعمر فترة أطول، وتعمل في الجسم على نحو أفضل.

### الكتابة في علم الأحياء

ابحث عن مهن في هندسة الأنسجة أو الهندسة الطبية تتعلق بالموضوعات التي نوقشت سابقاً. وصمّم كتيباً لتثقيف أفراد المجتمع حول هذه المهن والتخصصات، على أن يتضمن أحدث ما توصل إليه العلم من إنجازات في هذا المجال، وطريقة البحث العلمي والخلفية العلمية الضرورية، وضمّمه كذلك بعض الصور والرسوم التوضيحية.

### كيف تتم زراعة الأنسجة في المختبر؟

هندسة الأنسجة هي عملية إعادة تنمية بعض أنسجة جسم الإنسان بدءاً بالمستوى الخلوي. وتساعد هندسة الأنسجة على نمو الغضاريف والأعصاب، والعظام، والأسنان، ونسيج الشدي والشرابين. ويستخدم العلماء مواد مصنعة ودعامات لتوفر للخلايا بيئة مشابهة للجسم. وهذه الدعامات - عادة - عديدة التبلر، ولها ثقب كالإسفنج تتسع للكثير من الخلايا؛ لتلتصق بها وتنمو. كما تسمح المادة العديدة التبلر بانتشار الغذاء من خلالها. وتحلل هذه المادة فيما بعد، عندما ينمو النسيج بصورة متماسكة، ولا يبقى هناك حاجة إلى هذه الدعامات. ومن المهم تحديد كيف تتواصل الخلايا بعضها مع بعض ومع البيئة من حولها، وكيف تتحرك الخلايا المحيطة بها. وتنتج الخلايا الجذعية الميزنشيمية (mesenchymal) عظاماً وغضروفاً ووتراً وأسناناً ودهناً وجلداً. وتعد هذه الخلايا مسؤولة عن النسيج الضام في نخاع العظم؛ فعندما تموت الخلايا بصورة طبيعية في الجسم تستقبل الخلايا الجذعية من النسيج الميزنشيمي إشارة لكي تتمايز وتتحول إلى النسيج الذي يحتاج إليه الجسم. ويرجو العلماء أن يتمكنوا من استعمال هذه الخلايا في نشاطات هندسة الأنسجة؛ للحصول عليها من نخاع العظم.

**تطور هندسة الأنسجة** على الرغم من أن الجلد كان أول عضو تم تنميته بفعل هندسة الأنسجة، بحيث أصبح متوافراً للإنسان، إلا أن التطور الكبير حدث في مجال تنمية النسيج العظمي؛ إذ يتم وضع سبيكة تقليدية ناعمة الملمس من التيتانيوم في الورك والركبة. ويتفاعل الجسم مع هذه السطوح الملساء ويغطيها بنسيج ليفي يعيق عمل هذه السبائك داخل الجسم.



## كيف يمكنك تعرّف المخلوق الحي من خلال مجموعة مختلفة من العظام؟



**الخلفية النظرية:** لكل مخلوق حي فقاري هيكل عظمي يتميز بخصائص محددة، منها طول العظام وشكلها، وتستخدم هذه الخصائص في تحديد هوية العديد من المخلوقات الحية، ومثال ذلك الديناصورات. سيزودك معلمك بمجموعة من العظام المختلفة لمخلوق ما أو صور لها، والمطلوب فحصها لتعرف المخلوق الحي الذي تعود إليه هذه العظام.

**سؤال:** هل من الممكن أن يدلك تركيب العظام وشكلها على نوع الحيوان؟

7. افتح الإرشادات، وتفحص بياناتك وإجاباتك.

8. نظّف الأدوات، وأعدّها لمكان تخزينها.

### يترك للطالب

### حلل ثم استنتج

### المواد والأدوات

1. حلل البيانات اعتمادًا على ملاحظاتك وقياساتك، حدّد المخلوقات الحية التي جاءت منها هذه العظام.

2. وضح البيانات كيف استعملت المعلومات المتعلقة بالشكل والحجم لتساعدك على تحديد الحيوان الذي تعود إليه هذه العظام؟

3. قوم هل اختلفت استنتاجاتك بعد أن اطلعت على بعض المعلومات؟ وضح الأسباب إذا كانت استنتاجاتك مختلفة.

4. قارن ما أوجه الشبه والاختلاف التي لاحظتها بين العظام أو الصور التي فحصتها وعظام الهيكل العظمي للإنسان؟

5. اربط أي الهياكل العظمية تُشابه في معظم خصائصها الهيكل العظمي للإنسان؟

6. سجّل استنتاجاتك.

- ثلاثة عظام غير معروفة أو صور لها.
- مجموعة إرشادات.
- هياكل عظمية لحيوانات مختلفة أو صورها.
- عدسة يدوية.
- مسطرة مترية.
- خيط.

### احتياطات السلامة

### خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اجمع المواد التي ستستعملها لتفحص الهياكل العظمية، وحدد الأنواع التي ستقيسها.
3. احصل على ثلاث عظام داخل كيس بلاستيكي مغلق أو صور لها، ومجموعة إرشادات من معلمك، ولا تفتحها إلا إذا طلب إليك ذلك.

4. صمّم جدولاً للبيانات لتسجيل قياساتك.

5. افحص العظام، وقارنها بالهياكل أو الصور، وقارن بعضها ببعض.

6. أجر قياساتك، وسجّل بياناتك.

\* انظر مرجعيات الطالب صفحة (254) الهياكل العظمية.

**الملصقات** وجد علماء الأحافير من خلال دراستهم للعظام أن لديهم القدرة على تحديد نوع المخلوق الحي وعمره باستعمال هيكله العظمي. ابحث في خصائص الهياكل العظمية، ثم اعمل ملصقًا يبين ما تعلمته.



**المطويات** ميز. استخدم ما تعلمته لتمييز بين أنواع العضلات الثلاث. فيم تختلف هذه العضلات بعضها عن بعض؟ وفيم تشابه؟ ولماذا؟

التشابه: تتكون العضلة من مجموعة ألياف أو خلايا عضلية متماسكة بعضها مع بعض

الاختلاف: العضلات الملساء: لا يستطيع الإنسان السيطرة عليها؛ فيتحرك الطعام مثلاً في القناة الهضمية بفعل العضلات الملساء التي تبطن المريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة وتبدو العضلات الملساء عند فحصها يا لمجهر غير مخططة مرتبة في حزم ولكل خلية نواة واحدة

العضلات القلبية: توجد هذه العضلات الإرادية في القلب فقط، وتترتب الخلايا العضلية القلبية على هيئة شبكة تسمح للعضلات بالانقباض بفاعلية وانتظام، مما يعطي القلب قوة والعضلات القلبية مخططة ومكونة من حزمة من الخلايا التي يظهر لونها فاتحاً أو داكناً، وبداخلها العديد من النوى، وعادة ما تكون هذه الخلايا وحيدة النواة وبعضها مرتبط مع بعض بوصلات فجوية

العضلات الهيكلية: ترتبط مع العظام والأوتار لتسبب الحركة عندما تنقبض أو تنبسط، وهي إرادية؛ إذ يمكن التحكم فيها عند تحريك العظام، وترتبط الأوتار بين العضلات والعظام، كما تظهر العضلات مخططة تحت المجهر

تختلف الأنواع الثلاثة من العضلات لتقوم كل منها بالوظيفة التي خلقها الله لها وتؤديها على أكمل وجه فتبارك الله أحسن الخالقين

ج١: العظام الكثيفة مضغوطة أكثر من العظام الإسفنجية

ج٢: تربط الأوتار العضلات بالعظام، كما تربط الأربطة العظام بعضها بعض

ج٣: تكون الخلايا العظمية البانية العظام في حين تحطم الخلايا العظمية الهادمة العظام

شكل الآتي لتجيب عن السؤال 6.



١. العظم الإسفنجي، العظم الكثيف.

٢. الأوتار، الأربطة.

٣. الخلايا العظمية البانية، الخلايا العظمية الهادمة.

**تثبيت المفاهيم الرئيسية**

استخدم الشكل أدناه لتجيب عن السؤال 4.



٤. أي مما يأتي يتضمن نوع المفاصل في الصورة أعلاه؟

a. الورك.

b. الفقرات.

c. المرفق.

d. الجمجمة.

٥. أي مما يأتي لا يعد وظيفة للعظم؟

a. إنتاج فيتامين د.

b. الدعم الداخلي.

c. حماية الأعضاء الداخلية.

d. تخزين الكالسيوم.

٦. ما خصائص الجزء المشار إليه بالسهم في الصورة؟

a. لا يحوي خلايا حية.

b. يحوي نخاعاً عظميةً.

c. يعد النوع الوحيد من النسيج العظمي في العظام الطويلة.

d. يتكون من أنظمة وحدات العظم المتداخلة.

٧. أي المصطلحات الآتية غير متطابقة؟

a. الجمجمة - الدرزات.

b. الرسغ - المفصل الممداري.

c. الكتف - المفصل الكروي.

d. الركبة - المفصل الرزي.

٨. ماذا تُسمى الخلايا التي تتخلص من الأنسجة العظمية الهرمة؟

a. العظمية البانية.

b. العظمية.

c. العظمية الهادمة.

d. العظمية الإنزيمية المحللة.

٩. أي مما يأتي لا يعد جزءاً من الهيكل المحوري؟

a. الجمجمة.

b. الأضلاع.

c. عظم الورك.

d. العمود الفقري.

## 4-2

### مراجعة المصطلحات

اختر المصطلح الذي لا ينتمي إلى كل مجموعة من الآتي، وفسر ذلك:

16. أكتين، ميلانين، ميوسين.

17. عضلات قلبية، عضلات ملساء، عضلات سريعة الانقباض.

18. قطعة عضلية، ليف عضلي، ميوجلوبين.

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

19. ما الذي يحتاج إلى ATP؟

a. انقباض العضلات.

b. انبساط العضلات.

c. انقباض العضلات وانبساطها.

d. لا انقباض العضلات ولا انبساطها.

استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 20.



(C)

(B)

(A)

20. أي الأشكال تصنف على أنها خلية عضلية إرادية؟

B .b

A .a

C, B, A .d

C .c

ج ١١: ستقلل قوة الهيكل العظمي، وعليه

فستقلل من حماية الأعضاء الداخلية

ج ١٢: لن يكون هناك مكان لإنتاج المزيد من

خلايا الدم

ج ١٣: تكوّن الخلايا العظمية البانية العظام؛

ولذا ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم، أما

الخلية العظمية الهادمة فتحطم العظام

وترفع مستوى الكالسيوم في الدم

1 .a

2 .b

3 .c

4 .d

### أسئلة بنائية

11. إجابة مفتوحة. صف المضاعفات الناتجة إذا كانت

جميع عظام الإنسان من النوع الإسفنجي، ولا يوجد لديه عظام كثيفة.

12. إجابة مفتوحة. صف المضاعفات الناتجة لو كانت

جميع عظام الإنسان عظامًا كثيفة ولا يوجد فيه عظام إسفنجية.

13. إجابة قصيرة. قارن بين وظيفة كل من الخلية العظمية

البانية والخلية العظمية الهادمة؟

### التفكير الناقد

14. حلل الموقف الآتي: دخل شخص يعاني من كسر

في الكاحل إلى غرفة الطوارئ. أي التراكيب يجب

فحصها في كاحل المريض لتحديد العلاج اللازم؟

15. كوّن فرضية. ماذا يمكن أن يحدث لعظام امرأة إذا لم

تتناول المزيد من الكالسيوم في أثناء فترة الحمل؟

ج ١٤: يجب فحص الكاحل لمعرفة هل حدث ضرر للعظام والعضلات والأوتار والأربطة

ج ١٥: ستحرم الأم نفسها وجنينها من الكالسيوم الذي يحتاجان إليه، وربما ينتج عن ذلك

هشاشة العظام



16. أكتين، ميلانين، ميوسين.

17. عضلات قلبية، عضلات ملساء، عضلات سريعة الانقباض.

18. قطعة عضلية، ليف عضلي، ميوجلوين.

ج١٦: لا ينتمي الميلانين إلى سائر الكلمات، فهو صبغة، أما الأكتين والميوسين

فهما من البروتينات التي ها دور في انقباض العضلات

ج١٧: لا تنتمي العضلة السريعة الانقباض إلى المجموعة؛ فالعضلات القلبية والملساء نوعان من أنواع العضلات الثلاثة الرئيسة، كما أن العضلات السريعة

الانقباض نوع من الألياف العضلية الهيكلية

ج١٨: لا ينتمي الميوجلوين أيضاً؛ فهو جزء مقترن بتخزين الأكسجين، القطع العضلية (ساركومير) واللييفات العضلية أجزاء من العضلات

24. توقع. ما المضاعفات المحتملة إذا كان للعضلات  
الملساء والقلبية تركيب العضلات الهيكلية؟

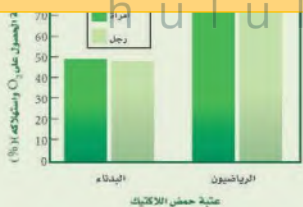
تعتمد وظائف الأعضاء على تركيبها، فوجود العضلات الهيكلية في القلب والأحشاء الداخلية، يؤدي إلى فقدانها لوظائفها، وبالتالي لا تزود الجسم بما يحتاجه من عمليات حيوية، العضلات القلبية غشائية كالشبكة كما تعمل الألياف عمل مدمج خلوي متعددة النوى لتؤدي حركة منسقة ضرورية لعضلات القلب، توجد العضلات الملساء على شكل صفائح أو طبقات (مهمة للأعضاء التي تتطلب تمدداً) كما أن العضلات الهيكلية مصممة للاستجابات الإرادية مثل رفع الأثقال ودعم الهيكل وبالتالي سيؤدي ذلك إلى موت الإنسان ف سبحانه الله

ج٢٢: ألياف العضلات الهيكلية مخططة؛ تحوي الخلايا العضلية الملساء نواة واحدة فقط  
ليست مخططة، أما خلايا العضلات القلبية فهي مخططة ولها نواة واحدة  
ج٢٣: رؤوس خيوط الميوسين تعمل على سحب خيوط الأكتين فقط بعضها نحو بعض

### تقويم إضافي

26. **الكتابة في علم الأحياء** تخيل أنك مراسل لمجلة صحية، اكتب مقالة قصيرة حول حاجة الجهازين العضلي والهيكل إلى الكالسيوم.

تتضمن النقاط الرئيسة أن الكالسيوم  
مكوّن تركيبي مهم في العظام وضروري  
لانقباض العضلات، وأن العظام تعمل  
عمل المخزن لتجميع الكالسيوم، فإذا  
انخفض مستوى الكالسيوم في الدم  
ينطلق الكالسيوم من العظام، ونقص  
الكالسيوم يسبب هشاشة العظام وعدم  
عمل العضلات بفاعلية



27. ما نسبة الحصول على قيمة  $VO_2$  واستهلاكه التي حدثت عندها تم تحييد اللاكتيك في الأشخاص البُدناء؟ ٥٠%

28. كيف يمكن لشخص بدين لا يمارس الرياضة أن يزيد من الحصول على قيمة  $VO_2$  واستهلاكه وعتبة حمض اللاكتيك أيضًا؟

بإدخال الأكسجين

21. من خصائص الألياف العضلية السريعة الانقباض أنها:
- تحوي ميوجلوبين أكثر من الألياف البطيئة الانقباض.
  - مقاومة للإعياء.
  - تحوي ميتوكوندريا أقل من الألياف البطيئة الانقباض.
  - تحتاج إلى كميات كبيرة من الأكسجين لتقوم بوظيفتها.

### أسئلة بنائية

22. إجابة قصيرة. قارن بين تركيب كل من العضلات الهيكلية والملساء والقلبية.
23. إجابة قصيرة. فسّر بناءً على تركيب الألياف العضلية، لماذا تستطيع العضلات الانقباض، لكنها لا تستطيع زيادة طولها؟

### التفكير الناقد

24. توقع. ما المضاعفات المحتملة إذا كان للعضلات الملساء والقلبية تركيب العضلات الهيكلية؟
25. استنتج. ما أهمية ألا تحوي العضلة أليافاً سريعة الانقباض أو بطيئة الانقباض فقط؟

العضلات التي تحوي نوعاً واحداً من الألياف تنقصها القدرة على إتمام الوظائف الضرورية والمتنوعة للجسم

أسئلة الاختيار من متعدد

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 4.



4. أين يوجد هذا النوع من المفصل في جسم الإنسان؟

- a. المرفق والركبة.
- b. أصابع اليدين والقدمين.
- c. الأكتاف والأرداف.
- d. الرسغ والكاحل.

5. يوصف دماغ الطيور بأنه:

- a. نخاع مستطيل كبير للرؤية.
- b. مخ كبير لضبط عمليات التنفس والهضم.
- c. مخيخ كبير لتنسيق الحركة وحفظ والتوازن.
- d. قشرة دماغ كبيرة للتحكم في الطيران.

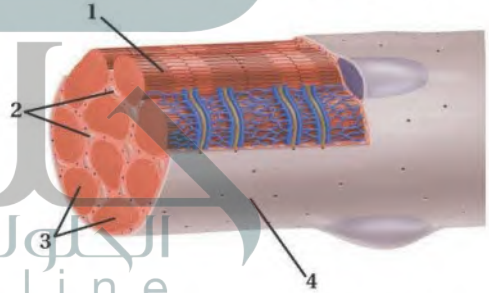
6. ما نوع العظام التي تُصنّف على أنها عظام غير منتظمة؟

- a. الساق.
- b. الجمجمة.
- c. الفقرات.
- d. الرسغ.

1. أيّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بجهاز الدوران في السلاحف؟

- a. دورتان دمويتان مغلفتان، وقلب مكون من أربع حجرات.
- b. دورتان دمويتان مغلفتان، وقلب مكون من ثلاث حجرات.
- c. دورة دموية واحدة مغلقة، وقلب مكون من ثلاث حجرات.
- d. دورة دموية واحدة مغلقة، وقلب مكون من حجرتين.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 2.



2. ما الجزء العضلي المستخدم في التنفس الخلوي؟

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

3. ما الخاصية التي تميز الخفاش من غيره من الثدييات؟

- a. حدة النظر.
- b. الريش.
- c. الطيران.
- d. الأسنان.



ج ٨: تكون بعض خلايا الغضروف في الحنين خلايا تسمى مولد العظام كما تتكون العظام من خلال عملية تسمى التعظم التي تترسب فيها أملاح الكالسيوم حول ألياف بروتين الكولاجين

10. قوّم ما الوظيفة التي يؤديها موقع العيون في هذين الطائرين؟

11. فسّر كيف يعطي المنقار في هذين الطائرين دليلاً على طبيعة غذاءيهما؟

ج ١٠: للنسر عيون في مقدمة الرأس تمكّنه من الرؤية الأمامية الحادة لفريسته من مسافات بعيدة، أما الحمامة فتقع عيناها على جانبي الرأس، لذا فهي تستطيع رؤية ما حولها ومشاهدة المفترس المحتمل  
ج ١١: للنسر منقار قوي حاد لتمزيق لحم فريسته، أما الحمامة فمنقارها نحيف وصغير لالتقاط الأجزاء الصغيرة من الغذاء

7. 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.

#### أسئلة الإجابات القصيرة

8. صِفْ كيف يتحول الغضروف في الجنين إلى عظم لاحقاً.

9. صِفْ نوعين من المفاصل.

#### يترك للطالب

#### أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤالين 10 و 11.



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

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

**الفكرة العامة** الجهاز العصبي ضروري لاتصال الخلايا والأنسجة والأعضاء بعضها ببعض.

### 1- 5 تركيب الجهاز العصبي

**الفكرة الرئيسة** توصل الخلايا العصبية السبيلات العصبية التي تمكن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه والاستجابة له.

### 2- 5 تنظيم الجهاز العصبي

**الفكرة الرئيسة** الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي هما الجزءان الرئيسان للجهاز العصبي.

### 3- 5 تأثير العقاقير

**الفكرة الرئيسة** تغير بعض العقاقير وظيفة الجهاز العصبي.

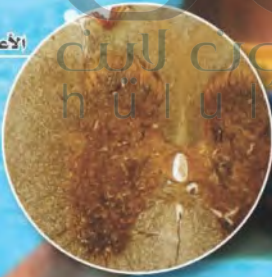
### حقائق في علم الأحياء

- يستطيع السائل العصبي الانتقال بسرعة قد تصل إلى 402 km/h.
- يوجد أكثر من 100 بليون خلية عصبية في الدماغ فقط.
- تستطيع خلية عصبية واحدة أن ترتبط بـ 1000 خلية عصبية أخرى.

التحريك الإنشعاري والأعصاب

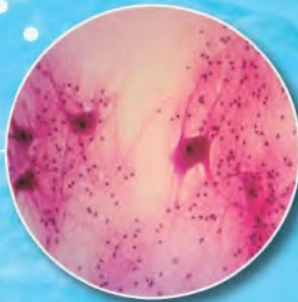


الأعصاب المارة بالفتحات  
صورة بالمجهر المركب  
تكبير 3X



خلايا عصبية

صورة بالمجهر المركب  
تكبير 40X



## تجربة استهلاكية

### كيف تنتقل المعلومات في الجهاز العصبي؟

يتعرض الجسم للأصوات، والروائح، والمناظر، والمذاقات، والتواصل الجسمي باستمرار، ويحس الجهاز العصبي بهذه المنبهات، ويفسرها، ويستجيب لها، ويتفاعل معها بطرائق تمكن الإنسان من البقاء على قيد الحياة. وستقوم في هذه التجربة بعمل نموذج لعمليات التواصل.

### خطوات العمل

1. حدد لكل طالب في المجموعة المكونة من أربعة طلاب واحداً من الأدوار الآتية: المستكشف، الناقل، المفسر، المنفذ.
2. نفذ جلسة عصف ذهني لحالات لمس جسم ساخن، حيث تستقبل الحواس المعلومات، ثم تستجيب لها.
3. اعمل نموذجاً لحالة واحدة، على أن يصف المستكشف ما يحس به للناقل، الذي يمرر المعلومات إلى المفسر، الذي يقرر بدوره استجابة الجسم. ثم يمرر الناقل بعدئذ الاستجابة إلى المنفذ ليقوم بها.
4. كرر الخطوة 3 مع ثلاث حالات أخرى مختلفة.

### التحليل

فسّر ما العوامل التي تجعل الحالات التي قمت بعمل نماذج لها تختلف في سرعة الاستجابة؟

إن الوضع الذي نستشعره وندرك خطورته أو الذي يسبب ألماً ينتج عنه استجابة أسرع للجهاز العصبي

تأثير العقاقير اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على فهم الآثار الإيجابية والسلبية للعقاقير.

### المطويات منظمات الأفكار

الخطوة 1، اطو ورقة أفقياً لتكون ثلاثة أجزاء طولية كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2، افصح الورقة المطوية أفقياً، واطوها من الطرف العلوي بمقدار 5 cm.



الخطوة 3، ارسم خطاً ليكون ثلاثة أعمدة، وعنونها كما في الشكل الآتي:



المطويات استخدم هذه المطوية في القسم 3-5. في أثناء دراستك لهذا القسم سجل في العمود المناسب ما تتعلمه عن كيفية إحداث العقاقير تغييرات في الجهاز العصبي.

العمود أ: يزيد سرعة تكوين النواقل العصبية (المواد العصبية الناقلة).

العمود ب: يمنع الناقل العصبي من مغادرة التشابك العصبي.

العمود ج: يمنع النشاط الطبيعي لمحاكاة تركيبها مع المواد الكيميائية الأخرى.



## الأهداف

تحدد الأجزاء الرئيسة للخلية العصبية، وتصف وظيفة كل منها.

تقصر كيف يشبه السيل العصبي الإشارة الكهربائية، وكيف ينتقل على طول الخلية العصبية.

## مراجعة المفردات

الانتشار Diffusion: حركة عشوائية للجسيمات تنتقل خلالها من الوسط الأكثر تركيزاً إلى الأقل تركيزاً ليصبح التوزيع متساوياً.

## المفردات الجديدة

الخلية العصبية  
الزوائد الشجرية  
جسم الخلية  
محور الخلية العصبية  
رد الفعل المنعكس  
جهد الفعل  
عتبة التنبيه  
العقدة  
التشابك العصبي  
النواقل العصبية

# تركيب الجهاز العصبي Structure of the Nervous System

**الفكرة الرئيسية** توصل الخلايا العصبية السيات العصبية التي تمكّن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه، والاستجابة له.

**الرّبط مع الحياة** لعلك استيقظت يومًا لصلاة الفجر، وفي طريقك إلى الوضوء اصطدمت إصبع قدمك بزاوية السرير، وقد عرفت مباشرة ما حدث. فهل أحسست بالألم خلال ثانية، أم أقل من ذلك؟ كيف وصلت هذه الرسالة إلى دماغك بسرعة كبيرة؟

## الخلايا العصبية Neurons

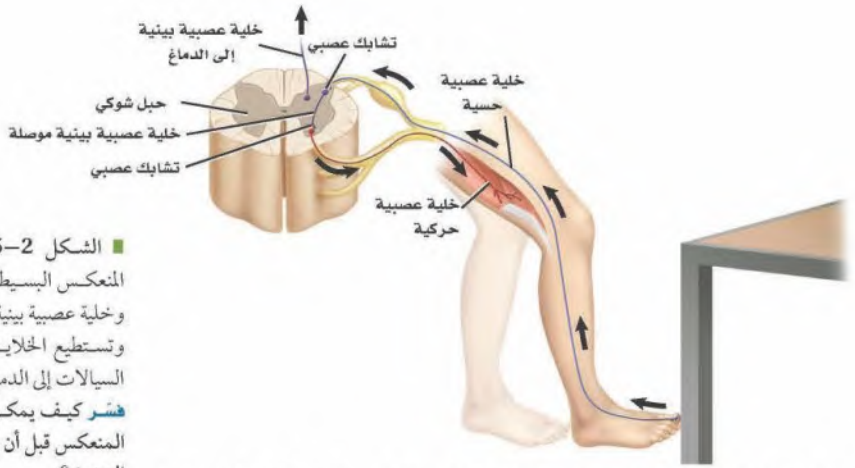
للكهرباء والكيمياء دور في إيصال الرسالة المتعلقة بارتطام إصبع القدم بالسرير إلى الدماغ. **والخلايا العصبية neurons** خلايا متخصصة أبدعها الخالق جل وعلا لكي تساعد على جمع المعلومات عن البيئة من حولنا، وتفسيرها، والاستجابة لها. وتكوّن الخلايا العصبية شبكة اتصالات في الجسم، تسمى الجهاز العصبي. وسوف تتعلم المزيد عن كيفية عمل شبكة الاتصالات هذه كهربائياً وكيميائياً لاحقاً في هذا الفصل.

يبين الشكل 5-1 أن الخلية العصبية تتكوّن من ثلاثة أجزاء رئيسة، هي: **الزوائد الشجرية dendrites**، **وجسم الخلية cell body**، و**المحور axon**. وتستقبل الزوائد الشجرية إشارات تُسمى السيات من الخلايا العصبية. وتحوي الخلية العصبية أكثر من مجموعة من الزوائد الشجرية، ويحوي جسم الخلية العصبية النواة والكثير من العضيات. أما المحور فينقل السيات العصبية من جسم الخلية إلى خلايا عصبية أخرى وإلى العضلات والغدد.

✓ **ماذا قرأت؟** اربط بين الشجيرات العصبية والمحاور وأجسام الخلايا العصبية.

تتكوّن الخلايا العصبية من الزوائد الشجرية والمحور الأسطواني، وأجسام الخلايا؛ فستقبل الزوائد الشجرية السيات العصبية من الخلايا العصبية الأخرى وتنقلها إلى جسم الخلية؛ بينما يجمل المحور الأسطواني السيات العصبية من جسم الخلية إلى جسم خلية عصبية أخرى

■ الشكل 5-1 هناك ثلاثة للخلية العصبية، هي: الزوائد وجسم الخلية، والمحور. والمنظمة وبالغة التخصص وتكملة.



■ الشكل 2-5 يتضمن رد الفعل المنعكس البسيط خلية عصبية حسية، و خلية عصبية بيتية، و خلية عصبية حركية. وتستطيع الخلايا العصبية البيتية نقل السيالات إلى الدماغ.

■ **فسر** كيف يمكن أن يكتمل رد الفعل المنعكس قبل أن يتمكن الدماغ من تفسير الحدث؟

يصل السيل العصبي إلى الحبل العصبي، الذي يرسل بدوره سيالاً عصبياً للخلايا العصبية الحركية لتحدث الاستجابة

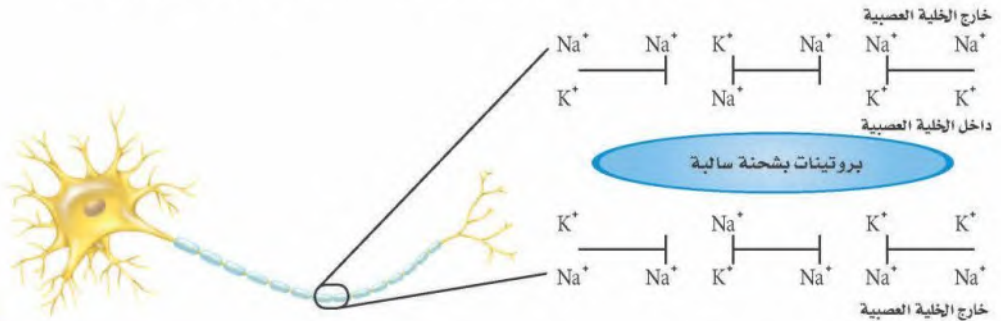
هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية: الخلية العصبية البيتية (الموصلة)، والخلية العصبية الحركية. ترسل الخلية البيتية إشارات من المستقبلات الموجودة في الجلد وأعضاء الحبل الشوكي. وترسل الخلية العصبية الحسية إشارة إلى الخلية العصبية الموجودة في الدماغ والحبل الشوكي. كما تنقل الخلايا البيتية إشارات بين الخلايا العصبية الحركية، ثم إلى الغدد والعضلات، بعيداً عن الحبل الشوكي؛ لتتم الاستجابة لها. ارجع إلى الشكل 2-5 لتتبع مسار السيل العصبي لرد فعل منعكس لإرادي بسيط. وتكمل هذه السيالات العصبية ما يسمى **رد الفعل المنعكس** reflex arc؛ وهو مسار عصبي يتكون من خلايا عصبية حسية، وأخرى بيتية، وثالثة حركية. لاحظ عدم اشتراك الدماغ في رد الفعل المنعكس هذا. ويعد رد الفعل المنعكس توكيلاً رئيساً في الجهاز العصبي.

## السيال العصبي Nerve impulse

■ الشكل 3-5 توزيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم، ووجود جزيئات بروتين سالبة الشحنة في السيترولازم - يبقى داخل الخلية مشحوناً بشحنة سالبة أكثر من خارجها عندما تكون الخلية في وقت الراحة.

الربط الفيزياء السيل العصبي شحنة كهربائية تنتقل على طول الخلية العصبية. وينتج السيل عن مثير كاللمس، أو عن صوت كصوت المؤذن للصلاة.

**خلية عصبية وقت الراحة Neuron at rest** يبين الشكل 3-5 خلية عصبية وقت الراحة - لا توصل السيل العصبي. لاحظ وجود أيونات صوديوم ( $Na^+$ )



الاستعمال الطبي: يدرس تدفق من خلالها  
الطوائف على شكل أيونات وجزيئات.  
يدرس السبيل العصبي عبر الخلية العصبية  
عندما تفتح القنوات في الغشاء البلازمي  
الاستعمال الصيدلاني: الجزء العميق من النظر  
أو البناء.

تدر السطح الكبيرة عبر قناة السويس .....

مخارج الخلية أكثر مما في داخلها. والعكس صحيح لأيونات البوتاسيوم ( $K^+$ )  
حيث توجد أيونات البوتاسيوم داخل الخلية أكثر مما في خارجها.  
وتعتبر الأيونات عبر الغشاء البلازمي من الوسيط الأكثر تركيزاً إلى الوسيط  
الأقل تركيزاً. وتغلق البروتينات في الغشاء البلازمي انتشار أيونات الصوديوم  
والبوتاسيوم. وتسمى هذه البروتينات مضخة الصوديوم والبوتاسيوم. إذ تنقل  
أيونات الصوديوم خارج الخلية وأيونات البوتاسيوم داخلها بالنقل النشط.

ويقال كل أيون من البوتاسيوم يمكنه أن يدخل الخلية العصبية فيخ ثلاث  
أيونات صوديوم إلى خارجها. مما يؤدي إلى عدم التوازن في توزيع أيونات  
البوتاسيوم الموجبة فيخ عند شعنة موجبة خارج الخلية العصبية، وشحنة سالبة  
للبوتاسيوم داخل الخلية العصبية.

**جهد الفعل Action potential** جهد الفعل: اسم آخر للتيار العصبي. وتسمى  
أقل شدة للجهد لتسبب إقناع جهد الفعل عتبة العتبة threshold، ولا يؤكّد الجهد  
الأقوى بالضرورة جهد فعل أقوى. ويوصف عمل جهد الفعل بقانون "الكل  
أو العدم" ويعني ذلك أن يكون التيار العصبي قوياً لدرجة تكفي لينقل عبر  
البوصلة أو لا يكون كذلك.

وعندما يصل الجهد إلى عتبة العتبة تفتح قنوات في الغشاء البلازمي، فتدخل  
أيونات الصوديوم سريعاً داخل الخلية العصبية عبر هذه القنوات، مسببة انعكاساً  
موقئاً للشحنات الكهربائية. ويصبح داخل الخلية مشحوناً بشحنة موجبة، مما  
يسبب بفتح القنوات أخرى لنقل أيونات البوتاسيوم عبر هذه القنوات، فيصبح  
خارج الخلية ذا شحنة كهربائية سالبة. وبين الشكل 4-5 أن هذا التغير في  
الشحنات ينتقل على شكل موجات على طول محور محور الخلية العصبية.

الجلول  
hü l u l . o n l i n e

محور الخلية العصبية

جهد الفعل

الخارج  
الداخل  
الخلية  
الخلية

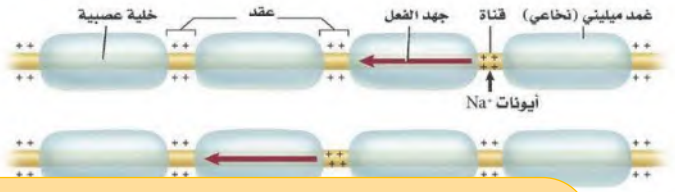
جهد الفعل  
الخارج  
الداخل  
الخلية  
الخلية

الخارج  
الداخل  
الخلية  
الخلية

الشكل 4-5: تفتح جهد الفعل عندما  
يسر على طول المحور من اليسار إلى اليمين.  
ولا يخلط ما يحدث لأيونات الصوديوم  
والبوتاسيوم. تركيزه يظهر هذا الشحنات  
الكهربائية داخل الخلية العصبية  
وخارجها.



**فهرس** ماذا يحدث عند العقدة عندما ينتقل سيال عصبي عبر محور ميليني؟



سرعة ج  
فالعديد من  
وهي تشك  
العديد من  
لا تستطيع  
تستطيع أن



شدة المنبه إلى عتبة التنبيه يبدأ جهد الفعل

تجربة استهلاكية

مراجعة: بناءً على ما قرأته عن السيل العصبي، وفي ضوء ما قرأته عن جهد الفعل، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

## استقص رد الفعل المنعكس لرمش العين

3. يقف الشخص الثالث على بعد 1m من حاجز، ويقذف كرة التنس بلطف لترطم بالحاجز.
4. كرر الخطوة 3، وسجل استجابة الشخص بعد كل محاولة.
5. قم ببعض ذهني للمتغيرات التي تؤثر في استجابة الشخص. وتوقع تأثير كل رد فعل منعكس لرؤس العين.

## التحليل

فَسِّرِ البيانات هل أدرك الطالب الأول (المتطوع) المنبهات في كل محاولة بالطريقة نفسها؟ فسِّر إجابتك.

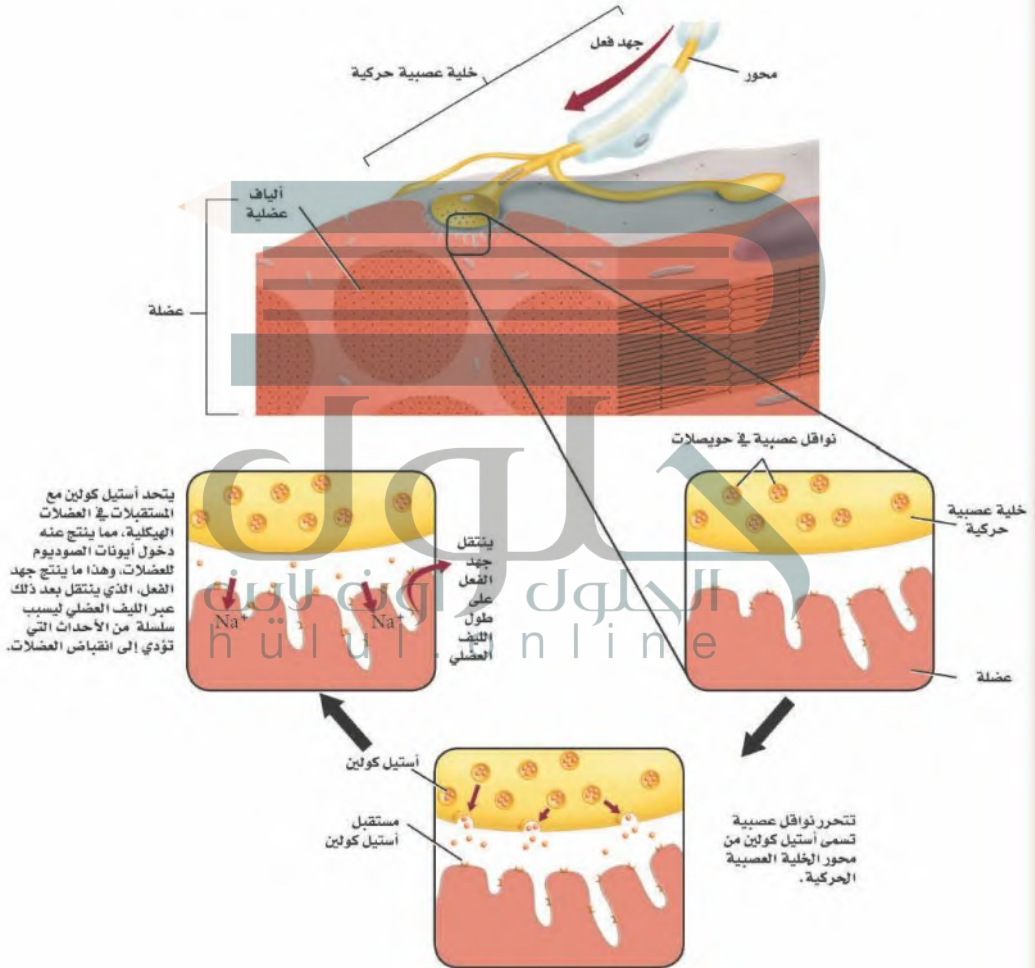
ما العوامل التي تؤثر في رد الفعل المنعكس لرُمش العين؟ هل ركبتي السيارة يوماً، ثم اصطدم شيء بالزجاج أمامك؟ لقد رُمشت عينك. يحدث رد الفعل المنعكس لرُمش العين عندما تغلق جفون العين ثم تفتح مرة أخرى بسرعة، وهذا الفعل استجابة لاإرادية للمنبهات يفسرها الدماغ على أنها ضارة ومؤذية. وتنتقل السيالات العصبية المتعلقة برد الفعل المنعكس لرُمش العين مسافات قصيرة تستغرق ملي ثانية، لتسمح برد فعل منعكس سريع لمنع إلحاق ضرر بالعين.

**خطوات العمل**   

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. شكّل مجموعة مكونة من ثلاثة طلاب. الأول يتطوع ويجلس خلف حاجز من قطعة الأكرليك مساحتها  $1\text{m}^2$ ، والثاني يراقب استجابات الأول ويسجلها.

## يترك للطالب

■ الشكل 6-5 يحدث انقباض العضلات الإرادي عندما تحفز إشارة من الدماغ تكوين جهد فعل في خلية عصبية حركية، فينتقل جهد الفعل هذا على طول الخلية العصبية الحركية، مما يؤدي إلى تحرير مواد النواقل العصبية لتعطي إشارة للألياف العضلية لتتقبض.



ج ١: يُعد كل من الإنترنت والجهاز العصبي شبكة ضخمة تستعمل المعلومات واستقائها ويستعمل الإنترنت الحاسوب وخطوط البيانات للتواصل. أما الجهاز العصبي فيستعمل الخلايا العصبية والنواقل العصبية للتواصل

ج ٢: تنتقل الأيونات بشكل طبيعي من المناطق الأكثر تركيزاً إلى المناطق الأقل تركيزاً، وما يحدث عبر غشاء الخلية العصبية هو عكس ذلك، إذ تحتاج الأيونات إلى العلاقة حتى تتجمع في جانب واحد من الغشاء الخلوي

ج ٣: لا، إذا لم ترسل الخلية العصبية الحسية السعال العصبي إلى الدماغ فلن

يشعر الشخص بالألم أو الحرق

$$\text{ج ٤: } ٠,٩١٤ \text{ متر} \div ١٠٧ \text{ متر} = ٠,٠٨٥ \text{ ثا}$$

العصبي لا تبقى هناك طويلاً؛ إذ يعتمد ذلك على نوع المادة العصبية النافله؛ فبعضها قد ينتشر سريعاً بعيداً عن التشابك، أو يحلّ لها إنزيم. ومن الجدير بالذكر أن بعض النواقل العصبية المتحللة يُعاد تدويرها وتستخدم ثانية. وبين الشكل 7-5 أن خلية عصبية واحدة يمكن أن تشابك مع خلايا عصبية عديدة أخرى.

## التقويم 1-5

### الخلاصة

- هناك ثلاثة أجزاء رئيسية للخلية العصبية.
- هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية.
- السعال العصبي شحنة كهربائية تُسمى جهد الفعل.
- تستخدم الخلايا العصبية مواد كيميائية وشحنات كهربائية لنقل السعال العصبي.

### فهم الأفكار الرئيسية

### التفكير الناقد

1. الفكرة الرئيسية: قارن كيف يشبه الجهاز العصبي الإنترنت من حيث كونه شبكة اتصالات؟
2. استنتج لماذا تعدّ الطاقة ضرورية لعكس اتجاه انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر الغشاء البلازمي للخلية العصبية؟
3. وضع إذا كانت الأعصاب الحسية في القدم اليمنى لشخص لا تعمل قط، فهل يشعر بالألم إذا تعرضت قدمه لحروق شديدة؟
4. الرياضيات في علم الأحياء: يمتد العصب الوركي من أسفل الجبل الشوكي إلى القدم. إذا كان طول هذا العصب عند شخص 0.914 m، وسرعة جهد الفعل 107 m/s، فما المدة الزمنية التي يستغرقها السعال العصبي لينتقل على طول هذا العصب كاملاً؟
5. خطط لتجربة يمكن أن يجريها مختص في علم الأعصاب ليشب أن جهد الفعل ينتقل عبر محور ميليني لخلية عصبية أسرع منه ع

يتترك للطالب





www.icn.edu.sa

## 5-2

### الأهداف

## تنظيم الجهاز العصبي Organization of Nervous System

**المفكرة** **الرسالة** الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي هما الجزءان الرئيسان للجهاز العصبي.

**الربط مع الحياة** افترض أنك تؤدي اختباراً، وعندما حاولت الإجابة عن السؤال الأول كنت غير متأكد من كيفية الإجابة عنه، ولكن عندما ركزت وتحيلت صفحة الكتاب عادت إليك ذاكرتك، وأجبت عنه. ثرى، كيف يحدث ذلك؟

### الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System

يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين هما:

**الجهاز العصبي المركزي (CNS)** Central Nervous System، **والجهاز العصبي الطرفي (PNS)** Peripheral Nervous System. ويتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي. أما الجهاز العصبي الطرفي فيتكون من الخلايا العصبية الحسية، والخلايا العصبية الحركية التي تنقل المعلومات من الجهاز العصبي المركزي وإليه.

ويتكون الجهاز العصبي المركزي غالباً من خلايا عصبية موصلة، وظيفتها تنسيق جميع نشاطات الجسم. ويوصل الجهاز العصبي المركزي الرسائل، ويعالج المعلومات، ثم يحلل الاستجابات. فعندما تحمل الخلايا العصبية الحسية المعلومات المتعلقة بالبيئة إلى الحبل الشوكي يمكن أن تستجيب الخلايا العصبية البينية (الموصلة) عن طريق رد الفعل المتعكس، أو توصل المعلومات إلى الدماغ، حيث يتم معالجتها.

• تبتكر مخططاً يوضح الأقسام الرئيسية للجهاز العصبي.

• تقارن بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.

### مراجعة المفردات

**الإحساس Sensory**: نقل النبضات العصبية من أعضاء الحس إلى المراكز العصبية.

### المفردات الجديدة

الجهاز العصبي المركزي

الجهاز العصبي الطرفي

المخ

النخاع المستطيل

القنطرة

تحت المهادر

الجهاز العصبي الجسمي

الجهاز العصبي الذاتي

الجهاز العصبي السيتاوي

الجهاز العصبي جار السيتاوي

### الشكل 5-8 عصف ذهني

درس العلماء الدماغ لآلاف السنين، واستقصوا طرائق لمعالجة الأمراض العصبية.

300 ق.م معرفة أول تشريح للإنسان.

1681م استخدم الطبيب الإنجليزي توماس ويليس مصطلح علم الأعصاب لأول مرة في وصف تشريح الأعصاب.

1850

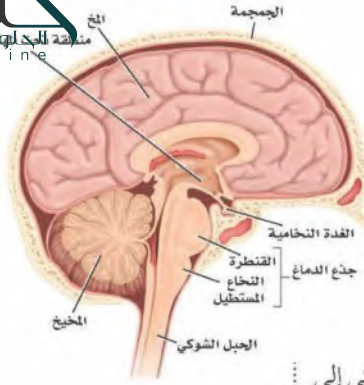
1800

750 B.C.

1848م اخترق سيخ من الحديد، مقدمة رأس عامل سكة حديد، فتغيرت شخصيته من هادئ ونشيط إلى عدواني ومضطرب.

2000 ق.م استخدم الجراحون القدماء أدوات برونزية لفتح ثقب في الجمجمة.





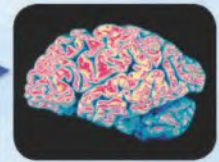
وبعض الخلايا العصبية في الدماغ ترسل رسائل عن طريق الحبل الشوكي إلى الخلايا العصبية الحركية، فيستجيب لها الجسم بصورة ملائمة. كما تستطيع خلايا عصبية أخرى في الدماغ تخزين المعلومات لتستدعيها لاحقاً.

#### الشكل 5-9

يمين: صورة دماغ إنسان تبين مقاطع واضحة محددة.  
يسار: الأجزاء الرئيسة في الدماغ هي المخ، والمخيخ، وجذع الدماغ.

**الدماغ The brain** يوجد في الدماغ أكثر من 100 بليون خلية عصبية. ولأن الدماغ يحافظ على الاتزان الداخلي ويؤدي دوراً في جميع نشاطات الجسم، لذا يطلق عليه أحياناً المركز المسيطر على جسم الإنسان. تفحص الشكل 5-8 لمعرفة الأحداث المهمة التي أدت إلى فهم وظائف الدماغ. ويُعد المخ cerebrum أكبر جزء في الدماغ ويُقسم إلى جزأين، يُسمّى كل منهما نصف كرة المخ. ولا يعمل نصفاً كرة المخ منفصلين أحدهما عن الآخر، بل يرتبطان معاً بحزمة من الأعصاب. والمخ مسؤول عن عمليات التفكير، والتعلم، والكلام، واللغة، وحركات الجسم الإرادية، والذاكرة، والإدراك الحسي. وتحدث معظم عمليات التفكير المعقدة قريباً من سطح الدماغ. وتزيد التلافيف والانشعاقات المخية على سطح المخ - كما في الشكل 5-9 - من مساحة سطح الدماغ لتسمح بعمليات تفكير أكثر تعقيداً.

hü l u l . o n l i n e



1981م تم استعمال الفلوكسيتين بوصفه أول علاج لمرض الاكتئاب.

1901م تم تشخيص أول حالة عُرفت بمرض الزهايمر (الخرف) لرجل يدعى أوغستي يبلغ من العمر 51 عاماً.

2000

1950

1900

2005م استطاع الباحثون الحصول على خلايا دماغ فعالة من زراعة خلايا جذعية لدماغ في الفئران.

1963م تم وصف نظرية جهد الفعل التي تفسر العمليات الكيميائية في إرسال الرسائل في الجسم لأول مرة.

1885م أصبحت استجابة رد الفعل المنعكس للركبة أحد العناصر الرئيسة في الفحص العصبي، بعد أن وجد أن مرضى الزهري يفقدون هذه الاستجابة.

### فني تخطيط الدماغ EEG

يُشغل فنيو تخطيط الدماغ آلات تخطيط الدماغ التي تسجل نشاطات الدماغ (الموجات الدماغية).

وتقدم المستشفيات وبعض الجامعات والمعاهد التدريب لمن يرغب منهم في العمل في المستشفيات والعيادات.

يقع المخيخ cerebellum في الجهة الخلفية أسفل المخ، ويسيطر على اتزان الجسم ويحافظ على وضعه وتنسيق حركاته. كما ينظم المخيخ المهارات الحركية الدقيقة التلقائية، ومنها النقر على لوحة مفاتيح الحاسوب، أو ركوب الدراجة.

أما جذع الدماغ brain stem فيربط الدماغ بالجبل الشوكي. ويتكون من جزأين، هما: النخاع المستطيل، والقنطرة. ويوصل النخاع المستطيل medulla oblongata الإشارات بين الدماغ والجبل الشوكي، كما يساعد على تنظيم سرعة التنفس، وسرعة ضربات القلب أو ضغط الدم. وتوصل القنطرة pons الإشارات بين المخ والمخيخ، وتسيطر على معدل التنفس. هل أحسست يوماً بالتقيؤ عندما ضغط الطبيب بأذنه على لسانك لفحص الحلق؟ إن الخلايا العصبية الموصلة التي تُعد مركزاً لرد الفعل المنعكس للبلع والتقيؤ والسعال والعطس توجد في النخاع المستطيل.

ماذا قرأت؟ صف الجهاز العصبي المركزي.

## ينسق الجهاز العصبي المركزي جميع أنشطة الجسم بإرسال الرسائل ومعالجة المعلومات وتحليل الاستجابات

ج ١: تظهر البيانات أن بعض النساء ذوات المستوى التعليمي الأقل من محيط رأس أصغر من غيرهن، وأنها أكثر عرضة للمعاناة من مرض العته ج ٢: ربما يكون للتحصيل العلمي المتدني علاقة بتعرض الأشخاص للعته فيما بعد؛ فزيادة التعليم ترتبط مع زيادة تواصل الخلايا العصبية ونموها وكذلك التحفيز الفكري خلال الحياة

ج ٣: تعيش بعض النساء حياة مستقرة متشابهة دون عوامل تعزى إلى المرض ومنها التدخين أو شرب الكحول وتناول العقاقير الأخرى، كما لا يتعرضن لتغيرات جسمية كما يحصل في فترات حمل النساء



١. حلل ما العلاقة بين خطر الإصابة بالعته وحجم الدماغ والمستوى التعليمي؟

٢. فسر كيف يمكن شرح الفرق بين المستوى التعليمي وخطر ظهور أعراض العته؟

٣. استنتج لماذا اختار الباحثون هذه المجموعة لدراساتها؟

أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Mortimer, James, A., et al. 2003. Head circumference, education and risk of dementia: *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 25: 671 – 679





■ الشكل 10-5 يمتد من الحبل الشوكي 31 زوجاً من الأعصاب الشوكية. ميز ما العلاقة بين الخلية العصبية والعصب؟

## تتكون الأعصاب من حزم من الخلايا العصبية

■ الشكل 11-5 يعمل كل جزء من الجهاز العصبي على تنظيم الجسم، والتواصل مع الأجزاء الأخرى.

## الجهاز العصبي الطرفي

### Peripheral Nervous System

عندما تسمع كلمة عصب ربما تفكر مبدئياً في الخلية العصبية. إلا أن العصب - في الحقيقة - حزمة من المحاور العصبية. وهناك العديد من الأعصاب التي تحوي خلايا عصبية حسية وحركية. فهناك مثلاً 12 زوجاً من الأعصاب الدماغية تمتد من الدماغ وإليه، وكذلك 31 زوجاً من الأعصاب الشوكية وفروعها، تخرج من الحبل الشوكي، كما في الشكل 10-5. وتنتقل المعلومات العصبية من الدماغ وإليه عن طريق الخلايا العصبية الحسية والحركية، حيث تشبه الأعصاب الشارع ذا الاتجاهين.

انظر الشكل 11-5، وأنت تقرأ عن الجهاز العصبي الطرفي. يحوي هذا الجهاز جميع الخلايا العصبية التي لا تعد جزءاً من الجهاز العصبي المركزي، ومنها الخلايا العصبية الحسية والحركية. ويمكن تصنيف الخلايا العصبية في الجهاز العصبي الطرفي أيضاً على أنها جزء من الجهاز العصبي الجسدي أو الجهاز العصبي الذاتي.

### الجهاز العصبي الجسدي Somatic Nervous System توصف

في الجهاز العصبي الجسدي المعلومات من المستقبلات الحسية إلى الجهاز العصبي المركزي. كما توصّل الأعصاب الحركية المعلومات من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات الهيكلية. وهذه العملية إرادية، ولكن ليست كل استجابات الجهاز العصبي المركزي إرادية؛ فبعض الاستجابات تحدث نتيجة رد الفعل المنعكس، الذي تكون استجابته سريعة لأي تغير في البيئة المحيطة. ولا تتطلب ردود الفعل المنعكسة فكراً واعياً، وهي لا إرادية. وتذهب إشارات معظم ردود الفعل المنعكس إلى الحبل الشوكي فقط، لا إلى الدماغ. تذكر مثال اصطدام إصبع قدمك. عد إلى الشكل 2-5، ولا حظ رد الفعل المنعكس الموضح على أنه جزء من الجهاز العصبي الجسدي.



**الجهاز العصبي الذاتي Autonomic Nervous System** هل تأخذه آخراً؟  
رأيت فيها حلمًا مفزعاً؟ ربما استيقظت وقتها وأدركت أن قلبك يخفق. هذه التي  
من الاستجابة ناتج عن عمل الجهاز العصبي الذاتي.

يحمل **الجهاز العصبي الذاتي** autonomic nervous system السيل العصبي  
من الجهاز العصبي المركزي إلى القلب والأعضاء الداخلية الأخرى. ويستجيب  
الجسم لإرادياً، وليس تحت سيطرة الوعي. ويُعد دور الجهاز العصبي الذاتي  
مهمًا في حالتين مختلفتين. فعندما تمر بك أحلام مزعجة، أو تكون في وضع  
مخيف، يستجيب الجسم بما يُسمى استجابة المواجهة أو الهروب، وعندما تهدأ  
يستريح الجسم، ويقوم بعملية الهضم.

**الربط** يتكون الجهاز العصبي الذاتي من جزأين يعملان معاً،  
هما: **الجهاز العصبي السمبثاوي** sympathetic nervous system الذي يعمل  
في حالات الطوارئ والإجهاد، وعندئذ تزداد سرعة التنفس والقلب.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين الاستجابات اللاإرادية والاستجابات الإرادية.

كلاهما نتيجة نقل الخلايا العصبية للسيل العصبي، فالاستجابات  
الإرادية يسيطر الشخص عليها بوعي أما الاستجابات اللاإرادية فلا  
تتطلب سيطرة الوعي

الجدول 1-5

التركيب

القرح (عضلة العين)	توسع القرحة	تضييق القرحة
الغدد اللعابية	يقل إفراز اللعاب	يزداد إفراز اللعاب
مخاط الفم والأنف	ينخفض إفراز المخاط	يزداد إفراز المخاط
القلب	يزداد معدل نبض القلب	يقل معدل نبض القلب
الرئة	تنبسط عضلات القصبات	تنقبض عضلات القصبات
المعدة	يقل انقباض العضلات، ويقل إفراز العصارة الهضمية	يزيد انقباض العضلات، ويزيد إفراز العصارة الهضمية
الأمعاء الدقيقة	يقل انقباض العضلات، ويقل إفراز العصارة الهضمية	يزيد انقباض العضلات، ويزيد إفراز العصارة الهضمية
الأمعاء الغليظة	يقل انقباض العضلات	يزيد انقباض العضلات

ج١: يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والجبل الشوكي، يحوي الدماغ بليون خلية عصبية مرتبطة معاً، أما النخاع الشوكي فهو عمود من الأعصاب يمتد من الدماغ إلى أسفل الظهر، وأما الجهاز العصبي الطرفي فيتكون من حزم من الخلايا العصبية التي تتفرع إلى أنحاء الجسم كافة، لإرسال المعلومات من الجهاز العصبي المركزي وإليه

ج٢: كلا الجهازين من أجزاء الجهاز العصبي الطرفي، ويوصل الجهاز العصبي الجسمي المعلومات الحسية إلى الدماغ؛ كما يوصل التعليمات من الدماغ إلى العضلات الهيكلية وينقل الجهاز العصبي الذاتي السيال من الدماغ إلى الأعضاء الداخلية والغدد

ج٣: الجهاز العصبي الذاتي، وهذه الاستجابة مهمة لأنها تساعد على الاستجابة للخطر

#### الخلاصة

- يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين، هما: الجهاز العصبي المركزي، والجهاز العصبي الطرفي.
- يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ، والجبل الشوكي.
- يتكون الجهاز العصبي الطرفي من الجهاز العصبي الجسمي، والجهاز العصبي الذاتي.
- الجهاز العصبي السمبثاوي والجهاز العصبي جار السمبثاوي فرعان من الجهاز العصبي الذاتي.

#### فهم الأفكار الرئيسية

1. الفكرة الرئيسية: **التركيب** الجهاز العصبي المركزي وتركيب الجهاز العصبي الطرفي، وفسر العلاقات بينهما.
2. حدد أوجه الشبه والاختلاف بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.
3. فسر أي أجزاء الجهاز العصبي ذو علاقة باستجابة المواجهة أو الهروب؟ ولماذا تعد هذه الاستجابة مهمة؟

#### التفكير الناقد

4. كَوّن فرضية ما نوع الفحوص التي يجريها الباحث العلمي لدراسة أجزاء الدماغ.
5. صمم تجربة تُظهر فيها بالأدلة عمل الجهازين العصبي السمبثاوي وجار السمبثاوي قزحية العين.
6. **الكتابة في** علم الأحياء اكتب قصة قصيرة تصف فيها وضعاً للقلب يعمل فيه الجهازان العصبي السمبثاوي وجار السمبثاوي معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي.

يترك للطالب

يترك للطالب

يترك للطالب



### الأهداف

- تحدد أربع طرائق تؤثر بها العقاقير في الجهاز العصبي.
- تصنف طرائق مختلفة تُلحق بها العقاقير ضررًا بالجسم وتسبب الموت للإنسان.
- تفسر كيف يصبح الإنسان مدمنًا على العقاقير.

### مراجعة المفردات

عتبة التنبية Threshold: أقل شدة يحتاج إليها المنبه ليؤدّد جهد الفعل.

### المفردات الجديدة

- العقاقير
- الدوبامين
- المنبهات
- المسكنات
- التحمل
- الإدمان

## تأثير العقاقير Effects of Drugs

**المقدمة** **الأسئلة** **تغير بعض العقاقير وظيفة الجهاز العصبي.**

**الربط مع الحياة** ما العقاقير؟ بعض العقاقير تساعد على الشفاء من الأمراض، وبعضها الآخر يحافظ على الصحة؛ فعندما تصاب بألم في الرأس قد تتناول عقارًا مثل الأسبرين. وهناك من يسيء استخدام العقاقير عندما يتخذها وسيلة للهروب مؤقتًا من المشكلات الحياتية. ما الطرائق التي تؤدي إلى التمتع بصحة أفضل وتخفف الإجهاد، ولا تتطلب استخدام العقاقير؟

### How Drugs Work?

### كيف تعمل العقاقير؟

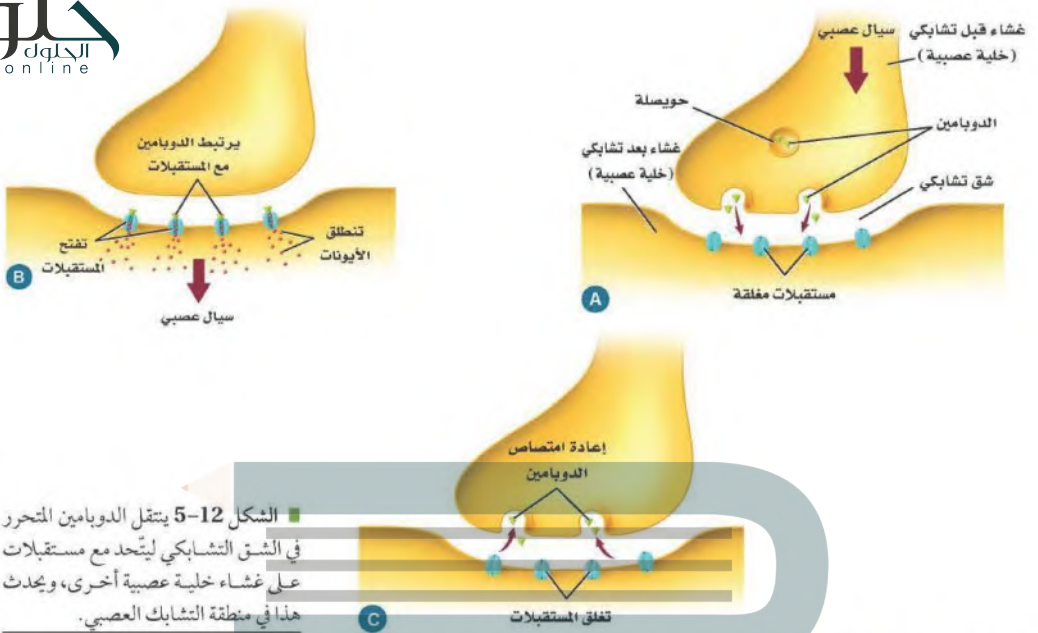
**العقاقير** Drugs مواد طبيعية أو مصنعة تغير وظيفة الجسم. وهناك عدة أنواع من العقاقير مبنية في الجدول 2-5. توصف المضادات الحيوية بأنها عقاقير لمعالجة عدوى البكتيريا، ويتوافر على رفوف الصيدليات الكثير من العقاقير المسكنة للألم. كما أن هناك الكثير من المواد التي لا يظن الناس أنها عقاقير، ومنها الكافيين والنيكوتين. وهناك العديد من العقاقير المحرمة شرعًا وقانونًا - ومنها الكحول وغيره من المشكرات والمخدرات مثل الهيرويين والكوكايين - التي تؤثر في الجهاز العصبي بطرائق عدة، منها:

- تسبب زيادة إفراز النواقل العصبية إلى منطقة التشابك العصبي.
- تعمل على تثبيط المستقبلات على الزوائد الشجيرية، فتمنع النواقل العصبية من الارتباط بها.
- تمنع النواقل العصبية من مغادرة منطقة التشابك العصبي.
- قد تتشابه العقاقير والنواقل العصبية في الشكل، فتحل العقاقير محل النواقل العصبية.

### بعض العقاقير المعروفة

### الجدول 2-5

الكافيين	أدوية بوسقة طبية	عقاقير دون وصفة طبية	التبغ
			
القهوة، الشاي، الصودا، الشوكولاتة.	المضادات الحيوية، مسكنات الألم.	الأسبرين، أدوية الرشح والبرد.	السجائر والسيجار والترجيلة.



الشكل 12-5 يتنقل الدوبامين المتحرر في الشق التشابكي ليُحد مع مستقبلات على غشاء خلية عصبية أخرى، ويحدث هذا في منطقة التشابك العصبي.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

الصيدلي pharmacist

الشخص المتخصص في علم الأدوية. ودوره يتمثل في صرف الأدوية المكتوبة في الوصفات الطبية من الأطباء المتخصصين مع مراجعة الطرق الصحيحة للاستخدام وتبيين الآثار الجانبية للعقاقير. يتأكد الصيدلي من الاستعمال الآمن والفعال للأدوية.

المُضدرات

أصل الكلمة

دوبامين Dopamine

دوبا dopa - تدل على نوع من

الأحماض الأمينية.

أمين amine - مشتق من الأمونيا...

العديد من العقاقير المؤثرة في الجهاز العصبي تؤثر في مستوى ناقل عصبي يُسمى الدوبامين. والدوبامين dopamine من النواقل العصبية في الدماغ التي لها علاقة بتنظيم حركة الجسم ووظائف أخرى، والدوبامين دور فعال في شعور الإنسان بالسعادة والراحة. وعادة ما يتم التخلص من الدوبامين في الشق التشابكي عندما يتم إعادة امتصاصه من الخلية التي أفرزته، كما هو مبين في الشكل 12-5.

أنواع العقاقير المتداولة التي يساء استعمالها

## Classes of Commonly Abused Drugs

لا يشمل سوء استعمال العقاقير بالضرورة استعمال العقاقير المخدرة. ويمكن لأي استخدام للعقاقير لأسباب غير طبية، سواء أكان ذلك بقصد أو بغير قصد أن يعد إساءة استعمال لها. والعقاقير هي المواد الطبيعية أو المصنعة التي تغير من وظائف الجسم، ومنها:

**المنبهات Stimulants** العقاقير التي تزيد اليقظة والنشاط الجسمي تُسمى منبهات Stimulants. وبين الجدول 2-5 بعضها.

**النيكوتين Nicotine** يزيد النيكوتين الموجود في السيجار والرجيلة والسجائر عند تدخينها من كمية الدوبامين التي تطلق إلى التشابك العصبي. وتؤدي مادة النيكوتين إلى تضيق الأوعية الدموية، ورفع ضغط الدم، مما يجعل عمل القلب أكثر صعوبة. ويسبب تدخين السجائر نحو 90% من حالات الإصابة بسرطان الرئة.

ضمن جهود وزارة الصحة في المملكة العربية السعودية في تقديم الخدمات العلاجية المختلفة، توفر الوزارة عيادات توعوية وعلاجية لمكافحة التدخين مجانية، لمزيد من المعلومات أرجع إلى موقع البوابة الإلكترونية لوزارة الصحة [www.moh.gov.sa](http://www.moh.gov.sa) الموقع الإلكتروني للحجز بالعيادات التوعوية والعلاجية لمكافحة التدخين [www.tcpmoh.gov.sa](http://www.tcpmoh.gov.sa)



## إرشادات للدراسة

**لوحة** اعمل لوحة مكونة من ثلاثة أعمدة، عنوانها تأثير العقاقير. وقبل أن تقرأ هذا الدرس راجع العناوين والمصطلحات والأشكال بالخط الغامق، وحدد ما تعرفه عن العقاقير في العمود الأول، وأدرج في العمود الثاني ما تود معرفته. وكتب في العمود الثالث ما تعلمته من هذا الدرس.

(جدول التعلم KWL)

**الكافيين Caffeine** يُعد الكافيين من أكثر المنبهات التي يُساء استخدامها عالمياً. هو متوافر في القهوة والشاي، وبعض المشروبات الأخرى ومنها مشروبات الطاقة. يعمل الكافيين من خلال الارتباط بمستقبلات الأدينوسين adenosine الموجودة على الخلايا العصبية في الدماغ. حيث يبطئ الأدينوسين النشاط العصبي ويسبب النعاس. ولكن عندما يرتبط الكافيين مع هذه المستقبلات يحدث عكس ذلك؛ فيجعل مستخدمها مستيقظاً. كما يرفع الكافيين مستوى الإبينفرين (الأدرينالين) في الجسم بصورة مؤقتة، فيكسبه زخمًا من الطاقة، سرعان ما يتلاشى.

**الربط الصحة** أن الإكثار من تناول مشروبات الطاقة عن الحد المسموح به، يزيد من نسبة الكافيين في الجسم، مما يؤدي إلى الوفاة المباشرة؛ نتيجة عدم تحمل الجسم لكميات الطاقة الكبيرة الناتجة عن ارتفاع الأدرينالين في الجسم. لذا فإنه ضمن برنامج تحقيق التوازن المالي تم إقرار تطبيق ضريبة السلع الانتقائية وهي ضريبة محددة للسلع المتعلقة بالمنتجات الضارة مثل التبغ ومشتقاته والمشروبات الغازية ومشروبات الطاقة.

**المسكنات (المثبطات) Depressants** العقاقير التي تقلل من نشاط الجهاز العصبي المركزي هي **المسكنات depressants**. وتستطيع هذه المسكنات تخفيض ضغط الدم، وتقليل التنفس، وإبطاء نبض القلب، كما تزيد القلق مؤقتاً، لكنها تسبب الشعور بالنعاس بصورة واضحة.

**الكحول Alcohol** الكحول من المسكنات، وتؤثر في الجهاز العصبي المركزي وهي من العقاقير الأكثر استخداماً في العالم. ويؤثر الكحول في أربع مواد عصبية ناقلة مختلفة مما يسبب شعور الإنسان بالخمول وعدم التركيز عند تناولها. ويعوق استخدام الكحول قدرة الإنسان على التحكم، والتنسيق والاهتمام بالوقت لفترات قصيرة. كما أن استخدام الكحول لفترة طويلة يسبب نقصان كتلة الدماغ، وتلف الكبد والمعدة، وقرحة الأمعاء وضغط الدم العالي. وبعد استهلاك الكحول في أثناء فترة الحمل المسبب الأول لفتلازمة الكحول لدى الجنين، بحيث يلحق ضرراً بدماغه وجهازه العصبي. وقد أمرنا الله عز وجل باجتنابها، قائلاً: **﴿يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِنَّمَا الْخَمْرُ وَالْمَيْسِرُ وَالْأَفْهَامُ وَالْأَسْهَابُ وَالْأَذْلَمُ رِجْسٌ مِّنْ عَمَلِ الشَّيْطَانِ فَاجْتَنِبُوهُ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ﴾** المائدة.

■ الشكل 13-5 هناك الكثير من العقاقير المنبهة المعروفة، ومنها: القهوة، والشاي، والكافكاو، والشوكولاتة.





**المُستنشقات Inhalants** أبخرة مواد كيميائية لها تأثير في الجهاز العصبي. وربما يتعرض لها البعض من دون قصد؛ نتيجة التهوية السيئة. وتعمل المستنشقات بوصفها مثبطات للجهاز العصبي المركزي. وربما تُنتج أثرًا قصير الأمد من التسمم والغثيان والتقيؤ، وتؤدي أحيانًا إلى الموت. وينتج عن التعرض للمستنشقات مدة طويلة فقدان الذاكرة والسمع، ومشكلات في الرؤية، وتلف في الجهاز العصبي الطرفي والدماغ.

## Tolerance and Addiction

### التحمل والإدمان

يحدث **التحمل tolerance** عندما يحتاج الشخص إلى المزيد من العقاقير لكي يحصل على الأثر نفسه، مما يضطره إلى زيادة الجرعة؛ لأن الجسم أصبح أقل استجابة للعقار. ويمكن أن يؤدي تحمل العقاقير إلى الإدمان.

**الإدمان Addiction** الاعتماد النفسي والفيولوجي على العقار هو الإدمان. وتفترض الأبحاث الراهنة وجود علاقة للنقل العصبي الدوبامين مع معظم حالات **الإدمان** addiction الفسيولوجية. تذكر أن الدوبامين يزول من منطقة التشابك العصبي عن طريق إعادة امتصاصه من الخلية العصبية التي تفرزه.

## مختبر تحليل البيانات 5-2

### بناءً على بيانات حقيقية

### تفسير البيانات

### البيانات والملاحظات



هل يمكن مشاهدة آثار التعرض للكحول؟ أعطيت نتائج دراسات طبية لمجموعتين من الطلاب (15 - 16 سنة). تتضمن النتائج التي أعطيت للمجموعة الأولى أشخاصًا مدمنين على شرب الكحول، أما النتائج التي أعطيت للمجموعة الثانية فكانت لأشخاص لا

- ج١: كمية نشاط الدماغ لدى من يشربون الكحول أقل بكثير من الذين لا يشربونه  
ج٢: هنالك احتمال تلف طويل الأمد لبعض مناطق الدماغ المسؤولة عن الذاكرة

١. صف الاختلاف بين نشاط الدماغ عند من يشرب الكحول، ومن لا يشربه.

٢. حلل معتمدًا على هذه النتائج، ما العواقب التي تنتج عن شرب الكحول مستقبلاً؟

ج١: تزيد العقاقير من كمية الناقل العصبي الذي ينطلق إلى التشابك العصبي، كما تسطع إغلاق مستقبلات الناقل العصبي الموجودة على الزوائد الشجرية العصبية للخلية المجاورة، ولذا يمنع الناقل العصبي من مغادرة منطقة التشابك، كما يمكن أن تقلد العقاقير شكل الناقل العصبي أو تحاكيه

ج٢: يعمل الكافيين على تخفيض ضغط الدم، وإبطاء عملية التنفس، ونبض القلب، كما يزيل القلق، ويزيل الألم في الوقت نفسه، أما النيكوتين فيؤدي إلى تضيق الأوعية الدموية؛ ورفع ضغط الدم، مما يجعل عمل القلب أكثر صعوبة. وتعمل المستنشقات كمثبطات للجهاز العصبي المركزي، وتنتج أثراً قصير الأمد من التسمم والغثيان والتقيؤ وتؤدي أحياناً إلى الموت، وينتج عن التعرض للمستنشقات مدة طويلة فقدان الذاكرة والسمع ومشاكل في الرؤية، وتلف في الجهاز العصبي والدماغ

ج٣: المنبهات والمسكنات لها تأثيرات مستقلة، ولكنها ليست متضادة بيولوجياً ويزيد النيكوتين من مستوى الدوبامين، أما المسكنات فلا تؤثر في مستوى الدوبامين في الجسم

ج٤: لأن تعاطيها يسبب الإدمان والأرق والقلق والارتباك

## التقويم 3-5

### الخلاصة

- تؤثر العقاقير في الجهاز العصبي بأربع طرائق مختلفة.
- بعض المواد المتداولة - ومنها الكافيين والكحول - تعدّ عقاقير.
- يزيد تناول الكثير من عقاقير الإدمان مستوى الدوبامين.
- يؤدي تعاطي العقاقير إلى عواقب سلبية كبيرة.
- يمكن أن يصبح الشخص مدمناً نتيجة الاعتماد الفسيولوجي أو النفسي على العقاقير.

### فهم الأفكار الرئيسية

### التفكير الناقد

1. الفكرة الرئيسية: صف أربع طرائق تؤثر فيها العقاقير في الجهاز العصبي.
2. قارن بين آثار كل من المُسْتَنَشَقَات، والكافيين، والنيكوتين.
3. فسّر لماذا لا يتعارض أثر المنبهات والمسكنات؟
4. قوّم لماذا يكون تحصيل الطلاب الذين يستخدمون المنشطات متدنياً جداً؟
5. خطّط ضع خطة علاج تساعد الأفراد على التغلب على الاعتماد على استخدام معرفتك بالناس
6. صمّم تجربة ربما سمعت كيف يتأثر الناس بالعقاقير بطرائق مختلفة ودرجات مختلفة. صمّم تجربة تحدد فيها معدل وصول العقاقير إلى أنسجة الجسم المختلفة.

يترك للطالب

يترك للطالب

## أطراف اصطناعية يتحكم فيها الدماغ



خلال عقود خلت، كان المصدر الوحيد لمن يفقد ذراعه أو ساقه نتيجة حادث أو مرض هو تركيب طرف اصطناعي بديل. وقد ساعدت هذه الأطراف الناس على استعادة بعض وظائف الذراع أو الساق الحقيقية. إلا أن فاعليتها كانت محدودة؛ لأن الدماغ لا يسيطر عليها. والأبحاث العلمية الحالية توشك أن تغير كل ذلك.

وقد دهشوا عندما وجدوا أن الذراع الاصطناعية أصبحت تتحرك استجابة لأفكار المريض. ويرغب العلماء في تطوير التقنية، بحيث يصبح الجهاز لاسلكيًا تمامًا. وهناك مصدر قلق للعلماء؛ حيث لا تخدم هذه الأقطاب أكثر من ستة أشهر، كما يحدث نتيجة استخدامها تداخل في نقل الرسائل؛ بسبب نمو النسيج.

**كيف يمكن أن تساعد هذه الأداة المسيطر عليها من الدماغ في خدمة المجتمع؟** يخطط العلماء لبدء البحث في استخدام هذه الأدوات مع الإنسان في السنوات القليلة القادمة، ويأملون أن يؤدي هذا التواصل بين الدماغ والحاسوب إلى مساعدة المشلولين على استعادة بعض الحركة، أو القدرة على التواصل مع الآخرين. كما تستطيع زراعات الدماغ السيطرة على الروبوتات الصغيرة لأداء المهام اليومية من دون استعمال اليد. وربما تكون هذه الروبوتات مفيدة للأشخاص الأصحاء؛ حيث يمكن استعمالها لأداء مهام معينة في البيئات الخطرة، ومنها مناطق الحروب مثلاً.

**ما الجراحة الترميمية التي يتحكم فيها الدماغ؟** تمكن العلماء حالياً من تطوير ذراع اصطناعية (روبوت) يمكن السيطرة عليها بالتفكير، ولها أكتاف ومرفق متحرك. وتأخذ اليد شكل القابض، وهو تركيب يعمل كاليد الحقيقية. وقد جربت هذه اليد في البداية على القرود، حيث تم وصل هذه الأذرع بالدماغ باستخدام الزراعات.

**كيف تعمل الزراعات؟** تكون الزراعات على شكل مئات الأقطاب الرقيقة بسمك الشعرة. وتوضع هذه الأقطاب في القشرة الحركية لدماغ القرود على أبعاد 3mm تحت عظم الجمجمة لكي تلتقط الإشارات العصبية في الدماغ، فتنتقل الزراعات الإشارات إلى الحاسوب. وترجم هذه الإشارات بطرائق رياضية إلى تعليمات للذراع، فتتمكن الذراع خلال 30 جزءاً من ألف من الثانية من التقاط الطعام وإحضاره إلى فم القرود. والذراع مزودة بمحركات عديدة، وتتحرك في اتجاهات ثلاثة كذراع الإنسان، فتستجيب الذراع، وتحضر الطعام إلى الفم عندما يفكر فيه. ويستخدم المريض خلال هذه التجارب ذراعه مستعيناً بعضاً بتحكم، إلى أن يعتاد العمل مع هذه الذراع. وبعد أن يعتاد على ذلك باستعمال عصا التحكم يقوم العلماء بإزالتها، ويمنعون استعمالها.

### الكتابة في علم الأحياء

**مقالة صحفية** حاول إيجاد نموذج لأداة شبيهة لما وصف في هذه المقالة. استعن بالمواد التي يزودك بها المعلم أو من منزلك، واكتب 200 كلمة تصف اختراعك، وكيف يعمل، معدداً بعض مزاياه.



## كيف يمكن تطوير المسارات العصبية لتصبح أكثر فاعلية؟

7. قم بعصف ذهني لزيادة معدل نسبة تذكر الكلمات. اختر تقنية واحدة، وتوقع كيف تؤثر في معدل نسبة استرجاع المعلومات وتذكرها. ثم صمّم تجربة لاختبار توقعك.

8. عندما يوافق معلمك على الخطوة نفذها على الأشخاص أنفسهم مستعملًا قائمة تتكون من (20) كلمة أخرى تصف طبيعة أجسام محددة.

9. أعد الخطوات 4-6 لتقوم التغيرات في متوسط استرجاع الكلمات.

**الخلفية النظرية:** تخيل أنك تشقّ طريقًا ضيقًا داخل منطقة مليئة بالأشجار، ومع مرور الزمن يصبح الطريق أكثر وضوحًا، وأسهل اختراقًا. وبشكل مشابه، تتطور المسارات العصبية في الدماغ عندما تتعلم شيئًا جديدًا. وكلما مارست ما تعلمته قويت الروابط بين الخلايا العصبية، مما يؤدي إلى مرور السيالات العصبية بصورة أسهل، وأكثر فاعلية في الدائرة.

**سؤال:** ما أثر استراتيجيات التعلم في كفاءة الدائرة العصبية؟

### المواد والأدوات

- ورق رسم بياني
- قلم
- ورق
- آلة حاسبة

### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

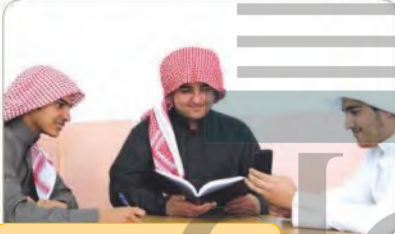
2. اعمل مع أحد زملائك في مجموعتك لكتابة قائمة مكونة من 20 كلمة أساسية تصف فيها أشياء طبيعية محددة.

3. اقرأ محتوى القائمة أمام ثلاثة أعضاء من مجموعتك (عينة اختبار)، وبسرعة ودون مناقشة اطلب إليهم كتابة الكلمات كما يتذكرونها.

4. احسب وسجّل نسبة تذكر كل طالب لكل كلمة من الكلمات، وذلك بقسمة عدد الطلاب الذين تذكروا الكلمة على العدد الكلي للطلاب، ثم اضربها في مائة.

5. ارسم رسمًا بيانيًا لنسب تذكر كل كلمة، ولاحظ الأنماط في البيانات.

6. احسب متوسط نسبة تذكر الكلمات، وذلك بجمع نسبة تذكر كل كلمة مقسومًا على 20 ومضروبًا في مئة.



### يترك للطالب

### حل ثم استنتج

1. حدّد الأنماط في نسبة تذكر البيانات بعد قراءة القائمة أول مرة، ولأي الكلمات تم تذكرها أكثر؟

2. هل النتائج صليّة التقنية التي استعملتها لزيادة معدل نسبة التذكر، وقارن بين معدل نسبة التذكر قبل استعمال التقنية وبعده.

3. حلّ هل تقوّي التقنية التي استعملتها الدائرة العصبية المسؤولة عن تذكر قائمة الكلمات كما توقعته؟ وضح ذلك.

4. تحليل الخطأ حدّد عوامل أخرى غير التي استعملت في التقنية قد تؤثر في معدل نسبة التذكر.

### طبق مهاراتك

صمّم تجربة لتحديد ما إذا كان وضع استراتيجيات محددة للتعلم يتساوى في فاعليته مع اختبار موضوعات مختلفة.

**المطلوبات** نشاط إذا أردت تطوير دواء جديد، فكيف يؤثر دواؤك في الجهاز العصبي؟ وكيف تقرر الآثار الجانبية لهذا الدواء؟

## يترك للطالب

### المفاهيم الرئيسية

### المفردات

#### 1-5 تركيب الجهاز العصبي

<b>المفردات</b>	<b>المفاهيم الرئيسية</b>
الخلية العصبية	جهد الفعل
الزوائد الشجرية	عتبة التنبيه
جسم الخلية	العقدة
محور الخلية العصبية	التشابك العصبي
رد الفعل المنعكس	النواقل العصبية
	توصّل الخلايا العصبية السائلات العصبية التي تمكن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه، والاستجابة له.
	• هناك ثلاثة أجزاء رئيسة للخلية العصبية.
	• هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية.
	• السيل العصبي شحنة كهربائية تُسمى جهد الفعل.
	• تستخدم الخلايا العصبية مواد كيميائية وشحنات كهربائية لنقل السيل العصبي.

#### 2-5 تنظيم الجهاز العصبي

<b>المفردات</b>	<b>المفاهيم الرئيسية</b>
الجهاز العصبي المركزي	الجهاز العصبي المركزي
الجهاز العصبي الطرفي	الجهاز العصبي الطرفي
المخ	الجهاز العصبي السيمبثاوي
النخاع المستطيل	الجهاز العصبي جار السيمبثاوي
الغدة النخامية	
تحت المهاد	
	• يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والجبل الشوكي.
	• يتكون الجهاز العصبي الطرفي من الجهاز العصبي الجسدي، والجهاز العصبي الذاتي.
	• الجهاز العصبي السيمبثاوي والجهاز العصبي جار السيمبثاوي فرعان من الجهاز العصبي الذاتي.

#### 3-5 تأثير العقاقير

<b>المفردات</b>	<b>المفاهيم الرئيسية</b>
العقاقير	المسكن
الدوبامين	التحمل
المنبهات	الإدمان
	• تغير بعض العقاقير وظيفة الجهاز العصبي.
	• تؤثر العقاقير في الجهاز العصبي بأربع طرائق مختلفة.
	• بعض المواد المتداولة - ومنها الكافيين والكحول - تعدّ عقاقير.
	• يزيد تناول الكثير من عقاقير الإدمان مستوى الدوبامين.
	• يؤدي تعاطي العقاقير إلى عواقب سلبية كبيرة.
	• يمكن أن يصبح الشخص مدمناً نتيجة الاعتماد الفسيولوجي أو النفسي على العقاقير.

- ج١: رد الفعل المنعكس؛ ليس جزءاً من الخلية العصبية  
ج٢: جسم الخلية؛ ليس جزءاً من الفراغ بين الخلايا العصبية  
ج٣: عتبة التنبيه؛ ليست جزءاً من الخلية العصبية الميلينية

## 5-1

### مراجعة المفردات

اختر من كل مجموعة مما يأتي المصطلح الذي لا ينتمي إليها، ووضح ذلك:

- المحور - الزوائد الشجرية - رد الفعل المنعكس.
- جسم الخلية - التشابك - النواقل العصبية.
- الميلين - العقدة - عتبة التنبيه.

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

ج٦: تعبر الأيونات الغشاء الخلوي عند العقد فقط، يعزل الميلين باقي الغشاء حتى لا تحتاج الخلية إلى استعمال الطاقة لتنظيم تدفق الأيونات هناك

٤. ما الذي يبينه المخطط أعلاه؟

- تدخل أيونات البوتاسيوم الخلية العصبية.
- تخرج بروتينات سالبة الشحنة من الخلية العصبية.
- تدخل أيونات الصوديوم الخلية العصبية.
- تحلل الغشاء الميليني، وتسمح بعبور الأيونات عبر الغشاء البلازمي بحرية.

ج٧: تستقبل كل خلية عصبية إشارة في المحور وتنقلها من خلال الزوائد الشجرية ويسير هذا التدفق في اتجاه واحد، وبما أن العصب حزمة من الخلايا العصبية؛ فبعض الخلايا العصبية تنقل المعلومات في العصب باتجاه ما، أما بعضها الآخر فينقل في الاتجاه المعاكس

٥. ما المسار الصحيح للسيال العصبي في حالة رد الفعل المنعكس؟

- خلية عصبية حركية ← خلية عصبية بيتية ← خلية عصبية حسية.
- خلية عصبية بيتية ← خلية عصبية حركية ← خلية عصبية حسية.
- خلية عصبية حركية ← خلية عصبية حسية ← خلية عصبية بيتية.
- خلية عصبية حسية ← خلية عصبية بيتية ← خلية عصبية حركية.

### أسئلة بنائية

٦. كَوْنُ فرضية. لماذا يحتاج السيال العصبي عندما ينتقل عبر محور غير ميليني إلى طاقة أكبر مما إذا كان عبر محور ميليني؟

٧. إجابة قصيرة. فسر التناظر الآتي: تشبه الخلية العصبية طريقاً في اتجاه واحد، في حين يشبه العصب طريقاً في اتجاهين.

### التفكير الناقد

٨. استنتج. ينتقل جهد الفعل في معظم المخلوقات في اتجاه واحد فقط عبر الخلية العصبية. استنتج ماذا يحدث إذا انتقلت السائلات العصبية في الإنسان في اتجاهين في خلية عصبية واحدة؟

بما أن جهد الفعل لا يستطيع الانتقال في الاتجاه المعاكس وفي الوقت نفسه؛ تحتاج الخلية العصبية عدة محاور وزوائد شجرية لتسمح بانتقال جهد الفعل في الاتجاهين



## تقويم الفصل

14. ما الجهاز العصبي الذي تسيطر عليه منطقة تحت المهاد في الدماغ؟

- a. الإرادي،  
b. الحسي،  
c. الطرفي،  
d. الذاتي.

### أسئلة يناقشها

15. نهاية مفتوحة. افترض أنك عضو في فريق مناظرة علمية في المدرسة، وعليك أن تدعم المقولة الآتية: للجهاز العصبي الذاتي دور أكبر من الجهاز العصبي الجسدي في اتزان الجسم بالأدلة.

يترك للطالب

### التفكير الناقد

16. انقد. ربما سمعت الجملة الآتية "يستخدم الإنسان 10% فقط من دماغه". استخدم الآتي أو أي شيء آخر لتجميع بيانات تدعم هذه الفكرة.  
17. حلل. حجم مخ الإنسان أكبر كثيراً من حجم مخ المخلوقات الأخرى. ما فائدة ذلك للإنسان؟

يترك للطالب

زيادة القدرة على التعلم، معالجة اللغة، تكوين الكلام؛ استرجاع الذكريات

فسر الاختلاف بين المصطلحات في كل مجموعة مما يأتي،

ج٩: الجهاز العصبي الجسدي؛ ليس جزءاً من الجهاز العصبي الذاتي  
ج١٠: المخ ليس جزءاً من جذع الدماغ  
ج١١: الجهاز العصبي المركزي، ليس جزءاً من الجهاز العصبي الطرفي

اختر من كل مجموعة مما يأتي المصطلح الذي لا ينتمي إليها، ووضح ذلك:

9. الجهاز العصبي الجسدي - الجهاز العصبي السمبثاوي.  
10. المخ - الفنترة - النخاع المستطيل.  
11. الجهاز العصبي الذاتي - الجهاز العصبي الجسدي - الجهاز العصبي المركزي.

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

12. ما الذي يُعد من خصائص الجهاز العصبي السمبثاوي؟  
a. يحفز الهضم.  
b. يوسع القصبات.  
c. يبطئ نبض القلب.  
d. يحول الجلوكوز إلى جلايكوجين.  
استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 13.



13. إذا حدث ضرر للجزء المشار إليه في الشكل، فما أثر ذلك في الشخص؟  
a. فقدان الذاكرة كلياً أو جزئياً.  
b. تغيير في درجة حرارة الجسم.  
c. عدم المحافظة على توازن الجسم.  
d. تسارع في التنفس.

ج١٨: تجعل المنبهات الناس أكثر يقظة، أما المسكنات فتجعل الإنسان أكثر نعاساً وكل منهما يؤثر في الجهاز العصبي المركزي  
ج١٩: التحمل هو تكيف الجسم لمستوى معين من العقار أما الإدمان فهو الاعتماد على العقاقير نفسياً وجسدياً بحيث تزيد وتتطور قوة تحمل الشخص المدمن على العقاقير  
ج٢٠: الدوبامين ناقل عصبي له دور في الشعور بالارتياح والعقار هو مادة تغير من وظائف الجسم، وتؤثر الكثير من العقاقير في مستوى الدوبامين

تثبيت المفاهيم الرئيسية

21. ما الذي يقلل نشاط الدماغ؟

- a. النيكوتين.  
b. الكوكائين.  
c. الأدرينالين.  
d. الكحول.

استخدم الصورة الآتية للإجابة عن السؤال 22.

ج ٢٣: تعني اعتماد الشخص نفسياً وجسدياً على العقار

خلية عصبية بعد تشابكية

22. إذا كان هناك شخص يعاني من الاكتئاب، فما العلاج الذي ينصح به لمعالجة الخلية العصبية قبل التشابكية؟

- a. علاج يزيد من سرعة الدوبامين.  
b. علاج يزيد إنتاج الدوبامين.  
c. علاج يقلل من مستقبلات الدوبامين.  
d. علاج يخفف من امتصاص الدوبامين.

أسئلة بنائية

23. إجابة قصيرة. ماذا يعني إدمان الشخص على العقاقير؟

24. نهاية مفتوحة. ناقش ما ينتج عن حدوث خلل ما للجنين المسؤول عن

يترك للطالب

التفكير الناقد

25. دافع. كَوّن استنتاجاً حول الجملة الآتية:

يعدّ إدمان شخص ما على العقاقير أصعب من التوقف عن تعاطيها. ودافع عن موقفك.

يترك للطالب

تقويم إضافي

26. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب قصة قصيرة عن شخص يسمع صوتاً عالياً فيخاف. مضمناً قصتك الأحداث التي يمكن أن تحدث في كل جزء من أجزاء الجهاز العصبي في

يترك للطالب

أسئلة المستندات

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 27 و 28.

معدل وزن الدماغ (g)			
النوع	الوزن (g)	النوع	الوزن (g)
الحوت	6930	الكلب	72
الفيل	6000	القطّة	30
البقرة	425 – 458	السلحفاة	0.3 – 0.7
الإنسان البالغ	1300 – 1400	الفأر	2

27. هل تظهر علاقة بين حجم الجسم ووزن الدماغ؟

28. ناقش التفسيرات المحتملة (من حيث التكيف) التي تؤدي دوراً في إجابتك عن السؤال 27.

ج ٢٧: ما عدا الإنسان، نعم، فكلما زاد وزن

الجسم زاد حجم الدماغ

ج ٢٨: في دماغ الإنسان، فإن المخ كثير

الانشعاعات والأخاديد، ويزيد هذا من

مساحة السطح ويسمح بإجراء عمليات

التفكير الأكثر تعقيداً

ج٧: ترتبط خيوط إلاكٲين والميوسين معاً،  
فتنسحب خيوط الأكتين باتجاه منتصف  
القطعة العضلية مسببة انقباض العضلات

5. يبين المنحنى نمط التغير اليومي في درجة حرارة جسم الإنسان. متى تبدو درجة حرارة الجسم أقل ما يمكن؟

- a. بعد الأكل.  
b. قبل الفجر.  
c. بعد الظهر.  
d. منتصف الليل.

6. افترض أن الشخص الذي اعتاد شرب فنجان قهوة واحد لكي يبقى مستيقظاً في الليل رأى أنه يحتاج إلى اثنين، ما اسم هذه الظاهرة؟ وما سببها؟

7. كيف تربط عمل ألياف الأكتين والميوسين بانقباض العضلات؟

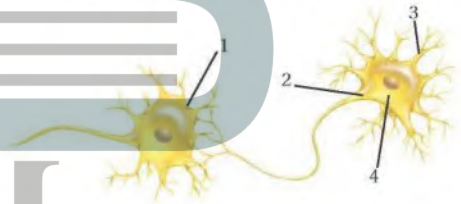
ج٨: تتعرض مفاصل الركبة والورك إلى ضغط كبير خلال الاستعمال اليومي للشخص النشط ومع الوقت تتآكل المفاصل وربما تحتاج إلى استبدال من خلال الجراحة، قد يستعمل المرضى كبار السن مفاصلهم أكثر من المرضى اليافعين (الشباب)؛ ولذلك فإن مفاصلهم تكون قد تآكلت أكثر مع مرور الوقت

8. يستبدل الأطباء مفصل الركبة أو الحوض للمرضى الكبار السن الذين هم عادة أقل حركة من الأصغر سناً، وهذا ما ينصح به الأطباء. فسر ذلك.

1. ما الخاصية المميزة للثدييات؟

- a. الشعر.  
b. ثابتة درجة الحرارة.  
c. قلبها مكون من أربع حجرات.  
d. الإخصاب الداخلي.

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. أي أجزاء الرسم أعلاه يتوقع وجود مادة الميلين فيه؟

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

3. في أي أجزاء المخطط السابق تتوقع أن توجد النواقل العصبية عندما يصل جهد الفعل نهاية الخلية العصبية؟

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

4. أى الحيوانات الآتية ثديى مشيمى؟

- a. الطائر الطنان.      b. الكنغر.  
c. منقار البط.      d. الحوت.

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

2	2	2	2	2	2	2	2	الصف
4-1	4-2	5-3	3-2	3-2	5-1	5-1	3-1	الفصل/ القسم
8	7	6	5	4	3	2	1	السؤال



# أجهزة الدوران والتنفس والإخراج

## Circulatory, Respiratory, and Excretory Systems

6

العلوم



شيمو جلوبيين في خلية دم حمراء



خلايا دم حمراء في وعاء دموي  
صورة قياسية المجهر الإلكتروني الماسح تكبير 2500x



أوعية دموية في العضلات  
التكبير غير معروف

**الفكرة العامة** تحافظ هذه الأجهزة معًا على الاتزان الداخلي للجسم بإيصال مواد مهمة إلى الخلايا في أثناء تخلصها من الفضلات.

### 1 - 6 جهاز الدوران

**الفكرة الرئيسية** ينقل جهاز الدوران الدم لتزويد الخلايا بمواد مهمة، منها الأكسجين، وتخليصها من الفضلات، ومنها ثاني أكسيد الكربون.

### 2 - 6 الجهاز التنفسي

**الفكرة الرئيسية** وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الهواء الجوي الداخل للرئتين والدم من ناحية، وبين الدم وخلايا الجسم من ناحية أخرى.

### 3 - 6 الجهاز الإخراجي

**الفكرة الرئيسية** تحافظ الكلى على الاتزان الداخلي عندما تخلص الجسم من الفضلات والماء الزائد، وتحافظ على الرقم الهيدروجيني للدم.

### حقائق في علم الأحياء

- النسيج الوحيد في جسم الإنسان الذي لا يحوي أوعية دموية هو قرنية العين.
- تتكون الرئة من 2414 km من الممرات الهوائية، وأكثر من 300 مليون حويصلة هوائية.
- يمكن لمساحة سطوح الأكياس الهوائية التي تحيط بها الأوعية الدموية في الرئة أن تغطي مساحة ملعب تنس.

## تجربة استهلاكية

ما التغيرات التي تحدث في الجسم عند أداء تمرين رياضي؟

يتم تزويد أجهزة الجسم - ومنها جهازا التنفس والدوران - بما يحتاج إليه الجسم عند أداء التمرين الرياضي، وتحافظ على اتزانه الداخلي. فمثلاً، تدور خلايا الدم الحمراء في الجسم لتزوده بالأكسجين الذي يُستخدم في إنتاج الطاقة الضرورية لأداء التمرين. وفي هذه التجربة، تستقصي كيف ترتبط استجابات أجهزة الجسم للتمرين بعضها مع بعض.

### خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. قم بتمرين إيقاعي منتظم، كالركض أو المشي في مكان ما مدة دقيقتين، ولاحظ كيف يستجيب الجسم في أثناء أداء التمرين.
3. أعد قائمة باستجابات أجهزة الجسم التي حددتها في أثناء أداء التمرين.

### يتترك للطالب

### التحليل

1. اعمل لوحة تبين فيها كيف ترتبط هذه الاستجابات بعضها مع بعض.
2. حلل كيف تساعد إحدى استجابات الجسم المدونة في القائمة على تنظيم بيئته الداخلية؟

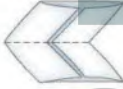
فصائل الدم ABO اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تحديد فصائل الدم الأربع A, B, AB, O.

### المطويات منظمات الأفكار

الخطوة 1، اثن ورقة من دفتر الملاحظات طولياً إلى ثلاثة أجزاء كما في الشكل الآتي:



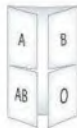
الخطوة 2، اثن الورقة بعد ذلك نصفين، ثم حدد خط الثني كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3، افتح الورقة، ثم قص عند خط الثني كما في الشكل الآتي:



الخطوة 4، أعط أسماء لكل من المربعات، كما في الشكل الآتي:



المطويات استخدم هذه المطوية في القسم 1-6، ودون ما تعلمته عن فصائل الدم الأربع A, B, AB, O خلال دراستك للفصل.



## الأهداف

- تحدد الوظائف الأساسية لجهاز الدوران.
- تعمل مخططاً لتدفق الدم في القلب والجسم.
- تقارن بين مكونات الدم الرئيسية.

## مراجعة المفردات

انقباض العضلة Muscle contraction: يُقصر طول الخلايا العضلية أو الألياف استجابة للمنبه.

## جهاز الدوران Circulatory System

**المقدمة** ينقل جهاز الدوران الدم لتزويد الخلايا بمواد مهمة منها الأكسجين، وتخليصها من الفضلات ومنها ثاني أكسيد الكربون. **الربط مع الحياة** تُستخدم الطرق السريعة في نقل الناس من مكان عملهم وإليه بسرعة. ويشبه ذلك تدفق الدم في الجسم ليزود الخلايا بالمواد الغذائية، ويخلصها من الفضلات. وعند انسداد الطريق أو مجرى الدم تتباطأ الوظائف الطبيعية في الجسم أو تتوقف. **وظائف جهاز الدوران**

## Functions of the Circulatory System

يجب أن تحصل الخلايا على الأكسجين والغذاء وتتخلص من الفضلات. ويتم هذا التبادل عن طريق جهاز الدوران -جهاز النقل في الجسم- الذي يتكون من: الدم، والقلب، والأوعية الدموية والجهاز الليمفي. ويحمل الدم المواد المهمة إلى جميع أجزاء الجسم. ويضخ القلب الدم خلال شبكة ضخمة من الألياف داخل الجسم تُسمى الأوعية الدموية. وينقل جهاز الدوران الكثير من المواد المهمة، ومنها الأكسجين والغذاء. كما يحمل الدم مواد ينتجها جهاز المناعة في الجسم تهاجم مسببات المرض. ويحتوي الدم على أجزاء خلايا وبروتينات تخثر الدم. وأخيراً يوزع جهاز الدوران الحرارة على أجزاء الجسم كافة لمساعدته على تنظيم درجة حرارته. ويعد الجهاز الليمفي جزءاً من جهازَي الدوران والمناعة. وتعمل هذه الأجهزة كلها للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.

## المفردات الجديدة

الشريان	الشعيرة الدموية
الوريد	الصمام
القلب	منظم النبض
البلازما (سائل الدم)	خلية الدم الحمراء
الصفائح الدموية	خلية الدم البيضاء
تصلب الشرايين	

## الشكل 6-1

### من الجثث إلى القلب الاصطناعي

تمت دراسة جهاز الدوران في الإنسان منذ آلاف السنين، وقد أدى ذلك إلى تقدم هائل في مجال التقنيات الطبية.

**350 ق.م.** لاحظ الطبيب اليوناني بروكساجوراس أن الأوردة والشرايين نوعان مختلفان من الأوعية الدموية.

**1628م.** تم أول وصف دقيق لقلب الإنسان بأنه عبارة عن مضخة تنقل الدم في جهاز ذي اتجاه واحد.

1900

1600

1500

1242

**1903م.** أجري أول تخطيط قلب سجل فيه النشاط الكهربائي للقلب (النبضات).



**1519-1452م.** أجرى ليوناردو دافنشي بحثاً مستفيضاً على جثث البشر، ويقال إنه شرح نحو 30 جثة في حياته.



**1242م.** نشر ابن النفيس كتاباً تضمن العديد من الاكتشافات التشريحية، وأهمها نظريته حول الدورة الدموية الصغرى وحول الشريان التاجي.

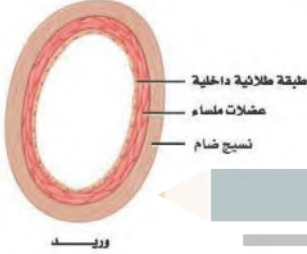


## الأوعية الدموية Blood Vessels

تفصل المسارات في الطرق السريعة حركة المركبات بعضها عن بعض. كما تتوافر على الطرق السريعة جسر توصل المركبات من الطريق السريع وإليه. كذلك يملك الجسم شبكة من القنوات أو الأوعية الدموية يدور فيها الدم؛ لكي يستمر في التدفق من القلب وإليه. وكان أول من اكتشف وجود نوعين من الأوعية الدموية الطبيب اليوناني Praxagoras، الشكل 1-6. أما أنواع الأوعية الدموية الثلاثة الرئيسة فهي الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية، المبيّنة في الشكل 2-6.

**الشرايين Arteries** يُنقل الدم بعيداً عن القلب في أوعية دموية كبيرة تُسمى **الشرايين** arteries. وهذه الأوعية الدموية ذات الجدران السميكة مرنة ومتينة. وهي قادرة على تحمّل الضغط العالي الناتج عن الدم الذي يضخه القلب.

ويتكون جدار الشريان من ثلاث طبقات، كما في الشكل 2-6، هي: الطبقة الخارجية المكونة من النسيج الضام، والطبقة الوسطى المكونة من عضلات ملساء، وطبقة داخلية من الخلايا الطلائية. ويكون سمك طبقة العضلات الملساء أكبر من الطبقات الأخرى في الأوعية الدموية الأخرى؛ لكي تتحمّل ضغط الدم العالي الذي يُضخ من القلب إلى الشرايين.



الشكل 2-6 الأوعية الدموية الثلاثة في الجسم هي: الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية. **توقع** ما العملية التي تعتقد أن المواد تعبر عن طريقها جدران الشعيرات الدموية؟

تنتقل المواد عبر جدار الشعيرات الدموية بواسطة عملية الانتشار

1982م تم زراعة أول قلب اصطناعي على يد الجراح ويليام دي فريز



2004م بين البحث إحصائية توليد خلايا عصبية جديدة من خلايا جذعية قلبية. ويتيح هذا المجال احتمال اكتشاف طرق علاج جديدة للمرضى الذين يعانون هبوطاً في القلب.

2000

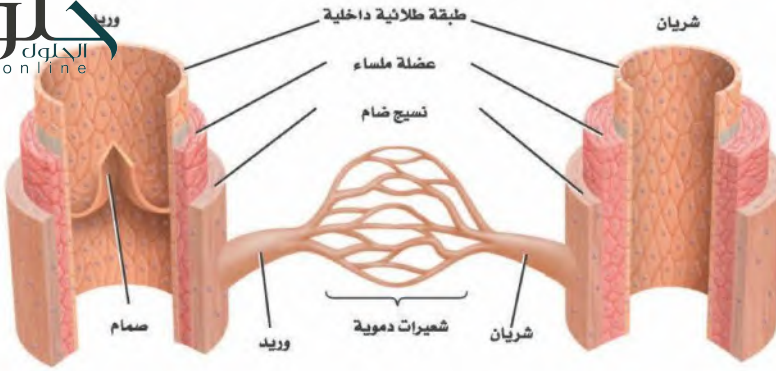
1965

1930

1967-1969م أجرى الجراحون أول عملية زرع قلب. وقد يُبقى القلب الاصطناعي المزروع المريض على قيد الحياة إلى أن يُزرع له قلب آخر من أحد المتبرعين.

1940-1941م أسس الدكتور تشارلز درو أول بنك دم لعمليات نقل الدم.





الشكل 3-6 يدور الدم في الجسم داخل الأوعية الدموية. كونه فرضية كيف يتم تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق قطر الأوعية الدموية؟

**الشعيرات الدموية Capillaries** تفرعات الشرايين في جسم الإنسان تشبه تفرعات أغصان الشجرة؛ إذ يصبح قُطرها أصغر كلما امتدت بعيداً عن الفرع الرئيس. وتُسمى هذه التفرعات الصغيرة **الشعيرات الدموية capillaries**. ويتم عبر هذه الشعيرات الدموية الدقيقة تبادل المواد والتخلص من الفضلات.

الأوعية الدموية التي لها قطر كبير تكون مساحة سطحها كبيرة أيضاً فتحرر الحرارة من الدم وهذا ما يبرد الجسم أما الأوعية الدموية ذات القطر الصغير فلها مساحة سطح صغيرة لذا لا تستطيع فقد الحرارة من الدم والجسم

**الأوردة Veins** بعد أن يمر الدم في الشعيرات الدموية ينتقل إلى أوعية دموية أكبر، وهي **الأوردة veins**؛ حيث تحمل هذه الأوردة الدم الذي يكون تركيز الأكسجين

الأوردة هي الأوعية الدموية الأكثر في الجسم ولكن طبقة العضلات الملساء فيها أقل سمكاً من الشرايين، كما توجد صمامات في الأوردة الكبيرة تمنع الدم من الرجوع أو التدفق في الاتجاه المعاكس أما الشرايين فهي أوعية دموية كبيرة ولها طبقة عضلات ملساء سميكة تتحمل ضغط الدم العالي والشعيرات الدموية أوعية دموية مجهرية لما جدار مكوّن من طبقة واحدة من الخلايا

ماذا قرأت؟ صف الاختلاف بين تركيب الأوردة، والشرايين والشعيرات الدموية.

151



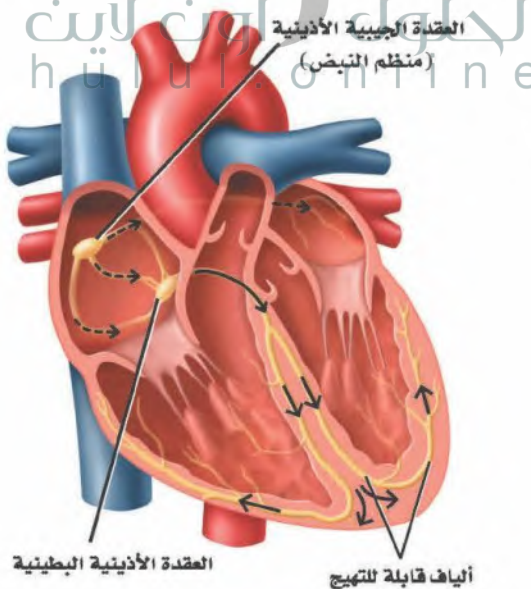
## كيف ينبض القلب؟ How the heart beats? ينقسم عمل القلب إلى مرحلتين

ففي المرحلة الأولى يمتلئ الأذنان بالدم، وينقبضان بعد ذلك ليمتلئ البطين بالدم. أما في المرحلة الثانية فينقبض البطينان، ويضخ الدم خارج القلب إلى الرئتين، وإلى سائر الجسم.

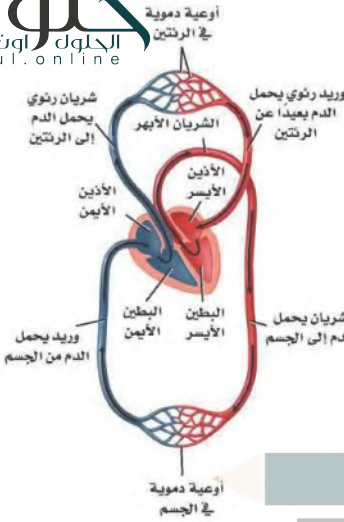
ويعمل القلب بانتظام؛ حيث تقوم مجموعة من الخلايا - تقع عند الأذين الأيمن وتسمى **منظم النبض** pacemaker أو العقدة الجيبية الأذينية (SA) - بإرسال إشارات تجبر عضلات القلب على الانقباض. وتستقبل العقدة الجيبية الأذينية منبهًا داخليًا يتعلق بحاجة الجسم إلى الأكسجين، فتستجيب له بضبط سرعة القلب. وتسبب هذه الإشارة الصادرة عن العقدة الجيبية الأذينية انقباض الأذنين، ثم تنتقل هذه الإشارة بعد ذلك إلى منطقة أخرى من القلب تُسمى العقدة الأذينية البطينية، الممثلة في الشكل 5-6، كما تنتقل عبر الألياف مسببة انقباض البطينين. وهذا الانقباض - الذي ينقسم إلى مرحلتين - يشكل نبضة القلب الكاملة.

**النبض Pulse** ينبض القلب 70 مرة تقريبًا في الدقيقة. فإذا لمستَ رسغك من الداخل عند أسفل الإبهام فسوف تشعر بهذا النبض في شريان يدك يرتفع أو ينخفض. وهذا النبض تبادل بين انقباض جدار الشريان وانبساطه، ويتجانس عن انقباض البطين الأيسر. إن عدد المرات التي ينبض فيها الشريان يساوي عدد المرات التي ينبض فيها القلب.

**ضغط الدم Blood Pressure** هو قياس لضغط الدم الواقع على جدران الأوعية الدموية، حيث تزود قراءة ضغط الدم الإنسان بمعلومات عن حالة الشرايين. ويسبب انقباض القلب ارتفاع ضغط الدم إلى أعلى درجة. وبلي ذلك انبساط القلب الذي يخفض ضغط الدم إلى أدنى درجة. ومعدل قراءة ضغط الدم الطبيعي عند الإنسان البالغ السليم أقل من 120 (الضغط الانقباضي)، و80 (الضغط الانبساطي).



■ الشكل 5-6 تحفز العقدة الجيبية الأذينية انقباض القلب، الذي يمتد عبر الأذنين إلى العقدة الأذينية البطينية. وتنقل العقدة الأذينية البطينية الإشارة عبر الألياف القابلة للتهدئة التي تنبه كلا من البطينين.



الشكل 6-6 يتدفق الدم في الجسم من خلال حلقتين أو دورتين.

**تدفق الدم في الجسم Blood flow in the body** إذا تتبعنا حركة الدم في الشكل 6-6 نلاحظ أنه يتدفق في حلقتين أو دورتين. أولهما انتقاله من القلب إلى الرئتين، ثم عودته إلى القلب. وثانيهما أنه يضخ بعد ذلك في دورة ثانية تبدأ من القلب عبر الجسم ليعود بعدها إلى القلب، حيث يضخ الجانب الأيمن من القلب الدم غير المؤكسج إلى الرئتين، ويضخ الجانب الأيسر من القلب الدم المؤكسج إلى سائر الجسم.

**إلى الرئتين والعودة منهما To Lungs and back** عندما يتدفق الدم العائد من الجسم إلى الأذين الأيمن يكون تركيز الأكسجين فيه منخفضاً، ولكنه محمّل بثاني أكسيد الكربون. ويكون لون الدم في هذه الحالة أحمر داكناً. ويتدفق الدم من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن، ويضخ بعدها خلال الشريان الرئوي إلى الرئتين، كما في الشكل 6-6. ونتيجة لذلك يتدفق الدم عبر الشعيرات الدموية القريبة الملاصقة للهواء الداخل إلى الرئتين، حيث يكون تركيز الأكسجين فيه أكثر مما هو في دم الشعيرات الدموية، فينتقل الأكسجين بالانتشار البسيط من الرئتين إلى الدم، وفي الوقت نفسه ينتشر غاز ثاني أكسيد الكربون في الاتجاه المعاكس، من الدم إلى فراغات الهواء في الرئتين. وينتقل الدم الذي أصبح لونه أحمر فاتحاً من الأذين الأيسر للقلب إلى البطين الأيسر ليضخ إلى جميع أجزاء الجسم.

**إلى الجسم ثم إلى القلب ثانية To the body and back** تبدأ الدورة الدموية الثانية من الأذين الأيسر المملوء بالدم المؤكسج القادم من الرئتين، كما هو مبين في الشكل 6-6، ثم ينتقل الدم من الأذين الأيسر إلى البطين الأيسر. يضخ البطين الأيسر الدم إلى الشرايين (الأورطي)، أنحاء الجسم كافة.

ج ١: يجب أن تمثل العينة الضابطة قراءة ضغط دم الشخص في حالة الراحة، ويجب أن يضبط الطلاب أكبر

عدد ممكن من العوامل بما فيها طريقة استعمال جهاز قياس ضغط الدم، أما المتغير المستقل فهو النشاط الذي قام به الشخص الذي تم قياس ضغطه، والمتغير التابع هو ضغط دم الشخص الذي تم قياسه بعد إجراء النشاط

#### ضغط الدم

4. قس ضغط الدم وقت الاستراحة لأحد أفراد مجموعتك.
5. اطلب إلى الشخص الذي قيس ضغطه أداء تمرين رياضي منتظم مدة دقيقة واحدة.
6. قس ضغط دمه مرة أخرى، وقارن ذلك بقراءة ضغطه وقت الاستراحة.

#### التحليل

1. حدّد الثوابت، والمتغيرات المستقلة والتابعة، والضابط في التجربة.
2. استنتج هل كانت توقعاتك صحيحة؟ فسر إجابتك.

يترك للطالب

ومن الجدير بالذكر أن الشعيرات الدموية تتصل مباشرة بخلايا الجسم، ومن ثم الأكسجين من الدم إلى خلايا الجسم عن طريق الانتشار البسيط. وكذلك ينقل ثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلى الدم بالطريقة نفسها. ويعود الدم غير المؤكسج إلى الأذين الأيمن عبر الأوردة.

## مكونات الدم Blood Components

الدم سائل الحياة؛ لأنه لا غنى عنه في نقل المواد المهمة إلى أنحاء الجسم كافة، كما أنه يحتوي على خلايا حية. ويتكون الدم من سائل يُسمى البلازما، وخلايا دم حمراء، وخلايا دم بيضاء، وقطع من الخلايا تُسمى الصفائح الدموية.

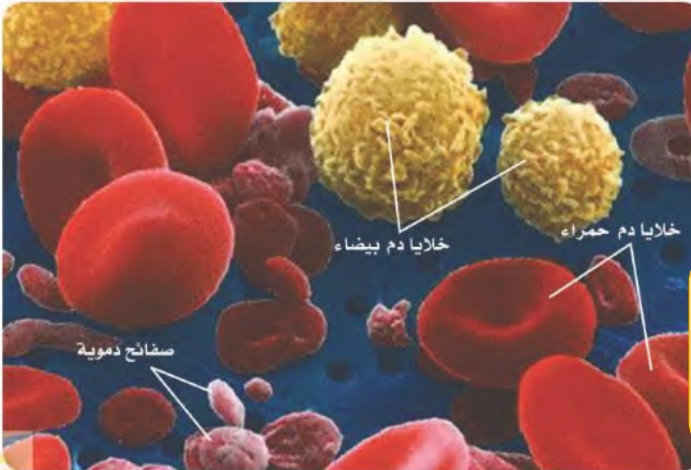
**البلازما Plasma** سائل أصفر في الدم. وتشكل **البلازما** plasma أكثر من 50 % من الدم. ويشكل الماء 90 % من مكوناتها، أما الـ 10 % الباقية منها فمواد ذائبة. وتنقل البلازما ما يتحلل من الغذاء الذي تم هضمه، ومنه الجلوكوز والأحماض الأمينية بالإضافة إلى نقل الفيتامينات والأملاح والهرمونات التي تعطي إشارة لبدء أنشطة الجسم، ومنها امتصاص الخلايا للجلوكوز. كما تنقل البلازما الفضلات من الخلايا إلى خارج الجسم.

وهناك ثلاث مجموعات من بروتينات البلازما التي تُكسبها اللون الأصفر. تساعد إحداها على تنظيم كمية الماء في الدم، وتساعد الثانية التي تنتجها خلايا الدم البيضاء على مقاومة الأمراض، أما المجموعة الثالثة فتكوّن خثرات الدم.

✓ **ماذا قرأت؟** وضح وظيفة البلازما.

تقل البلازما الفيتامينات وتحمل كذلك الفضلات بعيداً عن الخلايا إلى مناطق الإخراج في الجسم

120 يوماً فقط.



■ الشكل 6-7 يتكون الدم من سائل البلازما، وخلايا الدم الحمراء (قرص مقعر الوجهين)، وخلايا الدم البيضاء (خلايا ذات أشكال غير منتظمة)، والصفائح الدموية (قطع مسطحة).  
استنتج ماذا يحدث إذا كان هناك خلايا دم بيضاء أكثر من المعدل الطبيعي؟

يدل ارتفاع عدد خلايا الدم البيضاء على الإصابة بعدوى أو التهابات



لل كلمات تحوي كلمة (دم) داخل دائرة كبيرة في المنتصف. وُصِّع كلاً من الكلمات الآتية: (مكوناته، فصائل الدم، دورة دموية، القلب) في دوائر صغيرة حول الدائرة الكبيرة. ثم ابحث عن معلومات درستها في هذا الفصل، وأضفها في المكان المناسب في الدوائر الصغيرة المحيطة بالدائرة الكبيرة.

تتكون خلايا الدم الحمراء عادة من بروتينات تحتوي على الحديد، وتُسمى الهيموجلوبين، الذي يتحد كيميائياً بجزيئات الأكسجين، ثم يحملها إلى خلايا الجسم. ويحمل الهيموجلوبين أيضاً جزءاً من ثاني أكسيد الكربون، وتحمل البلازما معظمه.

**الصفائح الدموية Platelets** لعلك جُرحت يوماً، فلاحظت أن الدم النازف من مكان الجرح يقل تدريجياً، حتى يتوقف خلال فترة قصيرة، فتتكون بعد ذلك خثرة الدم التي تشكّل القشرة. والصفائح الدموية platelets أجزاء من خلايا تؤدي دوراً مهماً في تكوين خثرة الدم.

فعندما يتضرر وعاء دموي أو يقطع تتجمع الصفائح الدموية، وتلتصق معاً في مكان الجرح. وتطلق هذه الصفائح مواد كيميائية لتتجذب بروتينات يُسمى فايبرين؛ أو عامل التخثر، فينسج الفايبرين شبكة من الألياف عبر الجرح لحجز الصفائح الدموية وخلايا الدم الحمراء، كما في الشكل 6-8. وتتكون الخثرة كلما تجمعت صفائح دموية وخلايا دم حمراء أكثر في مكان الإصابة.

**خلايا الدم البيضاء White Blood Cells** خلايا الدم البيضاء هي التي تقاوم الأمراض. وتتكون خلايا الدم البيضاء white blood cells في نخاع العظام، مثل خلايا الدم الحمراء. وتميز بعض خلايا الدم البيضاء المخلوقات الدقيقة التي تسبب أمراضاً - ومنها البكتيريا - لتحذر الجسم من هذا الغزو. وتنتج خلايا الدم البيضاء الأخرى مواد كيميائية لمقاومة الأجسام الغازية؛ إذ تحيط خلايا الدم البيضاء بالأجسام الغريبة وتقتلها.

تختلف خلايا الدم البيضاء عن الحمراء في أكثر من وجه؛ حيث ينتقل الكثير من خلايا الدم البيضاء من نخاع العظم إلى مواقع أخرى في الجسم لكي تنضج. وعدد خلايا الدم البيضاء أقل جداً من عدد خلايا الدم الحمراء؛ حيث توجد خلية دم بيضاء واحدة مقابل 500 إلى 1000 خلية دم حمراء. وتحوي خلايا الدم البيضاء نواة. وتعيش معظم خلايا الدم البيضاء شهراً أو سنوات.

■ الشكل 6-8 تتكون الخثرة نتيجة احتجاز خيوط الفايبرين خلايا الدم والصفائح الدموية.



صورة محسنة بالمجهر الإلكتروني الماسح: التكبير 2300×

## فصائل الدم Blood Types

كيف تعرف فصيلة دمك؟ هناك جزيئات محددة تُسمى مولدات الضد (الأنتيجين) على الغشاء البلازمي لخلايا الدم الحمراء يتم تحديد فصيلة الدم بناءً عليها.





**فصائل الدم ABO** هناك أربعة أنواع من فصائل الدم هي: O و AB و B و A. فإذا كانت فصيلة دمك A فإن خلايا الدم الحمراء تحوي علامة أو مولد الضد A. وإذا كانت فصيلة دمك B فإن خلايا الدم الحمراء تحوي على علامة أو مولد الضد B. أما عندما تكون فصيلة دمك AB فإنها تحتوي على خلايا دم حمراء لها علامات أو مولد ضد A و B. ولا تحوي فصيلة دم O على علامات أو مولد ضد.

**أهمية فصائل الدم** إذا احتجت يوماً إلى نقل دم فلا ينقل إليك إلا نوع محدد من الدم، كما في الجدول 1-6. ويعود ذلك إلى احتواء بلازما الدم على بروتينات تُسمى الأجسام المضادة. وهذه الأجسام المضادة تميز خلايا الدم الحمراء التي تحمل علامات غريبة، فيؤدي ذلك إلى تكتل هذه الخلايا معاً. فإذا كانت فصيلة دمك B مثلاً فإن دمك يحوي أجساماً مضادة تجعل خلايا الدم التي تحمل مولد ضد A تتجمع وتترسب. فإذا نُقل إليك دم A فإن البروتينات المتجمعة تجعل خلايا فصيلة دم A تكتل معاً. ويشكل تكتل خلايا الدم هذا خطراً على الإنسان؛ لأنه قد يسد مجرى الدم.

**العامل الريزي Rh** توجد علامة أخرى على سطح خلايا الدم الحمراء وتُسمى العامل الريزي Rh. وينقسم الدم البشري إلى Rh موجب، و Rh سالب. ويسبب العامل الريزي مضاعفات إذا نُقل دم من شخص موجب العامل الريزي Rh<sup>+</sup> - يحمل علامة أو مولد الضد- إلى شخص سالب العامل الريزي Rh<sup>-</sup> - لا يحمل مولد الضد- إذ ينتج عن ذلك تكتل خلايا الدم الحمراء؛ لأن دم الشخص Rh<sup>-</sup> يكون أجساماً مضادة ضد خلايا الشخص Rh<sup>+</sup>. ويمكن أن يسبب عامل Rh مضاعفات وتعقيدات في أثناء فترة الحمل. فإذا اختلط دم الجنين Rh<sup>+</sup> بدم الأم Rh<sup>-</sup> يصبح لدى الأم أجسام مضادة لعامل Rh<sup>+</sup>.

### المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

فصائل الدم				الجدول 1-6
O	AB	B	A	فصيلة الدم
لا يوجد مولد الضد.	مولد الضد AB	مولد الضد B	مولد الضد A	مولد الضد
الأجسام المضادة: المضادة لـ A و B	الأجسام المضادة: لا يوجد	الأجسام المضادة: المضادة لـ A	الأجسام المضادة: المضادة لـ B	الأجسام المضادة
				مثال
O و A و B و AB	AB	B أو AB	A أو AB	يعطي الدم؛
O	O أو AB, B, A	O أو B	O أو A	يستقبل الدم من؛

ج١: يزود جهاز الدوران خلايا الجسم بالأكسجين والغذاء كما يتخلص من الفضلات ومنها ثاني أكسيد الكربون

ج٢: تعكس المخططات الشكلين ٦ - ٦، ٦ - ٤

ج٣: للشرايين طبقة عضلات ملساء أسمك من الأوردة، كما يوجد في الأوردة صمامات لا توجد في الشرايين

ج٤: يوجد مقابل كل ١٠٠ خلية دم بيضاء ١٠٠,٠٠٠ - ٥٠,٠٠٠ خلية دم حمراء

ج٥: البلازما هي الجزء السائل من الدم تحمل خلايا الدم الحمراء الأكسجين إل خلايا الجسم وتحمل ثاني أكسيد الكربون بعيداً عن خلايا الجسم كما تدافع خلايا الدم البيضاء عن الجسم بمهاجمة مسببات المرض، أما الصفائح الدموية فهي أجزاء خلوية تساعد على تخثر الدم

ج٦: ربما ينبض القلب بصورة غير منتظمة

ج٧: تقوي ممارسة الإنسان للرياضة عضلات قلبه

## التقويم 1-6

### الخلاصة

- تنقل الأوعية الدموية المواد المهمة خلال الجسم.
- يتكون الجزء العلوي من القلب من أذنين، والجزء السفلي من بطينين.
- يضخ القلب الدم غير المؤكسج إلى الرئتين، كما يضخ الدم المؤكسج إلى سائر الجسم.
- يتكون الدم من البلازما، وخلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية.
- يصنّف الدم إلى أربع فصائل هي: O و AB و B و A.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **المفكرة الرئيسية** وضح الوظائف الرئيسية لجهاز الدوران.
2. **اعمل مخططاً** لمسار الدم في الجسم والقلب.
3. **قارن بين** تركيب الشرايين والأوردة.
4. **احسب** معدل عدد خلايا الدم الحمراء لكل 100 خلية دم بيضاء في جسم الإنسان.
5. **تحصن** وظائف مكونات الدم الأربعة.

### التفكير الناقد

6. **السبب والنتيجة** ماذا يحدث إذا استقبل منظم النبض إشارات خاطئة من الدماغ؟
7. **كوّن فرضية** لماذا تعدّ التمارين الرياضية طريقة للحفاظ على قلب صحي سليم؟
8. **الرياضيات في علم الأحياء** عدّ المرات التي ينبض فيها قلبك خلال 15 ثانية. ما سرعة نبضات قلبك في الدقيقة؟

يترك للطالب



## Respiratory System الجهاز التنفسي

**المقدمة** وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون بين الهواء الجوي الداخل للرئتين والدم من ناحية، وبين الدم وخلايا الجسم من ناحية أخرى. **الربط مع الحياة** تفصل مرشحات الهواء الغبار والمواد الأخرى عن الهواء قبل دخوله محرك السيارة. ويمنع هذا الأمر حدوث مشكلات في المحرك، كما يساعد على التأكد من تدفق الهواء الجيد. ويعمل جهاز التنفس بطريقة مشابهة للتأكد من دخول الهواء النظيف إلى الرئتين.

### The Importance of Respiration أهمية التنفس

تحتاج خلايا الجسم إلى الأكسجين، حيث تستخدم الخلايا الأكسجين والجلوكوز لتنتج جزيئات ATP الغنية بالطاقة، التي يحتاج إليها الجسم للقيام بعمليات الأيض (عملياته الحيوية). وتسمى هذه العملية التنفس الخلوي، وهي تطلق طاقة وثنائي أكسيد الكربون وماء.

#### Breathing and Respiration

#### الحركات التنفسية والتنفس

إن وظيفة جهاز التنفس هي استمرار التنفس الخلوي، بتزويد خلايا الجسم بالأكسجين، وتخليصها من ثاني أكسيد الكربون والفضلات. ويقوم جهاز التنفس بعملياتين، هما الحركات التنفسية Breathing، والتنفس Respiration. ففي العملية الأولى يجب أن يدخل الهواء الجسم عن طريق عمليتي الشهيق والزفير، وهما حركتا الهواء الألبتان من الرئتين وإليهما، ويوضح الشكل 6-10 هواء الزفير الخارج من الرئتين. أما في العملية الثانية فيتم تبادل الغازات في الجسم. ففي عملية التنفس الخارجي external respiration يتم تبادل الغازات بين هواء الغلاف الجوي والدم في الرئتين. أما في عملية التنفس الداخلي internal respiration فيتم تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم.

#### الأهداف

- تمييز بين التنفس الداخلي والخارجي.
- توضيح مسار الهواء في الجهاز التنفسي.
- تحدد التغيرات التي تحدث في الجسم خلال عملية التنفس.

#### مراجعة المفردات

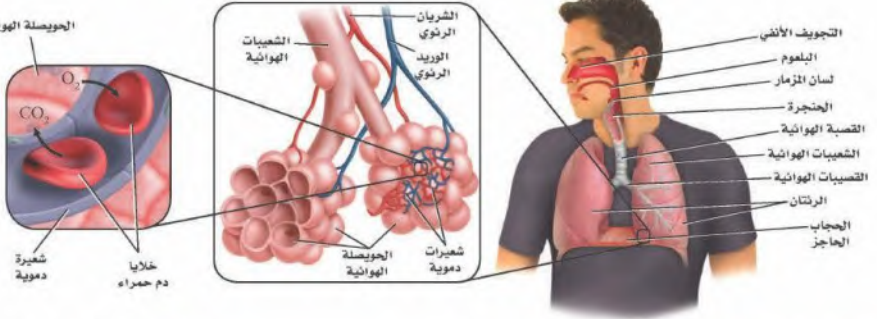
ATP: جزيء حيوي يزود خلايا الجسم بالطاقة الكيميائية.

#### المفردات الجديدة

- الحركات التنفسية
- التنفس الخارجي
- التنفس الداخلي
- القنطرة الهوائية
- القنصيات الهوائية
- الرئة
- الخوصلات الهوائية

■ الشكل 6-10 يمكن رؤية هواء الزفير في ليلة باردة. استنتج قيم يختلف هواء الشهيق عن هواء الزفير؟

يحتوي هواء الشهيق على الاكسجين أكثر من الزفير؛ في حين يحتوي هواء الزفير على ثاني أكسيد الكربون أكثر من الشهيق



## مسار الهواء The Path of Air

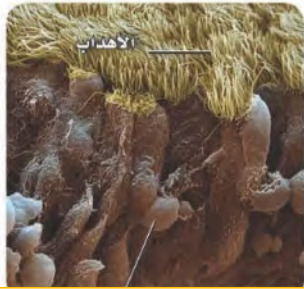
الشكل 11-6 يصل الهواء إلى الرئتين، حيث يتم تبادل الغازات عبر جدار الشعيرات الدموية.

اعمل مخططاً لتتبع مسار الأكسجين من الغلاف الجوي إلى الحويصلات الهوائية

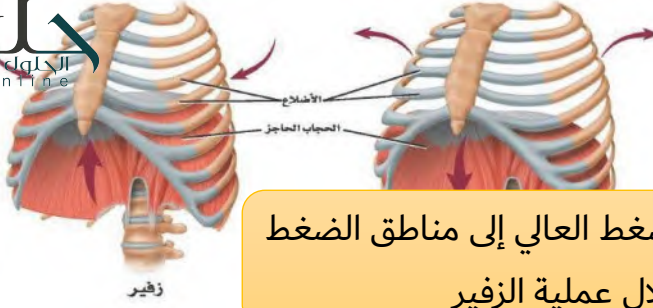
يتكون الجهاز التنفسي من: الأنف، والبلعوم، ولسان المزمار والحنجرة، والقصبة الهوائية، والرئتين، والقصيبات الهوائية، والشعبات الهوائية، والحويصلات الهوائية، والحجاب الحاجز. وينتقل الهواء من خارج الجسم (البيئة المحيطة) إلى الرئتين، ثم إلى الحويصلات، كما في الشكل 11-6، حيث يدخل الهواء من الأنف، فتصفي الشعيرات التي في الأنف - الشكل 12-6 - المواد العالقة في الهواء. وفي حين تبطن الأهداب التي تشبه الشعر المخاط في الأنف والأنابيب التنفسية كافة، فتلتقط المواد العالقة في الهواء اتجاه الحلق؛ حتى لا تدخل إلى الرئتين. كما تدفع الأغشية المخاطية تحت الأهداب في الممرات الهوائية الهواء وترطبه، بعد أن تدخل إلى الحلق. ويمر الهواء المرشح عبر الجزء العلوي للحلق الذي يسد ويمنع لسان المزمار - وهو قطعة نسيج تغطي فتحة الحنجرة - جزيئات الطعام من دخول مجرى التنفس، لكنه يسمح للهواء فقط بالمرور من الحنجرة إلى أنبوب طويل في الصدر يُسمى **القصبة الهوائية trachea**. وتتفرع القصبة الهوائية إلى أنبوبين كبيرين يُسمى الواحد منهما **القصبة الهوائية bronchus**، وهي تؤدي إلى **الرئتين lungs**. والرئتان أكبر عضو في الجهاز التنفسي، حيث يتم فيهما تبادل الغازات. وتتفرع كل قصبة هوائية إلى أنابيب أصغر تُسمى الشعبات الهوائية bronchioles. وتستمر هذه الشعبات في التفرع إلى حجرات هوائية أصغر تنتهي بأكياس هوائية تُسمى **الحويصلات الهوائية alveoli**. ويتكون جدار الحويصلات من طبقة واحدة رقيقة من الخلايا، محاطة بشعيرات دموية رقيقة.

**تبادل الغازات في الرئتين Gas exchange in the lung** يصل الهواء إلى كل حويصلة؛ إذ ينتشر الأكسجين عبر جدران رطبة رقيقة إلى الشعيرات الدموية، ثم إلى

ينتقل الهواء المحمل بالأكسجين إلى الجسم عبر الفم والأنف؛ ليمر بالحنجرة إلى القصبة والقصيبات الهوائية ثم إلى الحويصلات داخل الرئة



تبادل الغازات في الحويصلات الهوائية فعال؛ لأن جدرانها مكوّنة من طبقة واحدة من الخلايا



■ الشكل 13-6 تنقبض عضلات القفص الصدري والحجاب الحاجز، ثم تنبسط في أثناء عملية التنفس. **حدد** ما دور ضغط الهواء في عملية التنفس؟

يتدفق الهواء من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط المنخفض خلال عملية الزفير

### الحركات التنفسية Breathing

يتحكم الدماغ في معدل التنفس عندما يستجيب إلى منه داخلي يشير إلى كمية الأكسجين التي يحتاج إليها الجسم. فعندما يرتفع تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم تزداد سرعة التنفس؛ بسبب حاجة الخلايا إلى الأكسجين.

الشهيق هو عملية إدخال الهواء إلى الرئتين. وكما في الشكل 13-6، تنقبض عضلة الحجاب الحاجز أثناء عملية الشهيق، مما يؤدي إلى اتساع تجويف الصدر، فيسمح للهواء بالدخول إلى الرئتين. أما في عملية الزفير فتنبسط عضلة الحجاب الحاجز، ويعود إلى وضعه الطبيعي، مما يقلل من حجم تجويف الصدر؛ بسبب ارتفاع الحجاب الحاجز إلى أعلى، فيندفع الهواء اندفاعاً طبيعياً بسبب الضغط العالي في الرئتين. تتبع الشكل 14-6؛ لتتعلم كيف يعمل جهازا الدوران والتنفس معاً لتزويد الجسم بالأكسجين الذي يحتاج إليه، وتخليصه من ثاني أكسيد الكربون.

ما كمية الهواء التي تستنصها رئاتك؟  
ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

### تجربة استكشاف

مراجعة: بناءً على ما قرأته حول التنفس، كيف يمكنك الآن الإجابة عن أسئلة التحليل؟

## تجربة 2-6

### السبب والنتيجة

سجل عدد ضربات القلب، وعدد مرات التنفس في الدقيقة.

5. مثل النتائج بيانياً على أن يمثل الإحداثي الأفقي عدد مرات التنفس/الدقيقة، والإحداثي العمودي عدد ضربات القلب/الدقيقة.

### التحليل

1. هضر ما العلاقة بين المتغيرين التابعين للتمرين؛ أي معدل ضربات القلب وعدد مرات التنفس؟
2. استنتج هل يؤثر التمرين في عمليات الأيض؟ ولماذا؟
3. كون فرضية لماذا يختلف عدد نبضات القلب ومرات التنفس في الدقيقة لكل طالب عن غيره، على الرغم من أنهما يمارسان التمارين الرياضية نفسها، ويمشيان فترة مماثلة؟

ج ١: كلما زادت سرعة نبض القلب

زادت سرعة التنفس أيضاً

ج ٢: تؤثر التمارين في عمليات الأيض،

تشير زيادة التنفس إلى استهلاك أكبر

للأكسجين وإنتاج غاز ثاني أكسيد

الكربون بصورة أكثر

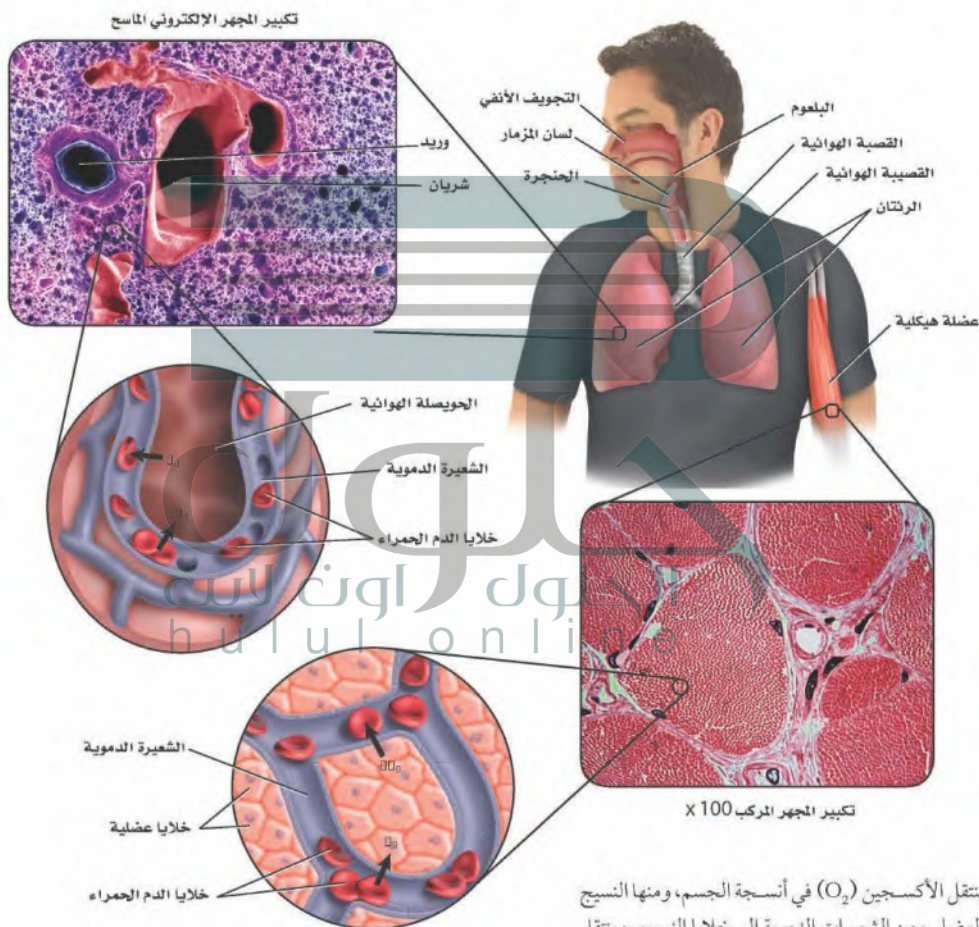
ج ٣: تختلف الأجسام في حاجتها

للأكسجين



■ الشكل 14-6 يتم تبادل الغازات في الرئتين، وفي خلايا أنسجة الجسم.

ينتقل الأكسجين المستنشق إلى الشعيرات الدموية في الرئتين، ثم إلى خلايا الجسم. ويخرج غاز  $CO_2$  من الشعيرات الدموية خارج الرئتين عن طريق عملية الزفير.



ينتقل الأكسجين ( $O_2$ ) في أنسجة الجسم، ومنها النسيج العضلي، من الشعيرات الدموية إلى خلايا النسيج. وينتقل ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) الناتج عن عملية التنفس الخلوي من الخلايا إلى الشعيرات الدموية، ثم إلى الرئتين.

ج١: تزويد الجسم بالأكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون  
ج٢: التنفس الداخلي هو تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم؛ التنفس الخارجي

هو تبادل الغازات بين الهواء المحيط بالجسم والدم

ج٣: ينتقل الواء من خلال الأنف ماراً بالحنجرة إلى القصبة الهوائية ثم إلى القصيبات إلى أن يصل إلى الحويصلات الهوائية حيث يمر الأكسجين الذي في الهواء عبر الشعيرات الدموية إلى الدم

ج٤: عندما تنقبض عضلة الحجاب الحاجز يتسع تجريف الصدر وينخفض الحجاب الحاجز إلى الأسفل فيندفع إلى الرئتين وعندما تنبسط عضلة الحجاب الحاجز يضيق تجويف الصدر فيخرج الهواء من الرئتين  
ج: يجب أن يعمل جهاز التنفس بصورة أصعب للتعويض عن اختلالات الجهاز الدوري

ج٧: الدفء والشواء الرطب يساعدان على بقاء المحبط حول الحويصلات رطب ليسمح بانتشار الغازات

## التقويم ٥-٢

### الخلاصة

- الحويصلات الهوائية يحدث فيها تبادل الغازات بين جهاززي التنفس والدوران.

ج٨:

مساحة سطح الحويصلات في الرئة الواحدة =  $35 \text{ m}^2$

$$35 \text{ m}^2 \times \frac{10000 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2} = 350,000 \text{ cm}^2$$

مساحة سطح الحويصلة الواحدة =

$$\frac{350,000 \text{ cm}^2}{300,000,000} = 0.0012 \text{ cm}^2 \text{ تقريباً}$$

### التفكير الناقد

7. كَوْنُ هرضية حول فائدة تسخين الهواء وترطيبه قبل أن يصل إلى الحويصلات.

### 8. الرياضيات هي علم الأحياء

مساحة سطح الحويصلات الكلية في الرئتين حوالي  $70 \text{ m}^2$ . فإذا كانت الرئة الواحدة تحتوي 300 مليون حويصلة هوائية تقريباً فما مساحة سطح الحويصلة الهوائية الواحدة بوحدة  $\text{cm}^2$  ؟

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **المقدمة** حدد الوظيفة الرئيسية للجهاز التنفسي.
2. ميّز بين التنفس الداخلي والتنفس الخارجي.
3. تتبّع مسار الهواء ابتداءً من الأنف، حتى وصوله إلى الدم.
4. صفّ آلية حدوث الشهيق والزفير.
5. استنتج كيف يعوض الجهاز التنفسي أي خلل يصيب جهاز الدوران؟
6. صفّ ثلاثة أمراض تصيب الجهاز

يترك للطالب

## الأهداف

- تتخصص وظيفة الكلية في الجسم.
- تتبع خطوات تكوين البول والتخلص منه.
- تمييز بين الترشيح وإعادة الامتصاص في الكلية.

## مراجعة المفردات

الرقم الهيدروجيني pH: مقياس درجة حموضة أو قاعدية أي محلول.

## المفردات الجديدة

الكلية  
اليوريا (البولينا)

## Excretory System الجهاز الإخراجي

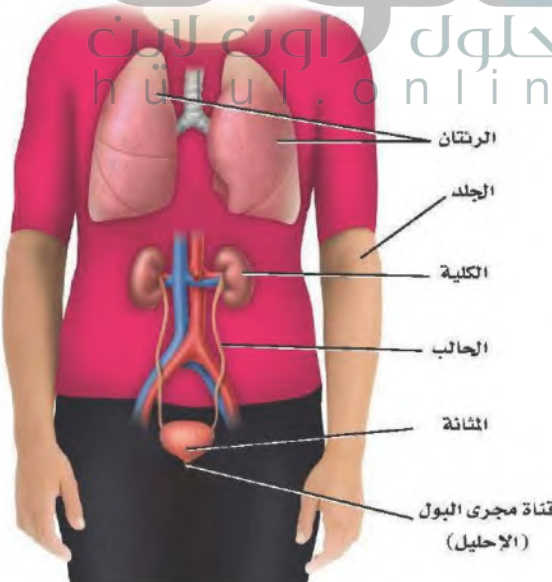
**الغرفة** تحافظ الكلى على الاتزان الداخلي عندما تخلص الجسم من الفضلات والماء الزائد، وتحافظ على الرقم الهيدروجيني للدم.

**الربط مع الحياة** افترض أنك نظفت غرفة نومك. فبدأت بنقل جميع الأشياء الصغيرة إلى الممرات، ثم أعدت الأشياء التي تريد الاحتفاظ بها إلى الغرفة، وتركت سائر الأشياء في الممرات؛ لتتخلص منها فيما بعد. إن ما قمت به مشابه تمامًا لما تقوم به الكلية من ترشيح المواد في الدم.

## Parts of the Excretory System أجزاء الجهاز الإخراجي

يُجمّع الجسم الفضلات - ومنها السموم وثنائي أكسيد الكربون - الناتجة عن عمليات الأيض، ويقوم جهاز الإخراج بتخليصه منها. بالإضافة إلى ذلك، فهو ينظم كمية السوائل والأملاح في الجسم، ويحافظ على الرقم الهيدروجيني للدم. وتساعد جميع هذه الوظائف على الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.

يتكون الجهاز الإخراجي من الرئتين، والجلد والكليتين، الشكل 15-6، فتُخرج الرئتان ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، كما يُخرج الجلد الأملاح والماء مع العرق. ومع ذلك تظل الكليتان عضو الإخراج الرئيس في الجسم.



■ الشكل 15-6 تتضمن أعضاء الإخراج الرئتين والجلد والكليتين.



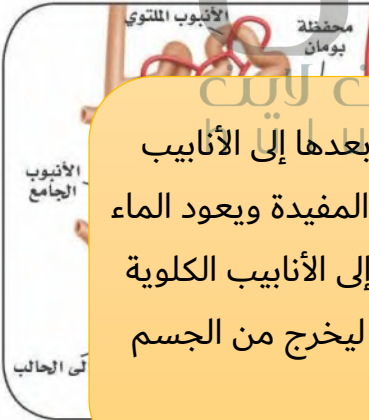
## الكليتان The Kidneys

**الكلى kidney** - كما في الشكل 16 - 6 - تشبه حبة الفاصولياء في شكلها، وتقوم بترشيح الفضلات والماء والأملاح من الدم. وتنقسم الكلى إلى منطقتين مختلفتين: طبقة خارجية تعرف بالقشرة، وأخرى داخلية تعرف بالنخاع. وتحوي كلتا الطبقتين أنابيب مجهرية وأوعية دموية. وهناك منطقة وسط الكلى تُسمى حوض الكلى، حيث توجد أجهزة الترشيح (تقع بين طبقتي القشرة والنخاع)، وتصب الأنابيب الجامعة للبول في حوض الكلى. انظر الشكل 16 - 6، وأنت تقرأ ما يتعلق بوظيفة الكليتين.

**الترشيح في الوحدة الكلوية Nephron filtration** تحتوي كل كلية على حوالي مليون وحدة ترشيح، تُسمى وحدات كلوية (نفرونات). ينقل الشريان الكلوي الغذاء والفضلات إلى الكلى، ثم يتفرع إلى أوعية دموية أصغر فأصغر، إلى أن يصل إلى شبكة من الشعيرات الدموية الصغيرة في الكبة في محفظة بومان. ويكون جدار هذه الشعيرات رقيقاً جداً، والدم تحت تأثير ضغط كبير. ونتيجة لذلك يتدفق الماء والمواد الذائبة فيه - ومنها الفضلات النيتروجينية التي تسمى **يوريا (بولينا) urea** خلال جدار الشعيرات الدموية إلى محفظة بومان. وتبقى الجسيمات الأكبر حجماً - ومنها البروتينات وخلايا الدم الحمراء - في الدم.

الوحدة الكلوية (النفرون)

■ الشكل 16-6 الوحدات الكلوية هي الوحدات الوظيفية في الكلى. تتبع لخص مسار البول حتى إخراجها من الجسم.



يجمع السائل الراشح في محفظة بومان ليتدفق بعدها إلى الأنابيب الكلوية وتعيد الشعيرات الدموية امتصاص المواد المفيدة ويعود الماء إلى مجرى الدم ثم تخرج الفضلات من الشعيرات إلى الأنابيب الكلوية ويغادر البول الكلى عبر الحالب إلى المثانة البولية ليخرج من الجسم عبر قناة البول (الإحليل)



## أمراض الكلية Kidney Disorders

أحيانًا لا تقدر الكلية على القيام بوظائفها، أو يصيبها فشل بسبب الأمراض والاختلال في وظائفها. وعندما تضعف وظيفة الكلية لا يستطيع الجسم التخلص من الفضلات، فيحدث خلل في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

**التهاب الكلية Infections** من مظاهر التهاب الكلى الحمى والقشعريرة وآلام أسفل الظهر أو متصفه. وتبدأ إصابة الكلية عادة بإصابة المثانة بالالتهابات، ثم تنتقل هذه الالتهابات إلى الكلية. كما يسبب انسداد الكلية إصابتها بالالتهابات. وإذا لم تعالج الإصابة تحدث ندوب في الكلية، وربما تعطل وظائفها. وتتم معالجة الالتهابات الناتجة عن العدوى بالبكتيريا باستعمال المضادات الحيوية الفعالة.

**التهاب الوحدة الكلوية Nephritis** من مشكلات الكلى التهاب الوحدات الكلوية، وغالبًا ما يحدث نتيجة التهاب وانتفاخ مؤلم في أحد الكبيبات، كما في الجدول 3-6. ويحدث هذا الأمر لعدة أسباب، منها استقرار مواد كبيرة الحجم تسبب مع الدم في الكبة. ومن أعراض هذه الحالة وجود الدم والبروتين في البول، وانتفاخ أنسجة الجسم. فإذا لم يتحسن الوضع احتاج المريض إلى نوع معين من الغذاء أو الحماية، وبعض العقاقير لمعالجة الإصابة.

**حصى الكلى Kidney stones** تُعد حصى الكلى أحد اضطرابات الكلى، كما في الجدول 3-6، والشكل 17-6. وحصى الكلية مادة بلورية صلبة، ومنها مركبات الكالسيوم التي تتكون في الكلية. وتستطيع هذه الحصى الصغيرة أن تخرج من الجسم مع البول إلا أن ذلك مؤلم جدًا. ويمكن تحطيم الحصى الكبيرة بالموجات فوق الصوتية لتمر بعدها إلى خارج الجسم، كما تحتاج بعض الحالات أحيانًا إلى الجراحة لإزالتها.

وتُحدث بعض الأمراض التي يعاني منها الجسم ضررًا للكلى. فالسكري وضغط الدم العالي من أهم أسباب الفشل الكلوي وانخفاض مستوى أداء الكليتين. كما يسبب الاستعمال الخاطئ لبعض العقاقير أضرارًا بالغة للكليتين.



■ الشكل 17-6 تتكون حصى الكلية عندما تصبح المعادن - ومنها الكالسيوم - كتلاً صلبة.

### المفردات

#### مفردات أكاديمية

يثبط Inhibit: يقيّد أو يمنع عمل أو وظيفة ما.

تركيز البروتين في الدم يثبط العضو عن إنتاج كمية أكبر من البروتين نفسه.

### أمراض الجهاز الإخراجي الشائعة

الجدول 3-6

الوصف	اضطرابات الإخراج
يؤدي التهاب الكبيبات إلى التهاب الكلية كلها، لذا تفشل في أداء وظيفتها إذا لم تعالج.	التهاب الوحدة الكلوية
تمزّ الترسبات الصلبة التي تتكون في الكلية عن طريق البول إلى خارج الجسم، أما الحصى الكبيرة في الكلى فتسبب مجرى البول أو تهيج القناة البولية، مما يسبب العدوى.	حصى الكلى
تسبب التشوهات الخلقية عند الولادة انسداد مجرى البول. وإذا لم يتم معالجة هذه الحالة يحدث ضرر دائم في الكلى.	انسداد القناة البولية
هذه حالة وراثية تتميز بنمو أكياس كثيرة مليئة بالسوائل في الكلى. ويقلل هذا الاعتلال من وظيفة الكلية، وربما يقود إلى الفشل الكلوي.	مرض الكلى العنيد التكيس
نمو غير منضبط، يبدأ بالخلايا المبطنة للأنايب داخل الكلية، وينتج عنه خروج الدم إلى البول، ووجود كتل في الكلى، أو ربما تتأثر أعضاء أخرى في الجسم نتيجة انتشار السرطان السريع، مما قد يؤدي إلى الموت.	سرطان الكلية

## معالجة الكلية Kidney Treatments

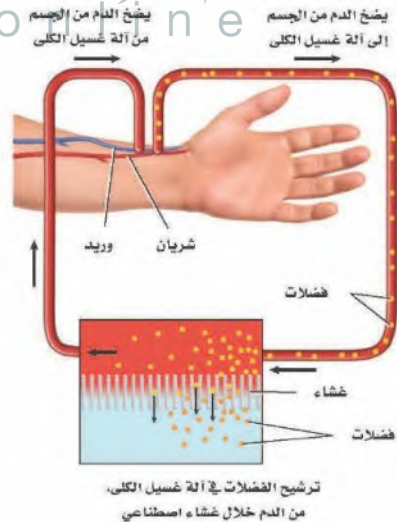
قد تفقد الكلى نسبة كبيرة من وظيفتها قبل أن يصبح الفشل الكلوي ظاهرًا. وإذا لم تعالج الكلى فإن تراكم الفضلات في الجسم يؤدي إلى التشنجات وفقدان الوعي أو الموت. وهناك طريقتان لعلاج الفشل الكلوي التام، وانخفاض مستوى أداء الكلى.

**غسيل الكلى Dialysis** غسيل الكلى طريقة يتم فيها ترشيح الفضلات والسموم من دم المريض عن طريق كلية آلية اصطناعية. وهناك نوعان مختلفان من غسيل الكلى، أحدهما موضح في الشكل 18-6، حيث يمر الدم مؤقتًا عبر آلة ترشيح خارج الجسم لتخليصه من الفضلات. وتحتاج هذه العملية من 3 إلى 4 ساعات، على أن تتكرر ثلاث مرات أسبوعيًا. أما النوع الثاني فيكون داخل الجسم، حيث يعمل الغشاء الداخلي المبطن للبطن (الغشاء الصفاقي) عمل كلية صناعية، فيملاً تجويف البطن بسائل خاص من خلال أنبوب صغير ملتصق بالبطن، ثم يصرف السائل المحتوي على الفضلات من دم المريض. ويجب إجراء هذه العملية يوميًا مدة 40 - 30 دقيقة.

**زرع الكلية Kidney Transplant** زرع الكلية عملية جراحية يتم فيها نقل كلية سليمة من شخص إلى جسم المريض. وقد أثبتت زراعة الكلى نجاحات متزايدة في الأعوام الأخيرة. وعلى الرغم من ذلك فهناك نقص كبير في أعداد المتبرعين بالكلى. إذ يتجاوز عدد المرضى على قائمة الانتظار لزراعة الكلى عدد الكلى المتوفرة للزراعة كثيرًا.

ومن المضاعفات الرئيسة للزراعة رفض الجسم المتوقع للعضو. ويتم معالجة رفض الجسم للكلية المزروعة عن طريق العقاقير - ومنها الستيرويدات والسايكلو سبورين - التي يتناولها المريض؛ لكيلا يرفض جسمه الكلية المزروعة. ويحتاج الكثير ممن تزرع لهم الكلى إلى علاج ارتفاع ضغط الدم ومنع حدوث العدوى.

■ الشكل 18-6 يستخدم جهاز غسيل الكلى لترشيح الفضلات والمواد السامة من دم المريض.





- ج١: تساعد الكلى على الحفاظ على الاتزان الداخلي بالتخلص من الفضلات والحفاظ على الماء، وتنظيم كمية الأملاح في الجسم
- ج٢: الوحدة الكلوية هي وحدة الترشيح في الكلى والبولينا هي فضلات نيتروجينية يتم التخلص منها عن طريق الكلى
- ج٤: الترشيح عملية التخلص من الفضلات الموجودة الدم وإعادة الامتصاص هي عملية إعادة المواد المفيدة - ومنها السكر والماء- إلى مجرى الدم
- ج٥: التهابات الكلى؛ التهاب الوحدة الكلوية، حصى الكلى
- ج٦: يؤدي الفشل الكلوي إلى الموت؛ لأن المواد السامة عند عدم وجود الكلى تتراكم في الدم وتُسَمِّم الجسم
- ج٨: ١,٥ ل / يوم  $\times$  ٧ أيام = ١٠,٥ ل

### التقويم 3-6

#### الخلاصة

- الكليتان عضو الإخراج الرئيس في الجسم.
- الوحدات الكلوية وحدات ترشيح مستقلة في الكلى.
- يعاد امتصاص الماء والمواد المهمة
- تنتج الخلى فضلات تسمى البول.

يترك للطالب

#### فهم الأفكار الرئيسة

- الفكرة الرئيسية: الكلى على الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم؟
- صف الوحدة الكلوية والبولينا.
- ارسم مخططاً يبين التخلص من الفضلات، ابتداءً من محفظة بومان حتى قناة مجرى البول.
- قارن بين الترشيح وإعادة الامتصاص في الوحدة الكلوية.
- حدّد ثلاثة أنواع من اعتلالات الكلية.

#### التفكير الناقد

- كُونْ فرضية لماذا يسبب الفشل الكلوي الموت؟
- الكتابة في: علم الأحياء ابحث عن أثر تناول نظام غذائي غني بالبروتين في الجهاز الإخراجي. لخصّ نتائج بحثك المحلي.
- الرياضيات في: علم الأحياء احسب معدل كمية البول التي ينتجها الجسم في الأسبوع.

يترك للطالب

**الزئبق وتأثيره** يعد السمك والمحار غذاءً مهمًا وطعامًا صحيًا؛ لأنه يحتوي على بروتينات صحية ومواد غذائية أخرى. ولكن السمك والمحار يحتويان على الزئبق، كما في الجدول الآتي. لماذا تعتقد أن سمك القرش يحتوي على أعلى تركيز للزئبق؟



وعلى الرغم من أن السمك يزود الجسم بالبروتين الجيد والفيتامينات والمعادن، فقد أوصت إدارة الغذاء والدواء بأنه يجب أن يكون تركيز ميثيل الزئبق في المأكولات البحرية في أثناء فترة الحمل والرضاعة أقل من المعدل. ويجب ألا تتناول الحوامل الأنواع التي تحتوي على مستوى عالٍ من ميثيل الزئبق أكثر من مرتين في الأسبوع. وتستطيع النساء تناول 340 g من الروبيان أو سمك التونا المعلب، أو السلمون أسبوعيًا. ويحتوي سمك البكورة زئبقًا أكثر من التونا الخفيفة المعلبة، لذا يجب ألا تأكل النساء أكثر من 170 g أسبوعيًا منه. ويجب أن يتبع ذلك مع الصغار، فيأكلوا كميات أقل من السمك.

### الكتابة في علم الأحياء

**خدمة المجتمع** ابحث مع طلاب الصف عن برامج محلية للتخلص من المواد الخطرة، ومنها مقياس الحرارة والبطاريات. وتعاون معهم في عمل كتيب عن هذه البرامج.

### الزئبق والبيئة

في عام 1950م أُصيب الكثير من المقيمين في المنطقة المحيطة بخليج ميرانا في جنوب غرب اليابان بمرضٍ يسبب تلفًا في الدماغ، وتشوهات في الولادة، وقد يؤدي إلى الموت أحيانًا. وقد وجد العلماء أن سبب ذلك هو إلقاء المصانع للزئبق في ماء الخليج. وقد مرض الكثير ممن أكلوا السمك الملوث بالزئبق.

**مصادر الزئبق** الزئبق معدن سائل عند درجة حرارة الغرفة. ويكوّن الزئبق مركبات شديدة السمية للإنسان، ويعد جزءًا من البيئة منذ مدة طويلة. وتطلق البراكين وتجوية الصخور عادة الزئبق في البيئة، حيث يستخدم في الكثير من عمليات التصنيع.

ويتسرب الزئبق إلى التربة وشبكة أنابيب الماء عن طريق إلقاء المواد والأشياء التي تحتوي عليه في مكبات النفايات وحرقها، ومنها الفحم الصناعي والنفايات الصناعية. وينطلق الزئبق في الهواء، حيث ينفث المصنع المدار بطاقة الفحم أكثر من 50,000 kg زئبق في الهواء كل عام، إذا استعمل فحمًا يحتوي على الزئبق.

**الزئبق في السلسلة الغذائية** تُعد السلسلة الغذائية المصدر الرئيس لتعرض الإنسان للزئبق، الذي يتسرب إليها عندما تغسل الأمطار الهواء الملوث بالزئبق، وعندما تختلط التربة وفتات الصخور بالمياه السطحية، فالبكتيريا الموجودة في الماء تحوّل الزئبق إلى مركب عضوي يسمى ميثيل الزئبق، ينتقل إلى الجسم ويصل الأنسجة والأعضاء بسهولة، وعندما يصل إلى الكلى يصعب التخلص منه. ونتيجة لذلك يتراكم ميثيل الزئبق في أنسجة السمك والحيوانات البحرية الأخرى. ويصبح هذا التراكم أكبر في المخلوقات التي تعيش مدة أطول، أو التي توجد في قمة السلسلة الغذائية.



## مختبر الأحياء

### إنترنت: عمل اختيارات صحية إيجابية



### يترك للطالب

#### حل ثم استنتج

1. صف الجمهور المستهدف؟ وكيف تم تطوير المعلومات المتضمنة لتناسب هؤلاء الحضور؟
2. لخص النقاط المهمة في عرضك.
3. وضح كيف تؤثر الخيارات الصحية السليمة التي وصفتها في أجهزة جسمك؟
4. قوم هل تعتقد أن عرضك سيؤثر في خيارات زملائك الصحية؟ وضح إجابتك.
5. انقل العرض كيف يمكن أن تزيد من فاعلية عرضك؟

#### مشاركة المجتمع

أبدع اختر واحداً أو أكثر من أنماط السلوك الصحية السليمة في عرضك، وصمّم دراسة مسحية لجمع معلومات عن الخيارات التي يقوم بها زملاؤك والمتعلقة بأنماط السلوك الصحية السليمة.

**الخلفية النظرية:** تؤثر كل من الوراثة وأنماط الحياة في الصحة عموماً. ويتضمن الحصول على الصحة السليمة القيام باختيارات صحية تتعلق بالتمارين والتغذية والأدوية وإدارة الضغوط والتدخين. ولأن أجهزة جسم الإنسان تؤدي وظائفها معاً لتحافظ على الاتزان الداخلي للجسم، فإن أي تغيير في أحد الأجهزة سيؤثر في الصحة عموماً. في هذا المختبر سوف تصمم عرضاً تركز فيه على أثر الاختيارات الصحية في وظائف أجهزة الجسم.

**سؤال:** كيف يؤثر اختيارك لأنماط الحياة الصحية في وظيفة كل من جهاز الدوران والجهاز التنفسي وأجهزة الإخراج في الجسم؟

#### المواد والأدوات

اختر المواد والأدوات المناسبة لتصميم العرض الذي تختاره من مكتبة المدرسة أو الصف.

#### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. طور خطوطاً عرضية للمعلومات التي ترغب تضمينها في عرضك، ومنها تأثير طريقة بعض الخيارات الصحية في أجهزة التنفس والدوران والإخراج.
3. استعمل مصادر وبيانات كنت قد جمعتها في هذا المختبر لتحديد أثر خياراتك الصحية في جسمك.
4. اختر وسائط العرض المتعددة التي تشمل الفيديو والملصقات والكتيبات... إلخ.
5. شارك زملاءك في عرضك؛ حتى يتمكن الآخرون من الاستفادة مما تعلموه.
6. استعمل معلومات التقويم التي زودك بها معلمك لتقويم أثر العرض.



المطويات استخلص النتائج. حدد فصيلة الدم التي تتصف بأنها مستقبل عام. فسّر إجابتك.

المفاهيم الرئيسية

المفردات

1-6 جهاز الدوران

- المفكرة الرئيسية** ينقل جهاز الدوران الدم لتزويد الخلايا بمواد مهمة منها الأكسجين، وتخليصها من الفضلات ومنها ثاني أكسيد الكربون.
- تنقل الأوعية الدموية المواد المهمة خلال الجسم.
  - يتكون الجزء العلوي من القلب من أذينين، والجزء السفلي من بطينين.
  - يضخ القلب الدم غير المؤكسج إلى الرئتين، كما يضخ الدم المؤكسج إلى سائر الجسم.
  - يتكون الدم من: البلازما وخلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية.
  - يُصنّف الدم إلى أربع فصائل هي: A و B و AB و O.

- الشريان
- الشعيرة الدموية
- الوريد
- الصمام
- القلب
- منظم النبض
- البلازما (سائل الدم)
- خلية الدم الحمراء
- الصفائح الدموية
- خلية الدم البيضاء
- تصلب الشرايين

2-6 الجهاز التنفسي

- المفكرة الرئيسية** وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الهواء الجوي الداخل للرئتين والدم من ناحية، وبين الدم وخلايا الجسم من ناحية أخرى.
- الحويصلات الهوائية يحدث فيها تبادل الغازات بين جهازي التنفس والدوران.
  - تبدأ ممرات الهواء من الفم أو الأنف وتنتهي عند الحويصلات الهوائية داخل الرئتين.
  - الشهيق والزفير عمليتان تؤديان إلى إدخال الهواء وإخراجه.
  - يعمل جهاز التنفس والدوران معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي.
  - قد تمنع الأمراض التنفسية حدوث عملية التنفس.

- الحركات التنفسية
- التنفس الخارجي
- التنفس الداخلي
- القنطرة الهوائية
- القنصبيات الهوائية
- الرئة
- الحويصلات الهوائية

3-6 الجهاز الإخراجي

- المفكرة الرئيسية** تحافظ الكلى على الاتزان الداخلي عندما تخلص الجسم من الفضلات والماء الزائد، وتحافظ على الرقم الهيدروجيني للدم.
- الكليتان عضو الإخراج الرئيس في الجسم.
  - الوحدات الكلوية وحدات ترشيح مستقلة في الكلى.
  - يُعاد امتصاص الماء والمواد المهمة إلى الدم بعد الترشيح.
  - تنتج الكلى فضلات تسمى البول.

- الكلى
- اليوريا (البولينا)

6-1

مراجعة المفردات

اربط بين كل تعريف من الآتي والمصطلح الملائم الموجود في صفحة دليل مراجعة الفصل:

الشريان

1. الوعاء الدموي الذي يحمل الدم المؤكسج بعيداً عن القلب.

2. يتعلق بوقف نزف الوعاء الدموي الصفائح الدموية

3. يحفز القلب على الانقباض. منظم النبض

تثبيت المفاهيم الرئيسية

4. من أين يخرج الدم بعد أن يغادر القلب؟

a. الأهر (الأورطي). b. الشعيرات الدموية.

c. الرئتين. d. الوريد الرئوي.

ج ١: الشخص فقط نوع فصيلة دم بي أو و فقط، يعود ذلك إلى أن دم الشخص يحوي أجساماً مضادة تتفاعل مع مولدات الضد من نوع أ والموجودة على سطح خلايا الدم الحمراء في فصيلة الدم أب، أ، مما يؤدي إلى تخثر الدم

5. ما الرقم الذي يمثل البطين الأيمن؟

1. a. 2. b.

3. c. 4. d.

6. أي أجزاء القلب يدخل إليه الدم المؤكسج؟

1. a. 2. b.

3. c. 4. d.

7. إذا أصيب شخص فصيلة دمه A في أثناء حادث سير، فتطلب الأمر نقل دم إليه، فما نوع فصيلة الدم التي يمكن أن تنقل إليه؟

a. فصيلة A فقط.

b. فصيلة A أو O.

c. فصيلة AB فقط.

d. فصيلة O فقط.

8. أين توجد الصمامات التي تعمل في اتجاه واحد في جهاز الدوران؟

a. الشرايين. b. الشعيرات الدموية.

c. الأوردة. d. خلايا الدم البيضاء.

9. إذا قطع وعاء دموي صغير في يدك فما الذي يؤدي دور المدافع النشط ضد المرض الذي قد يحدث؟

a. البلازما. b. الصفائح الدموية.

c. خلايا الدم الحمراء. d. خلايا الدم البيضاء.

أسئلة بتأنيدي

10. إجابة قصيرة. قارن بين وظيفة كل من الأذين والبطين.

يصل الدم إلى الأذنين في القلب أما البطينين فيضخان الدم إلى خلايا الأنسجة الموجودة خارج القلب بما فيها الرئتين

11. إجابة قصيرة. ما نوع الدم الذي يمكن أن ينقل إلى شخص يحمل فصيلة الدم المبيتة في المخطط أعلاه؟ فسر إجابتك.

ج١٢: القلب الذي يحوي مضختين منفصلتين تعملان معاً يستعمل طاقة أقل من منفصلتان لا تعملان معاً

ج١٣: فصيلة دم و هي الأكثر أهمية؛ لأن جميع الفصائل الأخرى تستطيع استقبال هذه الفصيلة ولا تتعارض معها

العضلات؟

- a. القصبة الهوائية. b. الحجاب الحاجز.  
c. البلعوم. d. الأضلاع.

١٩. ما العملية التي تتم داخل خلايا الأنسجة في الساقين؟

- a. الترشيح. b. التنفس الخارجي.  
c. الحركات التنفسية. d. التنفس الداخلي.

٢٠. ما العملية التي تؤدي إلى رفع الحجاب الحاجز إلى أعلى؟

- a. التنفس الخلوي. b. الزفير.  
c. الشهيق. d. التنفس الداخلي.

٢١. ما الغاز الذي تحتاج إليه جميع الخلايا؟

- a. الكبريت. b. الهيدروجين.  
c. ثاني أكسيد الكربون. d. الأكسجين.

٢٢. ما عدد مرات التنفس تقريباً التي يقوم بها الشخص في اليوم الواحد إذا تنفس 12 مرة في الدقيقة؟

- a. 1000. b. 10,000.  
c. 17,000. d. 1,000,000.

١٢. كَوْنُ هِرْضِيَّةٍ تَتَعَلَقُ بِفَوَائِدِ احْتِواءِ القَلْبِ عَلى مُضَخَتَينِ بَدَلاً مِنْ وَاحِدَةٍ دَاخِلِ العَضْوِ نَفْسِهِ.

١٣. اسْتَنْتِج. ما فَصِيلَةُ الدَمِ (AB و B و A و O) الأَكْثَرُ أَهْمِيَّةً فِي الحَالَاتِ الطَّبِيَّةِ الطَّارِئَةِ؟ لِمَاذَا؟

## 2-6

### مراجعة المفردات

استخدم المفردات من دليل مراجعة الفصل لتجيب عن الأسئلة الآتية:

### الحويصلات الهوائية

١٤. أي تركيب يحدث فيه التنفس الخارجي؟

١٥. ما المصطلح الذي يعبر عن تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم؟

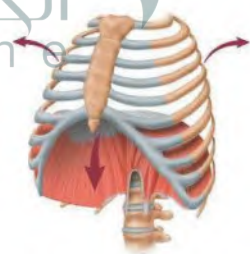
### التنفس الداخلي

١٦. أي أجزاء الممرات الهوائية يتفرع من القصبة الهوائية؟

### القصبة الهوائية

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 17 و 18.



١٧. ما العملية المبينة في الشكل أعلاه؟

- a. الشهيق. b. الزفير.  
c. التنفس الخلوي. d. الترشيح.



### أسئلة بنائية

23. إجابة قصيرة. ميّزين الربو والتهاب القصبات

ج٢٤: تسخن الأغشية المخاطية تحت الأهداب وترطب الهواء الموجود في ممرات الأنف أثناء جمع المواد الغريبة، تحتجز الأهداب المواد الغريبة وتدفعها باتجاه الحلق كي لا تدخل الرئتين وتحيط هذه التراكيب بممرات الأنف وأنباب التنفس

30. ما العملية التي تعيد السكر إلى الدم؟

a. الإخراج.      b. الترشيح.  
c. إعادة الامتصاص.      d. الزفير.

استعمل البيانات في الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة

24. إجابة قصيرة. صف وظيفة التركيب الموجود في الصورة أعلاه، وبيّن أين يوجد ذلك التركيب؟

## التفكير الناقد

25. كَوْنُ فرضية حول فائدة التنفس العميق خلال التمرين

يتم تبادل الغازات بفاعلية أكبر عند من يتنفس بعمق أكبر، فتنقل كميات أكبر من الأكسجين إلى الأنسجة العضلية ويتم التخلص من ثاني أكسيد الكربون وهذا يسمح بعمل العضلات بشكل فاعل ومؤثر

31. بناءً على الكميات الواردة في الجدول أعلاه، ما كمية البورما التي تم امتصاصها عن طريق الكلية؟

a. 0.50 / دقيقة.      b. 23.4 / يوم.

c. 46.8 / يوم      d. 50 / يوم.

32. اعتماداً على الجدول أعلاه، ما الذي يحدث للجلو كوز في الكلية؟

26. أين توجد الوحدات الكلوية (النفرونات)؟ في الكلى

27. ما الفضلات الموجودة في البول؟ **بولينا**

- يعاد امتصاصه إلى الدم.
- يرشح من الدم بشكل دائم.
- يعالج في الكلية مثل الكرياتينين.
- يعالج في الكلية مثل اليوريا.

## تثبيت المفاهيم الرئيسة

28. يوجد التواء هنلي في:

a. الأنابيب الكلوية.  
b. الكبة.  
c. محفظة بومان.  
d. مجرى البول.

تقويم إضافي

38. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب مقالة تبين فيها

كيف يشبه الجهاز الدوري نظام الطيرة السبع في  
مدينتك أو قريتك.

يترك للطلاب

أسئلة المستندات

ج ٣٩: في الأغلب الشخص سي؛ لأن دمه يحوي

كميات أقل من الهيموجلوبين

ج ٤٠: على الأغلب الشخص ب؛ لأن محتوى

الأكسجين في دمه أقل ما يمكن في الشرايين

(ما عدا الشخص سي؛ الذي يكون محتوى

الأكسجين لديه لسبب آخر)

ج ٤١: في الأغلب الشخص ي، لأن الاختلاف بين

محتوى الأكسجين الشرايين والأوردة أقل من

غيره

39. مَن منهم يعاني نقص الحديد في غذائه؟ فسر  
إجابتك.

40. مَن منهم يعيش في المرتفعات، حيث يكون  
أكسجين الجو قليلاً؟ فسر إجابتك.

41. مَن منهم ربما يكون قد تسمم بأول أكسيد الكربون  
الذي يمنع خلايا الأنسجة من استعمال الأكسجين؟  
فسر إجابتك.

33. فسر لماذا لا يتم التخلص من البروتين في الوحدة  
الكلوية؟

a. الأبواب الجامع صغير جداً.

b. ترشيح البروتين غير ممكن.

c. البروتينات لا تدخل الوحدة الكلوية أبداً.

d. يعاد امتصاص البروتينات عن طريق الوحدة  
الكلوية.

أسئلة بنائية

34. إجابة قصيرة. كم لترًا من الدم ينساب عبر الكلى في  
الساعة؟

35. إجابة قصيرة. فسر الاختلاف بين الترشيح وإعادة  
الامتصاص في الكلية.

36. نهاية مفتوحة. استنتج لماذا تحتاج الكلى إلى الطاقة  
كثيرًا لأداء عملها؟

التفكير الناقد

37. **مهن مرتبطة مع علم الأحياء**. اكتب قائمة بأسئلة  
تتعلق بمشكلات المسالك البولية أو المحافظة على  
الجهاز التناسلي التي قد يطرحها طبيب مختص.

يترك للطلاب

ج ٣٤: ١٨٠ ل / ٢٤ سا = ٧,٥ ل / سا

ج ٣٥: يزيل الترشيح كميات كبيرة من المواد

الكيميائية المحددة من الشعيرات الدموية أما

إعادة الامتصاص فهي عملية يتم بوساطتها

إعادة المواد المفيدة إلى مجرى الدم

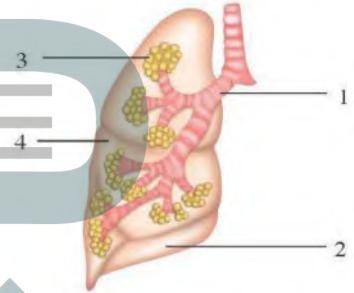
ج ٣٦: هنالك مقدار هائل من النقل النشط

للمواد الكيميائية من موقع إلى آخر ويحتاج

النقل النشط إلى طاقة

أسئلة الاختيار من متعدد

1. ماذا يحدث للعضلات الهيكلية عندما تتحرك ألياف الأكتين في اتجاه منتصف القطعة العضلية؟  
 a. تنقبض. b. تنمو.  
 c. تنبسط. d. تتمدد.
2. استعمل هذا الشكل للإجابة عن السؤالين 2 ، 3.



2. أي أجزاء الجهاز التنفسي يحتوي على أهداب لترشيح الدقائق الموجودة في الهواء؟  
 a. 1 b. 2  
 c. 3 d. 4
3. أي المواقع يحدث فيها تبادل الغازات؟  
 a. 1 b. 2  
 c. 3 d. 4
- استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 4.

نوع العضلات	الوظيفة
العضلات الهيكلية	ترتبط بالعظم وتشد عندما تنقبض لتسبب الحركة.
العضلات المساء	تحيط بالأعضاء الداخلية الفارغة كالمعدة والأمعاء والمثانة والرحم.
عضلات مخططة، لاإرادية	

4. العضلات التي لم توصف في الجدول السابق توجد في:  
 a. القلب. b. الكلى.  
 c. بطانة الأوعية الدموية. d. بطانة الأوعية اللمفية.
5. ما نتيجة تنبيه الجهاز جار السمبثاوي؟  
 a. نقص معدل نبض القلب.  
 b. نقص إنتاج المخاط.  
 c. يقل نشاط الهضم.  
 d. اتساع اليؤبؤ.

أسئلة الإجابات القصيرة

ج6: عندما تنقبض العضلة ذات الرأسين يرتفع الذراع إلى أعلى وعندما تنقبض العضلة الثلاثية الرؤوس يتحرك الذراع إلى الأسفل  
 ج7: تقوم العضلات بالعمل فقط عندما تنقبض ويجب أن تكون العضلات على شكل أزواج تعمل بعضها عكس لتنتج الحركة

6. صف كيف تتم حركة العضلة ذات الرأسين والعضلة ذات الرؤوس الثلاثة في الذراع؟
7. فسر لماذا تكون العضلات دائماً على شكل أزواج متضادة؟
8. تزيد بعض العقاقير من مستوى الدوبامين في منطقة التشابك العصبي. اذكر أحد هذه العقاقير، واربط زيادة مستوى الدوبامين بمؤثرات أخرى تنتج عند استعمال الدواء.

يترك للطالب



## 177

# جهاز الهضم والغدد الصم

## Digestive and Endocrine Systems

7

العلم

**الفكرة (النامة)** يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة لتزويد الجسم بالمواد المغذية والطاقة. أما الهرمونات فتتظم وظائف الجسم.

### 1 - 7 الجهاز الهضمي

**الفكرة (الربلعة)** يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.

### 2 - 7 التغذية

**الفكرة (الربلعة)** بعض المواد المغذية ضرورية جداً ليؤدي الجسم وظائفه بصورة طبيعية.

### 3 - 7 جهاز الغدد الصم

**الفكرة (الربلعة)** تنظم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.

### حقائق في علم الأحياء

- تتجدد بطانة معدة الإنسان كل بضعة أيام.
- يفرز الإنسان نحو لتر من اللعاب كل يوم.
- يبلغ طول الأمعاء الدقيقة 6 m تقريباً، في حين يبلغ طول الأمعاء الغليظة نحو 1.5 m.

المعدة وجزء من الأمعاء الدقيقة



مقطع عرضي في غشاء الأمعاء الدقيقة

(5 ×)

الخيالات داخل الأمعاء الدقيقة

(( 50 × ))



نظام التغذية الراجعة السلبية  
اعمل المطوية الآتية لتساعدك على  
تسجيل ما تعلمته حول الدور الذي  
تؤديته الهرمونات الأربعة في نظام  
التغذية الراجعة السلبية.

### المطويات منظمات الأفكار

الخطوة 1: اثنِ ورقة بعرض 5 cm عرضياً كما في  
الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الورقة نفسها طولياً إلى أربعة أجزاء  
متساوية لعمل لوحة من أربعة أسطر أفقية، كما في  
الشكل الآتي:



الخطوة 3: ارسم خطوطاً على طول الانثناءات كما في  
الشكل الآتي:



الخطوة 4: عنون الأعمدة على النحو الآتي:  
الهرمون الجاردرقي، الهرمون المانع لإدرار البول،  
هرمون النمو، ثم اختر هـ م تاً آخر لتضعه في المخطط.

### تجربة استهلاكية

كيف يساعد إنزيم الببسين في عملية الهضم؟

تحتوي عصارات الهضم الحمضية في المعدة على إنزيم  
الببسين. وسوف تستقصي في هذه التجربة دور الببسين في  
عملية الهضم.

#### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. حضّر ثلاثة أنابيب اختبار، وعتّن كلّاً منها على النحو الآتي:  
A: 15 mL ماء.  
B: 10 mL ماء، 5 mL محلول حمض الهيدروكلوريك.  
C: 5 mL ماء، 5 mL محلول حمض الهيدروكلوريك،  
5 mL محلول الببسين أو مشروبات غازية.
3. قطع بياض بيضة مسلوقة جيداً بالسكين قطعاً صغيرة  
بحجم حبة البازلاء.
4. أضف كميات متساوية من قطع بياض البيضة إلى كل  
أنبوب. توقع مقدار الهضم النسبي في كل أنبوب اختبار.
5. ضع أنابيب الاختبار في حاضنة درجة حرارتها 37 °C  
طوال الليل، وسجّل ملاحظاتك في اليوم التالي.

#### التحليل

قوم. رتب أنابيب الاختبار اعتماداً على كمية الهضم التي  
حدثت. بناءً على نتائجك صف دور كل من الببسين والرقم  
الهيدروجيني (pH) في هضم البروتينات.

أظهرت أنبوبة الاختبار التي تحوي الببسين أعلى نسبة هضم، أما أنبوبة الاختبار  
التي تحتوي على الماء فقط فقد أظهرت أقل نسبة هضم وفي الوقت الذي يهضم  
فيه كل من حمض الهيدروكلوريك والببسين البروتينات في المعدة؛ فإن الببسين  
يسرع من عملية هضم البروتين



## الجهاز الهضمي

### The Digestive System

**المفردة الرئيسية** يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.

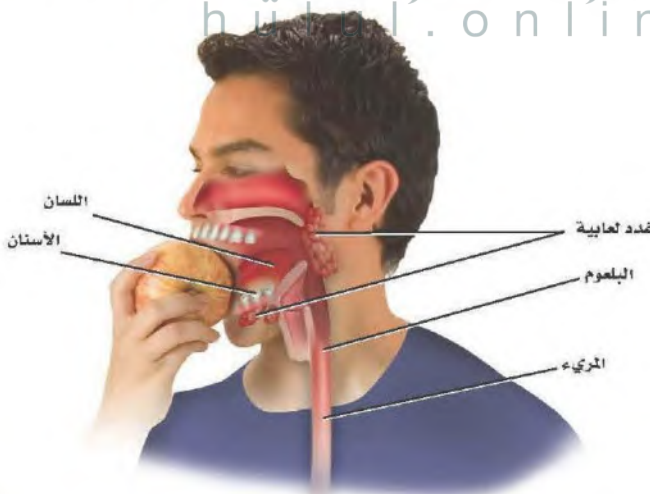
**الربط مع الحياة** في أثناء حياة الإنسان يمر 45000 kg تقريباً من الغذاء عبر جهازه الهضمي. ويتنقل هذا الغذاء مسافة 3 m تقريباً في القناة الهضمية. ماذا يحدث في أثناء مرور الطعام في هذا الأنبوب الطويل؟

### وظائف الجهاز الهضمي

#### Functions of the Digestive System

للجهاز الهضمي في الإنسان ثلاث وظائف رئيسية؛ حيث يقوم جهازه الهضمي بتقطيع الطعام وطحنه إلى قطع صغيرة ويحلله إلى مواد مغذية يسهل امتصاصها، ثم يتخلص من المواد التي لا يمكن هضمها. انظر إلى الشكلين 1-7 و 2-7 في أثناء دراستك تركيب الجهاز الهضمي ووظيفته.

**الهضم Mouth** عندما تتناول وجبة غذائية تمضغ كل لقمة تتناولها. لماذا تحتاج إلى مضغ كل لقمة؟ يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم، ويتضمن **الهضم الميكانيكي** mechanical digestion مضغ الطعام وتقطيعه قطعاً صغيرة. كما يشمل الهضم الميكانيكي عمل العضلات الملساء في المعدة والأمعاء الدقيقة التي تحرك الطعام.



تتخصص الوظائف الرئيسية الثلاث للجهاز الهضمي.

تحدد تركيب أجزاء الجهاز الهضمي ووظائفها.

تصف عملية الهضم الكيميائي.

#### مراجعة المفردات

المادة المغذية Nutrient، مكوّن حيوي في الطعام ضروري لتزويد الجسم بالطاقة والمواد اللازمة لنموه وأداء وظائفه.

#### المفردات الجديدة

- الهضم الميكانيكي
- إنزيم الأميليز
- الهضم الكيميائي
- المريء
- الحركة الدودية
- البسين
- الأمعاء الدقيقة
- الكبد
- الخصلات المعوية
- الأمعاء الغليظة

■ الشكل 1-7 يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم، حيث تطلب إفرازات الغدة اللعابية الطعام، ثم تبدأ عملية الهضم الكيميائي، فينتقل الطعام عبر البلعوم إلى المريء.

وبمجرد مضغ قطعة من الطعام وتقطيعها قطعاً صغيرة يبدأ عمل إنزيم الهضم في اللعاب بتحليل الكربوهيدرات وجزيئات النشا المعقدة التركيب إلى سكريات بسيطة يسهل على الخلايا امتصاصها؛ وذلك بفعل إنزيم الأميليز amylase الموجود في اللعاب، وعندها تبدأ عملية الهضم الكيميائي chemical digestion الذي هو نتيجة نشاط الإنزيمات في تحليل جزيئات الغذاء الكبيرة إلى جزيئات صغيرة لتسهيل عملية الامتصاص في الخلايا.

**المريء Esophagus** يتم دفع الطعام - بفعل حركة اللسان - إلى الجزء العلوي من المريء esophagus، وهو أنبوب عضلي يربط البلعوم بالمعدة، الشكل 2-7. تنقبض العضلات الملساء المبطنة لجدار المريء بتتابع لتدفع الطعام عبر الجهاز الهضمي من خلال عملية تسمى الحركة الدودية peristalsis تستمر على طول القناة الهضمية. ويستمر الطعام في الاندفاع نحو المعدة، حتى لو وقف الإنسان رأساً على عقب.

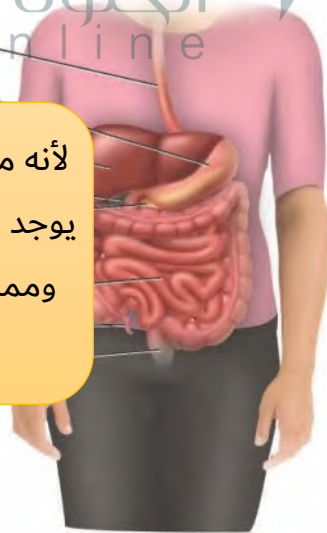
عندما يتطلع الإنسان الطعام يعمل لسان المزمار - وهو صفيحة غضروفية صغيرة - على تغطية القصبة الهوائية. فإذا لم يتم إغلاق القصبة فقد يدخل الطعام إليها، مما يسبب الغصة للإنسان. ويستجيب الجسم لهذا الفعل ببدء السعال بوصفه رد فعل منعكس، في محاولة لدفع الطعام خارج القصبة، ومنعه من دخول الرئتين.

**المعدة Stomach** عندما يغادر الطعام المريء، يمر عبر عضلة دائرية عاصرة، ثم ينتقل إلى المعدة. وتوجد عضلة عاصرة في الجزء العلوي من المعدة تسمى العضلة العاصرة الفؤادية. تتكون جدران المعدة من ثلاث طبقات متداخلة من العضلات الملساء تدخل في عملية الهضم الميكانيكي.

الشكل 2-7 يمتد المريء من البلعوم إلى المعدة، ويبلغ طوله 25 cm تقريباً.

صعب: ماذا يصنف الإنسان على أنه حقيقي التجويف الجسمي؟

المريء  
المعدة



لأنه من المخلوقات التي تمتلك تجويفاً جسمىاً يوجد بين القناة الهضمية وجدار الجسم الداخلي؛ ومملوء بسائل ومحاط كلياً بالطبقة الوسطى التي تبطن الأعضاء وتغلفها

### كيف تهضم البروتين؟

الرجع لتدليل التجارب العملية على منصة عين

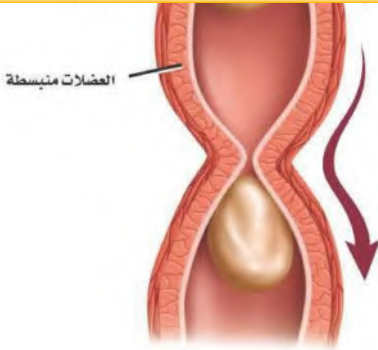
فعندما تنقبض العضلات يتفتت الطعام ويختلط بإفرازات الغدد التي تبطن الجدار الداخلي للمعدة. ويتغير الطعام في المعدة ليصبح سائلاً كثيفاً يشبه معجون الطماطم يسمى الكيموس Chyme يتحرك ببطء خارج المعدة عبر عضلة عاصرة في الجزء السفلي من المعدة تسمى العضلة العاصرة البوابية إلى الأمعاء الدقيقة.

**الربط الكيميائي** يستعمل الرقم الهيدروجيني pH لقياس درجة حموضة المحاليل. ويمتاز الوسط الداخلي للمعدة بأنه شديد الحموضة؛ وذلك لأن الغدد المعدية التي تفرز محلولاً حمضياً يقلل الرقم الهيدروجيني في المعدة، لتصل درجة الحموضة إلى 2، وهي تعادل حموضة عصير الليمون. فإذا سمحت العضلة العاصرة الفؤادية في الجزء العلوي من المعدة بأي تسرب فسيعود بعض هذا الحمض إلى المريء مسبباً ما يُعرف بالحموضة. الوسط الحمضي للمعدة ضروري لعمل إنزيم الببسين pepsin، وهو الإنزيم الذي يدخل في عملية هضم البروتينات، كما تفرز الخلايا المبطنّة للمعدة المخاط لمنع الضرر الذي قد يسببه الببسين والوسط الحمضي. وعلى الرغم من أن معظم عملية امتصاص المواد المغذية تحدث في الأمعاء الدقيقة إلا أن بعض المواد - ومنها مادة الأسبرين والكحول المحرم - يتم امتصاصها بوساطة الخلايا المبطنّة للمعدة. وتبلغ سعة المعدة الفارغة 50 mL، وعندما تكون ممتلئة فقد تتمدد لتسع 2-4 L.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين عملية الهضم في الفم والمعدة.

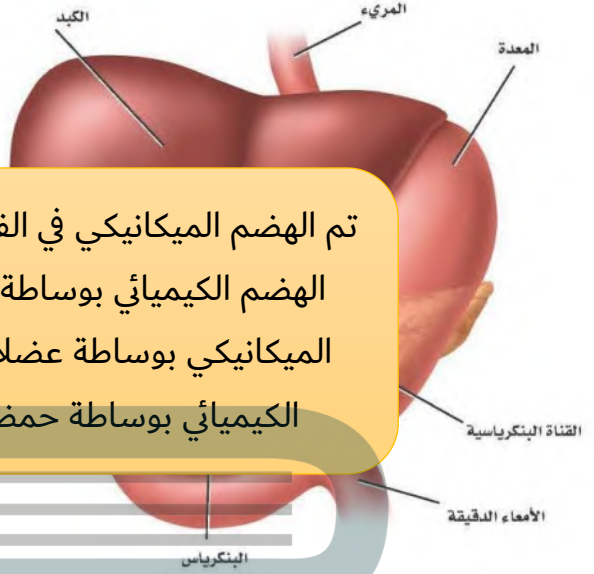
■ الشكل 3-7 تنقبض  
المساء في جدران القناة  
الحركة الدودية.

تم الهضم الميكانيكي في الفم؛ بوساطة مضغ الطعام؛ في حين يتم الهضم الكيميائي بوساطة اللعاب، أما في المعدة؛ فيتم الهضم الميكانيكي بوساطة عضلات جدار المعدة؛ في حين يتم الهضم الكيميائي بوساطة حمض الهيدروكلوريك وإنزيم الببسين





■ الشكل 4-7 يعتمد الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على نشاط كل من الكبد والبنكرياس والحوصلة الصفراوية. ناقش. أهمية هذه الأعضاء في عملية الهضم الكيميائي.



تم الهضم الميكانيكي في الفم؛ بوساطة مضغ الطعام؛ في حين يتم الهضم الكيميائي بوساطة اللعاب، أما في المعدة؛ فيتم الهضم الميكانيكي بوساطة عضلات جدار المعدة؛ في حين يتم الهضم الكيميائي بوساطة حمض الهيدروكلوريك وإنزيم الببسين

### إرشادات الدراسة

**التسلسل والترتيب** استعمل ملاحظاتك، وتعاون مع زميلك على مراجعة تسلسل الأعضاء في الجهاز الهضمي، ثم تدرب على إعادة تسلسلها دون الاعتماد على هذه الملاحظات. وتبادل طرح الأسئلة مع زميلك لزيادة فهم ما تعلمته.

**الأمعاء الدقيقة Small Intestine** يبلغ طول الأمعاء الدقيقة small intestine حوالي 6 m، وهي أطول جزء في القناة الهضمية، وتسمى الأمعاء الدقيقة؛ لأن قطرها يبلغ 2.5 cm، مقارنة بقطر الأمعاء الغليظة الذي يبلغ 6.5 cm. تكمل العضلات الملساء المبطننة لجدار الأمعاء الدقيقة عملية الهضم الميكانيكي ودفع الطعام عبر القناة الهضمية بوساطة الحركة الدودية، الموضحة بالشكل 3-7.

يعتمد إتمام الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على ثلاثة أعضاء ملحقة بالجهاز الهضمي، هي البنكرياس والكبد والحوصلة الصفراوية، الشكل 4-7. يؤدي البنكرياس وظيفتين، هما إفراز إنزيمات لهضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، وإنتاج الهرمونات التي سيتم مناقشتها لاحقاً في هذا الفصل. كما يفرز البنكرياس سائلاً قلوياً (قاعدياً) لرفع الرقم الهيدروجيني (pH) في الأمعاء الدقيقة ليصل إلى أكثر من 7، مما يوفر وسطاً مناسباً لعمل الإنزيمات المعوية.

يعد **الكبد liver** من أكبر الأعضاء الداخلية في الجسم، ويعمل على إنتاج المادة الصفراء التي تساعد على تحليل الدهون. يتم إنتاج حوالي لتر من هذه المادة يومياً، ويخزن الزائد منها في الحوصلة الصفراوية (المرارة) إلى أن تحتاج إليها الأمعاء الدقيقة. ويبين الشكل 5-7 حصي الحوصلة الصفراوية (المرارة)، وهي بلورات من الكوليسترول يمكن أن تتكون داخلها.

حصى الحوصلة الصفراوية (المراة)



■ الشكل 5-7 تعيق حصى الصفراء تدفق المادة الصفراء من الحوصلة الصفراوية. لاحظ الحصى التي تظهر في صورة الحوصلة الصفراوية.

## تجربة 1-7

### استقص هضم الدهون

5. كيف تؤثر أملاح الصفراء ومحلل البنكرياس في عملية الهضم؟
6. أنبوب الاختبار A: 5 mL من الماء المقطر، ومقدار ضئيل من الشحوم أو الدهون مواد لا تذوب في الماء، لذلك يقوم الجسم بإنتاج المادة الصفراء، وهي مادة كيميائية تعمل على تحليل الدهون وتساعد على امتصاصها في الدم.
7. أنبوب الاختبار B: 5 mL من محلول البنكرياس، ومقدار ضئيل من أملاح الصفراء. تحقق.
8. أنبوب الاختبار C: 5 mL من محلول البنكرياس.
9. حرك الأنابيب جيداً لخلط المحتويات، وضعها مهدوء داخل الكأس، ثم سجل ملاحظاتك.
10. تخأص من محتويات الأنابيب الاختبار في الوعاء المخصص لذلك.

### التحليل

1. حلل. إلام يشير تغير اللون في أنبوب الاختبار؟ ما سبب ذلك؟
2. استخلص النتائج. بناءً على نتائجك، صف دور المادة الصفراء ومحلل البنكرياس في عملية الهضم.

ج 1: يبين تغير اللون أن المحلول

أصبح حمضياً بسبب إنتاج

الأحماض الدهنية تقل درجة

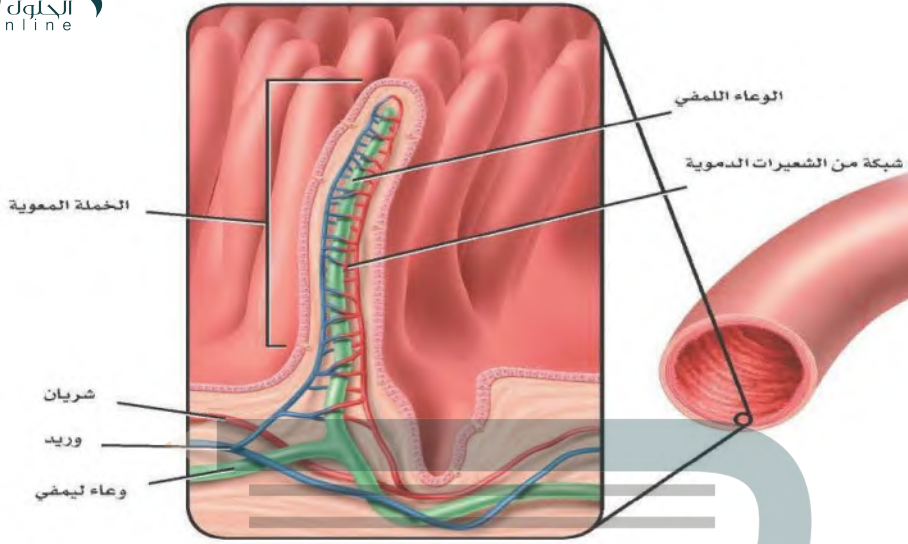
حموضة المحلول في أثناء عملية

هضم الدهون

ج 2: تحلل العصارة الصفراء

والمحلل البنكرياسي الدهون؛ مثل

الزيت النباتي في التجربة



#### ■ الشكل 6-7 الخملات بروزات

تشبه الأصابع في بطانة الأمعاء الدقيقة،  
تنتشر المواد المغذية إلى الشعيرات الدموية  
الموجودة داخل هذه الخملات لتصل إلى  
خلايا الجسم بواسطة الدم.

بعد إتمام عملية الهضم الكيميائي يتم امتصاص معظم المواد المغذية من الأمعاء الدقيقة إلى مجرى الدم عبر بروزات إصبعية الشكل تُسمى **الخملات المعوية villi**، الشكل 6-7، حيث تعمل هذه الخملات على زيادة مساحة سطح الأمعاء الدقيقة، لتصبح بمساحة ملعب تنس تقريباً. كما تساعد الأوعية الليمفية الموجودة في الخملات على امتصاص الدهون المهضومة، والفيتامينات الدهنية الذائبة، لنقلها إلى الأوعية الدموية (الأوردة)، وبالتالي توزيعها إلى جميع أجزاء الجسم عبر القلب. ارجع إلى الشكلين 1 و 2-7 لتتابع حركة الطعام المهضوم عبر الجهاز الهضمي؛ إذ بمجرد انتهاء عملية الهضم ينتج الطعام المتبقي - الذي يُسمى الكيموس (وهو كتلة شبه سائلة من الغذاء المهضوم جزئياً) - إلى الأمعاء الغليظة. ويتكون الكيموس من الطعام الذي لم يتم هضمه والطعام الذي لم يُمتص من الخملات المعوية في الأمعاء الدقيقة.

#### ■ الأمعاء الغليظة Large Intestine يصل طول الأمعاء الغليظة

large intestine إلى 1.5 m، وهي آخر جزء من القناة الهضمية، وتشمل القولون والمستقيم والزائدة الدودية. ويمكن إزالة الزائدة الدودية جراحياً إذا تعرضت للالتهاب أو التضخم. ويُعد وجود بعض أنواع البكتيريا أمراً طبيعياً داخل القولون؛ فهي تنتج فيتامين (K)، وبعض فيتامينات (B) اللازمة للجسم.

يمتص القولون الماء من ما تبقى من الكيموس، فيصبح صلب القوام، ويسمى البراز. وتستمر الحركة الدودية في دفع البراز نحو المستقيم، فتسبب تمدد جدرانه، مما يكون رد فعل يؤدي إلى ارتخاء العضلة العاصرة في نهاية المستقيم؛ للتخلص من البراز عبر فتحة الشرج.



ج١: يبدأ الهضم في الفم؛ ويستمر في المعدة وينتهي في الأمعاء الدقيقة حيث يتم امتصاص المواد الغذائية

ج٢: الهضم الميكانيكي مثل المضغ في الفم وتقطيع الطعام إلى قطع صغيرة. أما الهضم الكيميائي فيتم بوساطة الأحماض والإنزيمات التي تغير الطعام كيميائياً مثل تحليل البروتينات إلى أحماض أمينية ويمكن الهضم الكيميائي الخلايا من امتصاص المواد الغذائية

ج٣: تناول الطعام؛ يساعد على تحليله حتى يسهل امتصاص المواد الغذائية والتخلص من المواد التي لم يتم هضمها

ج٤: لا تسمح مساحة السطح الصغيرة بامتصاص كمية كبيرة من المواد الغذائية

ج٥: أضف كمية متساوية من الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات إلى ثلاث كؤوس زجاجية تحتوي على محاليل بدرجات حموضة مختلفة وأعد التجربة مع أطعمة غنية بالبروتينات والدهون

ج٦: حجم المعدة الفارغة = ٥٠ مل نسبة حجم العلبة إلى حجم المعدة = ١:٧

ج٧: تخفض الغدد المعدية درجة الحموضة إلى ٢ مما يساعد إنزيم الببسين على هضم البروتينات كيميائياً، يفرز البنكرياس سائلاً قاعدياً يزيد درجة الحموضة في الأمعاء الدقيقة إلى ٧ مما يساعد الإنزيمات المعوية على أداء عملها

#### الخلاصة

- للجهاز الهضمي ثلاث وظائف رئيسة.
- الهضم نوعان: ميكانيكي وكيميائي.
- يتم امتصاص معظم المواد الغذائية في الأمعاء الدقيقة.
- تفرز الأعضاء الملحقة بالجهاز الهضمي إنزيمات ومادة صفراء تساعد على الهضم.
- يتم امتصاص الماء من الكيموس في الأمعاء الغليظة (القولون).

#### فهم الأفكار الرئيسية

1. **المفردة** **الطبيعة** وصف العملية التي تحليل الطعام لتسهيل امتصاص المواد الغذائية في الجسم.
2. **حلل**. الفرق بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي، ووضح أهمية الهضم الكيميائي للجسم.
3. **لخص**. الوظائف الرئيسة الثلاث للجهاز الهضمي.
4. **حلل**. ما النتيجة المتوقعة إذا وجدت طبقة ملساء مبطنة للأمعاء الدقيقة بدلاً من الخملات؟

#### التفكير الناقد

5. **صمم**. تجربة لجمع بيانات حول أثر الرقم الهيدروجيني (pH) في هضم أنواع الطعام المختلفة.
6. **الرياضيات في علم الأحياء**. تسع علبة لتحو 354 mL من السائل. قارن هذه الكمية بسعة المعدة الفارغة، ثم أوجد النسبة.
7. **هسر**. يختلف الرقم الهيدروجيني (pH) في أجزاء الجهاز الهضمي. أعط أمثلة على ذلك، ووضح أهمية هذه الاختلافات.

## التغذية Nutrition

- ربط مستوى النشاط بكمية السعرات الحرارية اللازمة للحفاظ على وزن جسم مثالي.
- تصف نواتج هضم البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون في القناة الهضمية.

### السعرات الحرارية Calories

- توضح دور الفيتامينات والأملاح المعدنية في الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.
- تطبيق المعلومات في نموذج الهرم الغذائي الشخصي وملصقات الأغذية على أنها أدوات تساعد على ترسيخ عادات غذائية صحية.

### مراجعة المفردات

الحمض الأميني Amino acid، وحدة البناء الأساسية في البروتينات.

### المفردات الجديدة

التغذية  
السعر الحراري (كالوري)  
الفيتامين  
الأملاح المعدنية

ويقاس محتوى الطاقة بحرق الغذاء، وتحویل الطاقة المخزنة فيه إلى حرارة. وليس لجميع الأطعمة المحتوى نفسه من الطاقة، كما أن الكتل المتساوية لأنواع مختلفة من الغذاء لا تتساوى في عدد السعرات الحرارية. فعلى سبيل المثال، يحوي 1g من الكربوهيدرات أو البروتينات 4 سعرات حرارية، في حين يحوي 1g من الدهون 9 سعرات حرارية. ولهذا يُعد اختيار الغذاء بحكمة أمراً مهماً. وهو ما يؤخذ بعين الاعتبار لتقليل الوزن؛ حيث يجب أن يستهلك الجسم سعرات حرارية (بحرق الغذاء داخله) أعلى من تلك التي يتناولها الشخص من وجباته الغذائية، والعكس صحيح لمن يريد زيادة الوزن والاعتدال في أمر الغذاء هو التوجه الرباني الذي أشارت إليه الآية الكريمة ﴿يَتَّقِ مَادَّةَ خُلُودِ زَيْنَتِكَ مَسْجِدَ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ﴾ (٣١) الأعراف. ويقارن الجدول 7-2 بين السعرات الحرارية المستهلكة في النشاطات المختلفة.

النشاطات والسعرات الحرارية المستهلكة			الجدول 7-2
النشاط	السعرات المستهلكة في الساعة	النشاط	السعرات المستهلكة في الساعة
كرة اليد	600	تسلق الجبال مع حقيبة على الظهر	564
كرة السلة	564	السياسة (400m)	300
ركوب الدراجة	240 - 410	المرولة (الركض ببطء)	740 - 920
التزلج على الجليد	700	كرة القدم	540



## الأرز، الشوفان؛ الخبز، المعكرونة، والبرغل

■ الشكل 7-7 يحتاج الجسم إلى الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات كل يوم. **حلل**. أي المواد الموجودة في الصورة من الكربوهيدرات المعقدة التركيب؟

### الكربوهيدرات Carbohydrates

الشوفان والقمح والمعكرونة والبطاطس والأرز كلها أمثلة على مواد غذائية تحتوي نسبة كبيرة من الكربوهيدرات. والكربوهيدرات إما أن تكون بسيطة كالسكريات الأحادية، ومنها: الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز، أو ثنائية، ومنها: السكروز واللاكتوز والمالتوز، وتوجد في الفاكهة والمشروبات الغازية والحلويات. والسكريات الثنائية مركبات تتكون من جزيء واحد من الجلوكوز وآخر من الفركتوز، أما الكربوهيدرات المعقدة فهي جزيئات كبيرة، ومنها النشا الذي يتكون من سلاسل طويلة من السكريات. وتحتوي أنواع الغذاء المبينة في الشكل 7-7، وكذلك بعض الخضراوات على كميات كبيرة من النشا. وتحلل الكربوهيدرات المعقدة التركيب إلى سكريات بسيطة في الفم والأمعاء الدقيقة، لكي يسهل امتصاصها بواسطة الخلايا المعوية في الأمعاء الدقيقة، ونقلها عبر الشعيرات الدموية إلى الجسم؛ لتزويد خلاياه بالطاقة. يُخزن الجلوكوز الزائد عن حاجة الجسم في الكبد والعضلات على شكل مادة كربوهيدراتية معقدة تسمى الجلايكوجين. وأما السيليلوز - يسمى أحياناً الألياف الغذائية - فهو شكل آخر من الكربوهيدرات المعقدة، ويوجد في الأطعمة النباتية. وعلى الرغم من عدم قدرة الإنسان على هضم الألياف إلا أنها ضرورية لمساعدته على استمرار حركة الطعام داخل القناة الهضمية، كما تساعد على التخلص من الفضلات. ويعد خبز القمح (الخبز الأسمر) والنخالة والفاصولياء من المصادر الغنية بالألياف.

✓ ماذا قرأت؟ قارن بين الكربوهيدرات البسيطة التركيب والمعقدة التركيب؟

#### المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

يستهلك Consume

الاستعمال العلمي: لتأكل أو لتشرب.

نستهلك السعرات الحرارية عندما

نأكل الطعام.

الاستعمال الشائع: استنفذ.

استنفذ الطفل طاقته في اللعب. ....

الكربوهيدرات البسيطة سكريات توجد في الفاكهة وحلو السكاكر، في حين تتحلل الكربوهيدرات المعقدة الموجودة في رقائق الذرة والأطعمة الغنية بالنشا إلى سكريات بسيطة في القناة الهضمية





■ الشكل 7-8 تحتوي الفاكهة والخضراوات غير المصنعة على كميات قليلة من الدسم، والطريقة التي يتم بها طهي الأطعمة القليلة الدسم يمكن أن تزيد من محتوى الدسم فيها. ومن ذلك قلي البطاطس بدهون مشبعة.

**الربط** تُصنّف الدهون تبعاً لتركيبها الكيميائي إلى دهون مشبعة، ودهون غير مشبعة. وتعد للدهون والأجبان وغيرها من منتجات الألبان من المصادر الغنية بالدهون المشبعة.

ويؤدي النظام الغذائي الغني بالدهون المشبعة إلى ارتفاع مستوى الكوليسترول في الدم. والذي قد يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم، وحدوث الأمراض القلبية. في حين تعد النباتات مصدراً رئيساً للدهون غير المشبعة التي لا ترتبط مع أمراض القلب. ومع ذلك فإن زيادة استهلاك أي نوع من أنواع الدهون يؤدي إلى زيادة الوزن.

وعموماً فإن الدهون المشبعة صلبة، أما الدهون غير المشبعة فسائلة في درجة حرارة الغرفة. فالسمن النباتي (المارجرين) مثلاً في الشكل 7-8 تحوي دهوناً مشبعة أقل من تلك الموجودة في الزيت. وتُهضم الدهون في الأمعاء الدقيقة، فينتج عنها حموض دهنية وجليسرول. ويتم امتصاص الأحماض الدهنية بواسطة الخلايا المعوية التي تنقلها عبر الدم إلى جميع خلايا الجسم.

## البروتينات Proteins

تُعد البروتينات المكوّنات البنائية الأساسية في جميع الخلايا. والأحماض الأمينية هي وحدات بناء هذه البروتينات. وتُعد الإنزيمات ومعظم الهرمونات والنواقل العصبية والمستقبلات الغشائية من البروتينات المهمة في الجسم.

تتحلل البروتينات في الغذاء في أثناء عملية الهضم في المعدة والأمعاء الدقيقة إلى وحداتها البنائية، وهي الأحماض الأمينية التي يتم امتصاصها إلى مجرى الدم، وتُحمل إلى خلايا الجسم المختلفة التي تعمل بدورها من خلال عملية بناء البروتين على تجميع الأحماض الأمينية إلى بروتينات جديدة ضرورية لتراكيب الجسم ووظائفه.

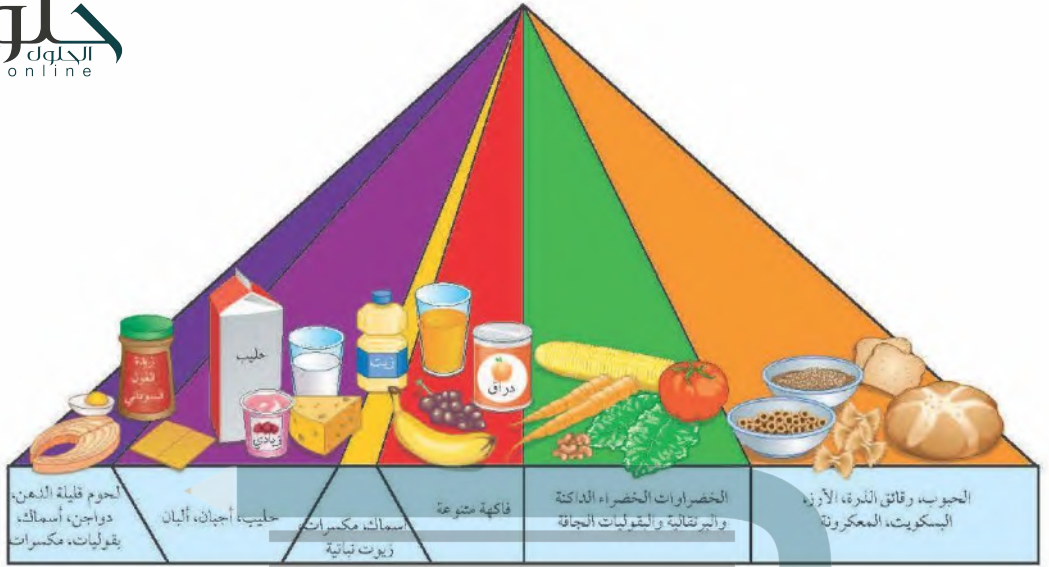
■ الشكل 7-9 تزود البقوليات والأرز معاً الجسم بجميع الأحماض الأمينية الأساسية.

**وضع.** أهمية تناول الأطعمة الغنية بالأحماض الأمينية الضرورية.

يحتاج جسم الإنسان إلى 20 حمضاً أمينياً مختلفاً لبناء البروتينات، ويستطيع الجسم بناء 12 حمضاً أمينياً فقط من 20 حمضاً أمينياً ضرورياً للوظائف الخلوية المختلفة. أما الأحماض الأمينية الأساسية الثمانية المتبقية فيجب أن تكون ضمن نظام الإنسان الغذائي، حيث تعتبر المنتجات الحيوانية - ومنها اللحوم والأسماك والدواجن والبيض ومنتجات الألبان - من المصادر الغنية بهذه الأحماض.

يحتاج الجسم إلى الأحماض الأمينية الأساسية في بناء تراكيب الجسم وأداء عرض عملي وظائفها والتي لا يستطيع الجسم بناؤها

كما تحتوي الخضراوات والفاكهة والحبوب على الأحماض الأمينية. يوجد نبات واحد يحتوي على هذه الأحماض الأمينية الخمسة. الجمع بين البقوليات والأرز يزود الجسم بجميع الأحماض الأمينية. الشكل 7-9.



## الهرم الغذائي Food Pyramid

استبدل الهرم الغذائي القديم الذي كان يُعد رمزاً للتغذية الجيدة منذ عام 1992 بهرم غذائي جديد أطلق عليه اسم "الهرم الغذائي الشخصي" ويوضح الشكل 7-10 الهرم الغذائي الجديد.

لاحظ أن الأجزاء الملونة بالبرتقالي والأخضر أكبر من الأجزاء الملونة بالبنفسجي والأصفر. ويهدف هذا الهرم إلى بيان أن الإنسان يحتاج إلى المواد الغذائية من الحبوب والخضراوات أكثر مما يحتاج إليه من اللحوم والدهون (الزيوت).

## Vitamins and Minerals الفيتامينات والأملاح المعدنية

يحتاج الجسم إلى الفيتامينات والأملاح المعدنية، بالإضافة إلى الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ليعمل بصورة صحيحة. **الفيتامينات** vitamins مركبات عضوية يحتاج إليها الجسم بكميات قليلة لإتمام نشاطاته الحيوية (الأيضية). ويساعد العديد من الفيتامينات الإنزيمات على أداء عملها، فبعض الفيتامينات تُصنع في الجسم، حيث يُصنع فيتامين D في الخلايا الموجودة في الجلد، وتنتج البكتيريا التي تعيش في الأمعاء الغليظة بعضاً من فيتامين B وفيتامين K. ولا يستطيع الجسم إنتاج كميات كافية من معظم الفيتامينات، ولكن قد يزودنا النظام الغذائي المتوازن بالفيتامينات التي نحتاج إليها. وبعض الفيتامينات التي تذوب في الدهون ومنها فيتامين A وD يمكن أن تُخزن بكميات صغيرة في الكبد والأنسجة الدهنية في الجسم، وبعضها الآخر يذوب في الماء، ومنها فيتامينات B، C، ولا يمكن تخزينه في الجسم، فيزودنا الغذاء بكميات مناسبة من هذه الفيتامينات، إذا اشتمل عليها النظام الغذائي بصورة منتظمة.

■ الشكل 7-10 غطط "الهرم الغذائي الشخصي" الجديد تساعدك على اختيار طعامك وتناول الكمية التي تناسبك.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

### اختصاصي التغذية

**Registered Dietician** يوجّه اختصاصي التغذية المؤهل الناس إلى الأمور الصحية المتنوعة، بمساعدتهم على اتخاذ قرارات صحية تتعلق بنظامهم الغذائي.

**الأملاح المعدنية** minerals مركبات غير عضوية يستعملها الجسم بوصفها مواد بناءية، وترتبط بوظائف الجسم الأيضية.

فعلى سبيل المثال يحتاج الجسم إلى معدن الحديد لبناء الهيموجلوبين. لقد تعلمت سابقاً أن الأكسجين يرتبط مع الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء، ليصل إلى خلايا الجسم بوساطة الدورة الدموية. والكالسيوم ملح معدني آخر، ومكوّن مهم للعظام، ويرتبط بوظائف العضلات والأعصاب. تعتبر الفيتامينات والأملاح المعدنية من المكونات المهمة في النظام الغذائي الصحي. ويبين الجدول 3-7 بعض الفيتامينات والأملاح المعدنية المهمة وفائدتها، وبعض المصادر الغذائية التي تزودنا بهذه المواد الضرورية. وعلى الرغم من توافر الفيتامينات في الصيدليات إلا أن تناول كمية أكبر من الكمية المسموح بها قد يشكّل خطراً على الجسم. لذا يجب استشارة الطبيب في ذلك.

## Nutrition Labels

## ملصقات مكونات الغذاء

توضع ملصقات مكونات الغذاء على عبوات الأغذية التجارية، كما في الشكل 11-7، وتعتمد هذه الملصقات على نظام غذائي يحتوي على 2000 سعر حراري، وهو ما يحتاجه الفرد البالغ تقريباً في اليوم الواحد. وتشيد هذه الملصقات في مراقبة كمية الدهون والصدويوم المستهلكة، وهما مادتان غذائيتان يجب تناولهما باعتدال. ويجب أن تحتوي الملصقات على المعلومات الآتية:

- اسم المنتج الغذائي.
- الوزن الصافي أو الحجم.
- اسم المصنّع والمورّع، وعنوان كلٍّ منهما.
- المكونات.
- المحتوى الغذائي.

**تكثر الليمون بنكهة الكيوي  
١٢٥ غصير  
مبستر ومعبأ في ظروف معقمة.**

### معلومات غذائية

مقدار الحصة: ١ كوب (١٠٠ مل)  
عدد الحصص بالعبوة: ٣,٣ تقريباً

الاحتويات بكل حصة  
السعرات ٤٥

% النسبة من المطلوب يومياً\*

الدهون الكلية صفر جم صفر %

صوديوم ١٠ ملجم ٠,٥ %

بوتاسيوم ٠,٦ %

الكربوهيدرات الكلية ١٢ جم ٤ %

سكريات ١٢ جم

\* النسبة المئوية لتقييم اليومية مبنية على وجبة تحتوي على ٢٠٠٠ سعرة حرارية. مصدر غير مهم للسعرات من الدهون، الدهون المشبعة، الكوليسترول، الألياف الغذائية، البروتين، الفيتامين، الفيتامين ج، الكالسيوم والحديد.

■ الشكل 11-7 لاحظ عدد الحصص الغذائية الموجودة على عبوات الأغذية. تعتمد قيمة النسبة اليومية على حصة الفرد، لا على العبوة كاملة.



الوظائف الرئيسية لبعض الفيتامينات والأملاح المعدنية

الجدول 3-7

الوظائف الرئيسية لبعض الفيتامينات والأملاح المعدنية	الأملاح المعدنية	المصادر المحتملة	الدور الرئيس في الجسم	الفيتامين
• تقوية الأسنان والعظام • نقل المعلومات العصبية • انقباض العضلات.	Ca		• الرؤية. • صحة الجلد والعظام.	A
• تقوية الأسنان والعظام.	P		• صحة العظام والأسنان.	D
• بناء البروتينات.	Mg		• تقوية الغشاء البلازمي لخلايا الدم الحمراء.	E
• بناء الهيموجلوبين.	Fe		• أيض الطاقة.	الريبوفلافين B <sub>2</sub>
• بناء الهيموجلوبين.	Cu		• تكوين خلايا الدم الحمراء. • تكوين DNA و RNA.	حمض الفوليك
• الشفاء الجروح.	Zn		• أيض الكربوهيدرات.	الثيامين
• اتزان الماء.			• أيض الطاقة.	النياسين B <sub>3</sub>
• بناء الهرمون الدرقي (الثيروكسين).	I		• أيض الأحماض الأمينية.	البايريدوكسين B <sub>6</sub>
• نقل المعلومات العصبية. • اتزان الرقم الهيدروجيني (pH).	Na		• تكوين خلايا الدم الحمراء.	B <sub>12</sub>
• نقل المعلومات العصبية • انقباض العضلات.	K		• تكوين ألياف الكولاجين.	C

ج ٢: الكتل الفعلية للأغذية جميعها أكبر من الكتل المسجلة على الملصقات الخاصة بها، ويكون الفرق بين الكتلتين الأعلى لرقائق الذرة

ج ١: إن الكتلة الحقيقية لكل حصة أكبر من الكتلة المسجلة على الملصق، ويمكنك حساب الفرق في النسبة كالاتي:

الكتلة على الملصق / الكتلة الفعلية  $\times 100\%$

وهي للبسكويت = 10%

معاً كحصة لشخص واحد.

البيانات والملاحظات

يقارن الجدول بين كتل المواد المسجلة على ملصق 5 عبوة غذاء والكتلة الفعلية للمنتج الغذائي.

التفكير الناقد

1. احسب الفرق في النسبة بين الكتلة المسجلة على الملصق والكتلة الفعلية للبسكويت.

2. قانون. بين النسبة المئوية للكتلتين في الجدول.

أخذت البيانات في هذا المختبر من: Conway, J.M., D.G. Brodes, and W.G. Sumpter. 2004. Commercial products - controlled foods in research studies: how accurate are label weights? Journal of the American Dietetic Association, 104: 1420 - 1424.

## التقويم 7-2

الخلاصة

- يُقاس محتوى الغذاء من الطاقة بالسعرات الحرارية.
- الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ثلاث مجموعات رئيسية من الغذاء.
- الكربوهيدرات مصدر رئيس للطاقة في الجسم.
- الدهون والبروتينات وحدات بنائية للجسم، وتزوده بالطاقة.
- الفيتامينات والأملاح المعدنية ضرورية لمساعدة الجسم على أداء وظائفه الأيضية بصورة صحيحة.
- مخطط الهرم الغذائي الشخصي وملصقات الغذاء من الأدوات التي ترسخ عادات الأكل الصحية.

فهم الأفكار الرئيسية

المقدمة

1. لماذا يعد حساب السعرات الحرارية التي تدخل الجسم بتناول الوجبات الغذائية، والسعرات الحرارية التي يحرقها الجسم - مهماً للحفاظ على وظائف الجسم؟
2. صف. كيف تتغير الكربوهيدرات والبروتينات في أثناء عملية الهضم؟
3. تصح. ما المواد الغذائية التي يجب على النباتيين إضافتها إلى نظامهم الغذائي؟
4. وضح. دور كل من الفيتامينات والأملاح المعدنية في الحفاظ على اتزان الجسم.

التفكير الناقد

5. تخص. ما عدد السعرات الحرارية التي تستهلكها في اليوم الواحد؟
6. اكتب مقالة قصيرة تصف فيها ما نحتاج إليه من أجل نظام غذائي متوازن.

يترك للطلاب

1. المتعة > الطاقة > هضم. لماذا يعد  
حساب السرعات الحرارية - التي  
تدخل الجسم بتناول الوجبات  
الغذائية، والسرعات الحرارية  
التي يحرقها الجسم - مهمًا  
للحفاظ على وظائف الجسم؟

للمحافظة على التوازن بين السرعات الحرارية المستهلكة والسرعات المستعملة في  
الحفاظ على وزن الجسم

2. صف. كيف تتغير الكربوهيدرات  
والبروتينات في أثناء عملية الهضم؟

الكربوهيدرات = طاقة سريعة، البروتينات = طاقة، وتعد الوحدات البنائية الجزيئية

3. اشرح. ما المواد الغذائية التي  
يجب على النباتيين إضافتها إلى  
نظامهم الغذائي؟

بسبب احتواء اللحوم والمنتجات الحيوانية الأخرى على بعض الأحماض الأمينية  
العشرين التي يحتاجها الجسم لبناء البروتينات؛ يجب على الأشخاص النباتيين  
إضافة بعض الأطعمة مثل الأرز والفاصولياء إلى نظامهم الغذائي لتزويدهم بهذه  
الأحماض الأمينية الأساسية

4. وضح. دور كل من الفيتامينات  
والأملاح المعدنية في الحفاظ  
على أوزان الجسم.

الفيتامينات تساعد الإنزيمات على أداء عملها بصورة طبيعية؛ ويستعمل الجسم  
الأملاح المعدنية كمادة أساسية تدخل في الوظائف الأيضية



5. تخمن. ما عدد السعرات الحرارية التي تستهلكها في اليوم الواحد؟ سجل جميع أنواع الطعام الذي تأكله أو تشربه في اليوم الواحد. وافعل الشيء نفسه للمجموع الكلي للدهون المشبعة وغير المشبعة، إذا أمكن ذلك.

وبعض كتب الطهو ونشرات السعرات تتنوع الإجابات؛ ولكن قد تساعد الملصقات الحرارية والمكتبة أو الانترنت في معرفة المعلومات الغذائية

## جهاز الغدد الصم

## The Endocrine System

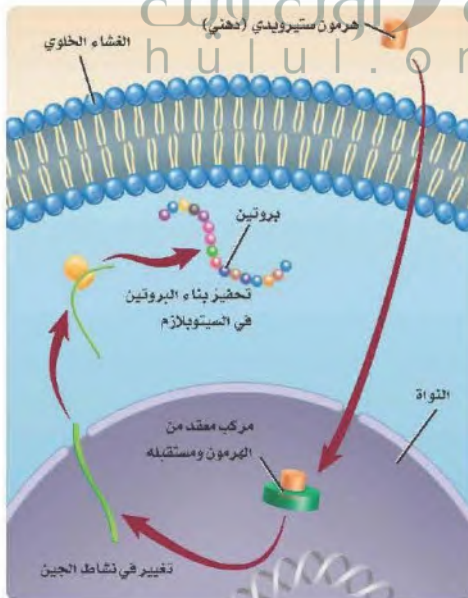
تُنظِّم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.

**التربط مع الحياة** يضغط الشخص على زر إرسال ليرسل رسالة إلكترونية، فتُنقل الرسالة إلكترونياً من الحاسوب عبر نظام حاسوبي مركزي لتصل إلى الحاسوب الآخر خلال ثوان. وهذا يشبه آلية عمل جهاز الغدد الصم في الجسم.

### آلية عمل الهرمونات Action of Hormones

يتكون جهاز الغدد الصم من غدد تعمل عمل نظام اتصال. ويُنتج جهاز الغدد الصم endocrine glands الهرمونات التي تُطلق إلى مجرى الدم، ويتم توزيعها إلى خلايا الجسم. الهرمون hormone مادة كيميائية تؤثر في خلايا وأنسجة مستهدفة معينة؛ لتعطي استجابة محددة. وتُصنّف الهرمونات إلى هرمونات ستيرويدية (دهنية)، وهرمونات غير ستيرويدية أو هرمونات الأحماض الأمينية، بناءً على تركيبها وآلية عملها.

**الهرمونات الستيرويدية Steroid Hormones** هرمونات الإستروجين والبروجستيرون والتستوستيرون من الهرمونات الستيرويدية. ويؤثر كل منهما في أجهزة التكاثر في الإنسان. وجميع الهرمونات الستيرويدية تؤثر في الخلايا المستهدفة لبدء عملية بناء البروتين، كما في الشكل 7-12.



### مراجعة المفردات

الاتزان الداخلي Homeostasis، تنظيم الظروف البيئية الداخلية للمخلوق الحي لاستمرار حياته.

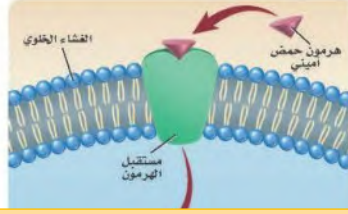
### المضردات الجديدة

الغدد الصم  
الهرمون  
الغدة النخامية  
الثيوكسين  
الكالسيتونين  
الهرمون الجار درقي (باراثايرويد)  
الأنسولين  
الجلوكاجون  
الألدوستيرون  
الكورتيزول  
الهرمون المانع لإدرار البول

■ الشكل 7-12 ينتقل الهرمون الستيرويدي عبر الغشاء الخلوي، ويرتبط مع مستقبل داخل الخلية، فيحفز عملية بناء البروتين.

■ الشكل 13 - 7 يرتبط الهرمون الأميني مع مستقبل على الغشاء البلازمي قبل دخوله الخلية.

وضح الفرق بين هرمونات الأحماض الأمينية والهرمونات الستيرويدية.



تذوب الهرمونات الستيرويدية في الدهون؛ ويمكنها الانتقال عبر الغشاء البلازمي لتصل إلى مستقبلات داخل الخلية، في حين لا تستطيع هرمونات الأحماض الأمينية أن تنتقل عبر الغشاء البلازمي؛ بل عليها الارتباط مع المستقبلات الموجودة على الغشاء البلازمي للخلية

تذوب الهرمونات  
البلازمي  
في الخلية

الوراثية DNA في النواة، مما يحفز جينات محددة لبناء بروتينات معينة.

**هرمونات الأحماض الأمينية Amino Acid Hormones** هرمون الأنسولين وهرمونات النمو من الهرمونات غير الستيرويدية أو هرمونات الأحماض الأمينية. وتتكون هذه الهرمونات من أحماض أمينية. لذا يتعين على هرمونات الأحماض الأمينية أن ترتبط مع مستقبلات موجودة على سطح الغشاء البلازمي للخلية الهدف؛ بسبب عدم قدرتها على الانتشار من خلاله. وبمجرد ارتباط الهرمون مع المستقبل يعمل المستقبل على تنشيط إنزيم موجود داخل الغشاء، مما يؤدي إلى بدء مسار كيميائي حيوي يؤدي في النهاية إلى الاستجابة المرغوبة للخلية.

الشكل 13-7.



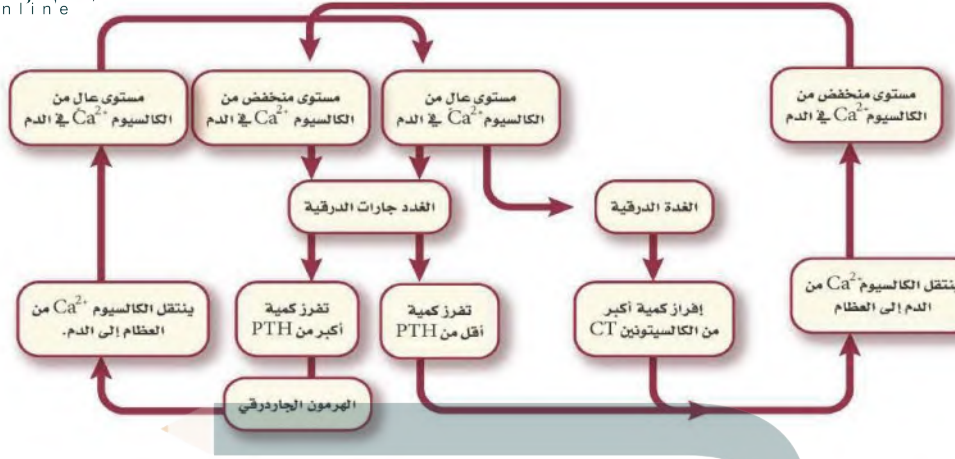
### التغذية الراجعة السلبية Negative Feedback

يتم الحفاظ على اتزان الجسم بواسطة آلية تغذية راجعة تُسمى التغذية الراجعة السلبية؛ حيث تعيد التغذية الراجعة النظام إلى نقطة البداية (النقطة المرجعية set point) بمجرد انحرافه عن هذه النقطة، لذلك يتغير النظام ضمن مدى معين. وقد تكون على دراية بالتغذية الراجعة السلبية من خلال ما تشاهده في بعض الأجهزة الكهربائية في البيت، كما في الشكل 14 - 7. فعلى سبيل المثال، يمكن الحفاظ على درجة حرارة نظام التدفئة المركزية عند درجة 21 °C مثلاً؛ إذ يستشعر منظم الحرارة في هذا النظام الحرارة. فعندما تنخفض دون 21 °C يرسل المنظم إشارة إلى مصدر الحرارة لبدء الاشتعال وإنتاج حرارة أكثر. وعندما ترتفع الحرارة أعلى من 21 °C يرسل منظم الحرارة إشارة إلى مصدر الحرارة ليتوقف عن العمل، ولن يعمل مصدر الحرارة مرة أخرى إلا عند انخفاض درجة الحرارة دون 21 °C، عندما يتم استشعارها بواسطة منظم الحرارة. وتُشبه هذه العملية التغذية الراجعة السلبية.

■ الشكل 14-7 ينظف نظام التدفئة المركزية أو يستعمل بناءً على العلاقة بين درجة الحرارة التي يتم رصدها ودرجة الحرارة المرجعية (التي تم ضبطها).







الشكل 17-7 هرمون الجاردرقي (PTH) وهرمون الكالسيتونين (CT) ينظمان مستوى الكالسيوم في الدم. **وضح.** كيف يمثل عمل كل من الهرمون الجاردرقي PTH وهرمون الكالسيتونين CT آلية التغذية الراجعة السلبية؟

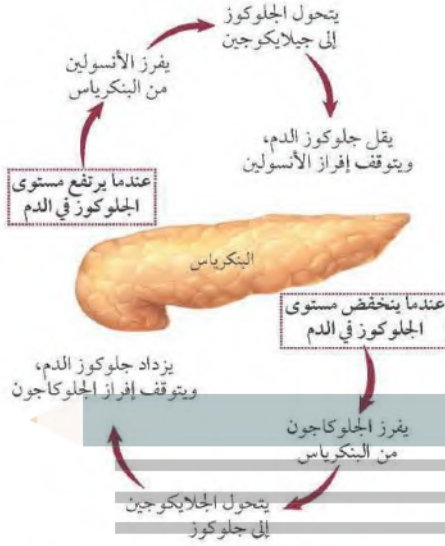
**الغدة الدرقية والغدة جارات الدرقية** Thyroid and Parathyroid Glands تعرف على آلية عمل الغدة الدرقية وجارات الدرقية في الشكل 17-7. تفرز الغدة الدرقية هرموناً يسمى الثيروكسين، وكما في هرمون النمو، لا يقتصر عمل **الثيروكسين** thyroxine على أعضاء محددة، بل يؤدي إلى زيادة معدل الأيض في خلايا الجسم. كما تفرز الغدة الدرقية هرمون **الكالسيتونين** calcitonin (CT) الذي ينظم مستوى الكالسيوم في الدم.

عندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم تفرز الغدة جارات الدرقية الهرمون الجاردرقي لتنشيط المؤثرات التي ترفع من مستوى الكالسيوم في الدم، وعندما يرتفع مستوى الكالسيوم في الدم تفرز الغدة جارات الدرقية كمية أقل من الهرمون الجاردرقي، وتفرز الغدة الدرقية كمية أكبر من هرمون كالسيتونين لإزالة الكالسيوم من الدم



مستوى الكالسيوم، عن طريق تحفيز العظام على إطلاقه. كما يحفز الكليتين على إعادة امتصاص كميات أكبر من الكالسيوم، وكذلك يزيد من امتصاص الأمعاء للكالسيوم من الغذاء. وللغدة الدرقية وجارات الدرقية تأثيرات متضادة في مستوى الكالسيوم في الدم، ويعملهما معاً يحافظان على اتزان الجسم الداخلي، انظر الشكل 18-7. **ماذا قرأت؟** وضح أهمية التغذية الراجعة السلبية في المحافظة على اتزان

استجابة للتغذية الراجعة، عندما يرتفع مستوى مادة معينة في الجسم؛ تفرز الغدة هرمونا منظما يسبب انخفاض مستوى هذه المادة، ويحدث العكس تماما ينخفض مستو هذه المادة؛ إذ يؤدي الهرمون المنظم إلى زيادة إفرازها ويطلق على هذه العملية حلقة التغذية الراجعة وتستمر هذه العملية التي تحافظ على الاتزان الداخلي للجسم



■ الشكل 19-7 الجلوكاجون والأنسولين  
يعملان معاً للحفاظ على مستوى السكر في الدم.

**البنكرياس Pancreas** للبنكرياس دور مهم في إنتاج الإنزيمات التي تهضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون. كما يفرز البنكرياس هرموني الأنسولين والجلوكاجون اللذين يعملان معاً للحفاظ على اتزان الجسم، كما في الشكل 19-7. فعندما يرتفع مستوى الجلوكوز في الدم يفرز البنكرياس هرمون **الأنسولين insulin** الذي يرسل إشارة إلى خلايا الجسم، وخصوصاً في الكبد والعضلات لتسريع عملية تحويل الجلوكوز إلى جلايكوجين الذي يخزن في الكبد. وعندما ينخفض مستوى الجلوكوز في الدم يفرز هرمون الجلوكاجون من البنكرياس. يرتبط **الجلوكاجون glucagon** بخلايا الكبد، فيرسل إليها إشارة ببدء تحويل الجلايكوجين إلى جلوكوز وإطلاقه في الدم.

ينتج مرض السكري عن عدم إنتاج الجسم لكميات كافية من الأنسولين، أو لعدم استعمال الأنسولين على نحو صحيح. وينتج النوع الأول من السكري - الذي يظهر عادة عند الأشخاص في سن العشرين - عن عدم إفراز الجسم للأنسولين. أما النوع الثاني من السكري فيصيب نحو 80-70% من الناس، وعادة ما يحدث بعد سن 40، وينتج عن عدم حساسية خلايا الجسم للأنسولين.

تشمل المضاعفات الناتجة عن مرض السكري أمراض القلب التاجية، وتلف شبكية العين والخلايا العصبية والحموضة أو انخفاض درجة حموضة الدم. وفي نوعي السكري يجب مراقبة مستوى الجلوكوز في الدم، والحفاظ عليه لمنع حدوث المضاعفات الناتجة عن هذا المرض.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي الغدد الصم

Endocrinologist يدرس

اختصاصي الغدد الصم الغدد

التي تفرز الهرمونات، والأمراض

المرتبطة معها.



**الغدد الكظرية (فوق الكلوية) Adrenal Glands** تقع الغدد الكظرية في أعلى الكليتين - ارجع إلى الشكل 15-7. ويسمى الجزء الخارجي من الغدد الكظرية القشرة، وهي التي تقوم ببناء الهرمون الستيرويدي ألدوستيرون، ومجموعة أخرى من الهرمونات تُسمى الهرمونات القشرية السكرية، ومنها: الكورتيزول. ويؤثر هرمون **ألدوستيرون** aldosterone في الكليتين، وهو ضروري جداً لإعادة امتصاص أيونات الصوديوم. أما **الكورتيزول** cortisol فيساعد على زيادة مستوى الجلوكوز في الدم، ويقلل من الالتهابات. وللجسم آليات مختلفة في الاستجابة للضغوطات النفسية، مثل "استجابة المواجهة أو الهروب" في الجهاز العصبي. ويرتبط جهاز الغدد الصم أيضاً بهذه الأنواع من الاستجابات (ردود الفعل)، "إفراز الأدرينالين" يحدث عندما تنطلق كمية من الطاقة في موقف يدعو إلى التوتر. ويفرز الجزء الداخلي من الغدد الكظرية إبينفرين (أدرينالين)، ونورإبينفرين (نور أدرينالين)، ويعمل هذان الهرمونان معاً على زيادة معدل نبض القلب، وضغط الدم ومعدل التنفس ومستوى السكر في الدم. وجميع هذه العوامل مهمة في زيادة نشاط خلايا الجسم في أثناء المواقف العصبية.

#### المطلوبات

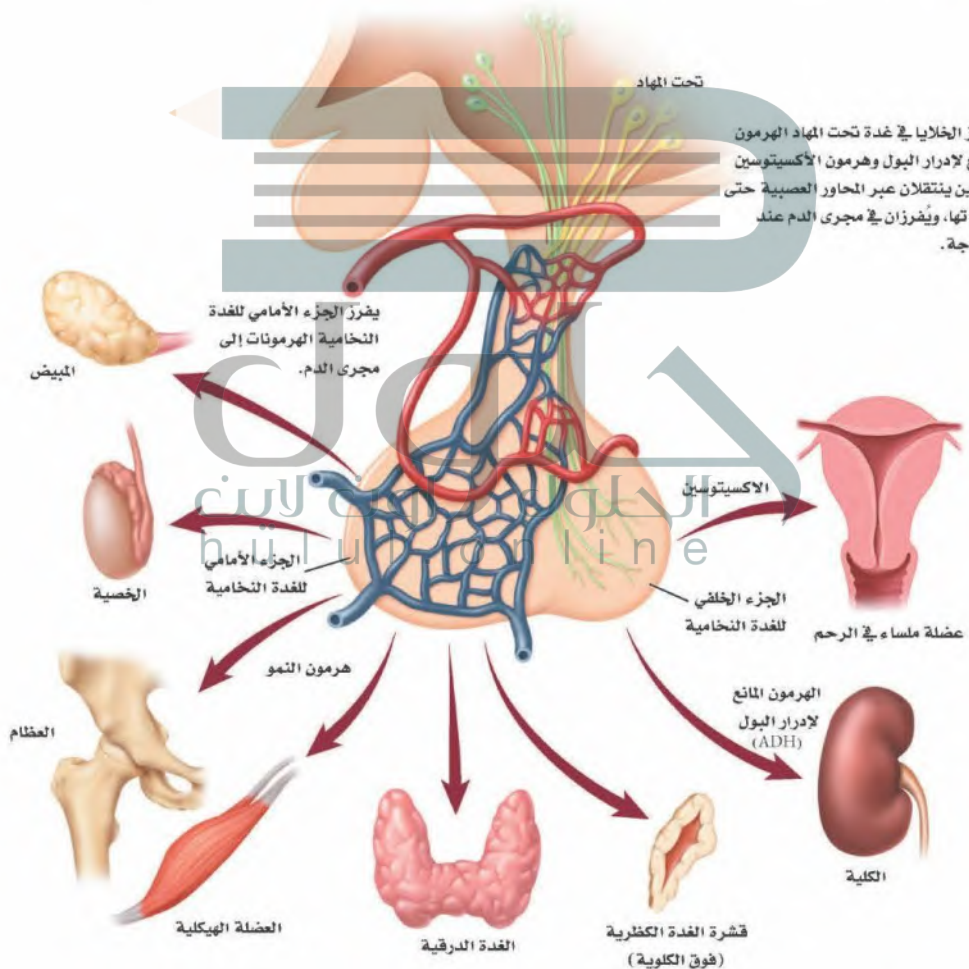
ضمن مطوبتك معلومات من هذا القسم.

ج ١: قد يذكر الطلاب الهرمونات التالية: الهرمون المانع لإدرار البول؛ الأنسولين، الجلوكاجون، الألدوستيرون؛ الإبينفرين؛ النورإبينفرين؛ الثيروكسين، الكالسيتونين؛ والهرمون الجاردرقي، تتطلب العديد من الأنشطة المتنوعة استجابة جسدية مشابهة؛ يتحكم فيها عدد قليل من الهرمونات

ج ٢: قد تشتمل أجهزة الجسم التي تظهر في النشاطات: الجهاز العصبي وجهاز الدوران، الهيكل، العضلي التنفسي والجهاز الإخراجي، ويؤدي جهاز الغدد دوراً مهماً في وظائف جميع أجهزة الجسم

1. حدد نشاطاً معيناً. ماذا يحدث للجسم في أثناء التحضير للنشاط، ثم عند القيام به، وبعد الانتهاء منه.
2. التفكير الناقد. هل تكرر ظهور الهرمونات نفسها في معظم البرامج التي درستها في الخطوة ١؟ ولماذا؟
3. تحليل أنك تكتب برنامجاً حاسوبياً، وأن جسمك سيتابع النشاط إلى حين انتهائه. تتبع الخطوات التي تحدث كما في الخطوة 2.
4. استخلص النتائج. اعمل قائمة بأجهزة الجسم الرئيسة التي مثلتها في برنامجك. علام يدل هذا بالنسبة لعدد وظائف الجسم التي يتحكم فيها جهاز الغدد الصم؟

الشكل 20 - 7 يحافظ تحت المهاد Hypothalamus على الإتزان الداخلي للجسم؛ بوصفه حلقة وصل بين الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم. تتصل منطقة تحت المهاد من خلال تركيب خاص بالغدة النخامية التي تتكون من جزأين (أمامي وخلفي يتصلان معاً بواسطة جزء وسطي). ويغزن الجزء الخلفي من الغدة النخامية هرمونين هما: المانع لإدرار البول، والأكستوسين اللذان تفرزهما منطقة تحت المهاد لحين الحاجة إليها وتعمل الغدة النخامية أيضاً على إنتاج وإفراز الهرمونات التي تنظم عمل الخصيتين والمبيضين والغدة الدرقية والغدد الكظرية.



## الربط مع الجهاز العصبي

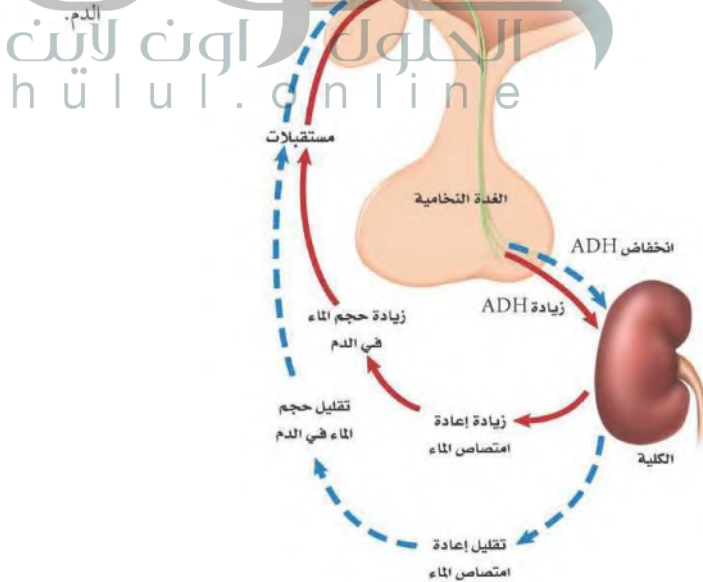
### Link to the Nervous System

ينظم كل من الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم نشاطات الجسم، ويحافظان على اتزانه. ارجع إلى الشكل 20-7 لدراسة دور تحت المهاد في اتزان الجسم. تُنتج تحت المهاد هرمونين، هما هرمون الأكسيتوسين، والهرمون المانع لإدرار البول. وينتقل هذان الهرمونان عبر المحاور العصبية، ويتم تخزينهما في نهايات المحاور التي تقع في الغدة النخامية.

تتمثل وظيفة الهرمون المانع لإدرار البول ADH antidiuretic hormone في الحفاظ على اتزان الجسم عن طريق تنظيم اتزان الماء.

ويؤثر هرمون ADH جزئياً في الأنابيب الجامعة في الكليتين. فعندما تعمل خارج المنزل في أيام الصيف الحارقة، وينتج جسمك كميات كبيرة من العرق قد يجعلك عرضة للإصابة بالجفاف، فعندها تستشعر الخلايا الموجودة تحت المهاد تعرضك للجفاف وانخفاض مستوى الماء في الدم، فتستجيب الخلايا بإفراز الهرمون المانع لإدرار البول من المحاور العصبية في الغدة النخامية التي اختزن هذا الهرمون. ويبين الشكل 21-7 انتقال الهرمون المانع لإدرار البول مع الدم ليصل إلى الكلية.

■ الشكل 21-7 يتحكم الهرمون المانع لإدرار البول ADH في تركيز الماء في الدم.





ج٣: كلا النظامين يحافظ على الاتزان الداخلي للجسم؛ فمثلاً منطقة تحت المهاد جزء

من الدماغ وتفزر الهرمون المانع لإدرار البول الذي ينظم اتزان الماء في الجسم

ج٤: تنظم الغدة النخامية العديد من وظائف الجسم؛ وكذلك تنظم عمل الغدد الصم الأخرى، وتزيد هرمونات الدرقية من عملية الأيض وتنظم مستوى الكالسيوم، كما ترفع الهرمونات الجاردرقية من مستوى الكالسيوم في الدم، ويساعد البنكرياس على عملية الهضم ويفرز هرمونات تنظم مستوى السكر في الدم، كما تساعد هرمونات القشرة الكظرية (فوق الكلوية) على إعادة امتصاص الصوديوم ورفع مستوى السكر في الدم وتقلل من حدوث الالتهاب

ج٥: يبطئ نقص هرمون الثيروكسين الناتج عن نقص اليود من عملية الأيض في الخلايا العصبية في الدماغ، في حين اليود الموجود في ملح الطعام من هذه المشكلة

ج١: تعمل الهرمونات في اتجاه معاكس للمؤثر، ولذا توصف التغذية الراجعة بالسلبية

ستيرويديه وهرمونات الاحماض  
الأمية

ج٢: يفرز الأنسولين عندما يرتفع مستوى سكر الجلوكوز في الدم ويفرز الجلوكاجون عندما ينخفض مستوى الجلوكوز في الدم

1. الغدة > الرئيسة > قوم. الأسباب التي أدت إلى تسمية نظام التغذية الراجعة للهرمونات بالتغذية الراجعة السلبية.
2. توقع. متى تتوافر مستويات عالية من الأنسولين والجلوكاجون في دم الإنسان.
3. وضع. آلية عمل الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.
4. حدد. صف وظيفة كل من: الغدة النخامية، والدرقية، وجارات الدرقية، والبنكرياس، والغدد الكظرية.
5. ابحث. اليود عنصر مهم جداً لوظيفة الغدة الدرقية. ويُعد نقص اليود عند الأجنة وفي مرحلة الطفولة سبباً رئيساً في حدوث الإعاقات العقلية التي يسهل الوقاية منها. توقع كيف يؤدي نقص اليود إلى الإعاقة العقلية أو أية مشاكل صحية أخرى. استخدم مكتبة مدرستك أو الشبكة الإلكترونية للبحث عن طرائق للتخفيف من هذه الآثار. واذكر بعض المصادر الغنية بعنصر اليود.
6. حلل. كيف يؤدي خلل في آلية التغذية الراجعة السلبية إلى وفاة المخلوق الحي؟

تتنوع الإجابات، مثال: يؤدي حدوث خلل في الهرمون المانع لإدرار البول المنظم لمستوى الماء في الجسم إلى جفاف خطير أو مميت

## مهنة في علم الأحياء: الاختصاصي في الطب الشرعي، والاختصاصي في علم السموم

إثراء علمي



قطاع عرضي في الدماغ يمكن أن يستعمل لبيان أسباب الوفاة.

### الأدوات والتقنيات التي يستعملها اختصاصي الطب الشرعي

هل يمكن للشخص المتوفى أن يتكلم؟ بطريقة ما، نعم؛ إذ يمكن لجسم الميت توضيح الظروف المحيطة بالوفاة؛ حيث يجمع اختصاصي الطب الشرعي البيانات من الجسم ويحللها؛ لتحديد كيف مات الشخص؟ وتساعد الأدوات والتقنيات والطرائق العلمية التي يستعملها اختصاصي الطب الشرعي المحققين على تتبع ما حدث خلال الساعات الأخيرة من حياة الشخص، وكذلك الأسباب التي أدت إلى وفاته.

في بعض الحالات، نعم. يُستخدم المجهر الإلكتروني الماسح لتحديد جزيئات الطعام. كما يمكن أن يساعد أخذ عينة من المعدة تتطابق مع الوجبة الأخيرة، المحققين على تحديد وقت الوفاة.

**محتويات المعدة تكشف عن حدوث التسمم** قد ترتبط المواد السامة - ومنها بعض المنتجات المنزلية والسموم والعقاقير - بالوفاة. واختصاصي الطب الشرعي متخصص في تعريف وتحديد المواد الكيميائية الغريبة التي قد تؤدي إلى الوفاة.

يتم تدريب اختصاصي الطب الشرعي على ملاحظة التفاصيل الدقيقة التي قد تضيف أحياناً معلومات جديدة تساعد على رواية قصة الساعات الأخيرة من حياة الشخص.

**الأدلة من التشريح** إن الهدف من التشريح هو عمل تسجيل قانوني ودائم لخصائص الجسم. خلال عملية التشريح يفحص الاختصاصي ويزن كلا من الرئتين والدماغ والقلب والكبد والمعدة، ويستعمل المشروط لأخذ مقاطع رقيقة جداً من هذه الأعضاء، مثل صورة شريحة الدماغ في الشكل العلوي، ثم تحفظ هذه الشرائح كيميائياً لمنعها من التعفن.

**الهضم ووقت الوفاة** ما أهمية فحص اختصاصي الطب الشرعي محتويات معدة الضحية؟ يتوقف الهضم لحظة الوفاة، ويمكن للاختصاصي أن يفحص المعدة لتقدير الوقت؛ فإذا كانت المعدة فارغة تماماً يكون احتمال موت الضحية بعد ثلاث ساعات على الأقل من تناوله الطعام، وإذا كانت الأمعاء الدقيقة فارغة، فيحتمل حدوث الوفاة بعد 10 ساعات على الأقل بعد الوجبة الأخيرة. هل يمكن تحديد نوع الطعام في المعدة؟

**الكتابة في علم الأحياء** هناك وظيفة لاختصاصي علم الأمراض في مدينتك. أكتب إعلاناً عن هذه الوظيفة، وتأكد من اشتغال الإعلان على التقنيات والإجراءات التي يجب أن يُلمَّ بها المتقدمون لهذه الوظيفة، بالإضافة إلى المهارات العامة والخصائص التي يجب أن يمتلكوها.



## مختبر الأحياء

### كيف تُقارن بين معدل هضم النشا في أنواع مختلفة من البسكويت؟

خطتك كلما كان ذلك ضرورياً.

- أي العوامل ستبقى ثابتة؟
- هل وضعت عينة للمقارنة؟
- كيف تعرف أن هضم النشا اكتمل في كل عينة؟
- كيف تحافظ على ثبات الكمية التي سيتم اختبارها لكل نوع من أنواع البسكويت؟
- هل سילاثم المخطط بياناتك؟

5. تأكد من موافقة معلمك على خطتك قبل البدء في العمل.

6. قُم بإجراء التجربة.

7. التنظيف والتخلص من الفضلات تخلص من محتوى أنابيب الاختبار حسب الإجراءات المتبعة. ونظف الأواني الزجاجية والمعدات، وأعدّها إلى مكانها، ثم اغسل يديك جيداً بعد التعامل مع المواد الكيميائية والأواني الزجاجية.

#### حلل ثم استنتج

1. حلل. ما تأثير إنزيم الأميليز في النشا الموجود في قطع البسكويت؟
2. لاحظ واستنتج. أي أنواع البسكويت كان فيه هضم النشا أسرع؟ ولأم يشير هذا بشأن كمية النشا الموجودة في قطعة معينة مقارنة بالأنواع الأخرى؟
3. التفكير الناقد. ما الاختلافات بين مكونات أفواه الناس التي قد تؤثر في هضم الأميليز للنشا؟ فسر ذلك.
4. تحليل الخطأ. هل أظهرت أي خطوة من خطوات التجربة أي متغيرات لم تُضبط؟ فسر كيف يمكن إعادة تصحيح خطوات العمل للتحكم في هذه العوامل أو المتغيرات.

#### طبّق مهارتك

أعد تصميم تجربتك لتحديد تأثير الظروف المتغيرة ومنها درجة الحرارة أو الرقم الهيدروجيني pH في عملية هضم النشا بواسطة إنزيم الأميليز في واحدة من قطع البسكويت.

**الخلفية النظرية:** يبدأ هضم النشا في الفم، حيث يحطم إنزيم الأميليز الموجود في اللعاب النشا إلى جزيئات سكر أصغرهما الجلوكوز الذي يعد مصدراً مهماً للطاقة. وتختلف الأطعمة ومنها - البسكويت فيما تحتويه من النشا. تقارن في هذا المختبر بين سرعة هضم النشا في أنواع عدة من البسكويت؛ لتحديد الكمية النسبية في كل نوع.

**سؤال:** كيف تُقارن بين الأوقات اللازمة لهضم النشا بواسطة إنزيم الأميليز في الأنواع المختلفة من

ج ١: يؤدي الأميليز إلى تحليل النشا إلى سكريات بسيطة

ج ٢: تطلب قطع البسكويت المحتوية على كمية قليلة من النشا أقل زمن ممكن للهضم

ج ٣: تختلف درجة الحموضة ودرجة الحرارة والمواد الكيميائية الآخر من قم إلى آخر، ويتم التحكم بكل من درجة الحرارة ودرجة الحموضة بواسطة إذابة قطع البسكويت في محاليل تحت ظروف ثابتة، مع ذلك قد تحتوي قطع البسكويت المختلفة على مركبات مختلفة لها تأثير في هضم النشاء مما يجعلها من المتغيرات غير المسيطر عليها



**المطلوبات** توقع. ماذا يحدث إذا لم يُنتج عضو ما في جهاز الغدد الصم هرموناً معيناً، وتوقف نظام التغذية الراجعة عن العمل؟

المفاهيم الرئيسية	المضردات
<p><b>1-7 الجهاز الهضمي</b></p> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تجلج الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة؛ ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• للجهاز الهضمي ثلاث وظائف رئيسة.</li> <li>• الهضم نوعان: ميكانيكي، وكيميائي.</li> <li>• يتم امتصاص معظم المواد المغذية في الأمعاء الدقيقة.</li> <li>• تفرز الأعضاء الملحقة بالجهاز الهضمي إنزيمات ومادة صفراء تساعد على الهضم.</li> <li>• يتم امتصاص الماء من الكيموس في الأمعاء الغليظة (القولون).</li> </ul>	<p>الهضم الميكانيكي أنزيم الأميليز الهضم الكيميائي المريء الحركة الدودية</p>
<p><b>2-7 التغذية</b></p> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> بعض المواد المغذية ضرورية جداً ليؤدي الجسم وظائفه بصورة طبيعية.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يقاس محتوى الغذاء من الطاقة بالسعرات الحرارية.</li> <li>• الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ثلاث مجموعات رئيسة من الغذاء.</li> <li>• الكربوهيدرات مصدر رئيس للطاقة في الجسم.</li> <li>• الدهون والبروتينات وحادات بنائية للجسم، وتزوده بالطاقة.</li> <li>• الفيتامينات والأملاح المعدنية ضرورية لمساعدة الجسم على أداء وظائفه الأيضية بصورة صحيحة.</li> <li>• مخطط الهرم الغذائي الشخصي وملصقات الغذاء من الأدوات التي ترسخ عادات الأكل الصحية.</li> </ul>	<p>التغذية السعر الحراري الفيتامين الأملاح المعدنية</p>
<p><b>3-7 جهاز الغدد الصم</b></p> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تنظم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تفرز الغدد الصم مواد تسمى الهرمونات.</li> <li>• تنتقل الهرمونات في الجسم عن طريق مجرى الدم.</li> <li>• تُصنّف الهرمونات إلى: هرمونات ستيرويدية، وهرمونات الأحماض الأمينية.</li> <li>• يتأثر مستوى الهرمونات بنظام التغذية الراجعة.</li> <li>• يساعد جهاز الغدد الصم في المحافظة على الاتزان الداخلي للجسم عبر إرسال الإشارات بواسطة آلية تسمى التغذية الراجعة السلبية.</li> </ul>	<p>الغدد الصم الهرمون الغدة النخامية الثيروتكسين الكالسيتونين الهرمون الجار درقي (باراثايرويد)</p>

- ج١: البنكرياس؛ يمر الطعام من خلال المريء والأمعاء الغليظة؛ وليس البنكرياس  
ج٢: الببسين؛ الجلوكونز والجلايكوجين جزيئات مخزنة للطاقة أما البنسين فهو انزيم هاضم  
ج٣: الحركة الدودية، المادة الصفراء والأميليز يصفان الهضم الكيميائي؛ أما الحركة الدودية فتصف العملية الفيزيائية

7-1

### مراجعة المفردات

حدد المصطلح الذي لا ينتمي إلى كل مجموعة من المفردات الآتية، مبيناً السبب:

1. المريء - البنكرياس - الأمعاء الغليظة.
2. الببسين - الجلايكوجين - الجلوكونز.
3. المادة الصفراء - الأميليز - الحركة الدودية.

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

4. ماذا يحدث في المعدة؟

- أ. هضم جزيئات الدهون الكبيرة وتحويلها إلى جزيئات صغيرة.
  - ب. تحليل البروتينات.
  - ج. يُحلل الأميليز النشا إلى جزيئات سكر صغيرة.
  - د. يُفَرِّز الأنسولين ليستعمل في الأمعاء الدقيقة.
5. أيُّ صفٍّ من الجدول الآتي يحوي الكلمة المناسبة لإكمال العبارة؟ الرقم (1) يُنتج الرقم (2) الذي يُفَرِّز إلى الرقم (3).

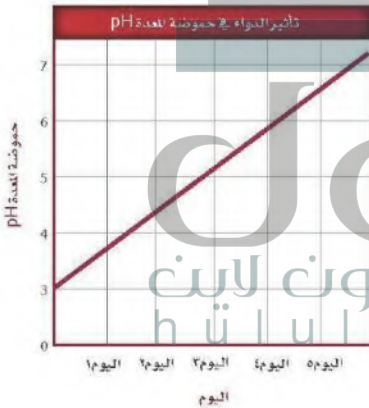
الصفود	1	2	3
A	الكبد	المادة الصفراء	الأمعاء الدقيقة
B	الحوصلة الصفراوية	الببسين	المعدة
C	البنكرياس	الحمض	الأمعاء الغليظة
D	الخمالات المعوية	الأميليز	الفم

- أ. الصف A.      ب. الصف B.  
ج. الصف C.      د. الصف D.

6. يشكو شخص من مشاكل في هضم الدهون جيداً، ما الذي يُفسّر هذه الحالة؟

- أ. لا تسمح العضلة العاصرة في نهاية المعدة بمرور المادة الصفراء إلى الأمعاء الدقيقة.
- ب. انسداد القناة التي تربط بين الكبد والحوصلة الصفراوية.
- ج. الشخص يفرز مادة صفراء أكثر.
- د. حموضة المعدة ليست كافية لهضم الدهون.

استعمل الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤال 7.



7. تناول شخص ما دواءً مدة خمسة أيام. أي من الآتي قد يحدث نتيجة تناول هذا الدواء؟

- أ. لن يتمكن الببسين من تحليل البروتينات.
- ب. لن يتمكن الأميليز من تحليل النشا.
- ج. لن يتم إفراز المادة الصفراء.
- د. لن تؤدي الإنزيمات التي تُفَرِّز من البنكرياس عملها بصورة جيدة.

ج ١١: تفرز البكتيريا التي تعيش في القولون فيتامين ك ويؤدي قتل البكتيريا الحوية لبعض الخلايا البكتيرية إلى حدوث نقص في فيتامين ك ويقال إضافة فيتامين ك إلى المضادات الحيوية من أعراض نقصه

### أسئلة بنائية

8. إجابة قصيرة. فسر لماذا يُعتبر مصطلح حرقة المعدة وصفاً غير صحيح.
9. إجابة قصيرة. ارجع إلى الجدول 7-1 لتلخص عمليات الهضم التي تحدث في التراكيب الآتية: الفم، المريء، المعدة، الأمعاء الدقيقة، الأمعاء الغليظة.
10. نهاية مفتوحة. لماذا يستطيع الإنسان العيش دون حوصلة صفراوية؟ وضح التأثيرات التي تحدث عند هضم الشخص للطعام.
11. فسر. لماذا يضيف مصنعو الأدوية فيتامين (K) لبعض أقراص المضادات الحيوية؟

### التفكير الناقد

12. كون فرضية. لماذا يملك الإنسان الزائدة الدودية إذا لم يكن لها وظيفة مفيد

يترك للطالب

7-2

### مراجعة المفردات

ميز بين المفردات الآتية:

13. دهون مشبعة - دهون غير مشبعة.
14. جزيئات مواد مغذية صغيرة - جزيئات مواد مغذية كبيرة.
15. فيتامينات - أملاح معدنية.

### تثبيت المفاهيم الرئيسة

16. أي مما يأتي يعتبر من خصائص الدهون المشبعة؟

- a. سائلة في درجة حرارة الغرفة، وتوجد في الزيوت النباتية.
- b. يتم امتصاص معظمها في الأمعاء الغليظة.
- c. مشتقة من مصادر حيوانية وصلبة في درجة حرارة الغرفة.
- d. تميل إلى خفض كوليسترول الدم.

17. أي الكربوهيدرات الآتية لا تُهضم في الجسم، وتزود النظام الغذائي بالألياف؟

- a. السكروز.
- b. النشا.
- c. الجلايكوجين.
- d. السيليلوز.

18. أي مما يأتي يؤدي إلى تحليل الأطعمة الغنية بالبروتين في المعدة؟

- a. الرقم الهيدروجيني المنخفض والبيسين.

- b. الرقم الهيدروجيني المرتفع والمادة الصفراء.

- c. الرقم الهيدروجيني المرتفع والبيسين.

- d. الرقم الهيدروجيني المنخفض والمادة الصفراء.

- استخدم الصورة الآتية للإجابة عن السؤال 19.

معلومات غذائية	
مقدار الحصة: ١ كوب (١٠٠ مل)	
عدد الحصص بالعبوة: ٢٢٣	تقريباً
الاحتويات بكل حصة	
السعرات ٥٥	
* النسبة من المطلوب يوميا	
الدهون الكلية ١٠ صغرى جم	صغرى %
صوديوم ١٢ ملجم	٠.٥ %
بوتاسيوم	٠.٦ %
الكربوهيدرات الكلية ١٢ جم	٤ %
سكريات ١٢ جم	
* النسبة المئوية للقيم اليومية مبنية على وجبة تحتوي على ٢٠٠٠ سعرة حرارية. مصدر غير مهم للسعرات من الدهون المشبعة، الكوليسترول، الألياف الغذائية، البروتين، الفيتامين أ، الفيتامين ج، الكالسيوم والحديد.	

19. إذا شربت كوب واحد (100 mL) من العصير، فما نسبة ما استهلكته من القيمة المسموح بها يومياً من الكربوهيدرات؟

- a. 0.5 %
- b. 28 %
- c. 4 %
- d. 35 %



8. إجابة قصيرة. فسر لماذا يُعتبر مصطلح حرقة المعدة وصفاً غير صحيح.
9. إجابة قصيرة. ارجع إلى الجدول 1-7 لتلخص عمليات الهضم التي تحدث في التراكيب الآتية: الفم، المريء، المعدة، الأمعاء الدقيقة، الأمعاء الغليظة.
10. نهاية مفتوحة. لماذا يستطيع الإنسان العيش دون حوصلة صفراوية؟ وضح التأثيرات التي تحدث عند هضم الشخص للطعام.

ج٨: حموضة المعدة هي المصطلح الصحيح؛ وتنتج عن ارتداد حمض المعدة إلى المريء

ج٩: الفم: هضم فيزيائي (مضغ) وهضم كيميائي تحلل النشا إلى جزيئات صغيرة، الأمعاء الغليظة: إعادة امتصاص الماء؛ المعدة: تحليل الطعام إلى قطع صغيرة وتحليل البروتينات؛ الأمعاء الدقيقة: إتمام الهضم؛ وامتصاص المواد المغذية إلى الخلايا؛ المريء: ينتقل من خلاله الطعام إلى المعدة

ج١٠: الحوصلة الصفراوية عضو يخزن العصارة الصفراء؛ وبدونها تتدفق العصارة الصفراء من الكبد إلى الأمعاء الدقيقة مباشرة؛ بدلاً من تخزينها، وليس هناك أي تأثير في مقدرة الشخص على هضم الطعام

13. دهون مشبعة - دهون غير مشبعة.

14. جزيئات مواد مغذية صغيرة - جزيئات مواد مغذية كبيرة.

15. فيتامينات - أملاح معدنية.

ج ١٣: توجد الدهون المشبعة بصورة رئيسة في المنتجات الحيوانية؛ في حين توجد

الدهون غير المشبعة في المنتجات النباتية بصورة رئيسة

ج ١٤: تستعمل المواد المغذية الصغيرة -الدقيقة- (التي يحتاج

إليها الجسم بكميات قليلة جداً) للقيام بالأنشطة الأيضية؛ في حين تستعمل

المواد المغذية الكبيرة بوصفها وحدات بنائية أساسية وكذلك مصدر للتزود

بالطاقة

ج ١٥: الفيتامينات مركبات عضوية؛ أما الأملاح المعدنية فهي مواد غير عضوية

20. **ممن مرتبطة مع علم الأحياء بناءً على رأي مختص**

في علم الأغذية فإن الأنظمة الغذائية السليمة  
الكربوهيدرات تكون عالية المحتوى من الدهون  
والبروتينات. قوم المخاطر الصحية التي قد ترتبط مع  
استهلاك الأطعمة الغنية بالدهون والبروتينات على  
المدى الطويل.

21. **إجابة مفتوحة. أشير إلى عوامل أخرى - غير قلة**

الطعام الذي قد يتناوله الشخص -تسبب سوء التغذية.

ج ٢٠: تدل الأطعمة الغذائية التي تحوي كميات كبيرة من الدهون والبروتينات على استهلاك كميات كبيرة من

المنتجات الحيوانية؛ وعليه فقد تفتقر هذه الأطعمة إلى المواد المغذية التي يتم الحصول عليها من الخضراوات

والفاكهة، ويؤدي النظام الغذائي الغني بالدهون إلى مشاكل في القلب خصوصاً وجهاز الدوران عموماً

ج ٢١: يؤدي تناول الأطعمة التي تفتقر إلى المواد المغذية الأساسية؛ ومنها البروتين والفيتامينات أو الأملاح

المعدنية إلى سوء التغذية

22. هنر. لماذا يقلل النظام الغذائي الغني بالألياف من احتمالية الإصابة بسرطان القولون؟
23. استنتج. أسباب استمرار ارتفاع معدلات السمنة بين الأشخاص في الثلاثين سنة الماضية على الأقل.

ج٢٢: يساعد النظام الغذائي الغني بالألياف على استمرار حركة الطعام في القناة الهضمية؛ فإذا وجد في الأطعمة مواد مسبب للسرطان فإنه يمكن إزالتها قبل أن تجد الفرصة للتسبب بالضرر

ج٢٣: أحد الأسباب المحتملة؛ قلة نشاط الأشخاص في الوقت الحاضر مقارنة بالثلاثين عاماً الماضية. فالحياة حالياً ومزاولة الأعمال المكتبية حيث الجلوس لفترات طويلة أدت إلى أسلوب حياة يخلو من الحركة ومن الأسباب المحتملة الأخرى؛ توفر الأطعمة المعالجة والسريعة والتي عادة ما تكون غنية بالسعرات الحرارية والدهون المشبعة

أسئلة بنائية

31. إجابة مفتوحة. ما التأثير المباشر لزيادة إفراز الكالسيوم؟ حلل أثر ذلك في اتزان الأنظمة الأخرى في الجسم عدا جهاز العظام.

32. إجابة قصيرة. اقم أثر استخدام الكورتيزول على المدى الطويل في مقدرة الشخص على محاربة الالتهابات.

ج٣١: يقلل الإفراز الزائد لهرمون الكالسيوم من مستوى الكالسيوم في الدم، وإذا انخفضت مستويات الكالسيوم فستبدأ الغدد جارات الدرقية في زيادة إنتاج الهرمون الجاردرقي الذي يسبب تحرير الكالسيوم من العظام مما يضعفها

ج٣٢: يقلل الكورتيزول من الالتهاب وهو آلية دفاع ضد الأمراض، والاستخدام الطويل الأمد للكورتيزول قد يقلل من قدرة الشخص على مكافحة الالتهاب

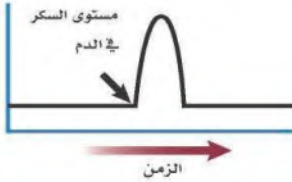


ج٣٣: قد يتوصل الطلاب في أثناء دراستهم إلى تنظيم كل من الأنسولين والجلوكاجون  
لسكر الدم؛ بأن لهما تأثيراً متعاكساً فعندما يرتفع مستوى الأنسولين ينخفض مستو  
الجلوكاجون والشيء نفسه صحيح بالنسبة للكالسيونين والهرمون الجاردرقي في  
تنظيم مستوى الكالسيوم

ج٣٤: الأنسولين بروتين؛ وعليه فإن إنزيم الببسين الموجود في المعدة قادر على تحليله  
بسرعة

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

استعمل الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤال 27.



27. يوضح الرسم البياني مستوى السكر في الدم لفترة من الزمن. أي الهرمونات الآتية قد يسبب الارتفاع المفاجئ المشار إليه بالسهم؟

- a. الهرمون المانع لإدرار البول. b. هرمون النمو.  
c. الجلوكاجون. d. الأنسولين.

28. أي الهرمونات الآتية تُفرزه الخلايا العصبية بدلاً من جهاز الغدد الصم؟

- a. الهرمون المانع لإدرار البول والأكسيتوسين.

- b. هرمون النمو والثيروكسين.  
c. الأنسولين والجلوكاجون.  
d. النورإبينفرين والإبينفرين.

29. أي أزواج الهرمونات الآتية لها تأثير متضاد في عملها:

- a. الكالسيتونين والهرمون الجاردرقي.  
b. الإبينفرين والنورإبينفرين.  
c. هرمون النمو والثيروكسين.

### أسئلة بنائية

20. مهين مرتبطة مع علم الأحياء بناءً على رأي مختص في علم الأغذية فإن الأنظمة الغذائية المنخفضة الكربوهيدرات تكون عالية المحتوى من الدهون والبروتينات. قوّم المخاطر الصحية التي قد ترتبط مع استهلاك الأطعمة الغنية بالدهون والبروتينات على المدى الطويل.

21. إجابة مفتوحة. أشر إلى عوامل أخرى - غير قلة الطعام الذي قد يتناوله الشخص - تسبب سوء التغذية.

### التفكير الناقد

22. فسر. لماذا يقلل النظام الغذائي الغني بالألياف من احتمالية الإصابة بسرطان القولون؟

23. استنتج. أسباب استمرار ارتفاع معدلات السمنة بين الأشخاص في الثلاثين سنة الماضية على الأقل.

### 7-3

### مراجعة المفردات

وضّح الفرق بين كل مصطلح من المصطلحات الآتية، ثم فسر الارتباط بينها:

24. الأنسولين - الجلوكاجون.

25. الإستروجين - هرمون النمو.

26. الكورتيزول - الإبينفرين.

ج ٢٤: إن تأثير الأنسولين والجلوكاجون يعاكس أحدهما الآخر، ولكن كلا

الهرمونين ينظم مستوى السكر في الدم

ج ٢٥: كلاهما مهمان لعملية النمو، وكل هرمون ينتج من غدة صماء مختلفة

ج ٢٦: كلا الهرمونين يرفع من مستو السكر في الدم، ولكنهما يفرزان من مناطق مختلفة للغدد الكظرية

تقويم إضافي

35. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب قصة قصيرة تصف فيها العمليات التي تحدث أثناء انتقال الطعام عبر قناتك الهضمية. **ملاحظة:** تأكد من تضمين إجابات جميع مجموعات الغذاء الرئيسة.

يترك للطالب

أسئلة المستندات

السعرات الحرارية المقترنة والمطلوبة حسب الجنس والعمر			
الجنس	العمر	نشاط معتدل	نشاط زائد
الإناث	9-13	1600-2000	1800-2200
	14-18	2000	2400
	19-30	2000-2200	2400
	31-50	2000	2200
	51+	1800	2000-2200
الذكور	9-13	1800-2200	2000-2600
	14-18	2400-2800	2800-3200
	19-30	2600-2800	3000
	31-50	2400-2600	2800-3000
	51+	2400	2400-2800

36. بناءً على الجدول السابق، أي الجنس يحتاج إلى سعرات حرارية أكثر؟
37. صف الاستنتاج العام لهذه البيانات بغض النظر عن عدد السعرات المطلوبة للحفاظ على توازن الطاقة المرتبطة مع العمر.
38. لماذا يحتاج الأفراد في الفئة العمرية بين 19-30 عامًا إلى عدد أكبر من السعرات الحرارية؟

بسبب ميلهم إلى استهلاك طاقة أكبر

استعمل الصورتين الآتيتين للإجابة عن السؤال 30.



A



B

30. أي الأشخاص في الصورتين أعلاه يُحتمل وجود مستوى عالٍ من الإبينفرين في جسمه؟
- a. الشخص في الصورة (A).
- b. الشخص في الصورة (B).
- c. كلا الشخصين.
- d. لا أحد منهما.

أسئلة بنائية

31. إجابة مفتوحة. ما التأثير المباشر لزيادة إفراز الكالسيونين؟ حلل أثر ذلك في اتزان الأنظمة الأخرى في الجسم عند جهاز الغدد الصم.
32. إجابة قصيرة. قوّم أثر استخدام الكورتيزول على المدى الطويل في مقدرة الشخص على محاربة الالتهابات.

التفكير الناقد

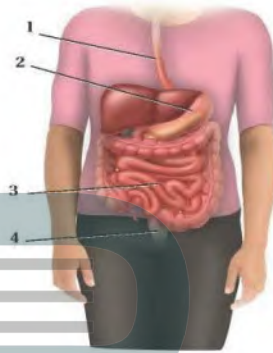
33. صف العلاقة بين الكالسيونين والهرمون الجاردرقي وبين الميزان ذي الكفتين.
34. كَوّن فرضية. لماذا يُعطى الأنسولين عن طريق الحقن بدلاً من الفم؟

ج37: بصورة عامة؛ يجب زيادة استهلاك السعرات الحرارية في مرحلة الطفولة إلى بداية العشرينيات من العمر ويجب تقليل استهلاكها من بداية منتصف العشرينيات



أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 1.



1. أي أجزاء الجهاز الهضمي يحدث فيه عمليتا الهضم الكيميائي والميكانيكي أولاً؟

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

2. أي العمليات الآتية تحدث أولاً في الخلية العصبية عندما تصل شدة المؤثر لعتبة التنبيه؟

- a. تفتح قنوات البوتاسيوم في غشاء الخلية.  
b. تُفرز النواقل العصبية إلى الشواك العصبي.  
c. تنتقل أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية العصبية.  
d. تصبح الخلية مشحونة بشحنة سالبة.

3. جميع العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالهرمونات الستيرويدية ما عدا:

- a. تنتشر خلال الغشاء البلازمي للخلية الهدف.  
b. تدخل إلى النواة.  
c. تحفز جينات في المادة الوراثية لبناء بروتينات محددة.  
d. تنشيط إنزيمات موجودة داخل الغشاء البلازمي.

4. أي أنواع المواد المغذية الآتية يبدأ هضمها في المعدة؟

- a. الأرز.  
b. شريحة من اللحم.  
c. قطعة من الحلوى.  
d. المعكرونة.

5. أي الغدد الآتية تفرز الهرمون الرئيس المسؤول عن عمليات الأيض في جسم الإنسان؟

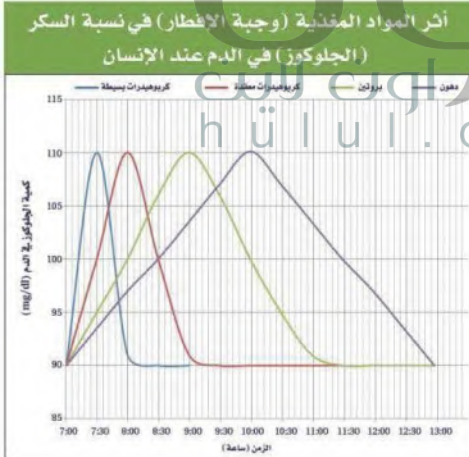
- a. الغدة النخامية.  
b. الغدة الزعترية.  
c. الغدة الدرقية.  
d. الغدة الكظرية.

6. أين تُخزن الدهون في العظام؟

- a. العظم المتراص.  
b. الخلايا العظمية.  
c. النخاع الأحمر.  
d. النخاع الأصفر.

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الرسم البياني الآتي في الإجابة عن السؤالين 7 و 8.



7. استنتج أي المواد المغذية أعلاه ترتفع من نسبة الجلوكوز في الدم بعد ساعة و 45 دقيقة من تناول وجبة الإفطار.

سؤال مقالي

يحتاج الإنسان إلى فيتامين (C) في نظامه الغذائي؛ لأنه يقوي وظائف الجهاز المناعي، ويمنع الإصابة بمرض الأسقربوط. إذ يذوب فيتامين (C) في الماء، ولذا لا يتم تخزينه في الجسم. وعادة ما يُنصح به للشخص المريض أو من يوشك أن يمرض. وبعض الأشخاص يُنصحون بتناول جرعات أكبر آلاف المرات من الحجم المسموح به من فيتامين (C).

ويختلف الباحثون حول فاعلية تناول جرعات كبيرة من فيتامين (C)، فبعض الباحثين يعتقدون عدم فاعليتها، وبعضهم الآخر يعتقد أنها مفيدة. ويتفق معظم الباحثين على أن تناول جرعات عالية من فيتامين (C) لفترة زمنية قصيرة لا تحدث ضرراً.

مستعيناً بالمعلومات الواردة في الفقرة السابقة اكتب مقالة تجيب فيها عن السؤال الآتي:

14. صغ فرضية تتعلق بمدى استفادة الشخص من تناول أو عدم تناول جرعات كبيرة من فيتامين (C) لمعالجة الرشح أو أعراض البرد. ووضح طريقة واحدة لاختبار هذه الفرضية.

8. فسر سبب الاختلاف في نسبة جلوكوز الدم بالنسبة للزمن بين المواد المغذية في الرسم السابق.

9. لماذا يكون النظام الغذائي الذي لا يحتوي على البروتين غير صحي؟

10. توقع كيف سيكون وزن شخص عدد الخملات المعوية في أمعائه قليلاً نتيجة إستئصال جزء من أمعائه بسبب إصابته بمرض سرطان الأمعاء؟ وضح إجابتك.

11. يعتقد صديقك بأن الوجبات الغذائية النباتية تقلل من امتصاص الدهون المشبعة والكوليسترول. هل تؤيده أم تعارضه؟ ولماذا؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

12. ماذا تتوقع أن يحدث إذا اختلت وظيفة غدة في جسمك فأفرزت كمية كبيرة من الهرمون الذي ينشط إفراز هرمونات الغدة الدرقية؟ وماذا يحدث إذا قل إفراز الهرمونات المحفزة للغدة الدرقية؟

13. وجبتان غذائيتان مكونتان من الكمية نفسها من اللحم، تناول شخص عدة لقيمات من الوجبة الأولى، بينما تناول شخص آخر الوجبة الثانية كاملة. على فرض أن الظروف معيارية وثابتة في كلا الحالتين. هل سيهضم الشخصان اللحم بنفس المعدل؟ فسر إجابتك.

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

الصف	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
الفصل/ القسم	7-2	7-1	7-3	7-2	7-1	7-2	7-2	7-2	4-1	7-3	7-2	7-3	5-1	7-1
السؤال	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

**الفكرة العامة** يتضمن تكاثر الإنسان اندماج الحيوان المنوي والبويضة معًا.

### 1 - 8 جهازا التكاثر في الإنسان

**الفكرة الرئيسة** تنظم الهرمونات جهازا التكاثر في الإنسان بما في ذلك إنتاج الأمشاج.

### 2 - 8 مراحل نمو الجنين قبل الولادة

**الفكرة الرئيسة** من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه أن جعل الإنسان ينمو من خلية مخصبة تتحول إلى مليارات من الخلايا المتخصصة في وظائفها.

### حقائق في علم الأحياء

- يزداد حجم جنين الإنسان 10,000 مرة خلال أول ثلاثين يومًا من حياته.
- بلغ وزن أكبر طفل مولود kg (10.8).

يد جنين عمره 20 أسبوعًا



جنين عمره 6 أسابيع

يد جنين عمره 7 أسابيع





جهازا التكاثر اعمل هذه المطوية  
لتساعدك على المقارنة بين إنتاج  
البويضات والحيوانات المنوية.

### المطويات منظمات الأفكار

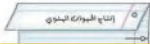
الخطوة 1: ارسم خطاً أفقياً على طول منتصف ورقة كما  
في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثن الورقة من أعلى ومن أسفل ليلتقي طرفاها  
في المنتصف، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: اكتب عنواناً لكل شريط من المطوية كما في  
الشكل الآتي:



## تجربة استهلاكية

### خصائص الخلية الجنسية

كيف تُنتج الخلايا الجنسية وتتخصص في تكوين اللاقحة؟  
يتم التكاثر وفق عمليات تسير في نمط محدد. وإنتاج الخلايا  
الجنسية خطوة مهمة وحرارة في التكاثر. خلايا الحيوانات  
المنوية وخلايا البويضات لها خصائص محددة لتدعم  
أدوارها في التكاثر. وسوف تستقصي في هذه التجربة كيف  
أن شكل الخلايا الجنسية وتركيبها يدعم عملها.

### خطوات العمل

1. املاء بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. افحص بالمجهر شريحة للبويضة، وحدد خصائصها،  
وارسمها.
3. افحص بالمجهر شريحة للحيوان المنوي، وحدد  
خصائصه، وارسمه.

### التحليل

1. قارن بين الحيوان المنوي والبويضة؟
2. حدد التراكيب والخصائص التي تؤثر في دور كل من  
الحيوان المنوي والبويضة في عملية التكاثر؟

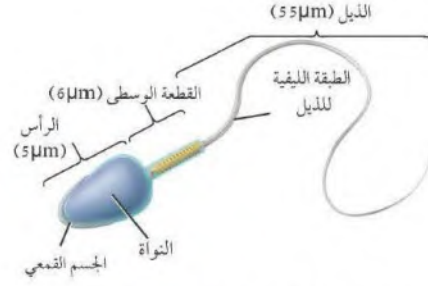
ج ١: يختلف الحيوان المدوي والبويضة في الشكل والحجم، فالحيوان المنوي أصغر من  
البويضة؛ وله ثلاثة أجزاء رئيسة. أما البويضة فهي كروية الشكل؛ لتوفر فرصة للعديد من  
الحيوانات المنوية لإمكانية اختراقها

ج ٢: يساعد الذيل الحيوان المنوي على الوصول إلى موقع البويضة؛ ومساحة السطح  
الكبيرة المستديرة للبويضة توفر فرصة للعديد من الحيوانات المنوية لإمكانية اختراقها

## 214

الشكل 2-8 الحيوان المنوي الخلية  
سوطية تتكون من رأس، ومنطقة وسطى  
وذيل .

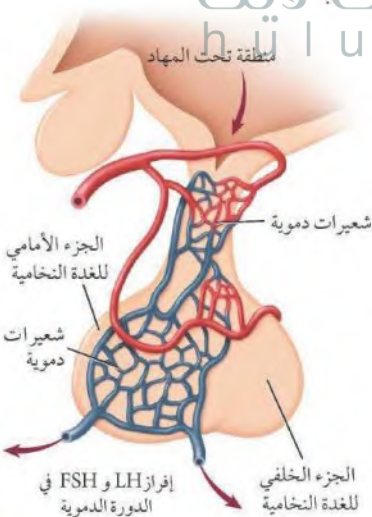
سلسل. اكتب بالتسلسل التراكيب التي  
ينتقل فيها الحيوان المنوي من داخل  
الجسم إلى خارجه.



## ينتقل الحيوان المنوي عبر الأنابيب المنوية، فالبربخ ثم الأسهر فالإحليل

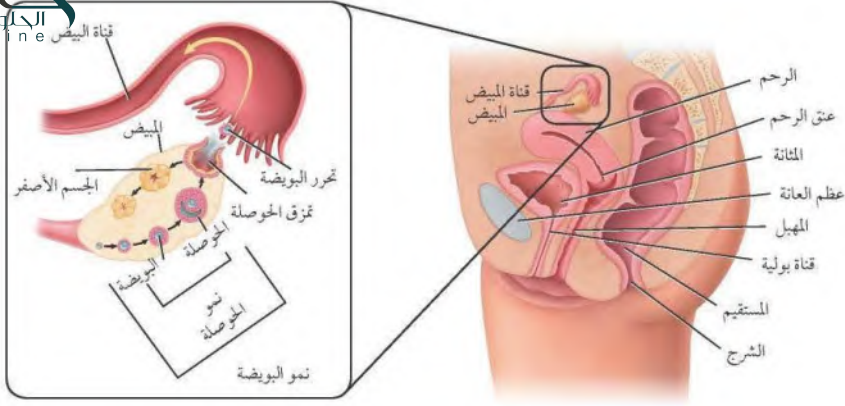
الأنابيب أن تنتج ما بين 200 - 100 مليون حيوان منوي كل يوم. انظر الشكل 2-8 وبعد تكوين الحيوانات المنوية تنتقل إلى البربخ epididymis الموجود على كل خصية، حيث يكتمل نضج الحيوانات المنوية وتخزن فيه. وعندما تنضج الحيوانات المنوية إلى خارج جسم الإنسان تمر في قناتان تسمى الوعاء المنوي (الأسهر) vas deferens، الذي ينتهي بقناة بولية تناسلية مشتركة تسمى الإحليل urethra. وتحتاج الحيوانات المنوية إلى سائل تغذية يساعدها على البقاء حية حتى تخصب البويضة. يتكون السائل المنوي semen من الحيوانات المنوية، و مواد مغذية، وسوائل تفرزها الغدد الجنسية الذكرية. وتسهم الحوصلة المنوية في إفراز نصف حجم السائل المنوي، بالإضافة إلى إفراز السكر الذي يزود الحيوانات المنوية بالطاقة، وكذلك تزودها بالمواد المغذية والبروتينات والإنزيمات، وتفرز غدة البروستات وغدة كوبر محلولا قلويا لمعادلة أي ظروف حمضية قد يواجهها الحيوان المنوي في طريقه لإخصاب البويضة في الجهاز التناسلي الأنثوي.

الشكل 3-8 تفرز منطقة تحت المهاد  
هرموناً ينتقل إلى الغدة النخامية، ويؤثر  
في معدل إنتاج هرموني LH و FSH،  
وينظم مستوى هذين الهرمونين في الدم  
نظام التغذية الراجعة السلبية.



**الهرمونات الذكرية Male Hormones** يُنتج هرمون التستوستيرون testosterone في الخصية، وهو هرمون ستيرويدي (دهني) مهم في إنتاج الحيوانات المنوية وإظهار الصفات الذكرية الثانوية عند البلوغ puberty، مثل نمو الشعر على الوجه والصدر، وزيادة حجم العضلات، وخصونة الصلوات، والبلوغ مرحلة نمو يصل فيها الإنسان إلى النضج الجنسي، ويتحكم في إنتاج التستوستيرون منطقة تحت المهاد في الدماغ والتي تفرز هرموناً يؤثر في الجزء الأمامي للغدة النخامية، تفرز هرمونين ينتقلان بواسطة الدم إلى الخصية فيحفزانها على إنتاج الحيوانات المنوية، الشكل 3-8. وهذان الهرمونان هما: الهرمون المنشط للحوصلة (FSH) Follicle Stimulating Hormone الذي ينظم إنتاج الحيوانات المنوية، والهرمون المنشط للجسم الأصفر (LH) Luteinizing Hormone الذي ينشط إفراز هرمون التستوستيرون، وتوجد آلية لتنظيم مستوى إفراز الهرمونات الجنسية في الدم تسمى نظام التغذية الراجعة السلبية، والتي تبدأ بالتنسيق مع تحت المهاد، حيث تقوم خلايا متخصصة في تحت المهاد والغدة النخامية بتحديد المستويات العالية من هرمون التستوستيرون في الدم، وكذلك إنتاج هرموني LH و FSH. وعندما ينخفض مستوى التستوستيرون في الدم فإن الجسم يستجيب لذلك بإفراز كميات زائدة من هرموني LH و FSH. لكي يكون هناك ثبات لتركيز الهرمونات.





### الجهاز التناسلي الأنثوي في الإنسان

#### Human Female Reproductive System

يتخصص الجهاز التناسلي الأنثوي في إنتاج البويضات، كما يوفر بيئة مناسبة لإخصاب البويضة ونمو الجنين. ارجع إلى الشكل 4-8 وأنت تقرأ تركيب هذا الجهاز.

**خلايا البويضة Egg Cells** تسمى الخلايا التناسلية الأنثوية غير المكتملة النمو بالخلايا البائية الأولية oocytes، وتنتج في المبيضين - الشكل 4-8- ويلغ حجم المبيض حجم بذرة اللوز. ويوجد داخل كل مبيض خلايا بيضية غير واحدة كل 28 يومًا، وتنمو لتكوّن بويضة ضخمة بحوصلة توفر لها الحماية والغذاء، **قناة البيض** (قناة فالوب) oviduct وهي ميهائل حجم قبضة اليد، وفيه ينمو الجنين حتى تتم ولادته. والجزء السفلي من الرحم يسمى عنق الرحم، ويتصل بالمهبل من خلال فتحة ضيقة، ويؤدي المهبل إلى خارج جسم الأنثى.

**الهرمونات الأنثوية Female Hormones** البروجستيرون والإستروجين هرمونان سترويدان يفرزان من خلايا المبيض. ويفرز الجزء الأمامي للغدة النخامية هرمونين، هما: الهرمون المنشط للحوصلة FSH، والهرمون المنشط للجسم الأصفر LH، اللذان يؤثران في مستويات كل من هرموني الإستروجين والبروجستيرون بوساطة التغذية الراجعة السلبية. الهرمون المنشط للحوصلة، والهرمون المنشط للجسم الأصفر لهما تأثير مختلف عند كل من الذكر والأنثى. فمثلاً خلال مرحلة البلوغ تسبب زيادة تركيز الإستروجين نمو الثدي عند الأنثى، واتساع عظام الحوض، وزيادة تركيز الأنسجة الدهنية. وخلال مرحلة البلوغ تمر الأنثى **بدورة الحيض menstrual cycle** الأولى لها، وهي مجموعة من العمليات التي تحدث كل شهر تقريباً، وتساعد في تهيئة جسم الأنثى للحمل.

### الشكل 4-8

اليمين: المهبل، والرحم والمبيض هي التراكيب الرئيسة للجهاز التناسلي الأنثوي.

اليسار: تنضج خلال كل دورة حيض حوصلة واحدة ينتج عنها بويضة ناضجة، ويشكل ما تبقى من الحوصلة الجسم الأصفر.

**توقع.** ماذا يحدث إذا نضجت أكثر من حوصلة خلال دورة الحيض؟

إذا أنتج المبيض أكثر من بويضة ثم أخصبت، فعندئذ تحدث ولادات متعددة أو التوائم

### المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

## إنتاج الخلايا الجنسية Sex Cell Production

يتم إنتاج الخلايا الجنسية لدى الإنسان في كل من الخصية والمبيض، حيث يتم إنتاج الحيوانات المنوية عند الذكر من خلايا منوية أولية. ويبدأ في مرحلة البلوغ، ويستمر إنتاجها طوال حياة الذكر تقريباً. ويختلف إنتاج البويضات عند الأنثى - كما يوضح الشكل 5-8 - حيث تولد الأنثى ولديها جميع البويضات التي ستنتجها، ويتم تضاعف المادة الوراثية في الخلية البيضية الأولية قبل الولادة. وتبقى الخلايا البيضية الأولية في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف (الاختزالي) طوال فترة الطفولة وحتى سن البلوغ، ثم يستكمل نمو خلية بيضية واحدة فقط عند بداية كل دورة حيض لتنتج خليتين: إحداهما كبيرة تسمى البويضة (خلية بيضية ثانوية ناضجة)، والأخرى صغيرة تسمى **الجسم القطبي** po-lar body. تنفصل الكروموسومات ويحدث انقسام غير متساو للسيتوبلازم، حيث ينتقل معظم السيتوبلازم في الخلية الأم إلى الخلية الكبيرة التي ستصبح فيما بعد البويضة. أما الجسم القطبي فيتحلل، ويحدث الانقسام المنصف الثاني (المرحلة الثانية) عند إخصاب البويضة حيث تنتج اللاقحة، والجسم القطبي الثاني الذي يتحلل، وبالتالي ينتج عن مرحلتين الانقسام المنصف بويضة واحدة بدلاً من أربعة.



## إنتاج الخلايا الجنسية

## تجربة 1 - 8

نماداً يُنتج الانقسام المنصف أربعة حيوانات منوية وبويضة واحدة فقط. إن الاختلاف في انقسام السيتوبلازم هو السبب الرئيس

- حيوان، وأترك كمية بسيطة لتمثل الذيل.
- مثل مرحلة الانقسام المنصف الأولى في الإناث.
- استخدم حيواناً منوياً، وأصقه بجانب خلية كبيرة، لتمثل المرحلة الثانية من الانقسام المنصف.

### التحليل

- استخدم النماذج. ارسم كل مرحلة، واكتب أسماء الأجزاء التالية، وأصقها في مواقعها: الخلية المنوية الأولى، الخلية المنوية الثانية، البويضة، الحيوان المنوي، الجسم القطبي الأول، الجسم القطبي الثاني، البويضة المنضجة، اللاقحة (الزيجوت).
- وضح، ما فائدة تركيز الانقسام المنصف على سيتوبلازم البويضة الواحدة؟

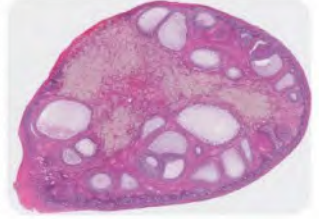
ج٢: يوفر تركيز الانقسام على السيتوبلازم في البويضة الواحدة الكثير من المواد والعصيات، ومنها: الميتوكوندريا اللازمة لنمو اللاقحة

يترك للطالب

## دورة الحيض The Menstrual Cycle

تتراوح مدة دورة الحيض ما بين 23-35 يومًا، وفي الغالب مدتها 28 يومًا. وتتم في ثلاثة أطوار، هي :

**طور تدفق الطمث Flow Phase** يبدأ تدفق الطمث في اليوم الأول من دورة الحيض. وتدفق الطمث هو تدفق الدم والمخاط وسوائل الأنسجة وخلايا طلائية من بطانة الرحم. وبطانة الرحم هي النسيج الذي يبطن الرحم وتنغرس فيه البويضة المخصبة. ولأن الجنين يحتاج إلى المواد الغذائية والأكسجين فإن بطانة الرحم تزوده بالدم بشكل مناسب جدًا. وخلال تدفق الطمث يحدث تدفق الدم بسبب انفصال الطبقة الخارجية من بطانة الرحم، وتمزق الأوعية الدموية التي تغذي هذه الطبقة. ويستمر تدفق الطمث ما بين 3-5 أيام، ويبدأ بعدها الرحم في تكوين بطانة جديدة سميكة لتستمر الدورة.



■ الشكل 6-8 يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجستيرون وقليلًا من هرمون الإستروجين.

**طور الحوصلة Follicular Phase** تحدث خلال دورة الطمث تغيرات في المبيض؛ نتيجة تغيرات في مستويات الهرمونات -الجدول 1-8. يكون مستوى هرمون الإستروجين في بداية دورة الحيض منخفضًا، فيبدأ الجزء الأمامي للغدة النخامية في زيادة إفراز هرموني LH و FSH لانفراج القليل من الحوصلات في المبيض، ثم تبدأ خلايا في الحوصلة (داخلها خلية بيضية غير ناضجة) بإفراز هرمون الإستروجين وكميات قليلة من البروجستيرون، وبعد أسبوع تنضج حوصلة واحدة في المبيض. هذه الحوصلة تستمر في النمو وإفراز هرمون الإستروجين الذي يحافظ على تركيز FSH و LH منخفضًا، وهذا مثال على التغذية الراجعة السلبية.

وفي اليوم 12 من الدورة تقريبًا يحفز التركيز المرتفع من الإستروجين الجزء الأمامي من الغدة النخامية على إفراز كمية كبيرة من LH، وتسبب هذه الزيادة في الإفرازات تمزق الحوصلة، وتحدث عملية الإباضة.

**طور الجسم الأصفر Luteal Phase** بعد عملية الإباضة تتغير خلايا الحوصلة وتتحول إلى تركيب يسمى الجسم الأصفر، الشكل 6-8. يبدأ الجسم الأصفر بالتحلل، ويفرز كميات كبيرة من هرمون البروجستيرون وكمية قليلة من هرمون الإستروجين، وبذلك يحافظ على تركيز منخفض من FSH و LH. والتركيز المنخفض لهما يمنع نضج حوصلات جديدة. وفي نهاية دورة الطمث يتحلل الجسم الأصفر، ولا يقدر على إنتاج هرموني البروجستيرون والإستروجين، ويؤدي انخفاض تركيزهما الحاد إلى انسلاخ بطانة الرحم، ويبدأ طور تدفق الطمث من دورة حيض جديدة.

### المفردات

#### أصل الكلمة

الجسم الأصفر Corpus Luteum  
Corpus معناها باللاتيني جسم  
Luteum وتعني أصفر.



ج١: تُنظم آلية التغذية الراجعة السلبية تركيز هرموني بما في ذلك هرمونات

الحلول  
h u l u o n l i n e

التستوستيرون والإستروجين و البروجستيرون وهذه الهرمونات تنظم إنتاج الخلايا الجنسية "الحيوان المنوي والبويضة"

ج٣: يزود السكر الذي تنتجه الحوصلة المنوية الحيوانات المنوية بالطاقة؛ ويساعد المحلول القاعدي الذي تفرزه غدة البروستات وغدة كوبر على معادلة الوسط الحمضي الذي قد تتعرض لا الحيوانات المنوية في المهبل والإحليل

ج٤: تنسلخ بطانة الرحم التي تتكون من الدم وسائل الأنسجة والخلايا الطلائية، وفي اليوم الخامس تبدأ بطانة الرحم إعادة تكوينها، وبعد ١٢ يوم تحدث الإباضة، وتتحول الحوصلة إلى الجسم الأصفر الذي يفرز كمية كبيرة من هرمون البروجستيرون وبعضاً من هرمون الإستروجين، وفي نهاية الدورة يتحلل الجسم الأصفر ويتوقف عن إفراز الهرمونات، وتنسلخ البطانة وتبدأ الدورة من جديد

ج٥: عندما يرتفع تركيز هرمون الإستروجين، يقل تركيز هرمون

الهرمون، وتتراكم الهرمون في بؤبؤ الجسم، وتبدأ في إفراز هرمون استروجين حيواني

المغذية للجنين.

## التقويم 1-8

التفكير الناقد

فهم الأفكار الرئيسية

الخلاصة

5. استنتج. في اليوم الثاني عشر يسبب تركيز الإستروجين زيادة حادة في إفراز LH، ماذا تتوقع أن يحدث حسب نموذج التغذية الراجعة السلبية؟

6. الرياضيات في علم الأحياء إذا بدأت دورة الحيض عند فتاة في عمر 12 سنة، وتوقفت عند عمر 55 سنة، فما عدد البويضات التي تفرزها إذا لم تحمل هذه الفتاة إطلاقاً خلال هذه الفترة، علماً بأن مدة دورة الحيض هي 28 يوم.

1. الفكرة الرئيسية كيف تساعد الهرمونات على تنظيم إنتاج الحيوانات المنوية والبويضة.

2. تحّصن. تتركب كل من جهازَي البويضات والحيوانات المنوية من خلايا مختلفة.

3. صف أصل المواد التي توجد في السائل المنوي وأهميتها.

4. وضح ماذا يحدث لبطانة الرحم والمبيض في أثناء دورة الحيض.

• يتم تنظيم مستويات الهرمونات بفعل نظام التغذية الراجعة السلبية.

• يستطيع ذكر الإنسان البالغ أن ينتج ملايين الحيوانات المنوية كل يوم.

• يختلف عدد الخلايا الجنسية الناتجة بواسطة الانقسام المنصف في كل من الذكر والأنثى.

• للأنثى دورة تكاثر تُسمى دورة الحيض.

• دورة الحيض لها ثلاثة أطوار هي: تدفق الطمث، وطور الحوصلة، وطور الجسم الأصفر.

### يترك للطالب

### الأهداف

- تناقش التغيرات التي تحدث في الأسبوع الأول بعد الإخصاب.
- تصف التغيرات الرئيسية التي تحدث في المراحل الثلاث لتكوين الجنين.
- توضح تغير مستويات الهرمونات خلال الحمل.

### مراجعة المفردات

الليوسوم Lysosome، عضوية تحوي إنزيمات هاضمة.

### المفردات الجديدة

التوتة (الموريولا)  
الكبسولة البلاستولية  
السائل الرحمي (الأمنيوني)

## مراحل نمو الجنين قبل الولادة Human Development Before Birth

**الفكرة الرئيسة** من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه أن جعل الإنسان ينمو من خلية مختصة، تتحول إلى مليارات من الخلايا المتخصصة في وظائفها.

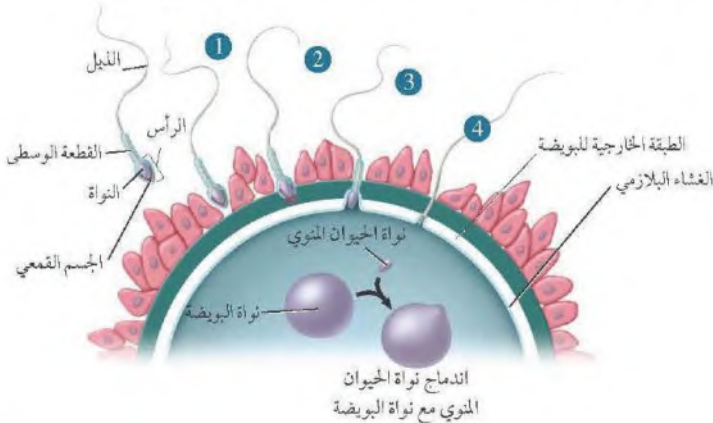
**الربط مع الحياة** يبدأ تكون جسم الإنسان ونموه - بقدرة الله سبحانه وتعالى - بإخصاب حيوان منوي لبويضة.

### الإخصاب Fertilization

تحدث عملية الإخصاب في أعلى قناة البيض، وذلك بالتقاء الحيوان المنوي بالبويضة. لاحظ الشكل 7-8، يكون كل من الحيوان المنوي والبويضة في الإنسان أحادي المجموعة الكروموسومية، وعادة ما يحتوي كل منهما على 23 كروموسوماً. وعند الإخصاب تتجمع الكروموسومات لتصبح اللاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية، ويصبح عدد الكروموسومات 46 كروموسوماً.

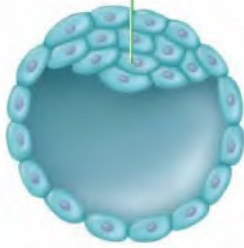
تدخل الحيوانات المنوية إلى المهبل عند قذفها بواسطة قضيب الذكر في أثناء الاتصال الجنسي.

يستطيع الحيوان المنوي البقاء في الجهاز التناسلي الأنثوي مدة 48 ساعة، ولكن البويضة غير المخصبة لا تستطيع البقاء أكثر من 24 ساعة. لذا يمكن حدوث الإخصاب في الفترة الممتدة من قبل الإباضة بأيام قليلة إلى ما بعدها بيوم واحد فقط، وبشكل عام، توجد فترة قصيرة جداً لحدوث الإخصاب، ولكن من المهم معرفة أن مدة دورة الحيض تختلف، وأن إفراز البويضة "الإباضة" يحدث في أي وقت.

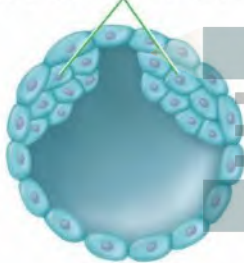


■ الشكل 7-8 ينم إضعاف الطبقة المحيطة بالبويضة بواسطة العديد من الحيوانات المنوية، بينما ينجح حيوان منوي واحد في اختراقها ثم إخصابها كما في المراحل (1-4)، يتم الإخصاب عندما تندمج نواة الحيوان المنوي مع نواة البويضة.

الكتلة الخلوية المنوية  
للكبسولة البلاستولية



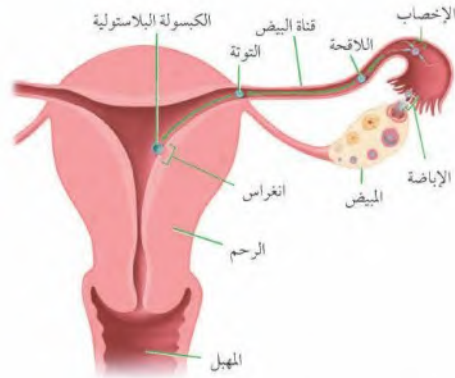
انقسام الكتلة الخلوية الداخلية  
للكبسولة البلاستولية لتكوين التوأمين



### الشكل 8-8

اليمين: خلال الأسبوع الأول يحدث العديد من تغيرات النمو في أثناء حركة اللاقحة في قناة البيض.

اليسار: التغيرات في الكتلة الخلوية الداخلية للكبسولة البلاستولية، ففي



من بين 300 مليون حيوان منوي يتم قذفها في المهبل، تنجح عدة مئات منها فقط في الوصول إلى البويضة، والعديد منها لا يكمل رحلته في المهبل، وبعضها تهجمه كريات الدم البيضاء، وبعضها الآخر يموت في طريقه، وهناك حيوان منوي واحد يخصب البويضة من ضمن مئات من الحيوانات المنوية تحاول أن تقوم بعملية الإخصاب.

### الربط مع الكيمياء

لا يستطيع حيوان منوي أن يخترق الغشاء البلازمي للبويضة وحده. إلا أن الله خلق في الحيوان المنوي جسمًا قمعيًا داخله عضيات الليسوسوم التي تحوي إنزيمات هاضمة، لاحظ الشكل 7-8. يفرز الجسم القمعي في رأس الحيوان المنوي إنزيمات هاضمة تقوم بإضعاف الغشاء البلازمي للبويضة، لدرجة أنها تسمح لحيوان منوي واحد باختراقها، وفي حال اختراقه تكون البويضة حاجرًا منيعًا يمنع الحيوانات المنوية الأخرى من اختراقها.

ماذا قرأت وضع لماذا يحتاج الإخصاب إلى مئات الحيوانات المنوية؟

بسبب وجود طبقة حماية قاسية حول البويضة تتطلب مئات الحيوانات المنوية لتفزر إنزيمات من أجسامها القمعية لإضعاف هذه الطبقة

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

### اختصاصيو التكاثر والغدد الصم

Reproductive Endocrinologist

أطباء حاصلون على درجة عالية من التدريب الخاص بالتعامل مع حالات العقم واضطرابات الهرمونات الجنسية. وقد يقوم هذا الاختصاصي بإجراء البحوث، وأدريـب طلاب يدرسون الطب.

بفعل انقباضات العضلات الملساء لهذه القناة، وبفعل الأهداب التي تبطنها. وبعد 30 ساعة من الإخصاب تدخل البويضة المخضبة في سلسلة من الانقسامات المتساوية، وفي اليوم الثالث تغادر البويضة المخضبة قناة البيض، وتدخل الرحم وعندها تُسمى التوتة (الموريولا) morula (وهي كرة مضممة من الخلايا)، وتنمو في اليوم الخامس لتصبح كرة مجموفة تسمى الكبسولة البلاستولية blastocyst التي تنغرس في بطانة الرحم في اليوم السادس، ويكتمل انغراسها في اليوم العاشر. وداخل هذه الكبسولة تتجمع الخلايا في أحد قطبيها لتكوّن كتلة خلوية داخلية تُكوّن فيما بعد الجنين، وأحيانًا تنقسم الكتلة الخلوية الداخلية إلى جزأين لتكوّن توأمين.



وَيُصِفُ الْخَالِقُ سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى الرَّحْمَةُ الْجَنِينَةَ الَّتِي يَهْرُ  
بِهَا خَلْقَ الْإِنْسَانِ، وَفِي إِيجَازٍ بَلِيغٍ يَقُولُ:

﴿وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِنْ طِينٍ ۝١٢ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَكِينٍ ۝١٣ ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا الْعِظْمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ۝١٤ ثُمَّ إِنَّكَ بَعْدَ ذَلِكَ لَنَسَوْنَ ۝١٥ ثُمَّ إِنَّكَ يَوْمَ الْقِيَمَةِ تُنْعَمُونَ ۝١٦﴾ المومنون.



**الأغشية الجنينية Extraembryonic Membranes** ينمو جنين الإنسان داخل رحم الأم، محاطاً بمجموعة من الأغشية لها وظائف مختلفة، لاحظ الشكل 8-9. وخلال مراحل النمو الأولى تتكون أربعة أغشية تحيط بالجنين، وهي: الغشاء الكوريوني **chorion**، الغشاء الرهلي (الأمنيوني) **amniotic**، وكيس المح **yolk sac**، والمخبر **allantois**. والغشاء الرهلي طبقة رقيقة تشكّل كيساً يحيط بالجنين، ويوجد داخل هذا الكيس سائل يُسمى **السائل الرهلي amniotic fluid**، الذي يحمي الجنين من الصدمات ويعزله عن باقي أجزاء جسم الأم. ويوجد الغشاء الكوريوني خارج الغشاء الرهلي، ويسهم كل من الغشاء الكوريوني والمخبر في تكوين المشيمة. أما كيس المح فإنه لا يحتوي على مخ (صفار)، ولكنه أول موقع يعمل لتكوين خلايا الدم الحمراء للجنين.

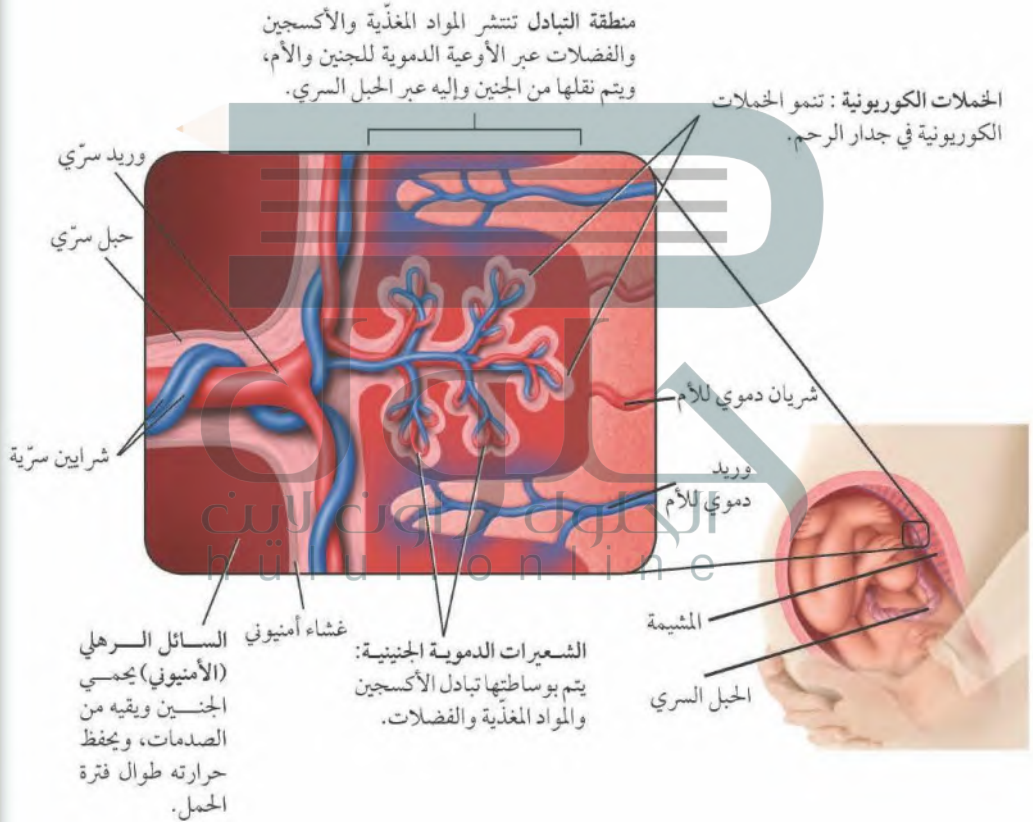
■ الشكل 8-9 هناك أربعة أغشية إضافية تحيط بالجنين هي: غشاء الكوريون، والغشاء الرهلي، وكيس المح، والمخبر وهي أغشية مهمة لنمو الجنين. حدد. ما أهمية كيس المح في الإنسان؟

يشكل كيس المح المكان الأول لتكوين خلايا الدم الحمراء

**المشيمة The Placenta** بعد أسبوعين من الإخصاب تتكون امتدادات صغيرة من الغشاء الكوريوني تُسمى **الخلايا الكوريونية**، وتبدأ بالنمو في جدار الرحم، وتبدأ المشيمة بالتكوّن حتى تُوفّر الغذاء والأكسجين للجنين، وتتخلص من الفضلات، ويكتمل نموها في الأسبوع العاشر. وللمشيمة سطحان: سطح من الجنين، والآخر من الأم. وعندما يكتمل نموها يصبح قطرها 15-20 cm، وسمكها 2.5 cm، وكتلتها 0.45 kg تقريباً. يربط الحبل السري - وهو أنبوب يحتوي على الكثير من الأوعية الدموية - بين الجنين والأم ويوضح الشكل 8-10 الارتباط بين الأم والجنين. وتنظم المشيمة انتقال المواد من الجنين إلى الأم ومن الأم إلى الجنين، فالأكسجين والمواد المغذية تنتقل من الأم إلى الجنين، وهناك مواد أخرى تنتقل إلى الجنين، مثل: الأدوية والعقاقير وبعض الفيروسات، ومنها فيروس نقص المناعة المكتسبة (HIV). وتنتقل فضلات عمليات الأيض وثنائي أكسيد الكربون من الجنين إلى الأم. ونظراً إلى عدم وجود اتصال بين جهازَي الدوران في الأم والجنين فإن خلايا الدم لا تنتقل بينهما، ولكن المضادات الحيوية تستطيع أن تنتقل إلى الجنين وتحميه إلى أن يتكوّن لديه جهاز المناعة الخاص به.

نمو الإنسان من حظه الإخصاب إلى مرحلة البلوغ، مستخدماً أعماراً تقريبية لكل مرحلة، ووضح خصائصها الرئيسية.

■ الشكل 10-8 يتبادل الجنين المواد المغذية والأكسجين والفضلات مع أمه من خلال المشيمة. وتحتوي المشيمة على أنسجة من الأم ومن الجنين معًا.



## التنظيم الهرموني خلال الحمل Hormonal regulation during pregnancy

يفرز الجنين خلال الأسبوع الأول من نموه هرموناً يسمى الهرمون الكوريني الموجه للغدد التناسلية (hCG) يحافظ على الجسم الأصفر ويمنع تحلله، ويبقى تركيز هذا الهرمون عالياً، وبالتالي يحافظ على تركيز البروجستيرون عالياً وكذلك الإستروجين ولكن بدرجة أقل، مما يمنع حدوث دورة حيض جديدة. وبعد شهرين إلى ثلاثة من الحمل تفرز المشيمة كميات كافية من هرموني البروجستيرون والإستروجين لتوفير ظروف ملائمة طيلة مدة الحمل.

✓ ماذا قرأت قارن بين وظيفتي المشيمة.

## تنظم المشيمة مرور المواد من الأم، كما تفرز المشيمة هرموني البروجستيرون والإستروجين اللازم لاستمرار الحمل

يستغرق مدة الحمل عند الإنسان 266 يوماً تقريباً منذ لحظة الإخصاب وحتى لحظة الولادة، أو 280 يوماً من آخر دورة حيض، قال تعالى: ﴿وَوَصَّيْنَا الْإِنْسَانَ بِوَلَدِهِ إِحْسَانًا ۖ حَلَلَتْهُ أُمُّهُ كُرْهًا وَوَضَعَتْهُ كُرْهًا وَحَمْلُهُ ۖ وَفِصْلُهُ ۖ ثَلَاثُونَ شَهْرًا ۝﴾ (الأحقاف).

ويمكن تقسيم هذه المدة إلى ثلاث مراحل، كل منها ثلاثة أشهر تقريباً. وخلال مدة الحمل تنمو اللاقحة المكونة من خلية واحدة، ليصبح طفلاً يتكوّن جسمه من مليارات الخلايا. وتنظم هذه الخلايا في أنسجة وأعضاء لها وظائف متخصصة، انظر الشكل 11-8، الذي يوضح مراحل مختلفة لنمو الجنين خلال الأشهر الثلاثة الأولى.

**مرحلة الشهور الثلاثة الأولى The first trimester** يبدأ في هذه المرحلة تكون الأنسجة والأعضاء والأجهزة جميعها. وخلال هذه الفترة يكون الجنين عرضة للتأثير بمواد مثل العقاقير والمكونات الضارة للدخان والسجائر، والمخدرات، ومظاهر التلوث البيئي الأخرى، كما أن نقص بعض المواد الغذائية في الأسبوع الأول والثاني من الحمل قد يؤدي إلى تشوهات دائمة للجنين. ويمثل الجدول 8-2 بعض تشوهات الولادة التي يمكن تجنب حدوثها.

### كيف ينمو جسم الإنسان؟

ارجع لدليل التجارب العملية على متبعية عين

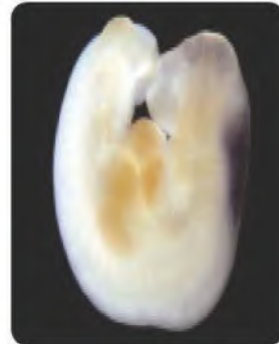
■ الشكل 11-8 تنمو البويضة المخصبة، فتصبح جنيناً. ومع نهاية مرحلة الأشهر الثلاثة الأولى يستطيع الجنين أن يتحرك قليلاً.



8-7 أسابيع



6-5 أسابيع



4 أسابيع



الجدول 2-8	مسيّبات تشوّهات الولادة
السبب	التشوه
تدخين السجائر	نقص وزن المولود ، وعدم اكتمال نموه
نقص حمض الفوليك	عدم اكتمال نمو الدماغ والرأس. العصب المفلوج (تُكشَّفُ بعض الخلايا العصبية للحبل الشوكي، مما قد يسبب الإصابة بالشلل)
الكوكايين	نقص وزن المولود، الولادة المبكرة، ضرر بالدماغ واضطرابات سلوكية.

وفي نهاية الأسبوع الثامن يبدأ تشكّل الأجهزة جميعها، ويسمى هذا الطور بالجنين، وفي نهاية هذه المرحلة يستطيع الجنين أن يحرك ذراعه وأصابع يديه وأصابع قدميه، ويمكن مشاهدة بعض التعبيرات على الوجه، وظهور بصمات الأصابع.

**مرحلة الشهور الثلاثة الثانية The second trimester** تُسمى هذه المرحلة مرحلة النمو. حيث يمكن سماع نبض القلب في الأسبوع العشرين تقريباً باستخدام السماعة الطبية، ويصبح الجنين قادراً على مصّ أصبعه، ويبدأ شعره بالتكوّن، وتشعر الأم في هذه المرحلة بحركة تشبه الركل، وخلال هذه المرحلة تفتح عين الجنين، وفي نهاية المرحلة يتمكن الجنين من العيش خارج الرحم بالتدخل الطبي. وقد تكون فرصة بقاء حياً قليلة، حيث لا يستطيع الحفاظ على درجة حرارة جسمه ثابتة، كما أن نمو الرئتين لم يكتمل، وفرص تعرضه للإصابة بالأمراض عالية بسبب عدم اكتمال عمل جهازه المناعي.

**مرحلة الشهور الثلاثة الأخيرة The third trimester** ينمو الجنين خلال هذه المرحلة بشكل سريع، وتتراكم الدهون تحته حيث توفر له العزل للحفاظ على درجة حرارة جسمه ثابتة عند ولادته. ولذا، فعلى الأم تناول كميات كافية من البروتينات خلال هذه الفترة، التي يتسارع فيها نمو الجنين؛ فالبروتينات ضرورية لنمو الدماغ السريع، حيث يتكون خلايا عصبية جديدة بمعدل 250,000 خلية في الدقيقة، وقد يبدي الجنين في هذه الفترة بعض الاستجابة للأصوات، مثل صوت الأم.



12 أسبوعاً



9-10 أسابيع



■ الشكل 12-8 تؤخذ الخلايا التي يفقدها الجنين وت عزل من السائل الزهلي ويتم تحليلها بعملية تحليل السائل الزهلي.

### تشخيص الاختلالات عند الجنين

#### Diagnosis in the Fetus

يمكن تشخيص العديد من الظروف التي تحيط بالجنين قبل ولادته، وكلما كان التشخيص مبكراً كانت فرصة توفير الرعاية والمعالجة الطبية أكثر ملاءمة وفعالية، وذلك لتوفير نوعية حياة جيدة للمولود. ومن الطرائق المستخدمة في التشخيص:

**الموجات فوق الصوتية Ultrasound** تستخدم الموجات فوق الصوتية التي تنعكس عن الجنين، لاحظ الشكل 12-8. وتتحول إلى صور ضوئية يمكن رؤيتها على شاشة مراقبة، وتحديد ما إذا كان الجنين ينمو بصورة طبيعية، كما يمكننا تعيين وضعيته داخل الرحم هل هي بشكل مناسب أم لا، ويمكن أيضاً معرفة جنس الجنين.

## تجربة 2-8

### ترتيب المراحل الأولى من نمو الإنسان

العوامل حجم الأجنة، تمايز الخلايا، التغيرات التركيبية العامة، الأعضاء المتخصصة وتكوّنها، وغيرها.

3. مثل بيانياً نمو العامل الذي اخترته مع الزمن خلال فترة الأسابيع العشرة الأولى من الحمل.

يترك للطالب

التحليل

1. حلل الرسم البياني الذي رسمته، وحدد التغيرات في النمو والمرتبطة بالعامل الذي اخترته خلال فترة الأسابيع العشرة الأولى من عمر الجنين.

2. يخصص مستوى النمو للعامل الذي فحصته في نهاية الأسبوع العاشر من نمو الجنين.

ما التغيرات التي تحدث في الأسابيع العشرة الأولى من حياة جنين الإنسان؟ يبدأ الإخصاب عندما ينفق حيوان منوي البويضة وتندمج نواته بنواتها، فتتكون اللاقحة التي تدخل في سلسلة من التغيرات. حيث يبدأ الانقسام الخلوي لزيادة عدد الخلايا. ثم تتحرك الخلايا وتترتب لتكون أعضاء خاصة مما يجعلها تقوم بوظائفها الخاصة على أكمل وجه.

#### خطوات العمل

1. استخدم مجموعة من المجلات أو مصادر الإنترنت لمشاهدة صور تكوّن الأجنة ونموها.
2. ادرس الصور وتعليقاتها للأسابيع العشرة الأولى بعد الإخصاب. اختر عاملاً واحداً لمتابعته خلال فترة النمو هذه. يجب أن تتضمن

ج١: ينقسم الزيـجوت انقسـاماً متساوياً ليـكون التوتـة؛ حيث تتجـوف التوتـة وتتحول إلى الكسولة البلاستولية

ج٢: لا يمكن اختراق الغلاف الخارجي للبويضة ولا يحدث الإخصاب

ج٤: يبقـى تركيز كل من هرموني البروجسترون والإستروجين مرتفعاً خلال فترة الحمل وبذلك يمنع حدوث دورة حيض جديدة، وخلال دورة الحيض الاعتيادية ينخفض تركيز هرموني البروجسترون والإستروجين في نهاية الدورة

ج٥: يجب أن تشير الفقرات إلى الأغشية الجنينية الأربعة؛ الغشاء الرهلي ويحيط بالسائل الرهلي الذي يحمي الجنين، الكوريون والممبار يسهمان في تكوين المشيمة، ويعمل كيس المح بوصفه المكان الأول لإنتاج خلايا الدم الحمراء ج٦: اليوم الرابع والعشرون من سبتمبر (اليوم الثالث والعشرون في السنة الكبيسة) بالاعتماد عل مدة الحمل البالغة ٢٦٦ يوم

## التقويم 2-8

### الخلاصة

- الإخصاب هو اتحاد حيوان منوي ببويضة.
- هناك أربعة أغشية جنينية مرتبطة بجنين الإنسان.
- تنظم المشيمة تبادل المواد بين كل من الأم والجنين .
- يختلف تنظيم الهرمونات خلال الحمل عنه خلال دورة الحيض.
- يمكن تشخيص بعض الحالات المرضية للجنين قبل ولادته.

### فهم الأفكار الرئيسة

1. **المعرة** الرئيسة صف التغيرات التي تحدث لللاحة في الأسبوع الأول بعد الإخصاب.
2. **صف**. ماذا يحدث لعملية الإخصاب إذا توقف عمل الجسم القمعي في الحيوان المنوي.
3. **لخص** التغيرات التي تحدث في المراحل الثلاث للحمل.
4. **قارن** بين تنظيم الهرمونات خلال الحمل ودورة الحيض.

### التفكير الناقد

5. **الكتابة** في علم الأحياء اكتب فقرة توضح فيها وظيفة الأغشية الجنينية عند الإنسان، وقارنها بمثيلاتها عند بعض الحيوانات.
6. **الرياضيات** في علم الأحياء حدد اليوم المتوقع لولادة طفل إذا علمت أن البويضة التي تكوّن منها أخصب في اليوم الأول من كانون الثاني (يناير).



## المعالجة بهرمون النمو

خلال فترة المراهقة، وعند ظهور علامات القزمة يمكن إعطاء حقن من هرمون النمو المحضّر اصطناعيًا. وقد يؤدي هذا إلى زيادة الطول بمقدار 10-12 cm خلال السنة الأولى من المعالجة، لكن النمو في الطول يقل في السنين التالية. وقد أقرت هيئات الدواء والأغذية في دول عديدة المعالجة بهرمون النمو للأطفال الذكور الذين يتوقع أن يقل طولهم عن 150 cm. ويمكن أن تسهم هذه المعالجة في زيادة طول كل منهم بمقدار 4-7 cm سنويًا حتى بداية مرحلة الشباب. ويمكن استخدام الأشعة السينية (أشعة X) لتحديد حجم فرصة كل منهم في الزيادة في الطول.

## المعالجة مقابل التنشيط

يستخدم الأطباء في بعض الأحيان المعالجة بهرمون النمو للأطفال القصار والذين يرغبون في زيادة أطوالهم، أو ليصبحوا رياضيين أقوياء. لكن هذه المعالجة قليلة الاستخدام، وهناك حالات يتم فيها بيع هذا الهرمون بطريقة غير قانونية للرياضيين لتحسين أدائهم وتنشيطه، فإذا أثبتت التحوصات استخدام أحد اللاعبين له فإنه يعاقب بالمنع من المشاركة في دورات الألعاب. ويباع بديل هرمون النمو في محلات الأغذية الصحية بتركيز يصل إلى أقل من 1%. وأكدت معظم الأبحاث الطبية أنه لا أثر له في تحسين أداء الإنسان، ولكنها تزيد من عمليات الأيض لديه.

## هرمون النمو، القصر والطول

يوسف طالب في الصف الثاني الثانوي، توقف طوله منذ سنتين عند 157.5 cm، أما والده فيبلغ طوله 190.5 cm، واخوته الثلاثة أطوالهم لا تقل عن 177.8 cm. تشعر أمه بالقلق من أجله؛ لأنها تعتقد أن طوله لا يتيح له المشاركة في الألعاب الرياضية التي تحتاج إلى طول فارغ، وتقترح عليه أن يستخدم هرمون النمو لزيادة طوله. وقد فكرت في أن هذا قد يساعده على ممارسة الألعاب الرياضية، ويحسن من حياته، ما القرار الذي يفترض أن يتخذه؟



العظام البيضوية في الشكل هي صفات النمو وعندها تنمو العظام، وإذا لم تلاحظ هذه الصفات فلا يحدث نمو.

## هرمون النمو عند الإنسان

هرمون النمو عند الإنسان (HGH) بروتين تنتجه الغدة النخامية التي توجد في الدماغ، وترتفع كميته خلال فترة النمو عند الشباب، أما الأطفال الذين لديهم نقص في إفرازه فيصابون بالقزمة، ويقل طولهم عن 135 cm.

## مناقشة في علم الأحياء

**حوار هل يُسمح بتعاطي هرمون النمو إذا لم يقتنع الشخص بطول قامته لأسباب تتعلق بممارسة الألعاب الرياضية؟ فكر في حالة الطالب يوسف، واكتب بحثًا حول هرمون النمو عند الإنسان، واستخدامه في المعالجة.**

## مختبر الأحياء

الانترنت: كيف تستخدم الموجات فوق الصوتية في تتبع مراحل نمو الجنين؟

3. ادرس صور الموجات فوق الصوتية التي تعرض أجنة خلال مراحل نمو محددة يزودك بها معلمك. قارن هذه الصور بالخط الزمني لنمو الجنين في هذه الفترة وحدد خصائصها. في أثناء دراستك لهذه الصور حدّد العضو الذي تريد فحصه بدقة.

4. ادرس صور الموجات فوق الصوتية التي تعرض أجنة خلال مراحل نمو مجهولة يزودك بها معلمك. استخدم الخط الزمني الذي حددته لنمو الجنين، وما تعلمته من قبل لتحديد المراحل التقريبية من نمو الجنين. ابحث عن إرشادات أو معلومات تساعدك على تحديد نمو العضو الذي اخترته.

### حلل ثم استنتج

1. فسّر البيانات. في أي فترة زمنية يتغير نمو الجنين كلياً؟ برر إجابتك.
2. حلل. ما الخصائص الجسميّة التي تستخدم غالباً في تحديد مستوى نمو الجنين؟ وضح ذلك.
3. قارن بين صور الموجات فوق الصوتية ثنائية وثلاثية الأبعاد. أيهما أسهل تفسيراً؟
4. التفكير الناقد. ما المميزات التي توفرها الصور الرباعية الأبعاد؟
5. تحليل الخطأ. ما مدى دقة تحديدك لمرحلة نمو الجنين؟ اشرح كيف يمكنك تحسين تقديراتك؟

**الخلفية النظرية:** الموجات فوق الصوتية تقنية طبية تستخدم الترددات العالية وأصداءها لتكوين صور لبعض الأشياء داخل الجسم. بينما تُعدّ الصور الثنائية الأبعاد هي المعيار الأفضل حالياً. التقنية قادرة الآن على إنتاج صور ثلاثية الأبعاد للجنين، كما أنّ الصور الرباعية الأبعاد أو الصور المتحركة متوافرة حالياً.

**سؤال:** كيف تستخدم صور الموجات فوق الصوتية في تحديد خصائص الجنين ومراحل نموه؟

### المواد والأدوات

- حاسوب متصل بالإنترنت.
- صور موجات فوق صوتية معنونة تعرض أجنة في مراحل النمو المختلفة.
- صور موجات فوق صوتية تعرض أجنة خلال مراحل نمو غير معروفة (مجهولة).

### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ارجع إلى مواقع الكترونية تعرض صور أجنة في مراحلها المختلفة لفحص الجنين في مرحلة الأشهر الثانية خلال الأسبوع 40 من نمو الجنين. استخدم هذه المعلومات لإكمال خط التتبع الزمني للجنين في التجربة 2-8.



### الكتابة في علم الأحياء

ملصق اعمل مخططاً يوضح عملية التكاثر في الإنسان، ابدأ بتكوين الخلايا الجنسية منتهيًا بالمرحلة الأخيرة من نمو الجنين.



المطويات **ابحث وقوم:** ما الأثر التنظيمي والتحفيزي للهرمونات في كل من: التكاثر، وعمليات الأيض في الإنسان؟

### المفاهيم الرئيسية

### المفردات

#### 8-1 جهاز التكاثر في الإنسان

- الفكرة الرئيسية** تنظم الهرمونات جهاز التكاثر في الإنسان بما في ذلك إنتاج الأمشاج.
- يتم تنظيم مستويات الهرمونات بفعل نظام التغذية الراجعة السلبية.
  - يستطيع ذكر الإنسان البالغ أن ينتج ملايين الحيوانات المنوية كل يوم.
  - يختلف عدد الخلايا الجنسية الناتجة بواسطة الانقسام المتصف في كل من الذكر والأنثى.
  - للأنثى دورة تكاثر تُسمى دورة الحيض.
  - دورة الحيض لها ثلاثة أطوار هي: تدفق الطمث، وطور الحوصلة، وطور الجسم الأصفر.

- الأنابيب المنوية
- البربخ
- الوعاء الناقل (الأسهر)
- الإحليل
- السائل المنوي
- البلوغ
- الخلية البيضية الأولية
- قناة البيض (قناة فالوب)
- دورة الحيض
- الجسم القطني

#### 8-2 مراحل نمو الجنين قبل الولادة

- الفكرة الرئيسية** من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه أن جعل الإنسان ينمو من تخلية مخضبة، تتحول إلى مليارات من الخلايا المتخصصة في وظائفها.
- الإخصاب هو اتحاد حيوان منوي ببويضة.
  - هناك أربعة أغشية جنينية مرتبطة بالجنين الإنسان.
  - تنظم المشيمة تبادل المواد بين كل من الأم والجنين.
  - يختلف تنظيم الهرمونات خلال الحمل عنه خلال دورة الحيض.
  - يمكن تشخيص بعض الحالات المرضية للجنين قبل ولادته.

- التوتة (الموريولا)
- الكيسة البلاستولية
- السائل الزهلي (الأمنيوني)



- ج١: الإحليل قناة أو أنبوب، السائل المنوي سائل، وينتقل السائل المنوي عبر الإحليل.
- ج٢: الخلية البويضية الأولية بويضة غير ناضجة، وقناة البيض أنبوب متصل بالرحم، قناة البيض عضو تمر من خلاله البويضة لتصل إلى الرحم
- ج٣: دورة الحيض تشمل جميع العمليات التي تحدث داخل جسم الأنثى استعداداً للحمل، الجسم القطبي أصغر جسم ينتج عن الانقسام المنصف (الجسم الكبير الذي ينتج من الانقسام المنصف يصبح بويضة)، يتكوّن الجسم القطبي خلال دورة الحيض

a. تخزين الحيوانات المنوية ونضجها.

b. إنتاج الخلايا الحيوانية.

c. إفراز السكر.

d. إنتاج الهرمون المنشط للحوصلة.

### أسئلة بنائية

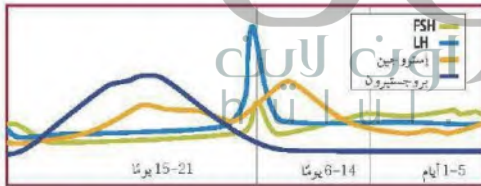
7. إجابة مفتوحة. ما أهمية إفراز الغدد التناسلية الذكرية للحيوانات المنوية؟

8. إجابة قصيرة. قارن بين أثر كل من FSH و LH في المبيض والخصية.

9. إجابة قصيرة. ما مزايا إنتاج بويضة واحدة وأجسام قطبية بدلاً من إنتاج البويضات فقط؟

### التفكير الناقد

اقرأ الرسم البياني الآتي، وأجب عن السؤال 10:



10. السبب والنتيجة. وضّح، اعتماداً على التنظيم الهرموني، لماذا لا تحمل المرأة مرة أخرى وهي حامل؟

11. كَوْنُ فرضية. توجد الهرمونات الجنسية جميعها لدى الذكر منذ ولادته، كَوْنُ فرضية توضح فيها لماذا يكون للهرمونات أثر كبير عند البالغين؟

### مراجعة المفردات

ما العلاقة بين المفردات الآتية:

1. الإحليل - السائل المنوي.

2. الخلية البويضية الأولية - قناة البيض.

3. دورة الحيض - الجسم القطبي.

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

4. ماذا تتوقع أن يحدث لو أُخِلق الرجل وخصيتاه داخل جسمه؟

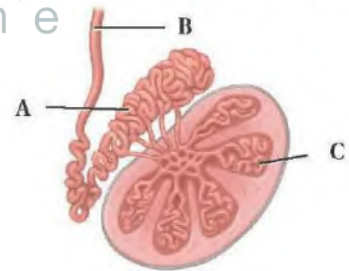
a. لا تنتج الحيوانات المنوية بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

b. يرتفع تركيز التستوستيرون بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

c. لا حاجة إلى وجود الحوصلة المنوية.

d. يصعب وصول الهرمونات من الخصية إلى الدم.

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 5، 6:



5. ماذا يحدث داخل التركيب C؟

a. تخزين الحيوانات المنوية ونضجها.

b. إنتاج الخلايا المنوية.

c. إفراز السكر.

d. إنتاج الهرمون المنشط للحوصلة.

يترك للطالب

7. إجابة مفتوحة. ما أهمية إفراز الغدد التناسلية الذكرية للحيوانات المنوية؟
8. إجابة قصيرة. قارن بين أثر كل من FSH و LH في المبيض والخصية.
9. إجابة قصيرة. ما مزايا إنتاج بويضة واحدة وأجسام قطبية بدلاً من إنتاج البويضات فقط؟

ج7: توفر إفرازات الغدد التناسلية مادة تستطيع من خلالها الحيوانات المنوية الانتقال، وتوفر مصدر للطاقة؛ مثل السكر كما توفر وسطاً قاعدياً يعادل الوسط الحمضي الذي يواجهه الحيوان المنوي

ج8: يؤثر كل من الهرمونين في نمو الخلية البويضية؛ ثم تقوم خلايا الحوصلة بإنتاج هرموني الإستروجين والبروجستيرون، ويؤثر الثاني في الإباضة، هرمون الأول في الذكر يحفز تكوين الحيوانات المنوية؛ ويؤدي هرمون الثاني إلى إنتاج التستوستيرون

ج9: يحفظ سيتوبلازم الخلية الأصلية في خلية واحدة بدلاً من انقسامه بالتساوي أربع خلايا، وهذا يركز السكر والمواد الأخرى في البويضة؛ فيساعد على بقاء البويضة الناضجة. وإفراز بويضة واحدة في كل دورة يساعد على منع تعدد الولادات

10. الغيبب والنتيجة. وضح، اعتماداً على التنظيم الهرموني، لماذا لا تحمل المرأة مرة أخرى وهي حامل؟

يبقى تركيز كل من هرموني البروجستيرون والإستروجين عالياً، وهذا يثبط إنتاج الهرمونين المسؤولين عن تكوين الحوصلات والإباضة

- ج١٢: التوتة: المرحلة الأولى من نمو بعض المخلوقات الحية؛ يمكن وصفها على كرة مصممة من الخلايا  
ج١٣: الكبسولة البلاستولية: المرحلة الأولى من نمو الإنسان، يمكن وصفها على أنها كرة مجوفة من الخلايا  
ج١٤: السائل الرهلي: سائل داخل الكيس الرهل يحمي الجنين من الصدمات ويحافظ على دفء الجنين

17. لماذا يكون كيس المح عند الإنسان أصغر منه عند

اللدجاج؟

- a. لأن كيس المح عند الإنسان يتحول إلى عضلات.  
b. لأن كيس المح عند الدجاج يحافظ على حرارة الجنين.  
c. لأن جنين الإنسان يحصل على غذائه من المشيمة.  
d. لأن كيس المح في الإنسان لا وظيفة له.

18. متى تشعر الأم الحامل بحركة الجنين؟

- a. في الأشهر الثلاثة الأولى.  
b. في الأشهر الثلاثة الثانية.  
c. في الأشهر الثلاثة الأخيرة.  
d. في الشهر الأخير فقط.

#### أسئلة بنائية

19. إجابة قصيرة. لماذا يتم تجديد بطانة الرحم في كل دورة حيض؟

20. مهن مرتبطة مع علم الأحياء يراجع بعض الأزواج

يترك للطالب

أطباء مختصين في العندال  
صعوبات في الحمل؛ ثرى، ما أب

21. نهاية مفتوحة. لماذا يكون الجنين أكثر عرضة للخطر

إذا تعاطت الأم العقاقير خلال الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل؟

لأن الشهور الثلاثة الأولى هي المرحلة التي يبدأ فيها تكون أجهزة الجسم وبدء وظائفها، وحدث التلف أو الضرر المبكر فيها يسبب تأثيراً كبيراً في المراحل اللاحقة من النمو

## 8-2

### مراجعة المفردات

وضح المقصود بالمفردات الآتية:  
12. التوتة.

13. الكبسولة البلاستولية.

14. السائل الرهلي (الأمينيوني).

### تثبيت المفاهيم الرئيسة

15. يحدث الإخصاب في الجهاز التناسلي الأنثوي في:

- a. الرحم.  
b. المهبل.  
c. الجسم الأصفر.  
d. قناة البيض.

16. ما التسلسل الصحيح لنمو الجنين؟

- a. اللاقحة، الكبسولة البلاستولية، التوتة.  
b. التوتة، اللاقحة، الكبسولة البلاستولية.  
c. اللاقحة، التوتة، الكبسولة البلاستولية.  
d. التوتة، الكبسولة البلاستولية، اللاقحة.

استخدم الرسم الآتي للإجابة عن السؤال 17:

ج١٩: بطانة الرحم هي مكان اتصال الجنين بالرحم وانغراسه ومن لهمم وجود طبقة جديدة من لأنسجة اللازمة لنمو الجنين



ج ٢٢: في أثناء النمو العادي تنقسم الكتلة الخلوية الداخلية؛ ولكنها تبقى بعضها ببعض، وفي أثناء التوائم المتطابقة، تنقسم الكتلة الخلوية الداخلية وتنفصل ويكوّن كل جزء توأماً

#### التفكير الناقد

22. قارن بين انقسام الكتلة الخلوية الداخلية خلال النمو العادي وتكوين التوائم.

23. اقترح نموذجاً. تحمل امرأة جنيناً ولكن لا يوجد إفراز كافٍ لهرمون hCG في جسمها. اقترح علاجاً محتملاً يساعد في حماية الجنين.

يتترك للطالب

#### أسئلة بنائية

24. نهاية مفتوحة. ما الأسباب الحيوية (البيولوجية) التي ينتج عنها انقطاع الطمث عند الأنثى وتوقفها عن إنتاج البويضات، بينما يستمر الذكر في إنتاج الحيوانات المنوية طوال حياته تقريباً؟

تحمل الأم الجنين، الذي يسبب ضغط جسمي قد يكون كبيراً على الأم المتقدمة في السن، وبما أن عمر البويضات هو نفس عمر الأم؛ فإن البويضات الحرة قد ينتج عنها أجنة مصابة بالتشوهات الخلقية أو قد لا يتكوّن منها أجنة

#### تقويم إضافي

25. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب نشرة لامرأة حامل توضح فيها نظام التغذية ونمط الحياة الواجب عليها اتباعه، ضمن النشرة جدولاً يوضح أهم التغيرات في نمو الجنين.

يتترك للطالب

#### أسئلة المستندات

أوصت دائرة الصحة بإضافة حمض الفوليك لجميع منتجات رقائق الحبوب لتقليل تشوهات الولادة وتشوهات الحبل الشوكي أصدرت إحدى الدول توصيات للأمهات الحوامل بضرورة زيادة حمض الفوليك في غذائهن، وإضافته إلى منتجات رقائق الحبوب.

ويمثل الجدول التالي إحصائية معدل التشوهات في الرأس والدماغ للأعوام من 1991 إلى 2002، ولكل 100,000 ولادة.

السنة	المعدل	السنة	المعدل
1991	18.38	1997	12.51
1992	12.79	1998	9.92
1993	13.50	1999	10.81
1994	10.97	2000	10.33
1995	11.71	2001	9.42
1996	11.96	2002	9.55

استخدم الجدول السابق للإجابة عن السؤالين 26 و 27

26. ارسم رسماً بيانياً يوضح العلاقات بين المتغيرات التي

يتترك للطالب

27. ما الاتجاه العام لأعداد حالات الإصابة الموضحة في الجدول خلال هذه الفترة؟

انخفاض عدد حالات الإصابة بالتشوهات نتيجة زيادة حمض الفوليك في الغذاء

أسئلة الاختيار من متعدد

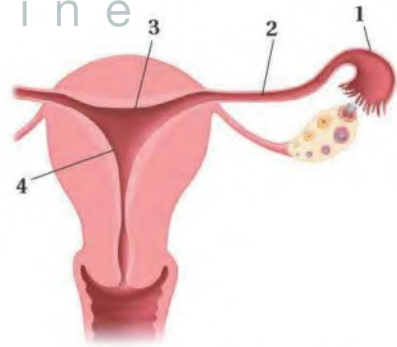
1. ما الدور الذي تؤديه الهرمونات في الجسم؟

- a. تعمل كمحفز حيوي للتفاعل.
- b. تبادل الغازات في الرئتين.
- c. هضم البروتينات في المعدة.
- d. تنظم العديد من وظائف الجسم.

2. ما التسلسل الصحيح لنمو جنين الإنسان خلال الأسبوع الأول من الحمل؟

- a. البويضة ← التوتة ← الكبسولة البلاستولية ← اللاقحة.
- b. البويضة ← اللاقحة ← التوتة ← الكبسولة البلاستولية.
- c. التوتة ← الكبسولة البلاستولية ← البويضة ← اللاقحة.
- d. التوتة ← البويضة ← اللاقحة ← الكبسولة البلاستولية.

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 3، 4:



3. أين يحدث الإخصاب؟

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

4. أين ينمو الجنين حتى ولادته؟

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

5. أي الأجزاء الآتية تسهم في إفراز نصف حجم السائل المنوي في الذكر؟

- a. البربخ.
- b. الحوصلة المنوية.
- c. غدة البروستات.
- d. الوعاء الناقل (الأسهر).

6. عند ارتفاع مستوى السكر في الدم فإن البنكرياس يفرز:

- a. الجلوكاجون.
- b. الأنسولين.
- c. الأنسولين والجلوكاجون.
- d. لا الأنسولين ولا الجلوكاجون.

7. متى تبدأ خلية البويضة في أنثى الإنسان بالانقسام المنصف؟

- a. قبل ولادتها.
- b. بداية سن البلوغ.
- c. خلال عملية الإباضة.
- d. خلال دورة الحيض.

8. أي الهرمونات التالية مسؤول عن استجابة المواجهة أو الهروب؟

- a. الكالسيثونين.
- b. الجلوكاجون.
- c. الإبينفرين.
- d. الثيروكسين.

ج ١٠: تتنوع الإجابات، تنظم الغدة الدرقية مستويات الكالسيوم والفوسفور في الدم من خلال التثبيط المتعاكس لنوعين من الهرمونات، هما: الباراثورمون والكالسيتونين، وبدون هذه الهرمونات ستزداد مستويات الكالسيوم في الدم اعتماداً على كميته في الوجبات الغذائية التي يتناولها الشخص، وكذلك يرتفع مستوى الكالسيوم في الدم على الكمية التي تحررها العظام أو تخزنها

17. تعد عملية المحافظة على الاتزان الداخلي في جسم الإنسان من المميزات التي وهبها الله تعالى له، بالاعتماد على ما درسته حول الجهاز التناسلي الأنثوي وضح بالأمثلة هذه العملية.

ج ١٧: تختلف المجترات عن غيرها من آكلات الأعشاب الأخرى وذلك لأن لها أكثر من معدة، حيث تسترجع الغذاء المهضوم جزئياً إلى فمها لتمزيقه وطحنه مرة أخرى، وهذا يسمح لها بطحن جميع جزيئات الطعام حتى المعقدة من النباتات مما يساعد في الحصول على أكبر كمية من المواد المغذية الموجودة في الطعام

السؤال الآتي:

18. لماذا يعد اختبار الحمل المنزلي باستخدام أجهزة الفحص المنزلية فاعلاً في بداية الحمل، لافي المراحل اللاحقة منه؟ وما أهميته بالنسبة للحمل؟

#### أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤالين 9، 10:

ج ٩: يعمل هرمون الباراثورمون على تحرير الكالسيوم والفوسفور من النسيج العظمي، لذلك تقل كتلة العظم ويصبح ضعيفاً

9. قوّم كيف يؤثر هرمون الباراثورمون في النسيج العظمي؟
10. قوّم كيف تتأثر مستويات الكالسيوم في الدم عندما يتوقف عمل الغدة الدرقية في شخص ما؟
11. كيف يؤثر عدم حدوث الهضم الميكانيكي في الجسم؟
12. وضح كيف تؤدي الخملات المعوية في الأمعاء الدقيقة دورها المهم في امتصاص المواد المغذية.
13. كيف يتم فحص الجنين داخل الرحم؟
14. ما دور كيس المح في جنين الإنسان؟
15. كيف يتم زيادة طول الإنسان؟ وما الفترة المناسبة لذلك؟

#### أسئلة الإجابات المفتوحة

16. أثناء دورة الحيض في أنثى الإنسان تزداد سماكة بطانة الرحم، ثم تنسلخ، كيف تسيطر الهرمونات على هذه العملية؟

تعد عضلات القدمين مصدر كبير للطاقة والتي تتحلل سريعاً عند الحاجة لها، أما عضلات الذراع فتفتقر لهذا المصدر من الطاقة لذلك يظهر عليها الإجهاد (الاعياء) بسرعة

2	2	2	2	2	2	2	
8-2	8-1	8-1	8-2	8-2	8-2	7-1	7
18	17	16	15	14	13	12	1



11. كيف يؤثر عدم حدوث الهضم الميكانيكي في الجسم؟
12. وضح كيف تؤدي الخملات المعوية في الأمعاء الدقيقة دورها المهم في امتصاص المواد المغذية.
13. كيف يتم فحص الجنين داخل الرحم؟
14. ما دور كيس المح في جنين الإنسان؟
15. كيف يتم زيادة طول الإنسان؟ وما الفترة المناسبة لذلك؟

ج ١١: الهيكل العظمي المحوري ويضم: الجمجمة، والعمود الفقري، الأضلاع، وعظمة القص، أما الهيكل العظمي الطرفي فيشمل: عظام الأذرع والأيدي والارجل والقدم والأكتاف والوركين، وأحد أسباب استعمال هذا التقسيم أن الهيكل المحوري يحمي الأعضاء الأساسية كالدماع والقلب والرئتين، أما الهيكل الطرفي فيساعد الشخص على المشي والركض وعمل

#### النشاطات الأخرى المتنوعة

ج ١٢: تزيد الخملات المعوية من مساحة السطح للأمعاء الدقيقة وبالتالي يحدث الامتصاص بسرعة أكبر

ج ١٣: بوساطة الموجات فوق الصوتية أو تحليل السائل الأمنيوي والخملات الكوربونية

ج ١٤: يعد المكان الأول لإنتاج خلايا الدم الحمراء للجنين

ج ١٥: بوساطة استخدام هرمون النمو المصنع؛ ويتم خلال فترة المراهقة وعند ظهور علامات القصر

الجلول اون لاين  
hulul.online

18. لماذا يعد اختبار الحمل المنزلي باستخدام أجهزة الفحص المنزلية فاعلاً في بداية الحمل، لا في المراحل اللاحقة منه؟ وما أهميته بالنسبة للحمل؟

على الارتفاعات العالية تكون طبقة الهواء رقيقة، ويقل الضغط الجوي، وعلى الرغم من أن تركيز الأكسجين نفسه في على الارتفاعات المنخفضة فإنه لا يوجد كميات كافية من جزيئات الأكسجين في الهواء ليغطي احتياجات الجسم، يسمح تنفس الأكسجين لخلايا الدم الحمراء بحمل الكمية التي يحتاجها الجسم من الأكسجين وحمله عبر أنسجة الجسم وبالتالي قيام الجسم بوظائفه بالشكل الصحيح

**الفكرة العامة** خلق الله سبحانه وتعالى جهاز المناعة ليحمي الجسم من الإصابة بمسببات الأمراض.

### 1 - 9 جهاز المناعة

**الفكرة الرئيسة** لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما، المناعة غير المتخصصة (العامة) والمناعة المتخصصة (النوعية).

#### حقائق في علم الأحياء

- يوجد في جسم الإنسان أكثر من 600 عقدة ليمفية مثل اللوزتين.
- للخلايا الأكولة الكبيرة سيتوبلازم يتحرك باستمرار.
- قد يساوي حجم عدة ملايين من الفيروسات حجم رأس دبوس.

اللوزتان

الجلول اون لاين  
h u l u l . o n l i n e

الأوعية الليمفية هي اللوزتين

وصف المناصة اعمل المطوية الآتية  
لتساعدك على تنظيم الأفكار المتعلقة  
بالمناصة.

### المطويات منظمات الأفكار

الخطوة 1: ضع ثلاث ورقات من دفتر الملاحظات  
بعضها فوق بعض على أن تبعد إحداها عن الأخرى  
بمقدار 2.5 cm كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الأوراق من منتصفها لتكوين ألسنة  
يبعد بعضها عن بعض المسافات نفسها، كما في الشكل  
الآتي:



الخطوة 3: ثبت أوراق المطوية معاً بالدبابيس على  
طول الطرف، واكتب على كل لسان أحد العناوين  
الآتية: المناصة المكتسبة، المناصة السلبية، المناصة الخلووية،  
مناصة الأجسام المضادة، المناصة الطبيعية، المناصة من  
الأمراض، كما في الشكل أدناه.

المناصة المكتسبة
المناصة السلبية
المناصة الخلووية
مناصة الأجسام المضادة
المناصة الطبيعية
المناصة من الأمراض

المطويات استعمل هذه المطوية في أثناء دراستك لجهاز  
المناصة. صف وأنت تقرأ الدرس كل نوع من أنواع المناصة،  
واستعن بالمطوية لمراجعة ما تعلمته عن المناصة.

## تجربة استهلاكية

كيف يمكنك تتبّع الإصابة بالزكام؟

ينتج الزكام وأمراض أخرى عن مسببات الأمراض التي  
يمكن أن تنتقل من شخص إلى آخر. وستحدد في هذه  
التجربة طريقة الإصابة بالزكام.

### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. حضّر مجموعة من الأسئلة لطرحها على زملائك حول  
آخر مرة أصيبوا فيها بالزكام، مثل: الأعراض التي عانوا  
منها هم وأفراد أسرهم وأصدقائهم، والتدابير الوقائية  
التي اتبعوها لتجنب المرض.
3. استعن بالأسئلة التي أعددتها لإجراء مقابلة مع زملائك.
4. صمّم خريطة مفاهيمية لتنظيم البيانات التي جمعتها  
لتحديد طريقة انتقال المرض من شخص إلى آخر.

### يتترك للطالب

### التحليل

1. صف. كيف تميز خريطتك المفاهيمية بين أعراض الزكام  
المختلفة الذي أصاب زملاءك.
2. استنتج الطرائق التي ينتقل بها مسبب مرض الزكام في  
أثناء انتقاله بين زملائك وأصدقائهم وأسرهم.



## الأهداف

- تقارن بين المناعة غير المتخصصة (العامّة) والمناعة المتخصصة (النوعية).
- تتخصّن تركيب الجهاز الليمفي ووظيفته.
- تتميّن بين المناعة السلبية والمناعة الإيجابية.

## مراجعة المفردات

خلايا الدم البيضاء White Blood Cells، خلايا كبيرة تحتوي على نواة، وتلعب دوراً كبيراً في حماية الجسم من المواد الغريبة، والمخلوقات الدقيقة.

## المفردات الجديدة

البروتين المتمم (المكمل)  
الإنترفيرون  
الخلايا القاتلة  
الخلايا الليمفية  
الجسم المضاد  
التطعيم (التحصين)  
الخلايا البلازمية البائية (B)  
الخلايا التائية (المساعدة) (T)

# جهاز المناعة The Immune System

**المعرفة** **الربط** لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما: المناعة غير المتخصصة (العامّة) والمناعة المتخصصة (النوعية).

**الربط بواقع الحياة** إننا نعيش مع عدد كبير من مسببات الأمراض الكامنة، ومنها البكتيريا والفيروسات التي قد تسبب المرض فكما الحصن الذي يحمي المدينة من هجوم الأعداء يقوم جهاز المناعة بحماية الجسم من مسببات الأمراض هذه وغيرها من المخلوقات الحية الدقيقة التي تسبب المرض.

## المناعة العامة (غير المتخصصة)

## Nonspecific Immunity

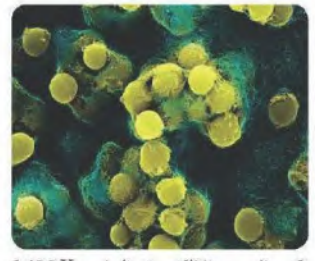
وهب الله عز وجل للجسم القدرة ليكون عند الولادة عدداً من الدفاعات في جهاز المناعة لمحاربة مسببات الأمراض. وتسمى هذه الدفاعات المناعة غير المتخصصة؛ لأنها لا تستهدف نوعاً محدداً من مسببات الأمراض، فهي تحمي الجسم من مسببات المرض التي يواجهها. وتساعد المناعة غير المتخصصة التي يحتويها الجسم على منع المرض، كما تساعد على إبطاء تقدمه أيضاً، إلى أن تبدأ المناعة المتخصصة عملها. والمناعة المتخصصة من أكثر استجابات المناعة فاعلية، فهي حين تعد المناعة غير المتخصصة خط الدفاع الأول.

**الحواجز Barriers** تستعمل الحواجز في الجسم للحماية ضد مسببات المرض، كما هو الحال في جدران الحصن القوية. وتوجد هذه الحواجز في مناطق الجسم التي يمكن أن تدخل من خلالها مسببات الأمراض.

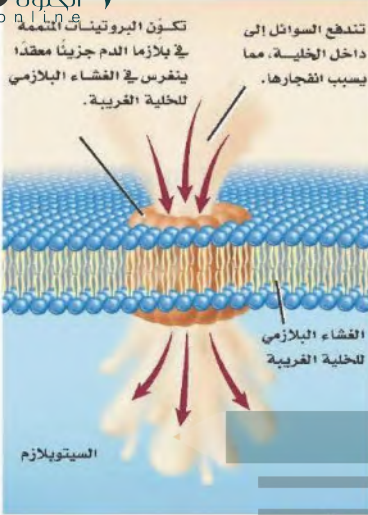
**حاجز الجلد skin barrier** من الطرائق السيرة التي يقي بها الجسم نفسه من الأمراض المعدية هي منع المخلوقات الغريبة من دخول الجسم. ويمثل خط الدفاع الرئيس هذا في الجلد السليم وإفرازاته. تساعد الخلايا الميتة في الجلد على الحماية ضد غزو المخلوقات الحية الدقيقة. ويعيش العديد من البكتيريا تكافلياً على سطح الجلد، فتهمض الزيوت الجلدية لتنتج الأحماض التي تثبط العديد من مسببات الأمراض. ويبين الشكل 9-1 بعض البكتيريا الطبيعية التي تعيش على الجلد، وتحميه من الهجوم.

**الحواجز الكيميائية chemical barriers** يحتوي اللعاب والدموع والإفرازات الأنفية على إنزيم محلل لجدار الخلية البكتيرية، فيسبب موت المخلوقات المسببة للمرض. ويعد المخاط شكلاً آخر من أشكال الدفاع الكيميائي، ويُفرز بواسطة العديد من السطوح الداخلية في الجسم ويعمل بوصفه حاجز حماية يمنع البكتيريا من الالتصاق بالخلايا الطلائية الداخلية، كما تغطي الأهداب سطوح ممرات التنفس الهوائية.

■ الشكل 9-1 توجد هذه البكتيريا بشكل طبيعي على جلد الإنسان.



تكبير المجهر الإلكتروني الماسح X 1400



وتؤدي حركتها إلى دفع البكتيريا التي التصقت بالمخاط بعيداً عن الرتين.  
فعندما تنتقل العدوى إلى ممرات التنفس يتم إفراز كميات مخاط أكبر، مما يحفز السعال والعطاس اللذين يساعدان على طرد المخاط الحامل للعدوى إلى خارج الجسم. ويمثل الدفاع الكيميائي الرابع في حمض الهيدروكلوريك (HCl) الذي يُفرز في المعدة. فبالإضافة إلى دوره في عملية الهضم، يعمل على قتل العديد من المخلوقات الحية الدقيقة التي تسبب المرض وتوجد في الطعام الذي نتناوله.

### استجابة المناعة غير المتخصصة لغزو مسببات المرض

**Nonspecific responses to invasion** لا تتوقف المقاومة حتى لو تمكن أي من الأعداء من اقتحام جدران حصن المدينة. وكذلك الجسم؛ فاستجابات المناعة غير المتخصصة لمسببات المرض تتخطى الحواجز.

**الدفاع الخلوي cellular defense** إذا دخلت المخلوقات الدقيقة الغريبة إلى الجسم فإن خلايا جهاز المناعة المبينة في الجدول 9-1 تدافع عنه.

ومن طرائق الدفاع البلعمة، وهي العملية التي تحيط فيها خلايا الدم الأكولة (المتعادلة والكبيرة) بالمخلوقات الحية الدقيقة الغريبة، ثم تفرز إنزيمات هاضمة ومواد كيميائية من الأجسام المحللة (الليسوسومات) فيها تقضي على المخلوق الدقيق. ويساهم نحو 20 نوعاً من البروتينات الموجودة في بلازما الدم في عملية البلعمة، وتسمى هذه البروتينات **البروتينات المتممة complement proteins** التي تعزز عملية البلعمة، من خلال مساعدة الخلايا الأكولة على الارتباط بشكل أفضل مع مسبب المرض فتتنشط الخلايا الأكولة وتعزز عملية تحليل غشاء الخلية المسببة للمرض، الشكل 9-2. ويتم تنشيط هذه الخلايا بواسطة مواد في الجدار الخلوي للبكتيريا.

الشكل 2-9 تكوّن البروتينات المتممة فجوة في الغشاء البلازمي للخلية الغريبة.

من يحتاج إلى قشرة اللوز؟

راجع الدليل التجارب العملية على منصة عين

hü l u l . o n l i n e

الجدول 9-1	خلايا جهاز المناعة	نوع الخلية
تكبير المجهر المركب بعد الصبغ X 2150	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا.	الخلايا المتعادلة (Neutrophile)
تكبير المجهر المركب بعد الصبغ X 380	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا، وتخلص من الخلايا المتعادلة الميتة وبقايا مكوناتها.	الخلايا الأكولة الكبيرة (Macrophagen)
تكبير المجهر المركب بعد الصبغ X 1800	المناعة المتخصصة (أجسام مضادة، تقتل مسببات المرض): خلايا الدم التي تنتج الأجسام المضادة ومواد كيميائية أخرى.	الخلايا الليمفية (Lymphocyte)



### الإنترفيرون Interferon عندما يدخل فيروس إلى الجسم يساعد على دفاع

خلوي آخر على منع الفيروس من الانتشار؛ حيث تُفرز الخلايا المصابة بالفيروس بروتيناً يُسمى **إنترفيرون** interferon يرتبط بدوره مع الخلايا المجاورة، ويحفزها على إنتاج بروتينات مضادة للفيروس، فتمنع تضاعف الفيروس في هذه الخلايا.

**الاستجابة الالتهابية Inflammatory response** هناك نوع آخر من الاستجابات غير المتخصصة تُسمى الاستجابة الالتهابية، وهي سلسلة من الخطوات المعقدة التي تشمل العديد من المواد الكيميائية والخلايا المناعية للمساعدة على تعزيز الاستجابة المناعية عموماً. فعندما يدمر مسبب المرض نسيجاً معيناً تُفرز مواد كيميائية من مسبب المرض وخلايا الجسم معاً. فتجذب هذه المواد الخلايا الأكولة إلى المنطقة، وتزيد من تدفق الدم إلى المنطقة المصابة وتزيد من نفاذية الأوعية الدموية للسماح لخلايا الدم البيضاء بالوصول إلى المنطقة المصابة. وهذه الاستجابة تساعد على تراكم خلايا الدم البيضاء في المنطقة المصابة. كما أن بعض الألم والحرارة والاحمرار من الأعراض التي تحدث نتيجة الاستجابة الالتهابية لمرض معين.

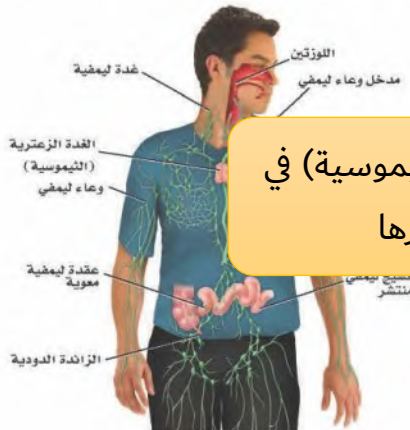
### المناعة المتخصصة (النوعية) Specific Immunity

تتمكن مسببات المرض أحياناً من تخطي آليات الدفاع غير المتخصصة، إلا أن الجسم يملك خطأً دفاعياً ثانياً يعمل على مهاجمة هذه المسببات. وتمتاز المناعة المتخصصة بفاعليتها ولكنها تأخذ وقتاً لتتكون وتتمايز. وتشمل الاستجابة المتخصصة كلاً من الأنسجة والأعضاء الموجودة في الجهاز الليمفي.

**الجهاز الليمفي Lymphatic system** يضم الجهاز الليمفي في الشكل 3-9 أعضاء وخلايا تعمل على ترشيح السائل الليمفي والدم، وتدمير المخلوقات الدقيقة الغريبة. كما يمتص الجهاز الليمفي الدهون. والليمف سائل يرشح من الشعيرات الدموية لغمر خلايا الجسم. يدور هذا السائل عبر خلايا النسيج ويُجمع بواسطة الأوعية الليمفية ويعود مرة أخرى إلى الأوردة بالقرب من القلب.

■ الشكل 3-9 يحتوي الجهاز الليمفي أعضاء ترتبط باستجابة المناعة النوعية.

**حدد.** موقع العضو الليمفي الضروري لإنتاج الخلايا التائية وتمايزها.



تتمثل أهمية الغدة الزعترية (الثيموسية) في نمو الخلايا التائية وتمايزها



**الأعضاء الليمفية Lymphatic organs** تحتوي الأعضاء في الجهاز الليمفي على أنسجة ليمفية، وخلايا ليمفية، وأنواع أخرى من الخلايا ونسيج ضام. **والخلايا الليمفية lymphocytes** نوع من خلايا الدم البيضاء التي تُنتج في نخاع الأحمر للعظم. وتضم الأعضاء الليمفية: العقد الليمفية واللوزتين والطحال والغدة الزعترية (الثيموسية) ونسيجًا ليمفيًا منتشرًا في الأغشية المخاطية للقنوات الهضمية والتنفسية والبولية والتناسلية. تُرشد العقد الليمفية السائل الليمفي، وتخلصه من المواد الغريبة. وتشكل اللوزتان حلقة حماية خاصة بالنسيج الليمفي بين تجويفي الفم والأنف، وهذا يساعد على الحماية من البكتيريا والمواد الضارة الأخرى في الأنف والفم.

ويُخزن الطحال الدم ويحطم خلايا الدم الحمراء التالفة والهامة، كما يحتوي على نسيج ليمفي يستجيب لوجود المواد الغريبة في الدم. وتقع الغدة الزعترية فوق القلب، وتلعب دورًا مهمًا في تنشيط نوع خاص من الخلايا الليمفية، تسمى الخلايا التائية، وهي تنتج في نخاع العظم، وتنضج وتتمايز في الغدة الزعترية. كما أن هناك نوع آخر من الخلايا الليمفية تسمى الخلايا البائية، تنتج الأجسام المضادة عند دخول مسببات الأمراض الجسم. ويتم إنتاج هذا النوع من الخلايا في نخاع العظم.

## استجابة الخلايا البائية B - Cell Response

**الأجسام المضادة antibodies** بروتينات تنتجها الخلايا الليمفية البائية (البلازمية) التي تتفاعل بشكل خاص مع مولدات الضد الغريبة. ومولد الضد antigen مادة غريبة عن الجسم تؤدي إلى الاستجابة المناعية، ويمكنها الارتباط مع الجسم المضاد أو الخلية التائية.

توجد **الخلايا البلازمية (البائية) B cells** في جميع الأنسجة الليمفية، ويمكن أن توصف بأنها مصانع الأجسام المضادة؛ فعند وجود أي جزء من مسبب المرض تبدأ الخلايا البائية بإنتاج الأجسام المضادة. تتبع الشكل 4-9 لتتعرف كيفية تنشيط الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة. فعندما تحيط الخلية الأكولة الكبيرة بمسبب المرض وتهضمه تُعرض قطعة من مسبب المرض - تُسمى مولد الضد المُعالج - على غشائها، الشكل 4-9.

أما في النسيج الليمفي - مثل العقد الليمفية - فترتبط الخلية الأكولة الكبيرة ومولد الضد على سطحها مع نوع من الخلايا الليمفية تُسمى **الخلية التائية المساعدة helper T cells** مما يؤدي إلى تنشيطها. ويُسمى هذا النوع من الخلايا "المساعدة"؛ لأنها تنشيط الخلايا البائية (B) على إنتاج الجسم المضاد، وهناك نوع آخر من الخلايا التائية (T) - التي سيتم مناقشتها لاحقًا - والتي تساعد على قتل المخلوقات الحية الدقيقة وفق الآلية الآتية:

- تتكاثر الخلية التائية المُساعدة وترتبط بمولد الضد المُعالج والخلية البائية.
- تستمر الخلايا التائية الجديدة المساعدة في عملية الاتحاد مع مولدات الضد، وترتبط مع الخلايا البائية وتتكاثر.

### المفردات

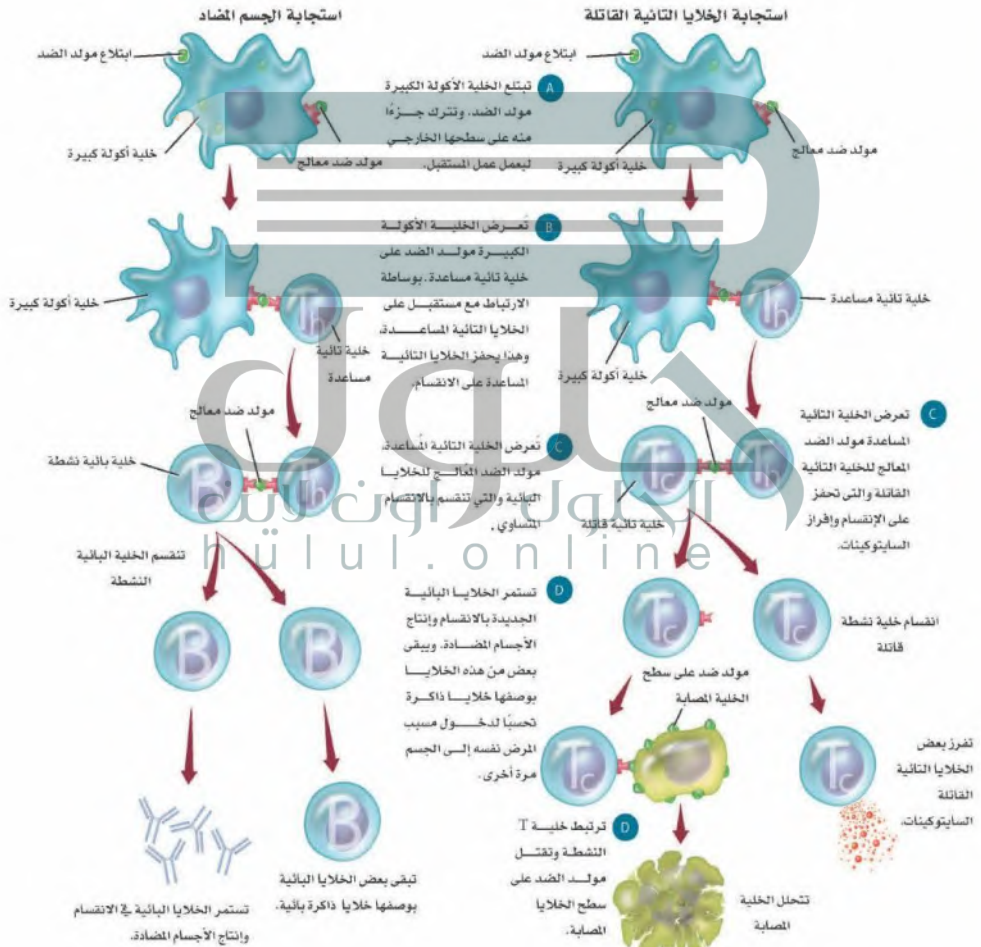
#### أصل الكلمة

الغدة الزعترية (الثيموس) Thymus،

مشقة من الكلمة اليونانية thymos

وتعني الثولول النامي.

■ الشكل 4-9 تشمل استجابات المناعة المتخصصة مولدات الضد والبلعمة والخلايا البائية والخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة. أما الاستجابة التي تنتج الأجسام المضادة فتشمل الأجسام المضادة التي تنتجها الخلايا البائية والخلايا B الذاكرة. وتنتج استجابة الخلايا التائية القاتلة عن تحفيز هذه الخلايا.





■ الشكل 5-9 يتكون الجسم المضاد من نوعين من السلاسل البروتينية هما: السلاسل الثقيلة والسلاسل الخفيفة. **لخص** أنواع الخلايا التي تنتج الأجسام المضادة.

## تنتج الخلايا البائية النشطة الأجسام المضادة

• بمجرد اتحاد خلية نائية مُساعدة نشطة مع خلية بائية حاملة لمولد الضد، تبدأ الخلية البائية في تصنيع الأجسام المضادة التي تتحد بشكل خاص مع هذا النوع من مولدات الضد.

• تعزز الأجسام المضادة الاستجابة المناعية بالارتباط مع المخلوقات الحية الدقيقة، معرضة إياها أكثر لعملية البلعمة، كما تساعد على حدوث الاستجابة غير المتخصصة بواسطة تحفيز الاستجابة الالتهابية.

تصنع الخلايا البائية العديد من مجموعات الأجسام المضادة من خلال استعمال المادة الوراثية DNA لإنتاج سلاسل بروتينية ثقيلة (معقدة)، وخفيفة (بسيطة) متنوعة، لتكوّن الأجسام المضادة، كما في الشكل 5-9. وتستطيع أي سلسلة ثقيلة أن تتحد مع أي سلسلة خفيفة. فإذا تمكنت خلية بائية من إنتاج 16,000 نوع مختلف من السلاسل الثقيلة و1200 نوع من السلاسل الخفيفة فستتمكن من إنتاج 19,200,000 أو 1200×16,000 نوع مختلف من الأجسام المضادة.

## استجابة الخلية التائية T – Cell Response

يمكن للخلية التائية المُساعدة بعد تنشيطها - نتيجة وجود مولد الضد على سطح الخلية الأكلولة الكبيرة- أن ترتبط مع مجموعة من الخلايا الليمفية تُسمى **الخلايا التائية القاتلة** cytotoxic T cells وتنشطها. تدمر الخلايا القاتلة مسببات المرض، وتطلق مواد كيميائية تُسمى المحركات الخلوية (السايتوكينات) cytokines، التي تحفز خلايا الجهاز المناعي على الانقسام، ونقل الخلايا المناعية إلى منطقة العدوى. تتحد الخلايا التائية القاتلة بمسبب المرض، وتطلق المواد الكيميائية وتدمره. ويمكن لخلية تائية قاتلة واحدة أن تدمر خلايا مستهدفة عديدة. ويُلاحظ الشكل 4-9 آلية تنشيط الخلايا التائية القاتلة.

✓ **ماذا قرأت؟** لخص الدور الذي تؤديه الخلايا الليمفية في المناعة.

الخلايا الليمفية البائية مهمة لإنتاج الأجسام المضادة، وهي مواد كيميائية محددة ترتبط مع مولدات الضد، وتزيد من البلعمة، أما الخلايا الليمفية التائية تشمل الخلايا التائية القاتلة التي يمكنها تدمير الخلايا الغريبة؛ وتفرز السيتوكينات لتحفيز الاستجابة المناعية، تعزز الخلايا التائية المساعدة استجابة كل من الخلايا الليمفية البائية والخلايا التائية القاتلة

أثناء الاستجابة الأولية للمناعة. وتستجيب هذه الخلايا بسرعة إذا تعرض الجسم لغزو مسبب المرض نفسه مرةً أخرى. وتحمي خلايا الذاكرة الجسم عن طريق تقليل احتمال تطور المرض إذا تعرض الجسم لمسبب المرض نفسه مرةً أخرى.

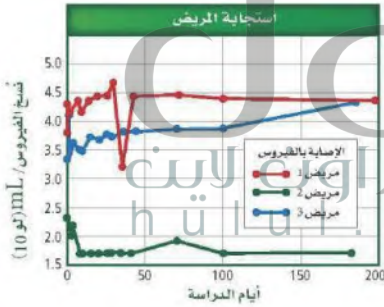


**المناعة السلبية Passive immunity** يحتاج الجسم أحياناً إلى حماية مؤقتة ضد مرض معيّد، ويحدث هذا النوع من الحماية المؤقتة عندما تُصنع الأجسام المضادة من أشخاص آخرين أو حيوانات وتُنقل أو تُحقن في جسم الإنسان. فمثلاً تحدث المناعة السلبية بين الأم وطفلها، فالأجسام المضادة المتكونة في جسم الأم تنتقل من خلال المشيمة إلى الجنين، ومن حليب الثدي إلى الطفل الرضيع. ويمكن لهذه الأجسام المضادة أن تحمي الطفل حتى ينمو جهازه المناعي ويكتمل. وتتكون الأجسام المضادة في الإنسان أو الحيوان الذي تكونت لديه مناعة متخصصة ضد أمراض معدية محددة. وتُستخدم هذه الأجسام المضادة في علاج أمراض معدية عند أشخاص آخرين، حيث تحقن هذه الأجسام في الأشخاص الذين تعرضوا لمرض معيّد معين. كما يتوافر العلاج بالمناعة السلبية للأشخاص الذين تعرضوا لالتهاب الكبد الوبائي A، B، والتيفوئيد والكَلَب (السُّعَار). كما تتوافر أجسام مضادة لإبطال مفعول سُم الأفعى أو العقرب.

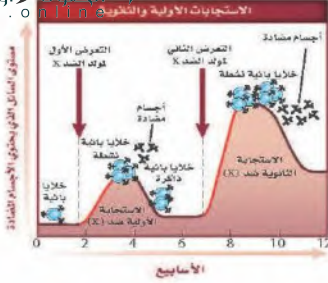
ج ١: انخفضت كمية الفيروس في المريض الأول على نحو حاد ثم ارتفعت إلى القيمة الأصلية، أمّا في المريض الثاني فقد انخفضت كمية الفيروس واستمرت على معدلها وفي المريض الثالث انخفضت كمية الفيروس ثم عاودت الارتفاع ببطء

ج ٢: هناك حاجة إلى إجراء المزيد من الأبحاث؛ فالمعالجة بالمناعة السلبية كانت فعالة مع مريض واحد فقط من أصل ثلاثة مرضى

تفكير الناقد  
قارن: بين استجابات المريض للعلاج بالمناعة السلبية.  
استخلص النتائج: هل يمكن للباحثين أن يستنتجوا أن العلاج بالمناعة السلبية فعال؟ فسر إجابتك.



Stiegler G., et al. 2002. Antiviral activity of the neutralizing antibodies infected humans: a phase I evaluation. AIDS 16: 2019-2025.



الشكل 6-9 يبين الرسم البياني  
الفرق بين استجابات المناعة الأولية  
والثانوية عند التعرض لمولد ضد.

حلل. ما أوجه الاختلاف بين الاستجابة  
المناعية الأولية والاستجابة المناعية  
الثانوية.

## الاستجابة الثانوية أسرع وتصل مستوى أعلى من الأجسام المضادة مقارنة بالاستجابة الأولية

**المناعة الإيجابية Active immunity** تحدث المناعة الإيجابية بعد تعرض جهاز المناعة لمولدات ضد المرض وإنتاج الخلايا الذاكرة. وتحدث المناعة الإيجابية نتيجة حدوث مرض معد أو نتيجة **التطعيم immunization**، الذي يُسمى التحصين أيضًا. ويقصد به حقن الجسم عن قصد بمولد ضد بهدف تطوير استجابة أولية وخلايا ذاكرة مناعية. ويوضح الجدول 2-9 بعض التطعيمات الشائعة.

وتحتوي التطعيمات على مسببات مرض ميتة أو ضعيفة غير قادرة على التسبب بالمرض.

كما تحتوي معظم التطعيمات على أكثر من محفّز لجهاز المناعة، وتُعطى عادة بعد التطعيم الأول (الجرعة الأولى). وهذه الجرعات تزيد من الاستجابة المناعية، إذ تزود الجسم بحماية أكبر من المخلوقات الحية الدقيقة المسببة للمرض.

لماذا يُعد التطعيم فعالاً في الوقاية من المرض؟ من خصائص الاستجابة المناعية الثانوية والتي تحدث نتيجة استجابة الجسم لمولد الضد (جسم غريب) مرة أخرى - أنها تزيد من فعالية التطعيم في الوقاية من المرض. لاحظ أن الاستجابة المناعية

الثانوية في الشكل 6-9 لمولد الضد لها العنصر  
أولاً: تحدث الاستجابة بشكل أسرع من الاستجابة  
ثانياً: تكون الاستجابة الكلية لكل من الخلايا  
ثالثاً: تستمر الخلايا الذاكرة الكلية في العمل لوقت أطول بعد التعرض الثاني لمسبب المرض.

الجدول 2-9		التطعيمات العامة ( الشائعة )
التطعيم	المرض	المحتويات
DPT التطعيم الثلاثي	دفتيريا " الخناق " (D)، التيتانوس (T) السعال الديكي (P)	D: سم غير فعال، T: سم غير فعال، P: بكتيريا غير فعالة
شلل غير الفعال Polio	شلل الأطفال	فيروس غير فعال
MMR	الحصبة، النكاف، الحصبة الألمانية	جميعها فيروسات غير فعالة
فاريسيلا ( الخناق )	جدري الماء	فيروس غير فعال
HIB	الأنفلونزا من نوع b	أجزاء من الجدار الخلوي للبكتيريا
HBV	التهاب الكبد الوبائي من نوع B	أجزاء من الفيروس

## فشل جهاز المناعة Immune System Failure

قد ينتج عن وجود عيوب في جهاز المناعة زيادة احتمال تطور الأمراض المعدية، وكذلك بعض أنواع السرطانات. وتؤثر بعض الأمراض في فعالية جهاز المناعة، ومنها مرض نقص المناعة المكتسبة AIDS الذي ينتج عن الإصابة بفيروس HIV. ويعد الإيدز من المشاكل الصحية الخطيرة جداً في العالم.

تذكر الدور المهم الذي تؤديه الخلايا التائية المُساعدة في المناعة النوعية؛ حيث يصيب فيروس HIV بشكل رئيس الخلايا

ج١: الخلايا الأكلة، الخلايا البائية، الخلايا التائية المساعدة والقاتلة

ج٢: تعمل الخلية الأكلة على تعرّف مولد الضد والتعامل معه؛ حيث تضع قطعة

منه على سطحها وتعرضها للخلايا التائية المساعدة التي تقدم بدورها مولد الضد

المعالج إلى الخلايا البائية وتنشطها لكي تبدأ بإنتاج الأجسام المضادة

ج٣: السلبية: تنتج الأجسام المضادة في مخلوق حي ثم تُعطى لمخلوق حي آخر،  
الإيجابية: تنتج الأجسام المضادة في مخلوق حي مصاب بالمرض أو تعرّض للتطعيم

ج٤: الأعضاء والخلايا التي تشمل الغدة الزعترية، اللوزتين، العقد الليمفية، الخلايا

الليمفية؛ تصفي الليمف والدم وتقضي على المخلوقات الحية الدقيقة وتمتص

## الدهون

ج٥: عندما يقل عدد الخلايا التائية المساعدة، تضعف استجابة كل من خلايا المناعة

## البائية والتائية

٦. صغ فرضية ماذا يحدث إذا  
حصلت طفرة في فيروس HIV  
بحيث تصبح الأدوية التي تقلل  
تضاعف الفيروس غير فاعلة.

٧. قوم. يوجد مرض يُسمى النقص  
المناعي المركب الحاد. والذي يولد  
فيه طفل لا يحوي جهازه المناعي  
الخلايا التائية، قوم أثر هذا المرض.

٨. الرياضيات في علم الأحياء تتكون  
الأجسام المضادة من سلسلتي بروتين  
خفيفتين، وسلسلتي بروتين ثقيلتين.  
فإذا كان الوزن الجزيئي للسلسلة  
الخفيفة 25,000 والوزن الجزيئي  
للسلسلة الثقيلة هو 50,000، فما  
الوزن الجزيئي للجسم المضاد؟

١. الفكرة الرئيسة قارن بين استجابات  
المناعة المتخصصة وغير المتخصصة.  
٢. صف خطوات تنشيط استجابة  
الجسم المضاد لمولد ضد ما.

٣. اعمل شكلاً توضيحياً يمثل  
المناعة الإيجابية والمناعة  
السلبية.

٤. صف تركيب الجهاز الليمفي  
ووظائفه.

٥. استنتج لماذا يعد تدمير الخلايا  
التائية المساعدة بوساطة عدوى  
HIV مدمراً للمناعة النوعية؟

ج٦: العدد الأكبر من  
الأشخاص المصابين  
بالفيروس يتطور لديهم  
مرض الإيدز

ج٧: يحصل الطفل على  
مناعة غير متخصصة فعالة  
فقط مع وجود عدد قليل  
من المناعة المتخصصة أو  
عدم وجودها

$$2(25000) + 2(50000) = 150000$$



## التلقيح ضد الجدري

فمثلاً، يعاني 25% من السكان على الأقل من تثبيط في الجهاز المناعي ناتج عن الأدوية أو المرض. وتلقيحهم لتطعيم الجدري قد ينتج عنه مضاعفات خطيرة بسبب ضعف جهازهم المناعي.

ينتشر فيروس الجدري بسرعة بين الناس ويمكن أن يقتل 30% من الأشخاص المصابين. وبما أنه مرض قاتل، فقد ناقشت الحكومات لسنوات عدة إمكانية إلزام شعوبها بالتطعيم ضده.

### الجدري مرضاً



يشير مصطلح الجدري إلى البثور التي تظهر على الوجه والجسم نتيجة للعدوى بفيروس الجدري.

مرض الجدري لا شفاء منه ويسببه نوع من الفيروسات. وعلى الرغم من ذلك، قام إدوارد جينر في عام 1796 بتطوير تطعيم للجدري، ساعد على إنقاذ حياة العديد من الناس عن طريق الوقاية من المرض.

تدوم المناعة الناتجة عن التطعيم من ثلاث إلى خمس سنوات. ويمنع التطعيم حدوث العدوى أو يقلل من آثارها إذا تم إعطاء التطعيم خلال عدة أيام بعد التعرض للعدوى. وفي حال انتشار فيروس مرض الجدري، فإن مراكز التحكم في المرض والوقاية منه يجب أن تزود الناس الذين قد يتعرضون للفيروس، بالتطعيم خلال ثلاثة أيام للتقليل من آثار المرض أو للوقاية منه. وفي حالة انتشار هذا المرض، فإنه يتوافر تطعيم كافٍ لكل شخص.

إذا كان الجدري قاتلاً لهذه الدرجة، فلماذا لا يتم تطعيم كل شخص بصورة منتظمة؟ إن التطعيم الإلزامي لا يعد خياراً بسبب المعاناة التي سيعانيها العديد من الأشخاص من الآثار الناتجة عن التطعيم.

### مناظرة هي علم الأحياء

هل يجب تطعيم جميع السكان بصورة منتظمة ضد الجدري؟ قم بإجراء بحث إضافي حول الجدري، ثم اعمل في مجموعات مع زملائك لمناقشة هذه القضية.

## الطب الشرعي: كيف تجد أول مريض مصاب؟

5. سجل اسم زميلك الذي تبادلت معه السائل في جدولك.
6. حرك الأنبوب بين يديك برفق لخلط السائل، وكرر الخطوة 4 كلما طُلب إلى مجموعتك إجراء التبادل.
7. وتأكد من اختيارك شخصاً آخر كلما حدث التبادل.
8. عند اكتمال التبادل، يؤدي المعلم دور اختصاصي علم الأوبئة ويستخدم الكاشف ليعرف من أصيب بالمرض.
9. ناقش أنت وزملائك المعلومات مع بقية المجموعات لتتمكن من تحديد هوية أول مريض مصاب.

10. عند انتهاء كل مجموعة من وضع فرضيتها، افحص السائل الأصلي في كل كأس لمعرفة أول إصابة.
11. أعد أنابيب الاختبار، وتخلص من المواد الأخرى المستخدمة بناءً على تعليمات المعلم.

### يترك للطالب

### حلل ثم استنتج

1. حلل. استخدم بياناتك لرسم شكل لأول إصابة محتملة، مستخدماً الأسهم لتوضيح من أصيب مع المريض الأول.
2. قارن. كيف يشبه انتشار "أعراض الهاتف النقال" في هذه المحاكاة، انتشار المرض في الحياة الواقعية؟ وفيه يختلفان؟
3. التفكير الناقد. لم لا ينتقل المرض في التبادلات الأخيرة إذا أجريت المحاكاة في صف أكبر؟
4. تحليل الخطأ. ما المشكلات التي واجهتها عند تحديد هوية أول مريض مصاب؟

### تواصل

نشرة الأخبار استخدم الصحف ومصادر أخرى لتتعلم المزيد عن وباء ناتج عن مرض حالي. وأعدّ نشرة إخبارية حول آلية بحث اختصاصي علم الأوبئة عن مصدر المرض، ثم اعرضها على زملاء صفك.

**الخلفية النظرية:** تخيل أن مدرستك تعرضت لمرض يعرف "بمتلازمة الهاتف النقال"، ومن أعراضه الحاجة الملحة لاستخدام الهاتف النقال في أثناء الدراسة. يسهّل انتقال هذا المرض من شخص إلى آخر عن طريق الاتصال المباشر ولا توجد مناعة طبيعية ضد هذا المرض. وأن أحد زملائك في المدرسة مصاب بهذا المرض وهو المريض (Zero)، والمرض ينتشر في صفك ولذلك فأنت في حاجة إلى تتبع المرض قبل أن ينتشر ويتحول إلى وباء شامل.

**سؤال:** هل يمكن تتبع مرض ما وتحديد الإصابة الأولى؟

### المواد والأدوات

- ماصة باستور (1 لكل مجموعة).
- أنابيب اختبار مرقمة فيها ماء، أحدها يحاكي الإصابة بمتلازمة الهاتف الخلوي (1 لكل مجموعة).
- حامل أنابيب اختبار (1 لكل مجموعة).
- كؤوس ورقية صغيرة (1 لكل مجموعة).
- ورق وأقلام رصاص.
- كاشف اليود.

### شرطة

ج ٣: يصبح محلول هيدروكسيد الصوديوم في أثناء انتقال السائل من شخص إلى آخر مخففاً لدرجة يصعب معها الكشف عنه بوساطة شريط فحص درجة الحموضة

4. يوزع معلم الصف الطلبة في مجموعات، وعندما يأتي دور مجموعتك وباستخدام الماصة تبادل السائل في أنابيب الاختبار مع زميل آخر في مجموعتك وكأنك تحاكي عملية المشاركة في اللعب أثناء شرب الماء.

المطويات استنتج. الحالات التي يتم فيها استعمال كل نوع من أنواع المناعة لإعاقة مسببات المرض.

المفاهيم الرئيسية	المفردات
<p><b>الفقرة الرابعة</b> لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما: المناعة غير المتخصصة (العامة) والمناعة المتخصصة (النوعية).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>تضم الاستجابة المناعية غير المتخصصة حواجز دفاعية، منها الجلد وإفراز المواد الكيميائية والمسارات الخلوية التي تنشط عملية البلعمة.</li> <li>تضم استجابة المناعة المتخصصة تنشيط الخلايا البائية التي تُنتج الأجسام المضادة، والخلايا التائية التي تضم الخلايا التائية المساعدة والقاتلة.</li> <li>تتضمن المناعة السلبية استقبال الأجسام المضادة ضد الأمراض.</li> <li>ينتج عن المناعة الإيجابية خلايا ذاكرة ضد الأمراض.</li> <li>يهاجم فيروس HIV الخلايا التائية المُساعدة مسبباً فشل جهاز المناعة.</li> </ul>	<p>9-1 جهاز المناعة</p> <p>البروتين المتمم (المكمل) الإنترفيرون الخلايا الليمفية الجسم المضاد الخلايا البلازمية البائية (B) الخلايا التائية المساعدة (T) الخلايا التائية القاتلة الخلية الذاكرة التطعيم (التحصين)</p>



### مراجعة المفردات

للإجابة عن الأسئلة من 1-3، استعمل المفردات الواردة في دليل مراجعة الفصل التي تمثل كل عبارة:

1. مادة كيميائية تنتجها الخلايا البلازمية (B) استجابة لتأثير مولد الضد.

### الجسم المضاد

2. خلية تنشط الخلايا البلازمية (B) والخلايا التائية القاتلة (T).

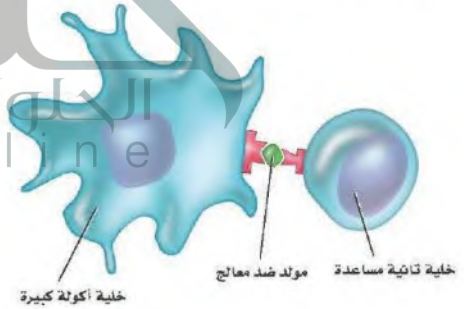
### الخلية التائية للمساعدة

3. نوع من خلايا الدم البيضاء ينتج في النخاع العظمي، ويشمل الخلايا البلازمية (B) والخلايا التائية (T).

### الخلية الليمفية

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 4 و 5.



4. ما نوع الاستجابة المناعية الممثلة في الشكل أعلاه؟

a. جينية.

b. غير متخصصة.

c. متخصصة.

d. هرمونية.

5. تعرض الخلية التائية المساعدة مولد الضد الخاص بها لمساعدة:

a. مسبب المرض.

b. النخاع العظمي.

c. الخلية البلازمية (B).

d. الغدة الزعترية.

6. خط الدفاع الأول في الجسم ضد المرض المعدي هو:

a. الخلية التائية المساعدة.

b. الجسم المضاد.

c. الجلد.

d. البلعمة.

7. ما دور البروتين المتمم الموجود في البلازما في الاستجابة المناعية؟

a. يعزز البلعمة.

b. ينشط الخلايا البلعمية.

c. يعزز تدمير مسبب المرض.

d. جميع ما ذكر.

8. تُنتج الخلايا الليمفية أفي:

a. نخاع العظم.

b. الغدة الزعترية.

c. الطحال.

d. العقد الليمفية.

ج٩: تنضج الخلايا التائية (بعد إنتاجها في نخاع العظم) داخل الغدة الزعترية

ج١٠: استجابة جهاز المناعة غير المتخصصة سريعة جداً وتبدأ مباشرة بعد دخول المخلوق الحي الدقيق إلى الجسم، في حين أن استجابة المناعة المتخصصة أكثر فاعلية في حماية الجسم من مسببات المرض المحددة

#### تقديم إضافي

١٣. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب حواراً تقارن فيه بين جهاز المناعة وبين قلعة ما هاجمها الغزاة من منطقة مجاورة.

#### أسئلة المستندات

يمثل الجدول الآتي فاعلية استعمال التطعيمات لمنع انتشار المرض. هناك انخفاض كبير في عدد حالات الأمراض بعد استعمال التطعيمات.

المرض	العدد الأقصى للحالات في سنة ما	عدد الحالات في عام 1999	نسبة التغير %
الحصبة	894,134	60	-99.99
النكاف (أبو كعب)	152,209	352	-99.77
شلل الأطفال	21,269	0	-100
الكزاز	1560	33	-97.88
التهاب الكبد B	26,611	6495	-75.59

استخدم الجدول السابق للإجابة عن الأسئلة الآتية

١٤. أي الأمراض أكثر انتشاراً من حيث نسبة التغير الكبرى؟

شلل الأطفال

١٥. أظهر مرض الكزاز هبوطاً مديداً بعد التطعيم ضده.

مسبب مرض الكزاز بكتيريا توجد دائماً في التربة

١٦. مثل بيانات نسبة التغير في عدد الحالات نتيجة التطعيم لكل مرض من الأمراض.

يترك للطالب

٩. إجابة قصيرة. صف كيف ترتبط الغدة الزعترية (الليموسية) مع تطوير المناعة؟

١٠. نهاية مفتوحة. قوم لماذا يحتاج الجسم إلى كل من الاستجابة المناعية المتخصصة وغير المتخصصة.

#### التفكير الناقد

١١. نظم. سلسلة من الخطوات التي تحدث لتنشيط استجابة الأجسام المضادة لبكتيريا الكزاز.

١٢. قارن. بين دور الخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة في استجابة المناعة المتخصصة.

ج١١: تبتلع الخلية البلعمية مولد الضد ومعالجة من بكتيريا الكزاز، ثم تضع قطعة منه على سطحها وتعرضه للخلايا التائية المساعدة التي تقوم بدورها بتعريض مولد الضد المعالج للخلايا البائية لتنشيطها وإنتاج الأجسام المضادة ضد مرض الكزاز ج١٢: يتمثل دور الخلايا التائية المساعدة في تنشيط كل من الخلايا البائية والخلايا التائية القاتلة بتعريضها لمولد الضد المعالج أما دور الخلايا التائية القاتلة فيتمثل في إفراز السيتوكينات وقتل مسببات المرض بعد تنشيط الخلايا التائية المساعدة لها

4. يؤدي هرمون الإستروجين في أثناء بلوغ الإناث إلى:
- تغيرات في جسم الأنثى.
  - نضج البويضات في المبيضين.
  - الانقسام المنصف لإنتاج البويضة.
  - إطلاق البويضات الناضجة.
5. أي الجمل الآتية صحيحة فيما يتعلق بالزائدة الدودية؟
- تمتص كربونات الصوديوم واليودوجينية لمعادلة الحموضة.
  - ليس لها وظيفة معروفة في الجهاز الهضمي.
  - تساعد على تحليل الدهون.
  - تفرز الأحماض لتساعد على تحليل الغذاء.
- استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 6.

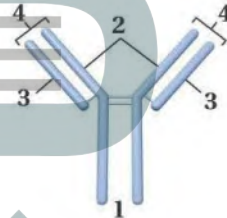


6. أي من التراكيب الآتية تمثل الرمز A في الرسم أعلاه؟
- الغدة النخامية.
  - الغدة فوق الكظرية.
  - الغدة الدرقية.
  - الغدة جارات الدرقية.

1. تتحلل الكربوهيدرات المعقدة في الجهاز الهضمي إلى:

- حموض أمينية.
- حموض دهنية.
- سكريات بسيطة.
- نشأ.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. يمثل الشكل أعلاه التركيب الأساسي للجسم المضاد. فأأي أجزاء هذا الشكل يتوافق مع موقع ارتباط مولد الضد؟

- 1
- 2
- 3
- 4

3. يُعد الجزءان 2 و 3 ضروريين لتكوين الأجسام المضادة لأنهما:

- يسمحان بتكون عدد هائل من الأجسام المضادة المحتملة.
- يتكونان بواسطة الخلايا التائية في الجهاز المناعي.
- يساعدان على تقليل عدد الأجسام المضادة المتكونة.
- يساعدان على تحفيز الاستجابة الالتهابية.



## ج8: تتنوع الإجابات، تمتص الأمعاء الغليظة الماء الزائد من فضلات الطعام على بكتيريا تنتج فيتامينين وبعض فيتامينات ك يتم ضغط الفضلات والتخلص منها إلى خارج الجسم بوساطة الأمعاء الغليظة

ولدينا الآن مخلوقات كانت تسبب عسراً في المثة من أمراض الإنسان في الماضي، لكنها تسبب الآن 20 أو 30 في المثة من الأمراض التي نراها. لقد غيرنا وجه الأرض بكامله باستعمال هذه المضادات الحيوية".  
استعن بالمعلومات في الفقرة أعلاه في كتابة مقالة تجيب عن السؤال الآتي:

11. كما توقع لابي في عام 1981، أصبح العديد من مسببات الأمراض مقاوم للعلاج بالمضادات الحيوية الأرض والأدوية القوية الأخرى. فهل غيّرت المضادات الحيوية الأرض نحو الأفضل أم نحو الأسوأ؟ اكتب مقالة، تناقش فيها مزايا المضادات الحيوية المستخدمة في الوقت الحالي ومساوئها.

7. أي التحولات الآتية من مراحل الحياة التي يحدث فيها البلوغ؟
- من المراهقة إلى البلوغ.
  - من الطفولة إلى المراهقة.
  - من الجنين إلى الرضيع.
  - من البويضة المخضبة إلى الجنين.

### أسئلة الإجابات القصيرة

8. وضح وظيفة الأمعاء الغليظة.
9. فسر كيف أن تناول المضادات الحيوية التي تخفف الحمى تؤخر شفاؤك من الالتهابات بدلاً من تسريعه.

### أسئلة الإجابات المفتوحة

10. قارن بين إنتاج الخلايا المنوية والبويضات في الإنسان أثناء الانقسام المنصف.

خلال الانقسام المنصف؛ فإن الخلايا الناتجة عن الانقسامات تؤدي إلى تكوين الخلايا الجنسية؛ ففي الذكور، ينتج أربعة خلايا، أما في الإناث فينتج بويضة واحدة فقط وجسم قطبي واحد يتحلل فيما بعد، ويتكون الجسم القطبي الثاني بعد الإخصاب

ج9: تتنفس الزواحف بانبساط وانقباض القفص الصدري وجدار الجسم لتحريك الهواء إلى داخل وخارج الرئتين، وهي طريقة فعالة في إدخال الأوكسجين إلى الرئتين وإخراج ثاني أكسيد الكربون من الرئتين، وهذا يعني وجود كميات كافية من الأوكسجين اللازم لنشاط العضلات

ج ١١: يجب أن يُدعم الموقف الذي يتخذه الطالب بمعلومات حول المضادات الحيوية وجهاز المناعة، نجحت المضادات الحيوية في محاربة الأمراض البكتيرية ولولا ذلك لبقيت هذه الأمراض دون علاج، يمكن علاج الأمراض بسهولة بأنواع معينة من المضادات الحيوية؛ كما يمكن شفاء العديد من أمراض الطفولة والأمراض الخطيرة الأخرى مثل التدرن الرئوي، ومن ناحية أخرى، فقد أسيء استخدام المضادات الحيوية، فكثيراً ما توصف خطأ لعلاج الأمراض، وتستمر السلالات المقاومة للمضادات الحيوية لأمراض معينة في التغير وبعض الأمراض المقاومة للمضادات الحيوية لا يمكن علاجها بفاعلية بأي من المضادات الحيوية؛ لذا أصبحت تُحرف بوصفها أمراضاً مقاومة، وأصبحت أخطر بما كانت عليه وعلى الرغم من عدم ارتفاع أسعار المضادات الحيوية إلا أن تطوير أدوية جديدة لعلاج الأمراض المقاومة للمضادات الحيوية يمكن أن يكون عالي التكلفة



هيكل عظمي لضفدع



هيكل عظمي لدجاجة





## (أ)

**الأنسولين insulin**؛ هرمون ينتجه البنكرياس، ويعمل مع الجلوكاجون للحفاظ على مستوى السكر في الدم.

**الأيض metabolism**؛ جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في جسم المخلوق الحي.

**الأهداب cilia**؛ زوائد خيطية قصيرة تؤدي دوراً في الحركة.

## (ب)

**الببسين Pepsin**؛ إنزيم هاضم مرتبط مع هضم البروتينات كيميائياً في المعدة.

**البطين ventricle**؛ حجرتا القلب السفليتان، تضخ إحداهما الدم من القلب إلى الرئتين، والأخرى من القلب إلى جميع أنحاء الجسم.

**بيضة أمينية amniotic egg**؛ بيضة توفر بيئة كاملة لنمو الجنين؛ فبالإضافة إلى كيس المح الذي يغذي الجنين هناك أغشية داخلية، وكذلك قشرة خارجية للحماية.

**البروتين protein**؛ مركب عضوي يتكون من حموض أمينية تتحد معاً برابطة ببتيدية، ويعد إحدى وحدات البناء الأساسية في المخلوقات الحية.

**البلازما plasma**؛ السائل الأصفر الشفاف من الدم.

**البلعوم pharynx**؛ عضو عضلي يصل بين الحلق والمريء، وينقل الطعام في اتجاه المعدة.

**البولينا (اليوريا) urea**؛ فضلات نيتروجينية تنتج عن جهاز الإخراج في الجسم.

## (ت)

**التشابك العصبي synapse**؛ مكان بين محور خلية عصبية والزوائد الشجرية لخلية عصبية أخرى.

**تصلب الشرايين atherosclerosis**؛ أحد اختلالات جهاز الدوران؛ إذ يحدث انسداد في الشرايين، مما يعيق مرور الدم في جسم الإنسان.

**الإخصاب fertilization**؛ عملية يتحد بها مشيجان أحاديا المجموعة الكروموسومية لينتج لاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).

**الأذين atrium**؛ أحد حجرات القلب التي تستقبل الدم من الجسم.

**الأربطة ligament**؛ حزم من النسيج الضام القوي يربط العظام بعضها مع بعض.

**الاستجابة response**؛ تفاعل المخلوق الحي مع مؤثر ما.

**الاستجابة الحركية nastic response**؛ حركة في النبات استجابة لمؤثر ما وهي غير معتمدة على اتجاه المؤثر ويمكن أن تعود إلى حالتها الطبيعية.

**الأكتين actin**؛ خيوط بروتينية رفيعة في الخلايا العضلية، تعمل مع خيوط الميوسين على انقباض العضلات وانسائها.

**الألدوستيرون aldosterone**؛ هرمون ستيرويدي تنتجه قشرة الغدة الكظرية، يعمل في الكليتين، وهو ضروري لإعادة امتصاص الصوديوم.

**الأمعاء الدقيقة small intestine**؛ الجزء الأطول من القناة الهضمية، وهو مرتبط مع الهضم الميكانيكي والكيميائي للطعام.

**الأمعاء الغليظة large intestine**؛ الجزء النهائي من القناة الهضمية، وهو مرتبط بشكل أساسي مع امتصاص الماء.

**الأميليز amylase**؛ إنزيم هاضم في اللعاب، يسمح ببدء عملية الهضم الكيميائي في الفم عن طريق تحليل النشا إلى سكريات.

**الإنترفيرون interferon**؛ بروتين مضاد للفيروس، يُفرز من الخلايا المصابة بالفيروس.

**الانتشار diffusion**؛ الحركة النهائية للمواد من المكان الأكثر تركيزاً إلى المكان الأقل تركيزاً.

**جهاز الخط الجانبي** lateral line system، مستقبلات حسية تمكّن الأسماك من اكتشاف الاهتزازات أو الأمواج الصوتية في الماء.

**الجهاز الدوري المغلق** closed circulatory system، يمر الدم داخل أوعية دموية في أثناء انتقاله في الجسم.

**الجهاز العصبي جار السمبثاوي** parasympathetic nervous system، أحد قسمي الجهاز العصبي الذاتي الذي يسيطر على أعضاء الجسم، ويصبح أكثر نشاطاً عندما يكون جسم الإنسان في حالة راحة.

**الجهاز العصبي الجسدي** somatic nervous system، جزء من الجهاز العصبي الطرفي ينقل السيالات العصبية من الجلد والعضلات الهيكلية وإليهما.

**الجهاز العصبي الذاتي** autonomic nervous system، أحد أجزاء الجهاز العصبي الطرفي ينقل السيالات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى الأعضاء الداخلية في الجسم.

**الجهاز العصبي الطرفي** peripheral nervous system، يتكون من الخلايا العصبية الحسية والحركية التي تنقل المعلومات من الجهاز العصبي المركزي وإليه.

**الجهاز العصبي المركزي** central nervous system، يتكون من الدماغ والجبل السوكي، وينظم جميع العمليات والأنشطة في الجسم.

**الجهاز العصبي السمبثاوي** sympathetic nervous system، أحد قسمي الجهاز العصبي الذاتي الذي يضبط الأعضاء الداخلية. ويكون في قمة نشاطه في حالات الطوارئ وضغط العمل (الكر والفر).

**الجسم المضاد** antibody، بروتين ينتج بواسطة الخلايا الليمفية البائية التي تتفاعل بشكل محدد مع مولّد ضد غريب عن الجسم.

**الجلوكاجون** glucagon، هرمون ينتجه البنكرياس، ويعطي إشارة لخلايا الكبد لتحويل الجلوكوز إلى جلوكوز وإطلاقه إلى الدم.

**التعظم** ossification، عملية تكوين العظم بواسطة الخلايا العظمية البانية.

**التنفس الخارجي** external respiration، تبادل الغازات بين هواء الغلاف الجوي والدم، ويحدث في الرئتين.

**التنفس الخلوي** cellular respiration، سلسلة من التفاعلات الحيوية تتم بمساعدة الإنزيمات؛ ويتم من خلالها الحصول على الطاقة اللازمة للخلية؛ نتيجة أكسدة المواد الغذائية العضوية.

**التنفس الداخلي** internal respiration، العملية التي يتم فيها تبادل الغازات بين خلايا الجسم والدم.

**التطعيم** Immunization، تطعيمات عن طريق إعطاء لقاح تطور مناعة فاعلة.

**التغذية** nutrition، عملية يتناول بها الفرد الغذاء ويستخدمه، وتزوده بالوحدات البنائية للنمو والطاقة للحفاظ على كتلة الجسم.

(ث)

**ثابت درجة الحرارة** endothermic، حيوان يمكن أن ينظم حرارة جسمه داخلياً عن طريق عمليات الأيض.

**الثدييات الكيسية** marsupials، ثدييات تنمو صغارها لفترة قصيرة داخل الرحم، وبعد الولادة يستمر نموها فترة أطول داخل كيس (جراب).

**الثدييات المشيمية** placental mammal، ثدييات لها مشيمة، تلد صغاراً مكتملة النمو لا تحتاج إلى النمو داخل كيس (جراب).

(ج)

**جسم الخلية** cell body، جزء رئيس من الخلية العصبية، يحوي نواة الخلية وعضيات عديدة.



**الخلايا الليمفية البائية** **b- cells**، الخلايا الليمفية التي تفرز الأجسام المضادة.

**الخلية الليمفية** **lymphocyte**، خلايا الدم البيضاء المسؤولة عن الاستجابة المناعية المتخصصة لدى الإنسان. وهناك نوعان من هذه الخلايا هما: B، T.

**الخلية التائية القاتلة** **cytotoxic T Cell**، خلية ليمفية تدمر مسببات المرض، وتطلق مواد سامة عند تنشيطها.

**الخلية التائية المساعدة** **helper T cell**، خلية ليمفية تعمل على تنشيط إفراز الجسم المضاد في الخلايا البائية والخلايا التائية السامة.

**الخلية الذاكرة** **memory cell**، خلية ليمفية تعيش طويلاً، تنتج بسبب التعرض لمولد ضد في أثناء الاستجابة المناعية البدائية، ويمكنها العمل من خلال الاستجابة المناعية في المستقبل ضد مولد الضد نفسه.

## (د)

**درع بطني** **plastron**، الجزء البطني لدرع السلحفاة.

**الدرع الوافي** **carapace**، الجزء الظهري من صدفة السلحفاة.

## (ر)

**الرئة** **lung**، أكبر عضو في الجهاز التنفسي، يتم داخله تبادل الغازات.

**رباعي الأطراف** **tetrapod**، حيوان رباعي الأقدام بأرجل ذات أقدام وأصابع ومفاصل.

**الرحم** **uterus**، عضو عضلي أنثوي يشبه الكيس، ينمو الجنين داخله.

**رد الفعل المنعكس** **reflex**، مسار عصبي يتكون من خلايا عصبية حسية، وخلية عصبية بينية، وخلية عصبية حركية.

**ريش** **feather**، نمو متخصص لجلد الطيور يستعمل للطيران والعزل.

## (ح)

**حبل ظهري** **notchord**، تركيب مرن يشبه العصا، يمتد على طول جسم الحيوان الفقاري، ويساعد على انحناء الجسم وأداء حركاته الجانبية.

**الحجاب الحاجز** **diaphragm**، صفيحة عضلية تقع تحت الرئتين، تفصل التجويف الصدري عن التجويف البطني في الثدييات.

**الحمل** **gestation**، مدة زمنية يتم خلالها نمو الجنين في الرحم قبل أن يولد، وتعتمد مدتها على نوع المخلوق الثديي.

**الحويصلة الهوائية** **alveolus**، أكياس هوائية ذات جدر رفيعة جداً، توجد في الرئتين، ومحاطة بشعيرات دموية.

**الحركة الدودية** **peristalsis**، انقباضات عضلية متموجة ومنظمة، تحرك الطعام عبر القناة الهضمية.

## (خ)

**خلية الدم البيضاء** **white blood cell**، نوع من خلايا الدم، كبيرة الحجم، تحوي نواة، تنتج في نخاع العظم، وتقاوم الأمراض التي تصيب الجسم.

**خلية الدم الحمراء** **red blood cell**، خلية الدم التي تحوي الهيموجلوبين، ولا تحوي نواة، تشبه القرص المقعر الوجهين، تعيش فترة قصيرة، وتقل الأكسجين إلى خلايا الجسم وتخلصه من الفضلات.

**الخلية العصبية** **neuron**، الخلايا التي تنقل السيالات العصبية في الجسم، وتتكون من جسم الخلية، والمحور والزوائد الشجرية.

**الخلية العظمية البانية** **osteoblast**، الخلايا التي تكوّن العظم وتبنيه.

**الخلية العظمية الهادمة** **osteoclast**، الخلايا التي تحطم خلايا العظم.



## (ص)

**الصفائح الدموية platelets**، قطع مسطحة من الخلايا تؤدي دوراً مهماً في تخثر الدم.

**الصمام valve**، أحد القطع النسيجية، يكون في صورة ألواح في الأوردة تمنع رجوع الدم.

## (ع)

**عتبة التنبيه threshold**، أقل منبه تحتاج إليه الخلية العصبية لتكوين السعال العصبي.

**عرف عصبي neural crest**، مجموعة من الخلايا تتكون من الطبقة الخارجية للجنين وتساهم في تكوين العديد من تراكيب الفقاريات.

**ريش زغبى down feather**، ريش طري تحت ريش الطائر المحيطي، وظيفته العزل عن طريق حجز الهواء.

**ريش محيطى contour feather**، ريش ذو قصبات يغطي جسم الطائر وأجنحته وذيله، ويحدد شكل الجسم.

## (ز)

**زعنفة fin**، تركيب يشبه المجذاف في السمكة أو بعض المخلوقات المائية الأخرى يستعمل للسباحة والاتزان والاندفاع.

**الزوائد الشجرية dendrites**، أجزاء من الخلية العصبية تستقبل السيالات العصبية القادمة من الخلايا العصبية الأخرى، وتنقلها إلى جسم الخلية العصبية.

## (س)

**العضلات الإرادية voluntary muscles**، العضلات الهيكلية التي يستطيع الجسم التحكم في حركتها.

**العضلات القلبية cardiac muscles**، عضلات لا إرادية توجد في القلب فقط.

**العضلات اللاإرادية involuntary muscles**، العضلات التي لا يسيطر الجسم على حركتها.

**العضلات الملساء smooth muscles**، عضلات تبطن معظم الأعضاء الداخلية المجوفة في الجسم، ومنها المعدة والأمعاء والرحم.

**العضلات الهيكلية skeletal muscles**، عضلات مخططة ينتج عنها حركة الجسم عندما تنقبض، وهي مرتبطة مع العظام بالأوتار.

**عضو جاكوبسن jacobson's organ**، تركيب يشبه الكيس، يحس برائحة المواد، ويوجد على قاع التجويف الفمي للأفاعي.

**السعر الحراري calorie**، وحدة تُستخدم لقياس محتوى الغذاء من الطاقة، وهو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء درجة سيليزية واحدة.

## (ش)

**الشريان artery**، وعاء دموي مرن، له جدار سميك، يحمل الدم المؤكسج إلى أجزاء الجسم كافة بعيداً عن القلب.

**الشعيرات الدموية capillaries**، أوعية دموية صغيرة يتكون جدارها من طبقة واحدة من الخلايا. ويتم بوساطتها تبادل المواد بين الدم وخلايا الجسم.

**الشق البلعومي pharyngeal pouch**، في أجنة الفقاريات، أحد التراكيب المزدوجة، يربط بين الأنبوب العضلي الذي يطن تجويف الفم والمريء.

**الغطاء الخيشومي** operculum، قطعة متحركة واقية تغطي خياشيم الأسماك، وتساعد على ضخ الماء الذي يدخل الفم، ويتحرك فوق الخياشيم.

## (ف)

**الفيتامين** vitamin، مركب عضوي يذوب في الدهون أو الماء، يحتاج إليه الجسم بكميات صغيرة للقيام بالأنشطة الأيضية.

## (ق)

**القشرة المخية** cerebral cortex، طبقة من المخ كثيرة الانثناءات، مسؤولة عن تنسيق النشاطات الإرادية، والذاكرة، والمقدرة على التعلم.

**القشور** scales، تراكيب صغيرة، منبسطة، تشبه الصفائح توجد قريبة من سطح الجلد عند معظم الأسماك، يمكن أن تكون دائرية أو معيَّنة أو لوحية أو مشطية الشكل.

**القصبية الهوائية** trachea، أنبوب يحمل الهواء من الحنجرة إلى القصيبات الهوائية.

**القطعة العضلية** saeromere، وحدة الوظيفة في العضلات الهيكلية التي تنقبض، وتتكون من ألياف عضلية.

**القلب** heart، عضو عضلي أجوف يضخ الدم المؤكسج إلى الجسم، والدم غير المؤكسج إلى الرئتين.

**القدم الكاذبة** pseudopods، امتداد سيتوبلازمي مؤقت، تستعمله خلايا الدم البيضاء في عملية البلعمة.

## (ك)

**كيس هوائي** air sac، في الطيور، تركيب خلفي وأمامي يستخدم في التنفس، يسبب جرياناً للهواء المؤكسج فقط خلال الرئتين.

**الكالسيتونين** calcitonin، أحد هرمونات الغدة الدرقية ينظم مستوى الكالسيوم في الدم.

**العظم الإسفنجي** spongy bone، طبقة العظم الداخلية الخفيفة التي تحوي تجاويف مليئة بالنخاع العظمي.

**عظمة القص** sternum، عظمة صدر كبيرة تتصل بها العضلات التي تستخدم في تحليق الطيور وطيورها.

**العظم الكثيف** compact bone، طبقة العظم الخارجية القوية والكثيفة التي تحوي أنظمة هافرس.

**العقدة** node، فجوة في الغشاء الميلييني الموجود على طول المحور العصبي، تنتقل السيالات العصبية وثباتاً من عقدة إلى أخرى على طول المحور.

## (غ)

**الغدة** gland، عضو أو مجموعة من الخلايا تفرز مادة تستعمل في مكان آخر في الجسم.

**غدة دهنية (زيتية)** oil gland، غدة تفرز الزيت، توجد بالقرب من قاعدة ذيل الطائر.

**غدة لبنية** mammary gland، غدة تنتج وتفرز الحليب لتغذية الصغير النامي وتوجد في الثدييات.

**الغدة الصماء** endocrine gland، غدة منتجة للهرمون، تطلق ما تنتجه إلى مجرى الدم.

**الغدة النخامية** pituitary gland، غدة صماء تقع على قاعدة الدماغ، وتسمى سيدة الغدد بسبب تنظيمها للعديد من وظائف الجسم.

**الغشاء الرامش** nictitating membrane، جفن شفاف يتحرك على سطح العين، يحميها من الجفاف على اليابسة، ويحميها أيضاً تحت الماء، ويوجد في البرمائيات.

**غشاء الطبلة** ear drum، غشاء بيضوي الشكل، رقيق شبه شفاف، يفصل الأذن الوسطى عن الأذن الداخلية، ويسمى أيضاً طبلة الأذن.

**الغضروف** cartilage، مادة مرنة قاسية، تكوّن هيكل الفقاريات أو أجزاء منها.



**المخ cerebrum**، الجزء الأكبر من الدماغ؛ ويقسم إلى نصفي كرة. ويعد المسؤول عن عمليات التفكير العليا التي تتضمن اللغة والتعلم والذاكرة وحركات الجسم الإرادية.

**المُخَيخ cerebellum**، جزء من الدماغ مسؤول عن توازن الجسم وتنسيق حركاته.

**المشيمة placenta**، في معظم الثدييات، عضو متخصص يوفر الغذاء والأكسجين للجنين النامي، ويخلصه من الفضلات.

**منطقة تحت المهاد hypothalamus**، جزء من الدماغ ينظم درجة حرارة الجسم والعطش والشهية، ويحافظ على توازن الماء في الجسم.

**الميوسين myosin**، خيوط بروتينية، توجد في الخلايا العضلية، وتعمل مع الأكتين على انقباض العضلات.

**المادة المغذية nutrient**، مادة كيميائية، يحصل عليها المخلوق الحي من البيئة للقيام بالعمليات الحيوية والحفاظ على الحياة.

**المانع لإدرار البول antidiuretic hormone**، هرمون يحافظ على اتزان الجسم عن طريق تنظيم مستوى الماء فيه.

**المريء esophagus**، أنبوب عضلي يصل بين البلعوم والمعدة، ويدفع بالطعام إلى المعدة عن طريق الحركة الدودية.

**مسبب المرض pathogen**، عامل مثل البكتيريا والفيروس والطلائعيات والفطريات، يسبب مرضاً مُعدّياً.

**المضاد الحيوي antibiotic**، مادة قادرة على قتل أو تثبيط نمو بعض المخلوقات الحية الدقيقة.

**منطقة تحت المهاد hypothalamus**، جزء من الدماغ ينظم درجة حرارة الجسم، والعطش، والشهية، ويحافظ على توازن الماء في الجسم.

**مولد الضد antigen**، مادة غريبة عن الجسم تسبب استجابة مناعية، ويمكنه الاتحاد مع الجسم المضاد أو الخلية التائية.

**الكبد liver**، أكبر عضو داخلي في الجسم، يفرز العصارة الصفراء.

**الكربوهيدرات carbohydrate**، مركبات عضوية تحتوي على الكربون والهيدروجين والأكسجين، بنسبة ذرة أكسجين واحدة وذرتين من الهيدروجين لكل ذرة واحدة من الكربون.

**الكورتيزول cortisol**، هرمون ستيرويدي قشري يرفع من مستوى الجلوكوز في الدم، تنتجه قشرة الغدة الكظرية ويقلل الالتهاب.

## (ل)

**اللافقاري الحبلي invertebrate chordate**، حيوان حبلي بدون دعامة ظهرية.

**اللييف العضلي myofibril**، ألياف عضلية صغيرة جداً تساعد على انقباض العضلات، تتكون من خيوط بروتين الأكتين والميوسين.

## (م)

**متغير درجة الحرارة exothermic**، حيوان لا يمكن أن ينظم درجة حرارة جسمه بوساطة عملياته الأيضية، ويحصل على حرارة جسمه من البيئة الخارجية.

**مثانة عوم swim bladder**، فراغ داخلي مملوء بغاز في الأسماك العظمية تسمح لها بتنظيم طفوها في الماء.

**المجمع cloaca**، الحجرة التي تستقبل فضلات الهضم، وفضلات البول، والبيض أو الحيوانات المنوية قبل أن تغادر الجسم، يكون في البرمائيات.

**المحور axon**، جزء من الخلية العصبية ينقل السيالات العصبية من جسمها إلى الخلايا العصبية الأخرى أو العضلات.



## (و)

**الوتر tendon**؛ حزمة من نسيج ضام قاسٍ تربط العضلات مع العظام.

**الوحدة الأنبوبية الكلوية nephron**؛ وحدة الترشيح في الكلية.

**الوريد vein**؛ وعاء دموي يحمل الدم الراجع إلى القلب.

**وضع البيض (التبويض) spawn**؛ عملية تطلق فيها

إناث الأسماك وذكرها أمشاجها بعضها بالقرب من بعض في الماء.

## (ن)

**الناقل العصبي neurotransmitter**؛ مواد كيميائية تنتشر

عبر التشابك العصبي لتتحد بالمستقبلات الموجودة على شعيرات الخلايا العصبية المجاورة، فتفتح قنوات على سطح الخلايا الأخرى، فتكوّن جهد فعل جديدًا.

**نخاع العظم الأحمر red bone marrow**؛ نوع من النخاع العظمي ينتج خلايا الدم البيضاء والحمراء والصفائح الدموية.

## (هـ)

**الهضم الكيميائي chemical digestion**؛ تحليل كيميائي

للغذاء بواسطة الإنزيمات الهاضمة - ومنها الأميليز - إلى جزيئات صغيرة تستطيع الخلايا امتصاصها.

**الهضم الميكانيكي mechanical digestion**؛ تحليل

فيزيائي للغذاء يحدث عند مضغ الغذاء وتحويله إلى قطع صغيرة، ثم يطحن بقوة في المعدة والأمعاء الدقيقة.

**الهيكل الداخلي endoskeleton**؛ هيكل داخلي يحمي

الأعضاء الداخلية، ويدعم جسم الإنسان، ويربط العضلات بسائر الجسم لكي تنقبض.

**الهيكل العظمي المحوري axial skeleton**؛ أحد قسمي

الجهاز الهيكلي في الإنسان، ويشمل عظام العمود الفقري والأضلاع والجمجمة وعظمة القص.

**الهرمون hormone**؛ مادة مثل الإستروجين، تنتجها غدة

صماء، وتعمل على الخلايا الهدف.

**الهرمون الجاردرقي parathyroid hormone**؛ مادة

تنتجها الغدة جارة الدرقية تزيد من مستوى الكالسيوم في الدم عن طريق التأثير في العظام لإطلاق الكالسيوم.



