المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

أحياء ٢

التعليم الثانوي

(نظام المقررات)

(مسار العلوم الطبيعية)

قام بالتأليف والمراجعة
فريق من المتخصصين

طبعة ١٤٤٣ - ٢٠٢١

يوزع مجاناً ولا يباع

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

ⓒ 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 ؛ ٥ , ٢٧ x ٢١سم
ردمك : ١– ٤٦١– ٥٠٨– ٦٠٣– ٩٧٨

أ– علم الأحياء – مناهج السعودية ٢– التعليم الثانوي – مناهج السعودية – أ. العنوان
ديوي ٥٧٤ , ٣٧٥ ١٤٣٨/٤٥٦٣

رقم الإيداع :١٤٣٨/٤٥٦٣
ردمك :١- ٤٦١- 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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

p1-9.indd 2 04/03/2020 8:29 AM

المقدمة

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحيمِ

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 داعمًا 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 التعلميّة.

والأحياء فرع من فروع العلوم الطبيعية، يتعامل مع المخلوقات الحية المتنوعة، ويهتمّ كتاب (أحياء ٢) بدراسة الحيوانات الفقارية، فيبدأ بدراسة الأسماك والبرمائيات من حيث خصائصها وتراكيبها، وأهميتها للإنسان، ودورها في البيئة، ثم ينتقل الكتاب في عرضه إلى دراسة الزواحف والطيور، ودراسة خصائصها وتراكيبها 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، وتراكيبها 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، وجهازا 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 أيضًا مبدأ رؤية (٢٠٣٠) "نتعلم لنعمل"، من خلال إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبنيّ والموجّه والمفتوح.

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

المقدمة

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 مفتوحًا في نهايته.

تقسم فصول الكتاب إلى أقسام، يتضمن كلٌّ منها في بدايته ربطًا بين المفردات السابقة والمفردات الجديدة، وفكرةً رئيسةً مرتبطة مع الفكرة العامة للفصل. كما يتضمّن القسم أدواتٍ أخرى تساعد على تعزيز فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحًا وتفسيرًا للمفردات الجديدة التي تظهر مظلَّلة باللون الأصفر، وأسئلة تعمّق 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. ويتضمّن 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 يعدّها الطالب في بداية كل فصل.

وقد وظّفت أدوات التقويم الواقعي في التقويم بمراحله وأغراضه المختلفة: القبلي، والتشخيصي، والتكويني (البنائي) والختامي (التجميعي)؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل، والأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلالية بوصفها تقويمًا قبْليًّا تشخيصيًّا لسبر واستكشاف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى يُطرح سؤالٌ تحت عنوان "ماذا قرأت؟"، وتجد تقويمًا خاصًّا بكل قسم من أقسام الفصل يتضمّن أفكار المحتوى وأسئلةً تساعد على تلمُّس جوانب التعلُّم وتعزيزه، وما قد يرغب الطالب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل يأتي دليل مراجعة الفصل متضمِّنًا تذكيرًا 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 يتضمّن الكتاب في نهاية كل فصل اختبارًا مقنَّنًا يتضمّن 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 المرجوّة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

قائمة المحتويات

دليل الطالب

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟ 7

الفصل 1

الأسماك والبرمائيات 10

تجربة استهلالية 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 2

الزواحف والطيور 40

تجربة استهلالية 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 3

الثدييات 68

تجربة استهلالية 69

3–1 خصائص الثدييات 70

تجربة 1 – 3 76

3–2 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 4

الجهازان الهيكلي والعضلي 96

تجربة استهلالية 97

4–1 الجهاز الهيكلي 98

تجربة 4–1 102

4–2 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 5

الجهاز العصبي 120

تجربة استهلالية 121

5–1 تركيب الجهاز العصبي 122

تجربة 1 – 5 125

5–2 تنظيم الجهاز العصبي 128

مختبر تحليل البيانات 1 – 5 130

5–3 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 6

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

الفصل 7

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

الفصل 8

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

الفصل 9

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

مرجعيات الطالب

الهياكل العظمية 254
المصطلحات 255

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

هذا الكتاب ليس كتابًا خياليًّا، بل كتابًا علميًّا يصف مخلوقات حية، وعمليات حيوية، وتطبيقات تقنية. لذا فأنت تقرؤه طلبًا للعلم.
وفيما يأتي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته.

قبل أن تقرأ

اقرأ كلًّا 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 لتتعرّف موضوعاته.
- تصفح الصور والرسوم والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة المظلّلة 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 ستدرسها، واختبار مدى استيعابك لها.

1-1

الأهداف

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

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

الغضروف
العرف العصبي
الزعنفة
القشور
غطاء الخياشيم
الأذين
البُطين
الوحدة الأنبوبية الكلوية (النفرون)
جهاز الخط الجانبي
وضع البيض (التبويض)
مثانة العوم

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

الأسماك Fishes

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

الربط مع الحياة لعلك رأيت حوض ماء مليئًا بأسماك ملونة تشبه تلك التي في الصورة في بداية الفصل. ما التكيُّفات التي تُمكِّن 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. تذكَّر أنّ أهم أربع خصائص للحبليات هي أن لها حبلاً عصبيًّا ظهريًّا، وحبلاً ظهريًّا، وجيوبًا بلعومية، وذيلاً خلف شرجي. فالحيوانات التي تندرج تحت شعبة الفقاريات تُسمَّى فقاريات. ولهذه الفقاريات عمود فقري وخلايا مُتخصِّصة تنمو من الحبل العصبي. ويعد العمود الفقري – الذي يُسمَّى أيضًا الحبل الشوكي – سمة أساسية للفقاريات. تضم طوائف الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات.

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

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

سمكة

الأفعى المجلجلة ذات القرون

12

الربط مع واقع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع الواقع.

ماذا قرأت؟ أسئلة تقوّم مدى فهمك لما درسته.

المفردات

الاستعمال العلمي مُقابل الاستعمال الشائع.

البرمائيات Amphibian

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

– الضفدع حيوان برمائي.

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

– هبطت البرمائية بهدوء على مياه البحيرة.

الإخراج Excretion تُرشّح البرمائيات الفضلات من الدَّم من خلال الكلى، وتُخرج الأمونيا أو اليوريا (بولينا) بوصفها فضلات ناتجة عن عمليات الأيض الخلوي. أمّا النّاتج النّهائي لعملية أيض البروتينات وهو الأمونيا فيتمُّ طرحها من البرمائيات التي تعيش في الماء. وتُنتج البرمائيات التي تعيش على اليابسة فضلات اليوريا التي تكوّنت من الأمونيا في الكبد. وعلى عكس الأمونيا تُخزّن اليوريا في المثانة البولية حتى يتخلص منها الجسم من خلال المجمع.

التنفس والدورة الدموية Respiration and circulation تبادل معظم البرمائيات الغازات عندما تكون يرقة من خلال جلدها وخياشيمها، وعندما تصبح بالغة يتنفَّس معظمها عن طريق الرّئتين وجلدها الرّقيق الرّطب وبطانة تجاويف الفم. ويمكن للضفادع أن تتنفَّس من خلال جلدها، سواء أكانت خارج الماء أم داخله. وهذه الخاصية تمكّن الضفادع من قضاء الشّتاء محمية من البرد داخل الطّين في قاع بركة الماء.

يتكوّن جهاز الدوران في البرمائيات ـ كما في الشكل 19 – 1 ـ من دورة دموية مزدوجة، بدلًا من الدورة الدموية المفردة التي درستها في الأسماك. في الدورة الأولى يتحرّك الدَّم غير المؤكسج من القلب ليتحمّل بالأكسجين في الرّئتين والجلد، ثُمَّ يتحرّك الدَّم المؤكسج عائدًا إلى القلب. وفي الدّورة الثانية يتحرّك الدَّم المؤكسج من القلب عبر الأوعية الدموية إلى الجسم، حيثُ ينتشر الأكسجين نحو الخلايا. وللبرمائيات قلب مكون من ثلاث حجرات. وينقسم الأذين كليًّا بنسيج إلى أذينين. ويستقبل الأذين الأيمن دمًا غير مؤكسج من الجسم، في حين يستقبل الأذين الأيسر الدَّم المُؤكسج من الرّئتين. ويبقى البُطين في البرمائيات غير مُقسّم.

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

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

إلى الجسم
إلى الرئتين
الأذين الأيمن
الأذين الأيسر
البُطين
من الجسم
القلب
الرئة

27

مهارات قرائية

- اسأل نفسك: ما الفكرة العامة؟ وما الفكرة الرئيسة؟
- 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.
- غيّر توقعاتك حينما تقرأ معلومات جديدة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

بعد ما قرأت

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

بيوض علجوم مصابة بعدوى فطرية

بيوض علجوم سليمة

الشكل 25–1 توضع البيوض السليمة للعلجوم على هيئة كتلة واحدة في الماء. أما بيوض العلجوم المُصابة بالعدوى فتُغطّى بالفطريات؛ وربما تكون العدوى بالفطريات مسؤولة عن تناقص أعداد جماعات العلجوم.

العوامل العالمية Global factors ربما سبَّبت عوامل عالمية متعدِّدة تناقصًا في أعداد البرمائيات بالإضافة إلى العوامل المحلية. فالتَّغيُّرات المُناخية- ومنها ارتفاع درجة الحرارة، وتناقُص رطوبة التربة، وازدياد فترة الفصل الجاف. والتَّغيُّرات في كميات المطر المتساقطة- يمكن أن تُسبِّب موت البرمائيات أو إجهاد أجسامها، مما يجعلها أكثر تعرُّضًا للأمراض. ويقارن **الشكل 25–1** بين بيوض علاجيم سليمة وأخرى مصابة بفُطر. ويعتقد بعض العلماء أنَّ تغيُّرات المناخ العالمية التي أدَّت إلى تناقص كميات الأمطار تركت بيوض البرمائيات تنمو في برك ضحلة المياه. ولأن الماء ضحل فقد تعرَّضت البيوض أكثر إلى الأشعة فوق البنفسجية. وقد أظهرت التجارب أنَّ ازدياد التَّعرُّض للأشعة فوق البنفسجية يؤدي إلى زيادة مخاطر الإصابة بالعدوى الفطرية في بيوض البرمائيات.

التقويم 2–1

الخلاصة

- يتطلَّب انتقال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيُّفات متنوعة.
- لأجسام البرمائيات تكيُّفات فريدة مكَّنتها من العيش على اليابسة.
- تُصنف البرمائيات إلى ثلاث رُتب؛ اعتمادًا على تراكيب متشابهة.
- تتناقص أعداد جماعات البرمائيات على مستوى العالم لأسباب مختلفة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **لخِّص** تكيُّفات البرمائيات التي ساعدتها على العيش على اليابسة.
2. **قارن** بين ظُّروف البرمائيات التي تعيش على اليابسة وتلك التي تعيش في الماء.
3. **حلل** أنواع التكيُّفات التي ساعدت على انتقال بعض المخلوقات إلى اليابسة.
4. **لخِّص** خصائص كل رتبة من رتب البرمائيات.

التفكير الناقد

5. **فسِّر الرسوم العلمية** قم بدراسة **الشكل 19–1**، وفسِّر 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 مشوَّهة. كوِّن فرضية تبيِّن أسباب حدوث هذه التَّشوهات.

32

يتضمَّن كل قسم في الفصل أسئلة وخلاصة؛ حيث تقدم الخلاصة مراجعة المفاهيم الرئيسة، في حين تختبر الأسئلةُ فهمك لما درسته.

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

المفردات	المفاهيم الرئيسة
1–1 الأسماك	
الغضروف	**الفكرة الرئيسة** **الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتَّكاثر في الماء.**
العرف العصبي	• تضم الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزَّواحف والطُّيور والثدييات.
الزعنفة	• للفقاريات كلها حبل ظهري. ويحل العمود الفقري في أغلب الفقاريات محل الحبل الظَّهري خلال النمو الجنيني.
القشور	• للأسماك خصائص مُعينة مشتركة، لذا تُصنَّف معًا.
غطاء الخياشيم	• لأجسام الأسماك تكيُّفات فريدة تُمكِّنها من العيش بشكل كامل في الماء.
الأُذين	• يمكن تصنيف الأسماك في ثلاث طوائف أساسية، هي: أسماك لافكية، وأسماك غضروفية، وأسماك عظمية.
البُطين	• الجرث والجلكي مثالان على الأسماك اللافكية. وأسماك القرش والورنك مثالان على الأسماك الغضروفية، والسلمون والهامور مثالان على الأسماك العظمية.
الوحدة الأنبوبية الكلوية (النفرون)	• تغيُّر الموطن والتَّلوث قد يؤثران سلبًا في جماعات الأسماك.
جهاز الخط الجانبي	
وضع البيض (التبويض)	
مثانة العوم	
2–1 البرمائيات	
المجمع (المذرق)	**الفكرة الرئيسة** **لمعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءًا من حياتها في الماء والجزء الأخر على اليابسة.**
الغشاء الرامش	• يتطلَّب انتقال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيُّفات متنوعة.
غشاء الطبلة	• لأجسام البرمائيات تكيُّفات فريدة مكَّنتها من العيش على اليابسة.
متغيرة درجة الحرارة	• تُصنف البرمائيات إلى ثلاث رُتب اعتمادًا على تراكيب متشابهة.
	• تتناقص أعداد جماعات البرمائيات على مستوى العالم لأسباب مختلفة.

35

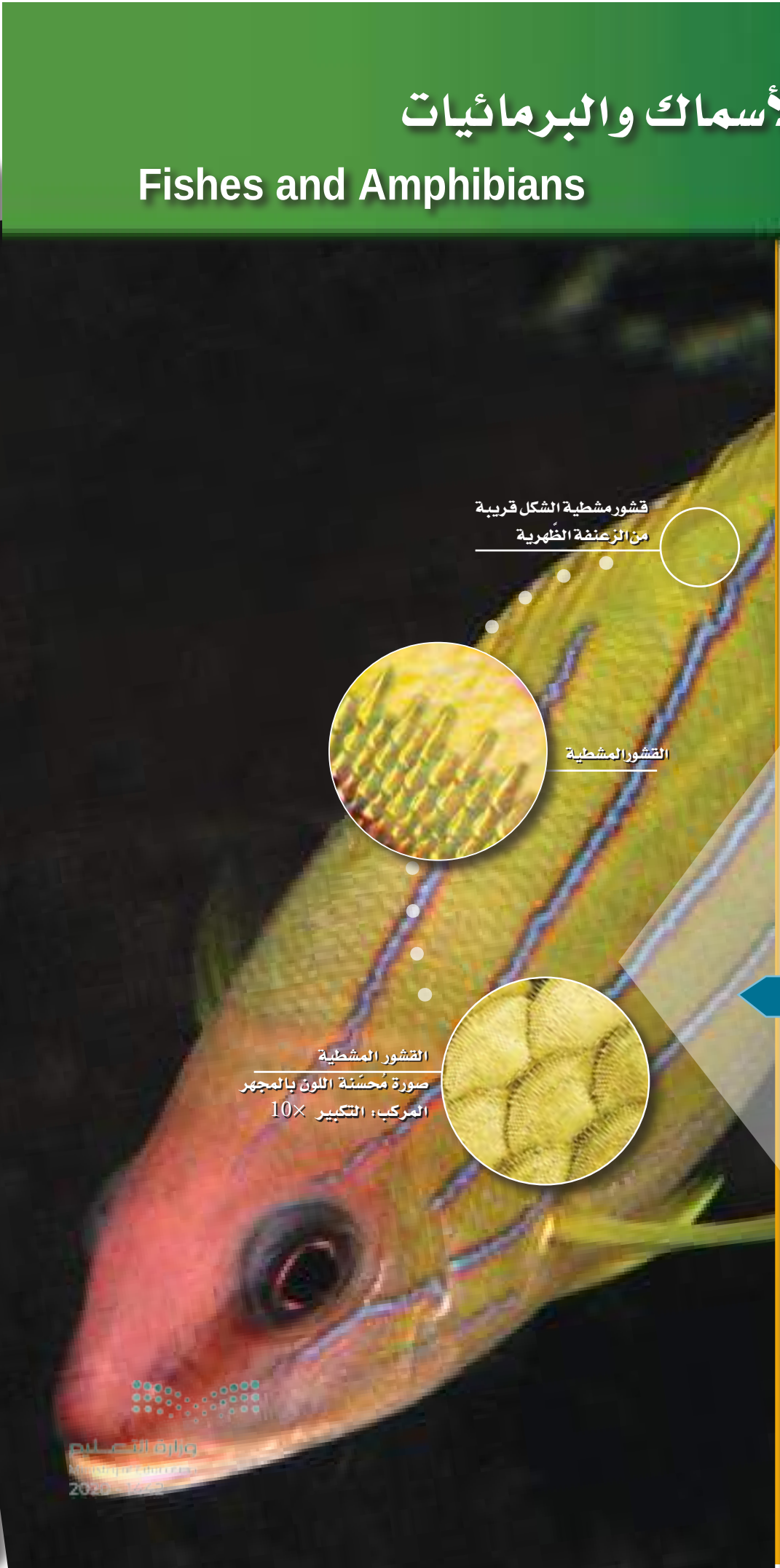
ستجد في نهاية كل فصل دليلًا للمراجعة متضمنًا المفردات والمفاهيم الرئيسة. استعمل هذا الدليل للمراجعة وللتأكد من مدى استيعابك.

طرائق أخرى للمراجعة

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

الأسماك والبرمائيات

Fishes and Amphibians



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

1-1 الأسماك

الفكرة الرئيسة الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتَّكاثر في الماء.

1-2 البرمائيات

الفكرة الرئيسة لمُعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءًا 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 تكوِّن الأسنان.
- قشور الأسماك عديمة اللون؛ أما اللَّون الظاهر فيأتي من الجلد الذي يلي القشور.

تجربة استهلالية

ما خصائص المجموعات المختلفة من الأسماك؟

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التَّجارب العملية.
2. افحص **صورًا** تمثِّل كلًّا من مجموعات الأسماك الثلاث. انظر إلى بعض الخصائص ومنها الجلد/ القشور، وموقع الزعنفة، وشكل كلٍّ من الزعنفة والعينين والفم والأسنان والجسم والذيل.
3. صمِّم جدولًا، وسجِّل فيه المعلومات التي تتعلق بالمميِّزات الخارجية للمجموعات المختلفة للأسماك.

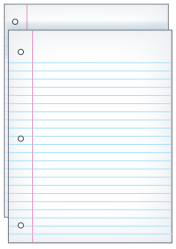
التَّحليل

1. **لخِّص** ما الاختلافات الرئيسة للخصائص الخارجية لهذه المجموعات من الأسماك؟
2. **استنتج** ما أهمية فحص التراكيب الخارجية وخصائص المخلوقات الحية والمقارنة بينها عند تصنيفها؟

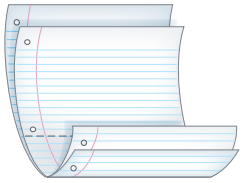
المطويات منظمات الأفكار

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

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



الخطوة 2: اثنِ الطرف السفلي للورقة لتكوين ثلاثة ألسنة متساوية، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: ثبِّت الأوراق معًا على طول الطرف المثنيّ، وعنون كل لسان كما في الشكل الآتي:

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

1-1

الأهداف

- **تحدِّد** خصائص الفقاريات التي تميزها عن اللافقاريات.
- **تصف** أهم الخصائص المُشتركة بين طوائف الأسماك.
- **تلخِّص** تكيُّف خصائص الأسماك مع الحياة المائية.
- **تقارن** بين الخصائص المختلفة لطوائف الأسماك.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

الغضروف
العرف العصبي
الزعنفة
القشور
غطاء الخياشيم
الأُذين
البُطين
الوحدة الأُنبوبية الكلوية (النفرون)
جهاز الخط الجانبي
وضع البيض (التبويض)
مثانة العوم

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

الأسماك Fishes

الفكرة الرئيسة **الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتَّكاثر في الماء.**

الرّبط مع الحياة لعلك رأيت حوض ماء مليئًا بأسماك ملونة تشبه تلك التي في الصورة في بداية الفصل. ما التكيُّفات التي تُمكِّن 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. تذكَّر أنَّ أهم أربع خصائص للحبليات هي أن لها حبلاً عصبيًّا ظهريًّا، وحبلًا ظهريًّا، وجيوبًا بلعومية، وذيلًا خلف شرجي. فالحيوانات التي تندرج تحت شعبة الفقاريات تُسمَّى فقاريات. ولهذه الفقاريات عمود فقري وخلايا مُتخصِّصة تنمو من الحبل العصبي. ويعد العمود الفقري – الذي يُسمَّى أيضًا الحبل الشوكي – سمة أساسية للفقاريات. تضم طوائف الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزَّواحف والطُّيور والثدييات.

العمود الفقري Vertebral column في معظم الفقاريات يحل العمود الفقري – الذي يحيط بالحبل العصبي ويحميه – محل الحبل الظَّهري. ويحدث استبدال الحبل الظَّهري خلال النمو الجنيني. فالغضروف أو العظم هما المادتان المكونتان للهياكل الدَّاخلية لمعظم الفقاريات. ويُعرّف **الغضروف** cartilage بأنه مادة قاسية مرنة تُكوِّن هياكل أو أجزاء من هياكل الفقاريات.

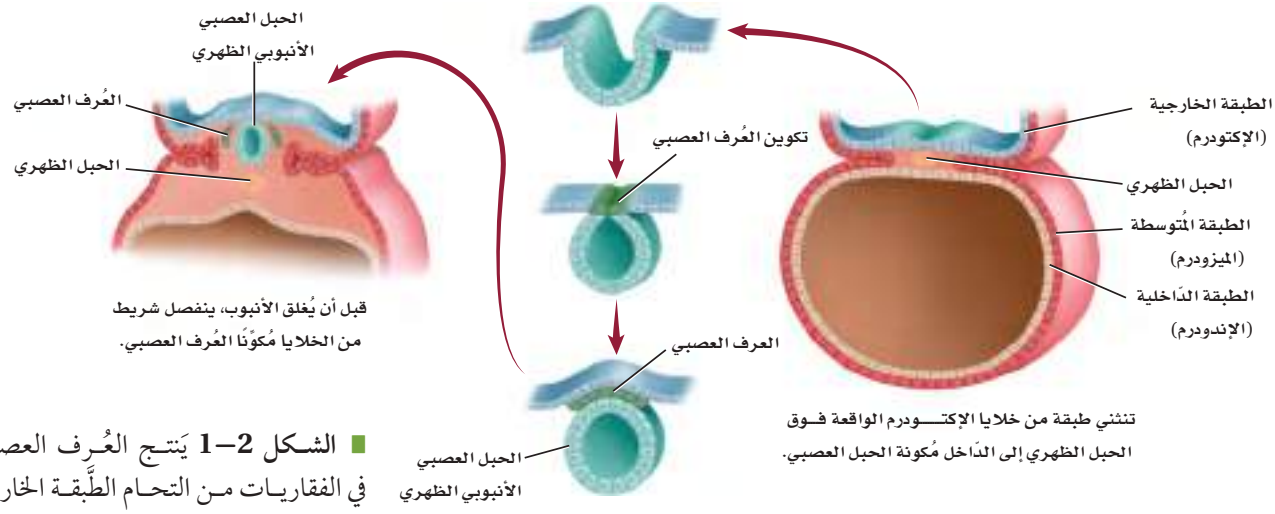
تُعد الأعمدة الفقرية، المبينة في **الشكل 1-1**، تراكيب مهمّة للفقاريات. ويعمل العمود الفقري عمل عصا قوية ومرنة؛ حيث تستند عليه العضلات في أثناء السِّباحة أو الرَّكض. وتساعد الفقرات المنفصلة الحيوان على التَّحرُّك بسرعة وسهولة. كما تُساعد العظام على انقباض العضلات بقوة، فتزيد من قوة الحيوان.

الأفعى المجلجلة ذات القرون

سمكة

الشكل 1-1 يوجد العمود الفقري في معظم الفقاريات، ومنها الأسماك والزَّواحف المبينة في الشكل أدناه.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



■ **الشكل 2–1** يَنتج العُرف العصبي في الفقاريات من التحام الطَّبقة الخارجية من حافتي الانثنائين العصبيين في المرحلة الجنينية.

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

ومن الخصائص الأُخرى المميزة للفقاريات وجود الأعضاء الدَّاخلية، ومنها الكلى والكبد والقلب، وجهاز دوري مغلق.

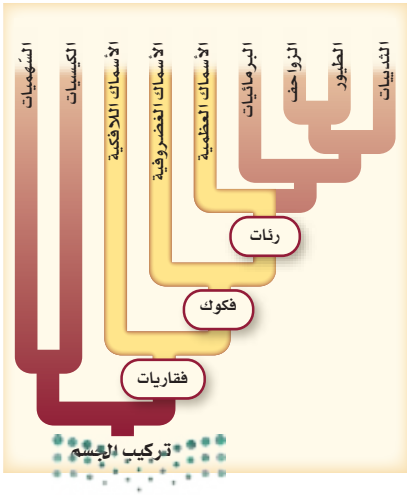
ماذا قرأت؟ فسِّر لماذا يُعد العُرف العصبي صفة مهمة للفقاريات؟

خصائص الأسماك Characteristics of Fishes

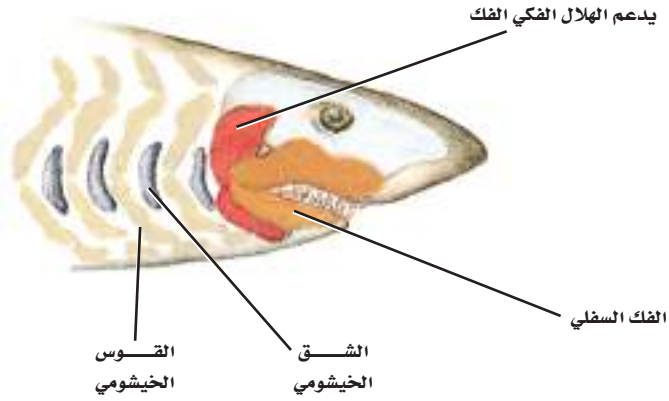
تعيش الأسماك في معظم البيئات المائية على سطح الأرض، في البحار والبِرَك والجداول وبعض المستنقعات، وبعضها الآخر يعيش في الظلمة التامة في قاع المحيط. كما تعيش أسماك أُخرى في المياه المتجمدة في المناطق القطبية؛ حيث يحتوي دمها على بروتينات خاصة تمنع تجمده. وهناك نحو 24,600 نوع من الأسماك، وهذا يفوق مجموع أنواع الفقاريات كلها مجتمعة، وتتراوح حجومها 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 عددًا من الخصائص التركيبية ساعدتْها على العيش في معظم البيئات المائية، من هذه الخصائص المهمة وجود الفكوك في بعض الأسماك، والرِّئات في بعضها الآخر. ويوضح مخطط العلاقات التركيبية في **الشكل 3–1** أن هناك ثلاث طوائف من الأسماك، كلّها فقاريات. وعلى الرَّغم من أنَّ أجسام الأسماك تختلف في الشَّكل والتَّركيب كثيرًا، إلا أنّ لها العديد من الصِّفات المشتركة. ولمعظم الأسماك عمود فقري وفكوك وزعانف مزدوجة وقشور وخياشيم ودورة دموية واحدة، ولا تستطيع بناء بعض الأحماض الأمينية.

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



وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



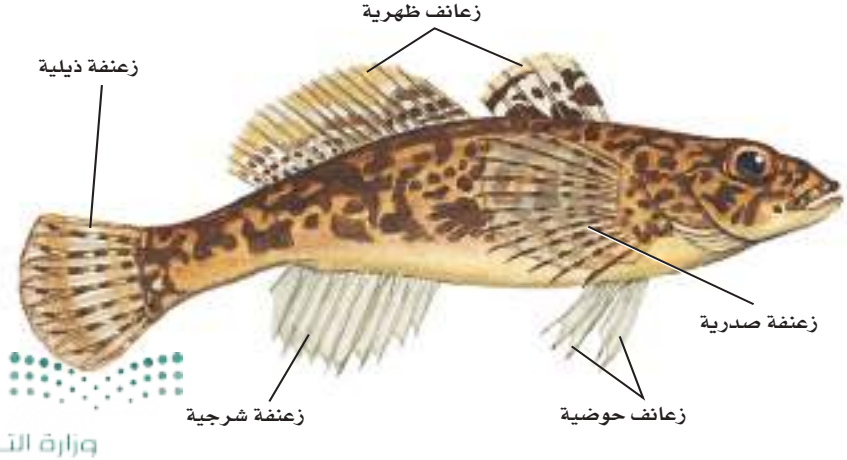
■ **الشكل 4–1** تتكون الفكوك من الأقواس الخيشومية الأمامية في الأسماك الفكية.

الفكوك Jaws لمعظم الأسماك فكوك. ويوضِّح **الشكل 4 – 1** الأقواس الخيشومية التي تكوِّن الفكوك في الأسماك؛ إذ تسمح هذه الفكوك للأسماك الكبيرة بافتراس العديد من المخلوقات الحية، وقد تكون قادرة على افتراس أسماك أكبر حجمًا وأكثر نشاطًا، فتُمسك الأسماك الفريسة بأسنانها القوية، وتحطِّمها بعضلات فكَّيها القوية. كما تساعد الفكوك الأسماك على الدفاع عن نفسها ضد بعض المُفترسات.

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

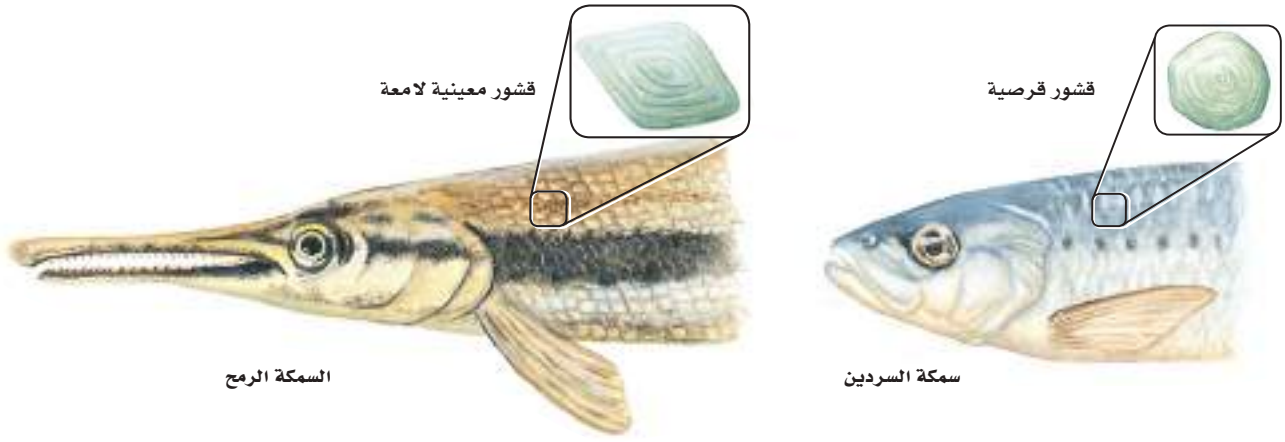
الزعانف المزدوجة Paired fins من بديع صنع الخالق عز وجل أن وهب للأسماك تراكيب مختلفة، ومنها الزَّعانف المزدوجة؛ لتساعدها على العيش في البيئات المائية المتنوعة. **الزعنفة** fin تركيب يشبه المجداف على جسم السمكة، أو أي حيوان مائي آخر، تُستعمل للتَّوازن، وتغيير اتجاه الحركة، والاندفاع إلى الأمام. والزَّعانف الحوضية والزَّعانف الصَّدرية، المبينة في **الشكل 5–1**، تمنح السَّمكة استقرارًا أكثر أثناء السباحة. ولمعظم الأسماك زعانف مزدوجة؛ تُقلِّل من فرصة الانقلاب الجانبي (عدم التوازن) للسمكة، وتسمح بتوجيه أفضل لها خلال السِّباحة.

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 5–1** الزَّعانف المُزدوجة للأسماك (ومنها الزَّعانف الحوضية والصَّدرية) تسمح لها بالحفاظ على توازُنها في أثناء السباحة، وتغيير اتجاه حركتها في الماء.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



القشور Scales للأسماك نوع واحد على الأقل من أربعة أنواع مختلفة من القشور. و**القشور** scales تراكيب صغيرة مُسطَّحة تشبه الصَّفيحة، توجد بالقُرب من سطح الجلد في معظم الأسماك. ومنها: القشور المشطية في صورة أحد أنواع الأسماك العظمية الموضحة في بداية هذا الفصل، وكذلك القشورالقرصية التي تتكون من عظم وجلد، وهي رقيقة مرنة، تغطي جسم سمكة السردين، كما في **الشكل 6–1**. أما قشور القرش فتُسمَّى القشور الصفائحية، وهي مكونة من مواد قاسية وثقيلة، وتشبه الأسنان، كما في **الشكل 14–1** الذي ستدرسه لاحقًا. وأما النوع الرابع من القشور فهو القشورالمعينية اللامعة التي تغطي جسم السمكة الرمح، المبينة في **الشكل 6–1**، وهي معينية الشكل ومكوَّنة من مينا (المادة نفسها التي تغطي أسنان الإنسان) وعظم.

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

■ **الشكل 6–1** يبين نوعين من قشور الأسماك، هما القشور المعينية، والقشور القرصية.

صف الفروق الظاهرية بين القشور القرصية والقشور المعينية.

تجربة 1–1

ملاحظة سمكة

ما خصائص الأسماك التي تستنتجها من خلال الملاحظة؟

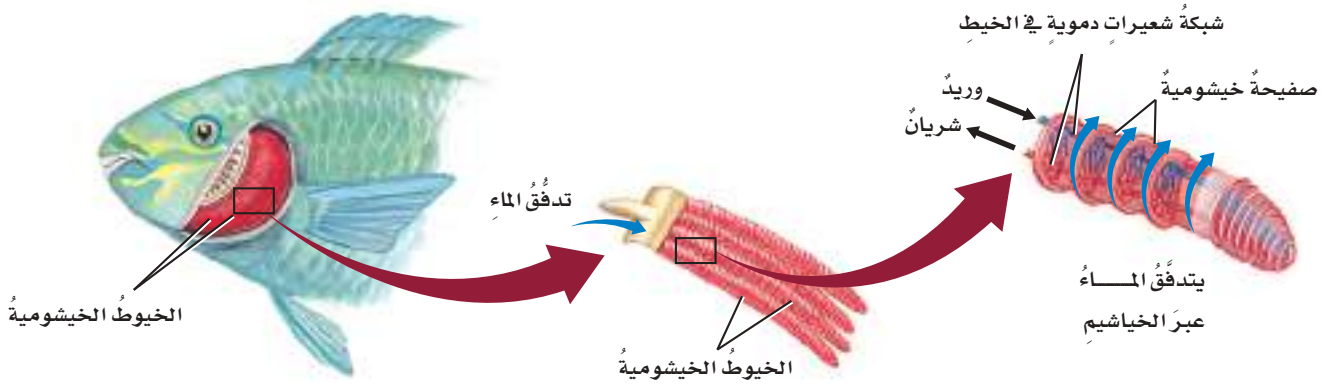
ستلاحظ في هذه التَّجربة سمكة في بيئتها المائية.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. لاحظ سمكة (أسماكًا) في حوض مائي.
3. ارسم شكلًا توضيحيًّا لسمكة، ثم أشر إلى التراكيب الآتية: الزعنفة الظَّهرية، الزعنفة الذَّيلية، الزعنفة الشَّرجية، الزعانف الصَّدرية، الزعانف الحوضية، القشور، الفم، العين، غطاء الخياشيم.
4. لاحظ كيف تتحرَّك السمكة في الماء. ووضِّح كيف تُحرِّك السمكة جسمها وزعانفها عندما تتحرَّك إلى الأمام في الماء.

التَّحليل

1. **استنتج** جسم السَّمكة مُقسَّم إلى ثلاث مناطق: رأس، وجذع، وذيل. حدد هذه المناطق على الشَّكل الذي رسمته.
2. **طبِّق** افترض أنَّ سمكة فقدت إحدى زعانفها الصَّدرية عندما أفلتت من مُفترس. كيف يُمكن أن يُؤثِّر هذا في قدرتها على التَّحرُّك في الماء؟



■ **الشكل 7–1** تحتوي الصفيحة الرقيقة لخياشيم السمكة على العديد من الأوعية الدموية.

استنتج لماذا تتكوَّن خياشيم الأسماك من نسيج رقيق جدًّا؟

الخياشيم Gills يسمح تكيف آخر للأسماك بالعيش في البيئات المائية، وهو قُدرتها على الحصول على الأكسجين من الماء؛ إذ تحصل الأسماك على الأكسجين عندما يدخل الماء فمها، ثُمَّ يعبر خياشيمها، فينتشر الأكسجين من الماء إلى الدَّم. وتتكوَّن الخياشيم من خيوط رقيقة مُغطَّاة بصفيحة شديدة الانثناء. ويوضِّح **الشكل 7–1** تركيب الخياشيم في معظم الأسماك. وتحتوي الصفيحة على العديد من الأوعية الدَّموية التي يمكنها أن تأخذ الأكسجين، وتطلق ثاني أكسيد الكربون. ويتدفق الدَّم في الخياشيم في عكس اتجاه جريان الماء على سطح الخياشيم. وجريان التَّيار المُعاكس يمثل آلية فعَّالة يُمكن بها استخلاص الأكسجين من الماء. و يُستخلص 85% من الأكسجين المُذاب في الماء تقريبًا عندما يجري الماء فوق الخياشيم في اتجاه، ويجري الدَّم في اتجاه آخر. ولبعض الأسماك غطاء خيشومي operculum؛ وهو غطاء متحرِّك يغطِّي الخياشيم ويحميها، ويساعد هذا الغطاء أيضًا في ضخّ الماء القادم من الفم عبر الخياشيم. وبعض الأسماك ـ ومنها سمكة الرِّئة Lung fish – يمكنها أن تعيش خارج الماء لأوقات قصيرة باستخدام تراكيب تشبه الرِّئات. ويمكن لأسماك الأنقليس eel (ثعبان الماء) أن تتنفَّس من خلال الجلد الرَّطب عندما تكون خارج الماء.

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

يتكوَّن القلب ـ في أغلب الأسماك ـ من حُجرتين رئيستين تشبهان الأُذين والبُطين في قلبك. **والأُذين** atrium هو حُجرة القلب التي يصلها الدَّم من جميع أجزاء الجسم، ثم ينتقل منه إلى **البُطين** ventricle؛ وهو الحجرة التي تضُخّ الدَّم من القلب إلى الخياشيم. وعندما يمرّ الدَّم في الخياشيم ينتقل إلى سائر أجزاء الجسم.

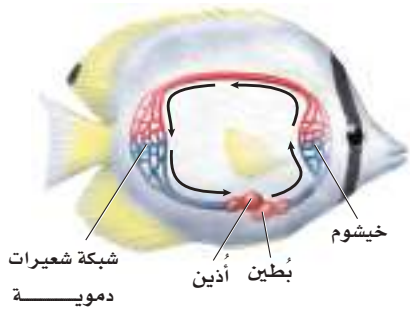
المفردات

أصل الكلمة

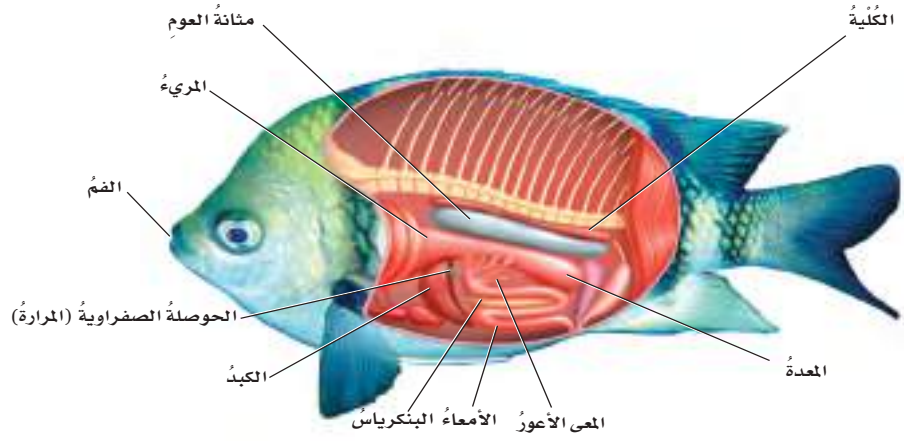
الأُذَين Atrium

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

■ **الشكل 8–1** يضخُّ قلب السَّمكة الدَّم عبر جهاز دوري مُغلق.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



■ **الشكل 9–1** أعضاء الجهاز الهضمي للسمكة تُشبه مثيلتها في الفقاريات الأُخرى. **اعمل قائمة بالتَّراكيب التي يمرُّ عبرها الطَّعام 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 فعّالة تتنوع مصادر غذائها. ويتكوَّن الجهاز الهضمي للأسماك، المبين في **الشكل 9–1**، من أعضاء تشبه مثيلتها في الفقاريات الأُخرى.

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

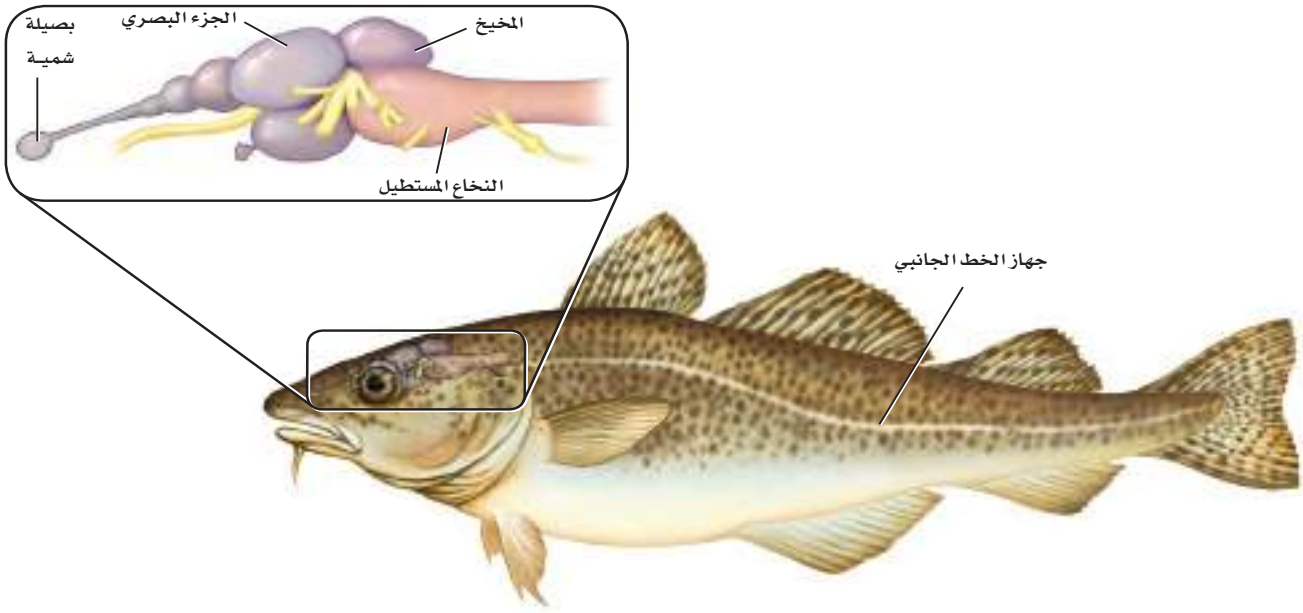
وتتصف الأسماك بأنها لا تستطيع تصنيع بعض الأحماض الأمينية؛ لذا يجب أن تحصل – مثل بعض أنواع الفقاريات الأخرى – على هذه الأحماض من الأغذية التي تأكلها.

الإخراج Excretion تُنقَّى الفضلات الخلوية من دم الأسماك عن طريق أعضاء تُسمَّى الكُلى، وتسمى الوحدة الوظيفية الأساسية للكلية **الوحدة الأُنبوبية الكلوية (النفرون)** nephron؛ وهي وحدة تنقية داخل الكلية تساعد على المحافظة على اتزان الماء والأملاح في الجسم، وتُزيل الفضلات الخلوية من الدَّم. وبعض هذه الفضلات يُطرح عن طريق الخياشيم.

الربط مع الكيمياء تستعمل أسماك المياه العذبة الخاصية الأسموزية لتأخذ الماء؛ وذلك لأن الماء المحيط بالأسماك يحوي تركيزًا منخفضًا 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 تركيزًا عاليًا من الأملاح؛ أي أن عدد جزيئات الماء فيه قليل مقارنة بعدد جزيئات الماء داخل أنسجة الأسماك، لذلك فإن أجسام الأسماك تكون قابلة لفقد الماء. وتقوم الكليتان والخياشيم وغيرها من الآليات الداخلية بتنظيم اتزان الماء والأملاح في أجسام أسماك المياه العذبة والمالحة.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالِم الأسماك (البحار)
Ichthyologist يبحث عن معلومات حول سلوك الأسماك، وبيئتها، وتشريحها، ووظيفتها، سواء أكان ذلك في الميدان أم في المختبر. كما يهتم عالم الأسماك أيضًا بالأحواض المائية، وينظِّم مجموعات المتاحف، ويدرِّس في الجامعات، ويحاول المحافظة على جماعات الأسماك.



■ **الشكل 10–1** للأسماك دماغ يُمكِّنها 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؟

الدِّماغ والحواس Brain and Senses يتكون الجهاز العصبي للأسماك – كما في الفقاريات الأُخرى – من حبل شوكي ودماغ كما في **الشكل 10–1**. ويقوم المُخيخ بتنسيق الحركة والتَّحكُّم في الاتزان. وللأسماك مُستقبلات شمية للإحساس بالروائح، تُمكِّنها من اكتشاف المواد الكيميائية الذائبة في الماء. وتستجيب بُصيلات الشَّم للمنبه الكيميائي، وللأسماك أيضًا القدرة على الرؤية الملونة، حيث إن الأجزاء البصرية في الدماغ مسؤولة عن المعلومات البصرية. كما ينسِّق المخ المعلومات التي تستقبلها أجزاء الدِّماغ الأخرى، في حين يسيطر النّخاع المستطيل على الأعضاء الدَّاخلية.

وتستطيع الأسماك أن تكتشف أقل حركة في الماء؛ لأن لها مُستقبلات أُخرى تُسمى جهاز الخط الجانبي. **وجهاز الخط الجانبي** lateral line system يُمكِّن السَّمكة من اكتشاف الحركة في الماء، ويساعد أيضًا على إبقائها معتدلة ومتَّزنة. ويوضح **الشكل 10–1** جهاز الخط الجانبي في السَّمكة.

التَّكاثُر Reproduction تتكاثر معظم الأسماك بالإخصاب الخارجي. وتُطلق الأسماك ذكورًا وإناثًا أمشاجها (خلاياها التناسلية) بعضها قريبًا من بعض، خلال عملية تُسمَّى **وضع البيض (التبويض)** spawning. فتحصل الأجنّة النَّامية على الغذاء من الطَّعام المخزون في مُحّ البيضة. وتتكاثر بعض الأسماك ـ ومنها سمكة القرش ـ بالإخصاب الدَّاخلي. وعلى الرَّغم من حدوث الإخصاب الداخلي فإن نمو الجنين في بعض أنواع الأسماك يكون خارج جسم الأنثى بعد أن تضع البيضة المُخصَّبة. ولبعض أنواع الأسماك إخصاب داخلي ينمو فيه الجنين داخل جسم الأنثى، وفي هذه الحالة يأخذ الجنين النَّامي غذاءه من جسم الأُم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

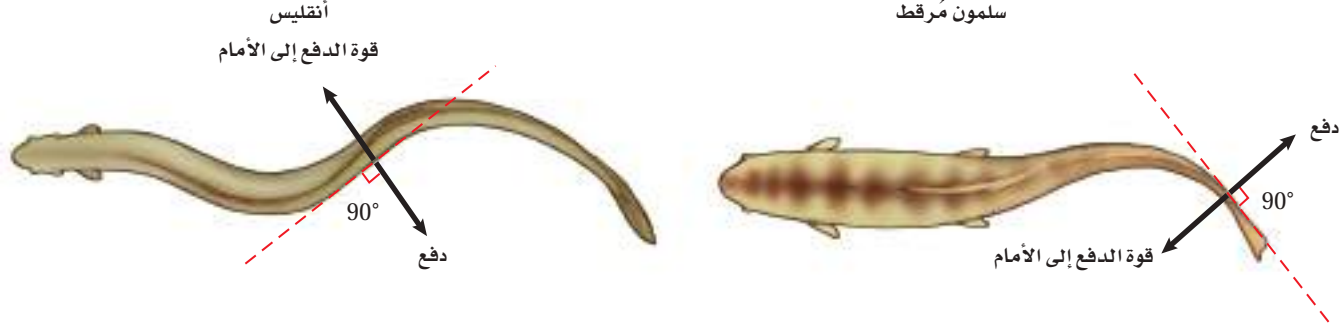
وتستطيع الأسماك التي تتكاثر بالإخصاب الخارجي أن تنتج ملايين البيوض في الفصل الواحد. ومعظم هذه الأسماك لا تحمي بيضها ولا تعتني به ولا بصغارها. لذا يكون مصير العديد من هذه البيوض والصِّغار أن تفترسها حيوانات أخرى. وتنتج الأسماك كمية كبيرة من البيوض ليتمكن بعض الصغار من النُّمو والنَّجاة حتى يصلوا إلى سن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

■ **الشكل 11–1** معظم الأسماك لا تعتني بصغارها؛ ومع ذلك فإن ذَكَر أسماك الحارس الكبير من الأسماك التي تعتني ببيوضها.

الحركة Movement تكيَّفت الأسماك بشكل جيد للسِّباحة في الماء؛ فمعظم الأسماك انسيابية الشَّكل، ولمعظمها مُخاط يُزيِّت سطح جسدها، ويُقلِّل من احتكاك السَّمكة بالماء. وتُمكِّن الزَّعانفُ الأسماكَ من تغيير الاتجاهات والمُناورة بعدَّة طرائق مُختلفة، وتُقلِّل قوة طفو الماء من تأثير الجاذبية في الأسماك. وبالإضافة إلى هذا فإن **مثانة العوم** swim bladder ـ وهي كيس مملوء بغاز مثل البالون يوجد في الأسماك العظمية ـ تسمح للسَّمكة بالتحكُّم في عمق غوصها، انظر **الشكل 9–1**. وعندما تنتشر الغازات خارج مثانة العوم يمكن للسَّمكة أن تغطس إلى أسفل. أما عندما تنتشر الغازات من الدَّم إلى داخل مثانة العوم فإنَّ السَّمكة ترتفع إلى أعلى خلال الماء.

الربط مع الفيزياء يبين **الشكل 12–1** حركة الأسماك عبر الماء، من خلال انقباض مجموعات عضلية على جانبي أجسامها، بحيث يسمح ترتيب العضلة بانقباضها، ومن ثَم انثناء جزء كبير من جسمها. وكلما انثنى هذا الجزء من الجسم دفع الماء بقوة، مولدًا قوة معاكسة تسمح بحركة السمكة إلى الأمام. وتتولد قوة الدفع في اتجاه الانثناء في جسم السمكة. كما أن الانقباض المتبادل للعضلات ـ الذي يبدأ على جهة واحدة من جسم السمكة ثم ينتقل إلى الجهة المقابلة ـ يحافظ على استمرار حركة السَّمكة بطريقة تشبه الحرف S.

■ **الشكل 12–1** يُحرِّك الأنقليس جسمه كاملاً على نمط الحرف S. أما الأسماك الأخرى الأسرع في الحركة ـ ومنها السلمون المُرقّط ـ فتحرِّك ذيولها فقط عندما تندفع خلال الماء.



الجلكي

الجريث

الشكل 13–1 لأسماك الجريث والجلكي تراكيب تُشبه الأسنان على ألسنتها. وسمك الجلكي مُتطفل على الأسماك الحية الأُخرى. **صف التَّكيُّفات التي تراها في صورة سمكة الجريث التي تُمكنها من العيش في قاع البحر.**

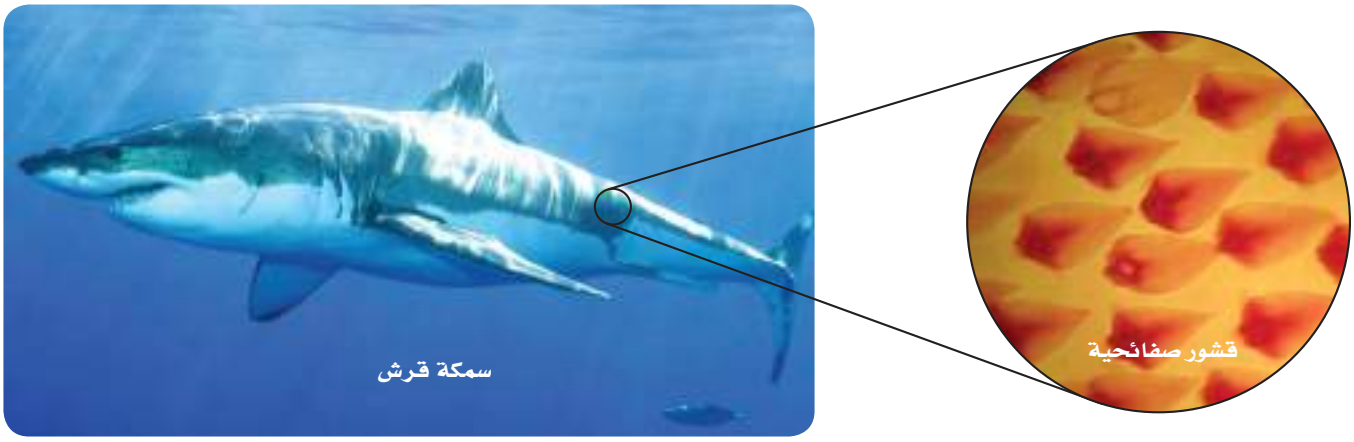
طوائف الأسماك Classes of fishes

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

الأسماك اللافكّيّة Jawless fishes ومنها أسماك الجلكي والجريث، كما في **الشكل 13–1**، والجريث كالجلكي أسماك لافكّية، ليس لها قشور أو زعانف مزدوجة أو هيكل عظمي، ولها حبل ظهري يبقى طوال حياتها. وسمكة الجريث من الحيوانات الكانسة تتغذى على اللافقاريات الطرية والأسماك الميتة. وعلى الرغم من كونها عمياء تقريبًا فإن إحساسها الكيميائي الحاد يُمكِّنها من تحديد موقع الطَّعام. ولأسماك الجلكي خياشيم ولها عدد من الخصائص الأُخرى للأسماك. والجلكي البالغ، المبين في **الشكل 13–1**، مُتطفل يتغذَّى بتثبيت نفسه على أسماك أُخرى. فيستعمل فمه (القمعي المستدير) الشبيه بالممصات ولسانه المُزوَّد بتراكيب تشبه الأسنان ليتغذَّى على دم عائله وسوائل جسمه.

ماذا قرأت؟ اكتب قائمة بخصائص الأسماك اللافكية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



الأسماك الغضروفية Cartilaginous fishes ينتمي القرش والورنك واللخمة إلى طائفة الأسماك الغضروفية Chondrithyes. وأهم ما يميز سمكة القرش وكل الأسماك الغضروفية أن الفم يقع على الجهة البطنية بالإضافة إلى هيكلها المكوَّن من الغضروف، وكربونات الكالسيوم. فالغضروف يعطي الجسم المرونة، أما كربونات الكالسيوم فتعطيه القوة. وبعض أنواع أسماك القرش لها عدَّة صفوف من الأسنان الحادة. وعندما تنكسر أسنان سمك القرش أو يفقدها، تتحرَّك أسنان جديدة نحو الأمام لتحل محلها. ولمُعظم أنواع سمك القرش أيضًا جسم انسيابي ذو رأس مُدبَّب وذيل مرتفع إلى أعلى في المُؤخرة، كما في **الشكل 14–1**.

وقد ساعد الجسم الانسيابي لأسماك القرش، إضافة إلى عضلات السِّباحة القوية وأسنانها الحادة، على أن تكون من المُفترسات المُميَّزة في الماء. ويستطيع سمك القرش الإحساس بالمواد الكيميائية في الماء، مما يسمح له بكشف الفريسة عن بُعد كيلومتر واحد. وكلما اقترب القرش من فريسته، فإنَّ الخط الجانبي على جسمه يستطيع أن يكتشف الاهتزازات في الماء. وفي المرحلة الأخيرة من مطاردة الفريسة، يُمكنه أن يستخدم بصره والمُستقبلات الأخرى لاكتشاف المجالات الكهروحيوية التي تَصدر عن الحيوانات كلها. من التكيُّفات الأخرى للحياة الافتراسية الجلد القاسي المُغطى بحراشف صفائحية، كما في **الشكل 14–1**.

بعض أسماك القرش لا تمتلك صفوفًا من الأسنان. فأسماك قرش الحوت؛ وهي أكبر أسماك القرش الحية، مخلوقات ترشيحية التغذّي من خلال استخدام تراكيب خاصة في أفواهها. ولبعض أسماك القرش الأُخرى أفواه ذات تراكيب تساعدها على التغذّي على الرَّخويات الصَّدفية.

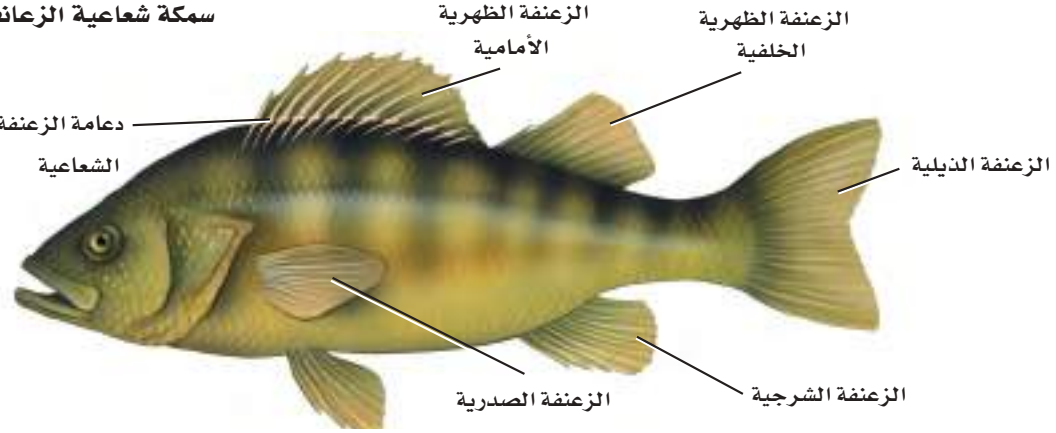
الأسماك العظمية Bony fishes تحوي طائفة الأسماك العظمية مجموعتين من الأسماك، هما: الأسماك العظمية الشعاعية الزَّعانف، والأسماك العظمية المجزأة الزَّعانف. وللأسماك ذات الزَّعانف الشُّعاعية هيكل عظمي، وقشور مشطية أو دائرية، وغطاء يغطِّي الخياشيم، ومثانة للعوم. وأكثر ما يميز أسماك الزَّعانف الشُّعاعية مذكور في اسمها. والأغشية الرَّقيقة لزعانف هذه الأسماك مدعومة بتراكيب رقيقة تشبه الأشواك، كما في **الشكل 15–1**. ومُعظم الأسماك ـ ومنها السَّلمون والتونا ـ أسماك شعاعية الزَّعانف.

■ **الشكل 14–1** لأسماك القرش أجسام انسيابية مغطاة بقشور صفائحية صلبة.

استنتج ماذا تتوقع أن يكون ملمس جلد سمكة القرش إذا لمسته؟

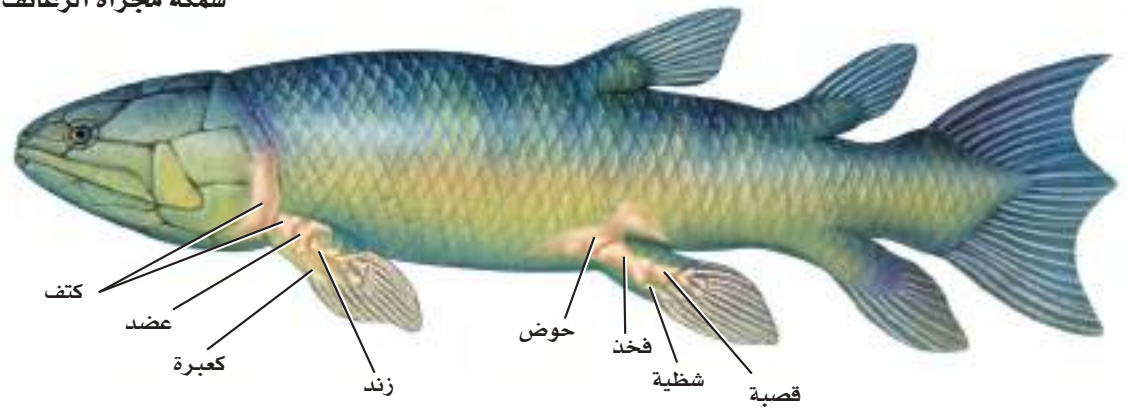
■ **الشكل 15–1** تنقسم طائفة الأسماك العظمية إلى تحت طائفتين، هما: أسماك شُعاعية الزَّعانف، وأسماك مجزأة الزَّعانف.

سمكة شُعاعية الزعانف



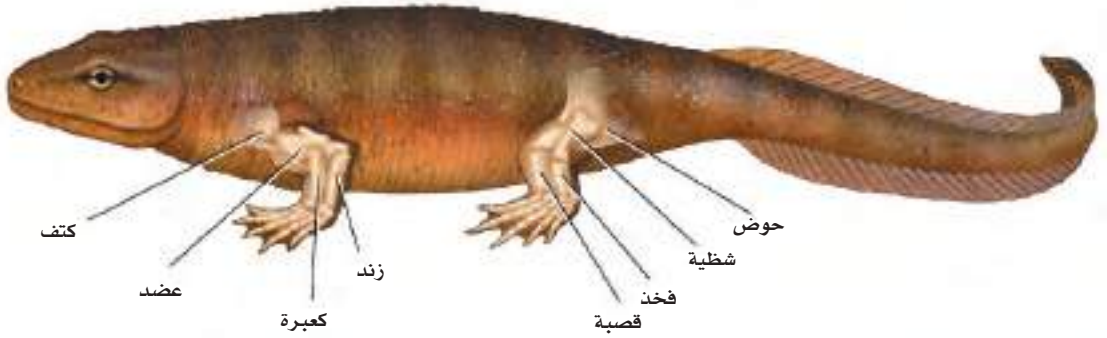
للأسماك الشعاعية الزَّعانف تراكيب رقيقة تشبه الأشواك، تدعم أغشية زعانفها.

سمكة مجزأة الزّعانف



للأسماك المجزأة الزعانف أجزاء عضلية ومفاصل تُشبة مثيلتها 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 تقريبًا.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

لزعانف الأسماك المجزأة أجزاء عضلية ومفاصل، وهذا يجعل الزَّعانف أكثر مرونة من تلك التي في الأسماك الشُعاعية الزَّعانف. وللأسماك المجزأة الزَّعانف، ومنها السمكة الرِّئوية، رئات لتبادُل الغازات. وعندما يحدث الجفاف، يُمكن للسمكة الرِّئوية أن تدفن نفسها مع زعانفها الطَّرية 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 Coelacanths مجموعة أُخرى صغيرة من الأسماك الشعاعية الزَّعانف التي اعتقد الكثير من الناس أنَّها انقرضت قبل 70 مليون عام تقريبًا. ولكن في عام 1938م، اصطاد بعض الصيادين على سواحل أفريقيا الجنوبية سمكة من هذه المجموعة. ومُنذ ذلك الوقت، تمَّ اصطياد العديد من هذه الأسماك. وهناك مجموعة ثالثة انقرضت من الأسماك المجزأة الزَّعانف، لها خصائص مشتركة مع رُباعيات 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 نشاطاتُ الإنسان مواطنها في المياه العذبة والمياه المالحة، ومن ذلك بناء السُّدود على الأنهار، أو التَّلوث. وتعد الأسماك مُؤشرات حيوية لصحة النظام البيئي المائي؛ فعندما تتناقص مجموعات الأسماك غير التِّجارية يكون السَّبب الرَّئيس تغيُّر الموطن. وعندما تتناقص أعداد الأسماك لا يكون التأثير سلبيًّا اقتصاديًّا على البشر فقط، بل قد تعاني الأنظمة البيئية أيضًا من عدم الاتزان.

تغيُّر الموطن Habitat alteration السَّلمون نوع من الأسماك المهاجرة، يقضي حياته كبالغ في المُحيط ولكنه يعود إلى المياه العذبة لوضع البيض في الجدول حيث يفقس فيه الصغار. وفي شمال غرب المحيط الهادئ، تغيَّرت المواطن البيئية في الأنهار والجداول بسبب بناء السُّدود التي تمنع الهجرة صعودًا وهبوطًا للسَّلمون، وكانت النَّتيجة النِّهائية في شمال غرب المحيط الهادئ، على سبيل المثال، أنَّ أعداد السَّلمون التي تسبح صاعدة عكس التَّيار، كما في **الشكل 16–1**، أصبحت حوالي ثلاثة في المئة فقط من بين 10–16 مليون سمكة سلمون ـ تقريبًا ـ سبحت إلى الأنهار قبل 150 سنة مضت.

التلوث pollution يُمكن أن تتغيَّر المواطن البيئية للأسماك من خلال التَّلوث الذي يُقلِّل من نوعية المياه العذبة وجودتها في البُحيرات، والأنهار، والجداول. ويُمكن أن يُقلِّل هذا من عدد الأسماك وتنوُّعها في منطقة ما. وفي بعض الحالات، عندما يزول السبب المسؤول عن تغيُّر الموطن البيئي وتعود الظُّروف إلى طبيعتها، تعود الأسماك أيضًا. فمثلًا 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 تدريجيًّا بدأت أعداد هذا الأسماك بالزيادة التدريجية.

■ **الشكل 16–1** لا تستطيع بعضُ أنواع السَّلمون القفز عن السُّدود المُستخدمة في توليد الكهرباء من الطاقة المائية. ولكي يضع بيضه، يجب أن يعود السَّلمون إلى الجداول التي فقس فيها.

التقويم 1–1

الخلاصة

- تضم الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات.
- للفقاريات كلها حبل ظهري. ويحلّ العمود الفقري في أغلب الفقاريات محلّ الحبل الظهري خلال النمو الجنيني.
- للأسماك خصائص مُعيَّنة مُشتركة. لذا تُصنَّف معًا.
- لأجسام الأسماك تكيُّفات فريدة تُمكِّنها من العيش بشكل كامل في الماء.
- يمكن تصنيف الأسماك في ثلاث طوائف أساسية، هي: أسماك لافكية، وأسماك غضروفية، وأسماك عظمية.
- الجريث والجلكي مثالان على الأسماك اللافكية. وأسماك القرش والورنك مثالان على الأسماك الغضروفية. والسلمون والهامور مثالان على الأسماك العظمية.
- تغيُّر الموطن والتَّلوث قد يؤثِّران سلبًا في جماعات الأسماك.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **لخِّص** خصائص الفقاريات التي تجعلها تختلف عن اللافقاريات.
2. **صف** خصائص الأسماك التي تسمح لها بالعيش والتَّكاثُر في الماء.
3. **قوِّم** أهمية الفكوك في الأسماك.
4. **حدِّد** الخصائص التي تشترك فيها مُعظم الأسماك.
5. **فسِّر** لماذا يجب على أسماك المياه العذبة وأسماك المياه المالحة تنظيمُ اتزان الماء والأملاح داخل أجسامها؟
6. **قارن** بين التَّراكيب الداخلية والخارجية في الأسماك اللافكية والأسماك الغضروفية والأسماك العظمية.

التفكير الناقد

7. **كوِّن فرضية** يبني ذَكَر أسماك أبي شوكة Spined stickleback الأعشاشَ من مواد لامعة برّاقة قليلة الوجود تختارها الإناث غالبًا. كوِّن فرضية حول أهمية ذلك في اختيار الأنثى ذكرًا له صفات قوية ضمن أفراد نوعه.
8. **استنتج** كيف تُؤثِّر إصابة جهاز الخط الجانبي في قُدرة السَّمكة على الهروب من المُفترسات؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

1-2

البرمائيات Amphibians

الأهداف

- **تحلِّل** أنواع التَّكيُّفات التي كانت مهمة عندما انتقلت بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة.
- **تلخِّص** خصائص البرمائيات.
- **تفرِّق** بين رُتب البرمائيات.

مراجعة المفردات

التَّحول Metamorphosis: تغيُّراتُ نمو مُتتابعة في شكل المخلوق الحي أو تركيبه.

المفردات الجديدة

المجمع (المذرق)
الغشاء الرامش
غشاء الطَّبلة
متغيرة درجة الحرارة

الفكرة الرئيسة **لمعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءًا من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.**

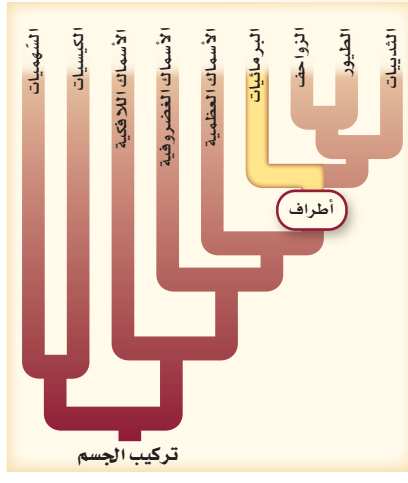
الرَّبط مع الحياة إذا فكَّرت في السِّباحة فستجد أنَّ التَّحرُّك في الماء يختلف عن التَّحرُّك على اليابسة. وكما أن للأسماك تكيُّفات تمكّنها من العيش في الماء فإن للبرمائيات البالغة أيضاً تكيُّفات للعيش على اليابسة.

الانتقال إلى اليابسة The move to land واجهتْ بعض المخلوقات الحية تحدِّيات فيزيائية كثيرة في الانتقال من الماء إلى اليابسة. و يُبيِّن **الجدول 1–1** بعض اختلافات ظروف الحياة في الماء عنها على اليابسة. وتشمل هذه الاختلافات الطَّفو، وتركيز الأكسجين، ودرجة الحرارة. ويوضح الجدول أيضًا أمثلة على تكيفات الفقاريات البرية للحياة على اليابسة، كما يوضح **الشكل 17–1** تكيف البرمائيات للحياة البرية.

الجدول 1–1 **التكيُّفات للعيش على اليابسة**

الظروف في الماء	الظروف على اليابسة	تكيُّفات الفقاريات للعيش على اليابسة
لِلماء قوة طفو تُعاكس قوة الجاذبية.	• قوة طفو الهواء أقل من قوة طفو الماء 1000 مرة تقريبًا. • يجب أن تتحرَّك الحيوانات عكس قوة الجاذبية.	تكون الأطراف والأجهزة العضلية والهيكلية للمخلوقات الحية البريَّة أقوى.
الأُكسجين يذوب في الماء، ويجب أن يُستخلص عن طريق الخياشيم من خلال دورة دموية تتحرك عكس اتجاه التَّيار المائي.	• يتوافر الأُكسجين على اليابسة أكثر من توافره في الماء 20 مرة على الأقل.	يُمكن لحيوانات اليابسة أن تحصل على الأُكسجين من الهواء بشكل فعَّال أكثر من الماء؛ بسبب رئاتها.
يحتفظ الماء بالحرارة، لذا لا تتغيَّر درجة حرارة الماء بسرعة.	• تتغيَّر درجة حرارة الهواء أسرع من درجة حرارة الماء. • قد تتغيَّر درجة الحرارة اليومية بمقدار 10°C بين النَّهار والليل.	أظهرت حيوانات اليابسة تكيُّفات سلوكية وفيزيائية؛ لكي تحمي نفسها من درجات الحرارة العالية.

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



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

بيئات اليابسة Terrestrial habitats على الرَّغم من التَّحديات المُرتبطة مع الحياة البريَّة إلا أن هناك العديد من البيئات المناسبة للمخلوقات الحية على اليابسة؛ حيث تتضمن المناطق البيئية المختلفة على اليابسة الغاباتِ المطريةَ الاستوائية، والغابات المُعتدلة، والأراضي العُشبية، والصحارى، والتّيجا Taiga، والتّندرا Tundra، وكلها تُوفِّر بيئات مُناسبة للمخلوقات الحية ذات التَّكيُّفات المُناسبة.

خصائص البرمائيات

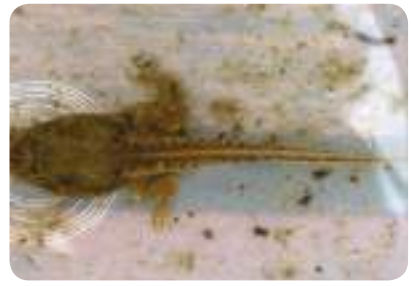
Characteristics of Amphibians

هل سبق أن شاهدت أبا ذُنيبة في بركة ماء؟ ادرس أبا ذُنيبة المبين في **الشكل 18–1**، ثم صفه. أبو ذُنيبة (الشرغوف) يرقة ضفدع من دون أطراف، يتنفَّس بالخياشيم، وهو يُشبه السَّمكة. ويدخل أبو ذُنيبة يومًا بعد يوم في عملية التَّحوُّل، فتتكوَّن الأطراف الخلفية وتطول، ويقصر الذَّيل، وتحلّ الرئات محل الخياشيم، وتنمو الأطراف الأمامية. وبعد عدَّة أسابيع فقط أو أشهر، اعتمادًا على نوعه يصبح ضفدعًا بالغًا. ومعظم البرمائيات تبدأ حياتها مخلوقات مائية، وبعد التَّحول تُصبح قادرة على العيش على اليابسة.

وتضم البرمائيات الضفادع، والعلجوم Toad، والسَّلمندر Salamander، وسمندل الماء العذب Newts، والديدان العديمة الأطراف. وتتميَّز معظم البرمائيات بأنَّ لها أربع أرجل، وجلدًا رطبًا من دون قشور، ويتم تبادل الغازات عبر الجلد، والرِّئات 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 السَّلمندر آكلات لحوم. وعلى كُلِّ حال، يتشابه الغذاء في المجموعتين عند البلوغ، حيث تصبح جميعها مُفترسات تتغذَّى على العديد من اللافقاريات والفقاريات الصغيرة. ويستعمل بعض السَّلمندرات والبرمائيات التي ليس لها سيقان الفكوك فقط للإمساك بالفريسة. وبعضها الآخر ـ ومنها الضفدع والعلجوم ـ يمكنها أن تطلق ألسنتها الطَّويلة اللَّزجة بسرعة كبيرة ودقة للإمساك بالفرائس الطَّائرة.

لا توجد لدى الضفادع غدد لعابية وبالتالي فإن الطَّعام ينتقل من الفم إلى المريء إلى المعدة، حيثُ يبدأ الهضم، ثم ينتقل الغذاء غير المهضوم من المعدة إلى الأمعاء الدَّقيقة، فيختلط بإفرازات البنكرياس لهضم الطعام، ويُمتصّ فيها، ثم ينتقل إلى مجرى الدم الذي يُوصله إلى خلايا الجسم، وينتقل الغذاء غير المهضوم من الأمعاء الدَّقيقة إلى الأمعاء الغليظة قبل التَّخلُّص 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 18–1

الأعلى: أبو ذُنيبة من دون أطراف.

الأوسط: يدخل الضفدع في عملية التحوُّل ليُصبح ضفدعًا بالغًا. لاحظ نمو الأطراف.

الأسفل: ضفدع الأشجار دقيق الأرجل، وهو بالغ له أطراف متخصصة، وليس له ذيل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الإخـراج Excretion تُرشّـح البرمائيـات الفضلات من الدَّم مـن خلال الكلى، وتُخـرج الأمونيـا أو اليوريـا (بولينا) بوصفها فضلات ناتجة عـن عمليات الأيض الخلوي. أمّـا النَّاتج النِّهائي لعملية أيض البروتينات وهو الأمونيا فيتمُّ طرحها من البرمائيات التي تعيش في الماء. وتُنتج البرمائيات التي تعيش على اليابسة فضلات اليوريـا التي تكوَّنت من الأمونيا في الكبد. وعلى عكس الأمونيا تُخزَّن اليوريا في المثانة البولية حتى يتخلص منها الجسم من خلال المجمع.

التنفس والـدورة الدّمويـة Respiration and circulation تتبـادل معظم البرمائيات الغازات عندما تكون يرقة من خلال جلدها وخياشيمها، وعندما تصبح بالغـة يتنفَّس معظمها عن طريـق الرِّئتين وجلدها الرَّقيق الرَّطـب وبطانة تجاويف الفـم. ويمكن للضفـادع أن تتنفَّس من خلال جلدها، سـواء أكانت خارج الماء أم داخلـه. وهـذه الخاصيـة تمكِّن الضفادع من قضاء الشِّـتاء محمية مـن البرد داخل الطِّين في قاع بركة الماء.

يتكـوَّن جهـاز الـدوران في البرمائيات ـ كما في **الشـكل 19 – 1** ـ مـن دورة دموية مزدوجة، بدلًا من الدورة الدموية المفردة التي درسـتها في الأسـماك. في الدورة الأولـى يتحـرِّك الدَّم غير المؤكسـج مـن القلب ليتحمّل بالأُكسـجين فـي الرِّئتين والجلد، ثُمَّ يتحرَّك الدَّم المؤكسج عائدًا إلى القلب. وفي الدَّورة الثانية يتحرَّك الدَّم المؤكسج من القلب عبر الأوعية الدموية إلى الجسم، حيثُ ينتشر الأكسجين نحو الخلايا. وللبرمائيات قلب مكون من ثلاث حجرات. وينقسـم الأذين كليًّا بنسيج إلى أُذينين. ويسـتقبل الأُذين الأيمن دمًا غير مؤكسج من الجسم، في حين يستقبل الأُذين الأيسر الدَّم المُؤكسج من الرِّئتين. ويبقى البُطين في البرمائيات غير مُقسّم.

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

المفردات

الاستعمال العلمي مُقابل الاستعمال الشائع.

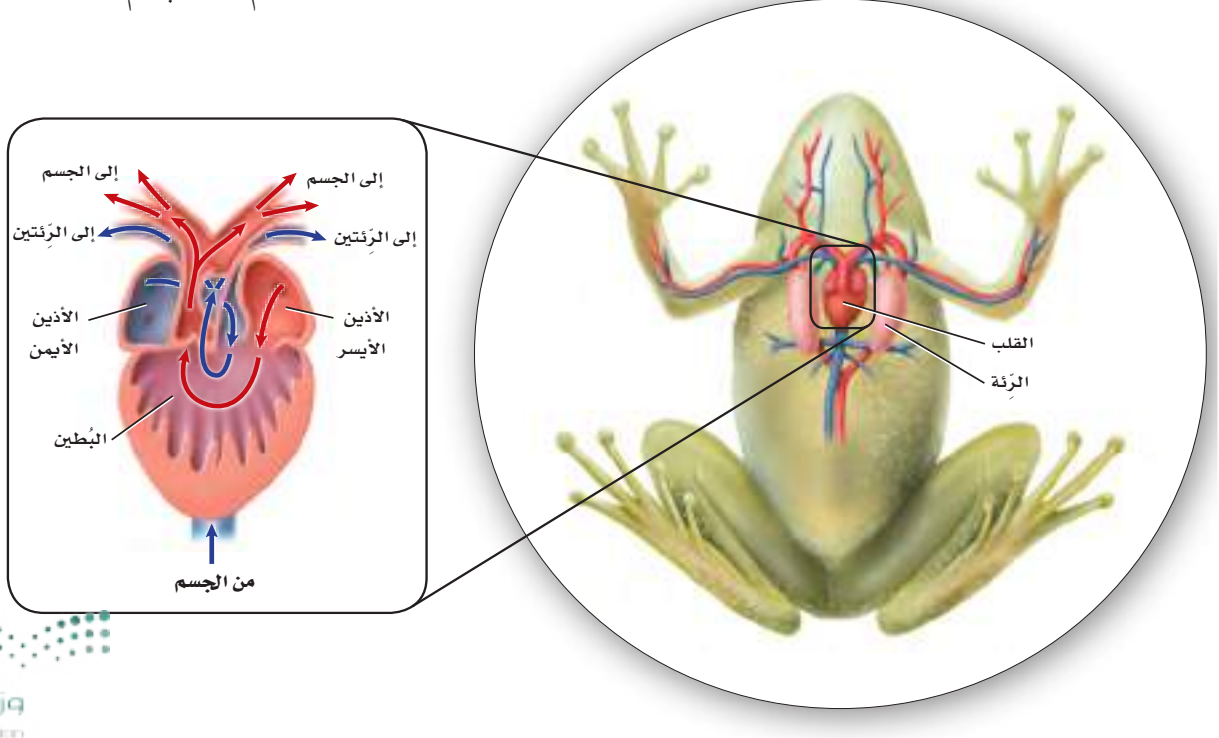
البرمائيات Amphibian

الاستعمال العلمي: مخلوقـات تنتمي إلـى طائفـة البرمائيـات؛ وتقضـي جزءًا من حياتها في الماء، والجزء الآخر على اليابسة.

–الضفدع حيوان برمائي.

الاسـتعمال الشـائع: طائـرة مصمَّمـة للإقلاع والهبوط، إما على اليابسـة، وإما على الماء.

هبطت البرمائية بهدوء على مياه البحيرة.



■ **الشـكل 19–1** يتكوَّن جهاز الدوران في البرمائيـات مـن دورة دموية مزدوجـة تُحرِّك الدَّم خلال الجسم.

■ **الشكل 20–1** غشاء الطَّبلة في الضفدع تكيّف للعيش على اليابسة.

الدِّماغ والحواسّ The brain and senses الأجهزة العصبية للبرمائيات متخصصة، كما هو الحال في الأسماك. وقد انعكست الفروق في ظروف الحياة في الماء وعلى اليابسة على الفروق بين أدمغة الأسماك وأدمغة البرمائيات. فعلى سبيل المثال، يحتوي الدِّماغ الأمامي للضفادع على منطقة ذات علاقة برصد الرَّوائح المنتشرة في الهواء. فالمُخيخ ـ على الرغم من أهميته في المُحافظة على الاتزان في الأسماك ـ ليس معقدًا في البرمائيات البريَّة التي تبقى قريبة من سطح الأرض.

والبصر حاسة مهمَّة في أغلب البرمائيات؛ حيث تستعمله لتحديد الفريسة التي تطير على سرعات عالية، والإمساك بها، والهروب من المُفترسات. ويغطي عيون الضفادع أغشية تسمى أغشية رامشة. و**الغشاء الرَّامش** nictitating membrane جفن شفاف يستطيع التَّحرُّك فوق العين؛ لحمايتها تحت الماء، وحمايتها من الجفاف على اليابسة.

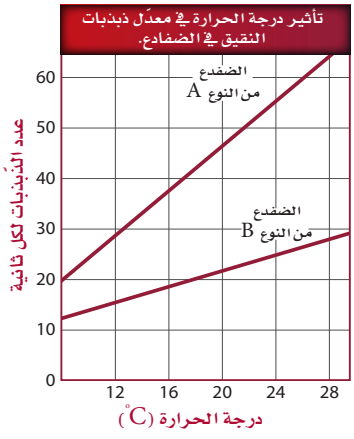
تُظهر أُذن البرمائيات تكيُّفًا للحياة على اليابسة؛ **فغشاء الطَّبلة** tympanic membrane في الضفادع غشاء رقيق خارجي على جانب الرَّأس، كما في **الشكل 20–1**، تستعمله لسماع الأصوات العالية التردد، ولتضخيم الأصوات من الحبال الصوتية. وتشمل الحواس الأُخرى في البرمائيات: اللَّمس، والمُستقبلات الكيميائية في الجلد، وبراعم التذوق على اللِّسان، وحاسة الشَّم في التَّجويف الأنفي.

مختبر تحليل البيانات 1-1

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير الرسم البياني

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



البيانات والملاحظات

يُظهر الرَّسم البياني معدَّل ذبذبات النقيق لنوعين من الضفادع مقابل درجة الحرارة.

التفكير الناقد

1. **فسِّر البيانات** ما العلاقة بين ذبذبات النقيق ودرجة الحرارة؟
2. **قارِن** كيف أثَّرت درجة الحرارة في معدَّل الذَّبذبات في النَّوع A والنَّوع B؟
3. **استنتج** ما أهمية ألاّ يكون لنوعي الضفادع مُعدَّل 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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

من المُهم أن تحس البرمائيات بدرجة حرارة محيطها؛ لأنَّها 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 باردًا يمكن للعلجوم أن يجد صخرة دافئة ورطبة ليعرّض جسمه للشَّمس ويُدفئ نفسه.

التّكاثُر والنمو Reproduction and development تضع إناث الضفادع بيوضها مثل العديد من البرمائيات؛ ليتمَّ إخصابُها من قبل الذُّكور في الماء. وليس للبيوض قشور أو أغطية واقية تحميها من الجفاف. والبيوض ـ كما في **الشكل 21–1** ـ مغطاة بمادة لزجة تشبه الهلام، تساعدها على الالتصاق بالنباتات في الماء. وبعد التَّلقيح يستعمل الجنين النَّامي المُح في البيضة للتغذِّي حتى يفقس منها أبو ذُنيبة الذي يتحوَّل، كما في **الشكل 18–1**، من مخلوق يتنفَّس بالخياشيم ومخلوق عديم الأرجل، آكل أعشاب، وله زعانف وقلب مكوَّن من حجرتين – إلى مخلوق يتنفَّس بالرِّئات، رباعي الأرجُل آكل لحوم، وله قلب ثلاثي الحجرات. وتتحكم مواد كيميائية تُطلق داخل جسم أبي ذُنيبة في مراحل التَّحول.

الشكل 21–1 ليس لبيوض البرمائيات قشور تحميها من الجفاف.
استنتج ما التَّكيُّفات التي تضمن عدم جفاف بيوض البرمائيات؟

تنوُّع البرمائيات Amphibian Diversity

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

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

الشكل 22–1 للضفدع جلد رطب وناعم، مُقارنةً بالعلجوم الذي له جلد جاف وغير ناعم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

السمندل المائي ذو الثآليل

سلمندر أحمر

الشكل 23–1 يعيش السَّلمندر الأحمر شرقي الولايات المتحدة فقط. ويتكاثر السمندل المائي ذو الثآليل في أعماق البرك التي تحتوي على نباتات مائية.

وللضفادع أيضًا جلد رطب وناعم، في حين أن جلد العلجوم جاف وذو نتوءات وانخفاضات. وعلى الرَّغم من حاجة كل منهما للعيش قرب الماء من أجل التَّكاثر إلا أن العلاجيم عمومًا تعيش أبعد عن الماء من الضفادع. وثمة فرق آخر بين الضفادع والعلاجيم، وهو أنَّ للعلاجيم غددًا تشبه الكلية خلف رؤوسها تفرز سُمًّا سيئ الطَّعم، لا يشجع المُفترسات على أكلها.

ماذا قرأت؟ **قارِن** بين خصائص الضفادع والعلاجيم.

السلمندرات وسمندلات الماء Salamanders and newts على العكس من الضفادع والعلاجيم فإن للسَّلمندرات وسمندلات الماء أجسامًا طويلة ونحيلة، ولها رقبة وذيل، كما في **الشكل 23–1**. ولمعظم السَّلمندرات أربع أرجل وجلد رقيق رطب، ولا تستطيع العيش بعيدًا عن الماء. وتضع معظم السَّلمندرات بيوضها في الماء، مثل الضفادع. وتشبه يرقات الضفادع السلمندرات الصغيرة، إلا أنَّ لها خياشيم. أما السَّمندلات المائية ـ كما في **الشكل 23–1**، فهي مائية عمومًا طوال حياتها، في حين تعيش معظم السَّلمندرات المكتملة النمو في بيئات رطبة بين الأوراق المتساقطة أو تحت الجذوع. ويتراوح طول السَّلمندرات بين 15 cm تقريبًا، وقد يصل طول بعضها – ومنها السلمندر العملاق – إلى 1.5 m. ويتغذى السَّلمندر المكتمل النمو على الديدان وبيوض الضفادع والحشرات واللافقاريات الأُخرى.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

مربو الحيوانات Animal Curator

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

عديمة الأطراف

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

بيئة البرمائيات Ecology of Amphibian

تناقصت جماعات البرمائيات في العقود القريبة على مستوى العالم. وقد جمع العلماء بيانات لتحديد الأسباب المحتملة لهذا التناقص، فاختلفت النَّتائج. ويُمكن في بعض الحالات حصر السبب في عامل محلِّي، وفي حالات أُخرى قد يكون السَّبب ناتجًا عن عدَّة عوامل تحدث على مستوى أكبر.

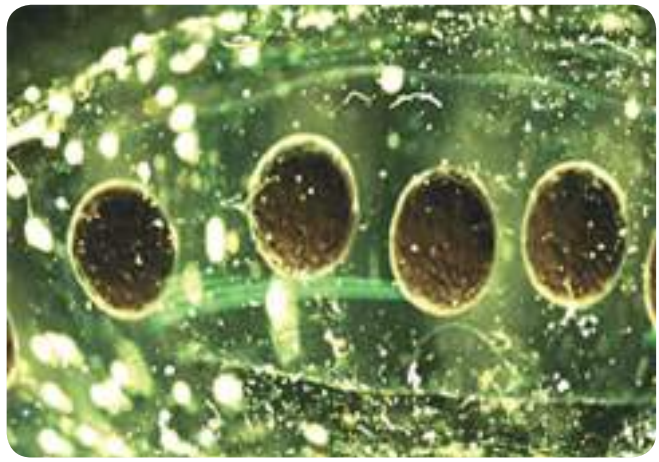
عوامل محلية Local factors كان سبب التناقص في بعض الحالات ـ ومنها تلك التي حدثت لضفدع الأرجل الحمراء –هو تدمير البيئة. فعندما جفَّت الأراضي الرَّطبة وبُنيت المباني بدلًا منها، لم تعد المناطق المائية متوافرة للبرمائيات لتضع بيوضها قريبًا منها، حتى تتكاثر بنجاح. وفي مناطق أخرى أثَّر إدخال أنواع خارجية دخيلة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

■ **الشكل 24–1** ليس لعديمة الأطراف فتحات أُذن. ولا يُعرف إن كانت تستطيع سماع الأصوات، أو كيف تسمعها.

تجربة علمية

كيف تكيَّفت الضفادع للعيش في المواطن البيئية البريّة والمائيّة؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين



بيوض علجوم مُصابة بعدوى فطرية

بيوض علجوم سليمة

■ **الشكل 25–1** توضع البيوض السَّليمة للعلجوم على هيئة كتلة واحدة في الماء. أما بيوض العلجوم المُصابة بالعدوى فتُغطَّى بالفطريات؛ وربما تكون العدوى بالفطريات مسؤولة عن تناقُص أعداد جماعات العلجوم.

العوامل العالمية Global factors ربما سبَّبت عوامل عالمية متعدِّدة تناقصًا في أعداد البرمائيات بالإضافة إلى العوامل المحلية. فالتَّغيُّرات المُناخية- ومنها ارتفاع درجة الحرارة، وتناقُص رطوبة التربة، وازدياد فترة الفصل الجاف. والتَّغيُّرات في كميات المطر المتساقطة- يمكن أن تُسبِّب موت البرمائيات أو إجهاد أجسامها، مما يجعلها أكثر تعرُّضًا للأمراض. ويقارِن **الشكل 25–1** بين بيوض علاجيم سليمة وأُخرى مصابة بفُطر. ويعتقد بعض العلماء أنَّ تغيُّرات المناخ العالمية التي أدَّت إلى تناقص كميات الأمطار تركت بيوض البرمائيات تنمو في برك ضحلة المياه. ولأن الماء ضحل فقد تعرَّضت البيوض أكثر إلى الأشعة فوق البنفسجية. وقد أظهرت التجارب أنَّ ازدياد التَّعرُّض للأشعة فوق البنفسجية يؤدي إلى زيادة مخاطر الإصابة بالعدوى الفطرية في بيوض البرمائيات.

التقويم 2–1

الخلاصة

- يتطلَّب انتقال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيُّفات متنوعة.
- لأجسام البرمائيات تكيُّفات فريدة مكَّنتها من العيش على اليابسة.
- تُصنف البرمائيات إلى ثلاث رُتب؛ اعتمادًا على تراكيب متشابهة.
- تتناقص أعداد جماعات البرمائيات على مستوى العالم لأسباب مختلفة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **لخِّص** تكيُّفات البرمائيات التي ساعدتها على العيش على اليابسة.
2. **قارِن** بين ظروف البرمائيات التي تعيش على اليابسة وتلك التي تعيش في الماء.
3. **حلِّل** أنواع التكيُّفات التي ساعدت على انتقال بعض المخلوقات إلى اليابسة.
4. **لخِّص** خصائص كل رتبة من رتب البرمائيات.

التفكير الناقد

5. **فسِّر الرسوم العلمية** قم بدراسة **الشكل 19–1**، وفسِّر 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 مشوَّهة. كوِّن فرضية تبيِّن أسباب حدوث هذه التَّشوهات.

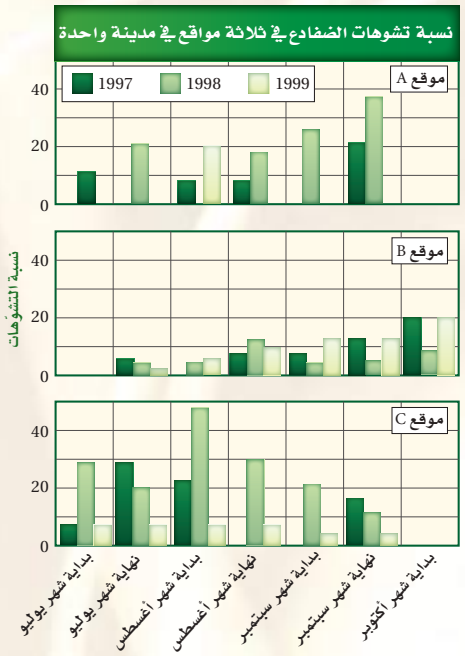
وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

اكتشافات في علم الأحياء

تشوهات خلقية في الضفادع

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

الانتقال إلى التجريب في المختبر أُجريت عدَّة دراسات لتحديد سبب التَّشوهات. وقد أشارت نتائج إحدى هذه الدِّراسات إلى أنَّ 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، مُقارنة بـ 0% عند تنمية الضفادع في ماء نقي. ولكن المشكلة ما زالت قائمة؛ إذ لم يتم اكتشاف أي مُلوثات حتى الآن. ويختبر العلماء فرضيات أخرى، كأن يكون أبو دُنيبة قد تعرَّض لعدوى ديدان طُفيلية أو فطرية سبَّبت هذه التَّشوهات. وهناك فرضية أخرى يتمُّ فحصها، وهي أن زيادة تعرُّض بيوض الضفادع للأشعة فوق البنفسجية قد سبَّبت هذه التَّشوهات. وقد قدمت جميع الدراسات بيانات داعمة للفرضية التي يتمُّ فحصها، ولكن لأنَّ نوع التَّشوهات ونسبتها ليست هي نفسها في كل المواقع، كما يظهر في الرُّسوم أعلاه، فربما كان السبب العالمي للتَّشوهات خليطًا من العوامل.



مُعدّلات التشوُّه في أوقات مختلفة من عام لعام ومن موقع لموقع.

فزيادة الفوسفور والنيتروجين في الماء مثلًا ـ بسبب الاستعمال الكيميائي ـ ربما سبَّب نموًّا شديدًا للطّحالب. وهذا النُّمو للطَّحالب زاد من جماعات الحلزون التي تحمل طفيليات قد تسبِّب تشوهات. أو أن خليطًا كيميائيًّا تكون مكوناته غير ضارة إذا كانت منفردة، فإذا خلطت معًا أصبحت سامة، أو قد تتغير عند تعرُّضها لأشعة الشَّمس.

الرياضيات في علم الأحياء

حلِّل البيانات توضح الرُّسوم البيانية أعلاه الاختلافات في نسبة التَّشوهات في الضفادع في ثلاثة مواقع مختلفة في المدينة نفسها خلال ثلاث سنوات. أوجد معدَّل نسبة التَّشوهات في كُل منطقة خلال السنوات الثلاث. أي المناطق فيها أعلى نسبة تشوهات؟

مختبر الأحياء

كيف تُنظِّم بعض الحيوانات المتغيرة درجةِ الحرارةِ درجةَ حرارة أجسامها؟

الخلفية النظرية: تذكَّر أنَّ البرمائيات متغيرة درجة الحرارة. والعديد منها يعيش في مواطن تتغير فيها درجة الحرارة من 15 °C – 10 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 محدَّد؟

المواد والأدوات

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

احتياطات السَّلامة

تحذير: المصابيح قد تُصبح ساخنة عند إضاءتها.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. احصل على مقياسي حرارة، على أن يكونا نموذجين لحيوان متغير درجة الحرارة. وسجِّل درجة حرارة كلٍّ منهما، ثم ضع أحدهما في وعاء بلاستيكي، وضع المقياس الثاني في الوعاء الآخر واملأه بالماء على أن يكون المقياس مُغطى إلى ارتفاع 5 cm.
3. ضع كل وعاء تحت مصدر إضاءة، وراقب درجة حرارة المقياسين. يجب المحافظة على درجة الحرارة بين 39 °C – 36 مدَّة 15 دقيقة. ثم قرر كم مرة ستقيس درجة حرارة المقياسين، وسجِّل البيانات في جدول، وكذلك سجِّل الأعمال التي قمت بها لتُحافظ على درجة حرارة مقياسي الحرارة ضمن المدى المُعطى.
4. تخلَّص من الماء الذي في الوعاء وجفِّف الوعاء جيدًا. واترك مقياسي الحرارة لتصل درجة حرارتهما إلى درجة حرارة 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 وغطِّه بـ 5 cm من الرَّمل.
6. كرِّر الخطوة 3.

حلِّل ثم استنتج

1. **لخِّص** هل نجحت في المحافظة على درجة الحرارة ضمن مدى مُعطى لكل خطوات التَّجربة؟ وكيف فعلت هذا؟
2. **حلِّل** هل كان هناك اختلافات تتعلق بكيفية المحافظة على درجة حرارة مقياسي الحرارة في الماء، والتربة، والرَّمل؟ وأي مادة كانت المحافظة فيها على درجة الحرارة أسهل؟ ولماذا؟
3. **استنتج** ما المشكلات المرتبطة بكون المخلوق الحي متغير درجة الحرارة ؟ فسِّر إجابتك.
4. **التفكير الناقد** كيف تحافظ المخلوقات الحية المتغيرة درجة الحرارة، –ومنها البرمائيات والزَّواحف– على درجات حرارتها ضمن المعدل المناسب؟

طبق مهاراتك

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

4 دليل مراجعة الفصل

المطويات **تحليل السبب والنتيجة** فسِّر ـ خلف مطويتك ـ علاقة السَّبب والنتيجة بين طريقة الحركة لمخلوق ما وجهازه الدوري. فعلى سبيل المثال، كيف يُؤثر المشي في نسبة الأُكسجين التي تحتاج إليها البرمائيات؟

المفردات	المفاهيم الرئيسة
1–1 الأسماك	
الغضروف العرف العصبي الزعنفة القشور غطاء الخياشيم الأُذين البُطين الوحدة الأنبوبية الكلوية (النفرون) جهاز الخط الجانبي وضع البيض (التبويض) مثانة العوم	**الفكرة الرئيسة** **الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتَّكاثر في الماء.** • تضم الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزَّواحف والطُّيور والثدييات. • للفقاريات كلها حبل ظهري. ويحل العمود الفقري في أغلب الفقاريات محل الحبل الظَّهري خلال النمو الجنيني. • للأسماك خصائص مُعينة مشتركة، لذا تُصنَّف معًا. • لأجسام الأسماك تكيُّفات فريدة تُمكّنها من العيش بشكل كامل في الماء. • يمكن تصنيف الأسماك في ثلاث طوائف أساسية، هي: أسماك لافكية، وأسماك غضروفية، وأسماك عظمية. • الجريث والجلكي مثالان على الأسماك اللافكية. وأسماك القرش والورنك مثالان على الأسماك الغضروفية، والسلمون والهامور مثالان على الأسماك العظمية. • تغيُّر الموطن والتَّلوث قد يؤثِّران سلبًا في جماعات الأسماك.
2–1 البرمائيات	
المجمع (المذرق) الغشاء الرامش غشاء الطبلة متغيرة درجة الحرارة	**الفكرة الرئيسة** **لمعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءًا من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.** • يتطلَّب انتقال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيُّفات متنوعة. • لأجسام البرمائيات تكيُّفات فريدة مكَّنتها من العيش على اليابسة. • تُصنف البرمائيات إلى ثلاث رُتب اعتمادًا على تراكيب متشابهة. • تتناقص أعداد جماعات البرمائيات على مستوى العالم لأسباب مختلفة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

1–1

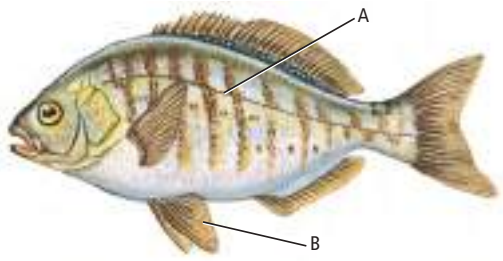
مراجعة المفردات

أكمل العبارات الآتية مستعملًا مفردات من دليل مراجعة الفصل:

1. العملية التي يُطلِق فيها ذكر الأسماك والأنثى أمشاجهما (الخلايا التناسلية) أحدهما قريبًا إلى الآخر في الماء هي: .....
2. ..... هو حجرة القلب التي تستقبل الدَّم من الجسم.
3. ..... مجموعة من الخلايا في الفقاريات تنمو من الحبل العصبي.
4. تسمى التراكيب الصغيرة والمسطحة التي تغطي أجسام الأسماك .....

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الشَّكل الآتي للإجابة عن السُّؤالين 5 و 6.



5. ما الجزء المشار إليه بالحرف A؟

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

6. ما الجُزء المُشار إليه بالحرف B؟

a. الخياشيم.
b. مثانة العوم.
c. البُطين.
d. الزعانف الحوضية.

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

a. غطاء الخياشيم.
b. مثانة العوم.
c. الخط الجانبي.
d. الفكوك.

8. أي تكيُّف يجعل من الأسماك مخلوقات مفترسة ؟

a. الزعانف المُزدوجة.
b. القشور.
c. الفكوك.
d. الخياشيم.

9. أي شكل يُوضِّح طفيليًّا خارجيًّا؟

a.
c.
b.
d.

10. أي مما يأتي من صفات أسماك القرش؟

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

تقويم الفصل 1

أسئلة بنائية

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

12. نهاية مفتوحة. ارسم الشكل الخارجي لأجسام كل نوع من الأنواع الرَّئيسة للأسماك، متضمنًا شرحًا لتكيفاتها الخارجية مع بيئاتها.

13. مهن مرتبطة مع علم الأحياء بعد أن اكتشف علماء الأسماك نوعًا جديدًا هو أسماك التِّنين dragon fish المُفترسة التي تعيش في أعماق البحار، كانوا مُهتمين بوظيفة جزء بارز طويل ونحيل ومُضيء يسمى الشُّويكة تلتصق أسفل الفك السفلي، وتمتد تحت جسمها. صمِّم تجربة يُمكن أن تُحدِّد وظيفة شويكة سمك التِّنين.

التفكير النَّاقد

14. استنتج. ذكور الأسماك ذات الخياشيم الزَّرقاء تصنع عُشًّا وتحمي البيوض وصغارها. وتستطيع بعض الذُّكور المُتسللة أحيانًا أن تُلقِّح بعض البيوض. ويمكن لأسماك الخياشيم الزَّرقاء أن تتعرَّف أبناءها وتعتني بهم فقط، ولا تعتني بالآخرين الذين قد يكونون فقسوا في العش نفسه. ما أهمية تعرُّف 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. الأُذين حجرة تستقبل الفضلات الغذائية والفضلات البولية والبيوض أو الحيوانات المنوية قبل أن تترك الجسم.

16. الغشاء الرَّامش يُمكِّن البرمائيات من سماع الأصوات.

17. للبرمائيات غشاء طبلة لحماية أعينها من الجفاف.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

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 الطبلة.
c. الكلى. d. مثانات العوم.

20. أي مما يأتي ليس مرتبطًا مع أبي ذُنيبة؟

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 أنَّ تركيب البرمائيات وعملياتها الحيوية المتكيِّفة حاليًّا مع البيئات الاستوائية والمعتدلة قد يتعدلان لتتمكن من العيش في بيئات باردة.

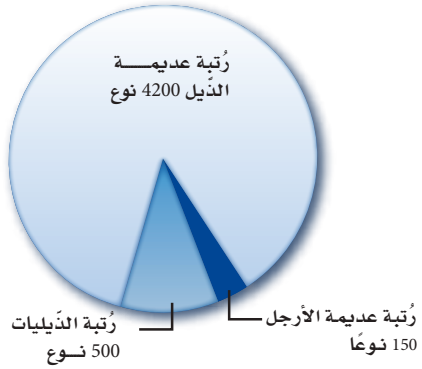
23. نهاية مفتوحة. صف كيف تكيَّفت الحواس في البرمائيات للحياة على اليابسة.

التفكير الناقد

24. صمِّم تجربة تتجمَّع يرقات أبي ذُنيبة من نوع معيَّن معًا على شكل مجموعات بعضها قريب إلى بعض، لدرجة أنَّ المجموعة تبدو كأنَّها كرة قدم متحرِّكة في الماء. صمِّم تجربة تختبر فرضية تبين لماذا يسلك أبو ذُنيبة هذا السلوك.

25. ابتكر. اقرأ الإعلان عن البيوت في الجريدة لترى كيف تُكتب. واكتب إعلانًا عن بيت حيوان برمائي؛ اعتمادًا على ما تعرفه عن البيئة والتَّغذِّي وحاجات الضفادع الأُخرى.

استعن بالرَّسم البياني أدناه للإجابة عن السُّؤال 26.



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

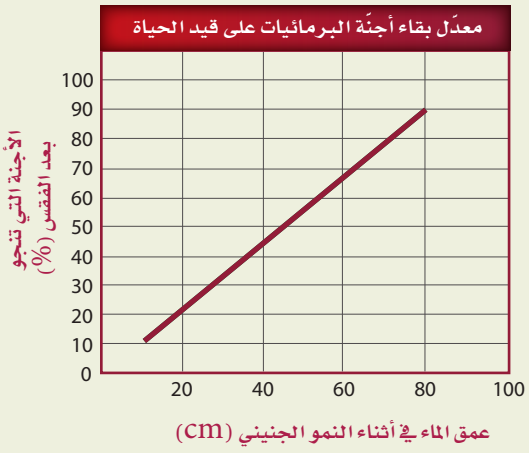
تقويم إضافي

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

أسئلة المستندات

يُحاول العلماء أن يُحدِّدوا أسباب تناقُص جماعات البرمائيات خلال العُقود القليلة الماضية. ويوضح الرَّسم البياني الآتي نتائج إحدى الدِّراسات التي قيس فيها معدَّل بقاء أجنَّة البرمائيات على قيد الحياة، مقارنة بعمق الماء الذي تنمو فيه.

(استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 28 و29)



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

29. كوِّن فرضية حول تناقُص جماعات البرمائيات بالنِّسبة للتَّغيُّر في المُناخ.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 1:

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

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

a. 1 **b.** 2

c. 3 **d.** 4

2. أيّ العبارات الآتية لا تنطبق على البرمائيات؟

a. العديد منها ينقُصها الأطراف الخلفية خلال جزء من دورة حياتها.

b. العديد منها يُمضي وقتًا من دورة حياته في الماء وجُزءًا آخر على اليابسة.

c. معظمها يعتمد على مصدر ماء خارجي للمحافظة على رطوبة أجسامها.

d. معظمها لها جهاز خط جانبي معقد.

3. ما وظيفة جهاز الخط الجانبي في الأسماك؟

a. تحديد المواد الكيميائية في الماء.

b. تحديد التغيُّرات في ضغط الماء.

c. يساعدها على الرؤية الملونة.

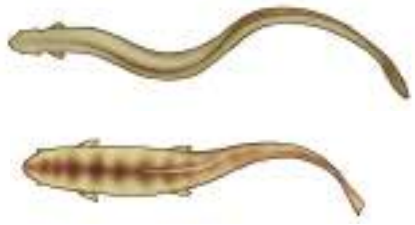
d. إرسال الإشارات بين أسماك النوع الواحد.

أسئلة الإجابات القصيرة

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤال 4.

4. صِف كيف تتكون الفكوك، موضحًا أهميتها للأسماك.

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤالين 5،6.



5. صِف الفروق بين كل من: الأسماك التي تحرك جسمها على نمط الحرف S، والتي تحرك ذيولها فقط.

6. حدّد أين يمكن أن توجد الأسماك التي تحرك جسمها كاملًا على نمط الحرف S؟

7. قوِّم لماذا يُعدُّ وجود الحبل الظهري مهمًّا للمخلوقات الحية؟

8. قارِن بين ثلاث خصائص للأسماك وثلاث خصائص لمجموعة مخلوقات حية أُخرى تعرَّفتها سابقًا.

أسئلة الإجابات المفتوحة

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

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الوحدة 2

الزواحف والطيور

Reptiles and Birds

الفكرة العامة للزواحف والطيور تكيفات تساعدها على العيش والتكاثر بنجاح على اليابسة.

2-1 الزواحف

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

2-2 الطُيور

الفكرة الرئيسة وهب الخالق جلَّ وعلا للطيور ريشًا وأجنحة وعظامًا خفيفة الوزن، وتكيُّفات أخرى تسمح لها بالطيران.

حقائق في علم الأحياء

- تنثني أنياب أفعى الجرس وتنبسط على سقف فمها عندما يكون فمها مُغلقًا.
- عندما تفتح أفعى الجرس فمها في أثناء الهجوم تدور أنيابها إلى الأمام، وتصبح جاهزة لحقن السُّم من الغدة السمّيّة في الفك عبر فتحة في الأنياب.
- سرعة هجوم أفعى الجرس مُذهلة تصل إلى (2.4 m /s).

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تجربة استهلالية

هل الرموز التاريخية للزّواحف والطيور دقيقة علميًّا؟

خاف البشر عبر التاريخ من الطيور والزواحف، كما استعملوا رموزها في ثقافاتهم. وسوف تراجع في هذه التجربة أمثلة على زواحف وطيور اتُّخذت رموزًا، وتُحدِّد ما إذا كانت هذه التمثيلات دقيقة علميًّا.

خطوات العمل

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

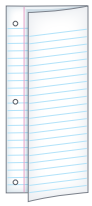
التَّحليل

1. **قوِّم** أي قدر من المعلومات التي حلَّلتها كان دقيقًا علميًّا؟ ولماذا تظن أن بعضها غير دقيق؟
2. **اكتب** اختر رمزًا واحدًا (أو أسطورة) يحوي معلومات غير دقيقة علميًّا، ثم صحّحها لتُصبح دقيقة.

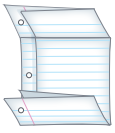
المطويات
منظمات الأفكار

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

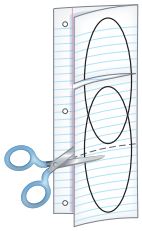
الخطوة 1: اطو صفحة من الورق رأسيًّا، تاركًا الثقوب مكشوفة كما في الشكل الآتي:



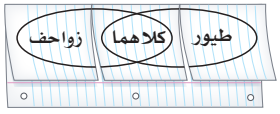
الخطوة 2: اطوِ الورقة ثلاثة أجزاء، كما في الشكل الآتي:



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



الخطوة 4: عنون شكل ڤن كما في الشَّكل الآتي:



المطويات **استعمل هذه المطوية في أثناء دراستك للقسمين 1 – 2، و 2-2.** وسجل – وأنت تقرأ الخصائص المميزة للزواحف والطيور – الخصائص المشتركة بينهما.

وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

2-1

الأهداف

- **توضّح** الخصائص التي تمكّن البيضة الرهليّة (الأمنيونية) من التكيف للعيش على اليابسة.
- **تُلخّص** خصائص الزواحف.
- **تميّز** بين رتب الزواحف.

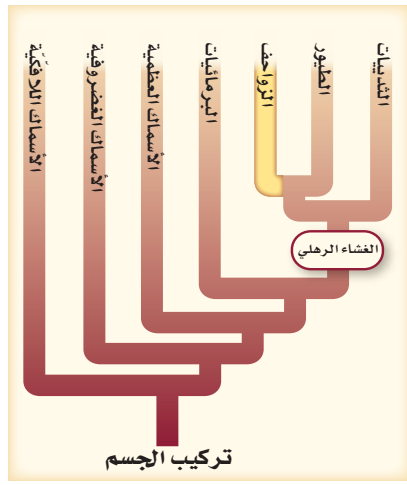
مراجعة المفردات

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 1–2
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 متنوِّعة.



رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

الزواحف Reptiles

الفكرة الرئيسة **خلق الله سبحانه وتعالى للزواحف تكيفات مكّنتها 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 فعليًّا مع الحقائق العلمية والصفات الحقيقية للزواحف.

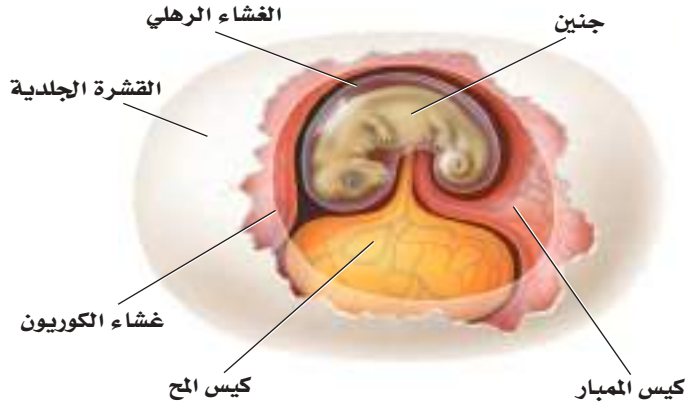
خصائص الزواحف Characteristics of Reptiles

لقد خلق الله تعالى للفقاريات أطرافًا متخصصة، وأجهزة دورانية وتنفسية، وتكيُّفات أُخرى ساعدتها على العيش على اليابسة، أمّا البرمائيات فلا تستطيع العيش بصورة دائمة على اليابسة؛ لأنها معرَّضة لتأثيرات الجفاف في أثناء حياتها على اليابسة، وبيوضها غير مُحاطة بقشرة، ويرقاتها تتنفَّس عن طريق الخياشيم. أما الزّواحف ـ ومنها السحلية كما في **الشكل 1 – 2** ـ فقد تكيفت للعيش على اليابسة، ومن خصائص الزواحف التي مكّنتها من العيش على اليابسة أن بيوضها محاطة بقشرة جلدية، وجسمها مغطى بجلد حرشفي سميك، ولها أجهزة دورانية وتنفسية ذات فاعلية أكبر.

البيوض الرهلية (الأمنيونية) Amniotic eggs يبيّن مخطط العلاقات التركيبية، المبين في **الشكل 1–2**، 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 نموّه. وتسمى المخلوقات الحية التي تمر بمثل هذا النوع من النمو المخلوقات الحية الأمنيونية (حيوانات الغشاء الرهلي)، وتضم الزواحف والطيور والثدييات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



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

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 لأجنّة الأسماك والبرمائيات. أمّا كيس الممبار فهو غشاء يُكوِّن كيسًا يحتوي على الفضلات التي يُنتجها الجنين. ويُسمّى 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.

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

الجلد الجاف والحُرشفي Dry, scaly skin على الزواحف ـ بالإضافة إلى حفظ السَّوائل في البيوض ـ أن تحفظ السوائل داخل أجسامها؛ فجلدها الجاف يمنع فقدان السوائل الداخلية. وهناك طبقة من الحراشف للعديد من الزواحف تحميها من الجفاف أيضًا. ومع ذلك فللغطاء الخارجي القاسي مشكلاته، ومنها أن المخلوق يُواجه صعوبة في النمو. ولكي ينمو تقوم بعض الزواحف ـ ومنها السحلية في **الشكل 3–2** ـ بالانسلاخ بشكل دوري.

التنفس Respiration معظم الزواحف ـ ما عدا بعض السلاحف المائية التي تتميز بطريقة مختلفة في دخول الهواء إلى رئاتها نظرًا لوجود الدرع ـ تعتمد على الرئات لتبادُل الغازات. تذكَّر أنه عندما تتنفس 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. وتتبادل الزواحف الغازات عن طريق الرئات التي لها مساحة سطح أكبر من مساحة سطح رئات البرمائيات. ومع وجود المزيد من الأكسجين يزداد إنتاج **الطاقة ATP (أدنيوسين ثلاثي الفوسفات)** وهو الجزيء الكيميائي الذي يزود أجسام المخلوقات الحية بالطاقة اللازمة لنشاطاتها من خلال تفاعلات الأيض، وتصبح متاحة للقيام بحركات أكثر تعقيدًا.

المفردات

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.

تجربة علمية

ما تراكيب بيضة الدجاجة ووظائفها؟

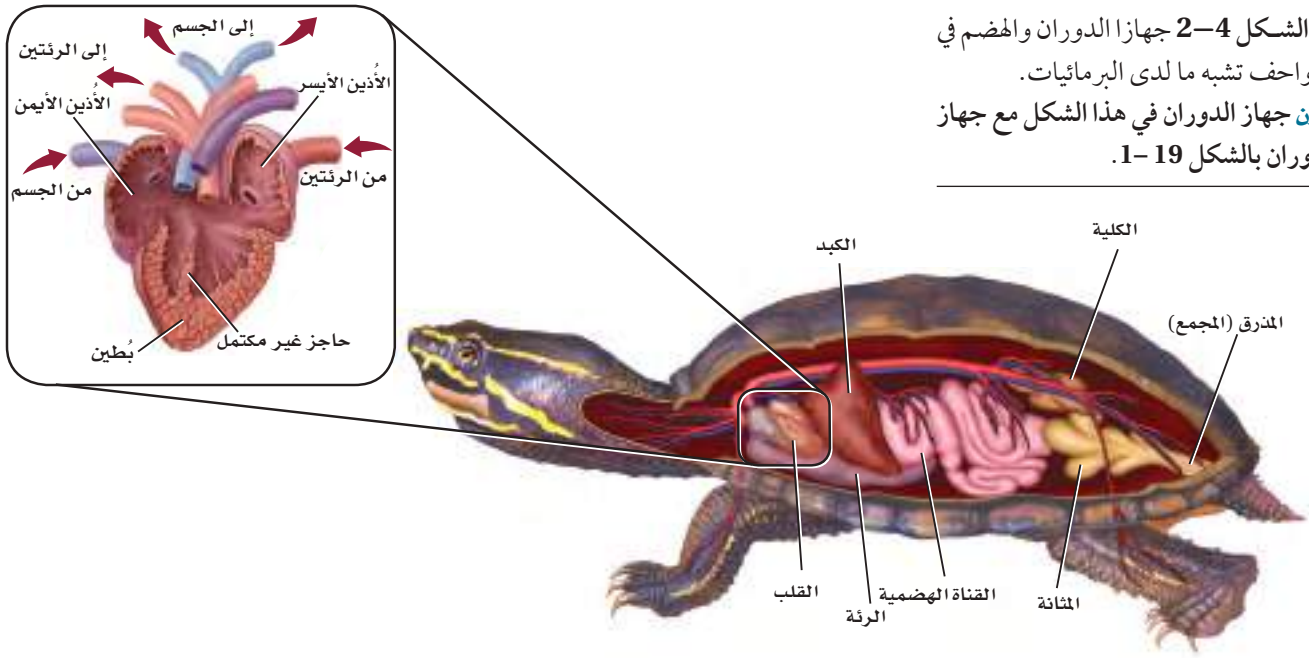
ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

■ **الشكل 3–2** تنسلخ بعض الزواحف كلما زاد نموها.

قارن بين الانسلاخ في الزواحف والمفصليات.



■ **الشكل 4–2** جهازا الدوران والهضم في الزواحف تشبه ما لدى البرمائيات.
قارن جهاز الدوران في هذا الشكل مع جهاز الدوران بالشكل 19–1.

الدوران Circulation يدخل الأُكسجين في معظم الزواحف من الرئتين إلى الجهاز الدوراني الذي يشبه جهاز الدوران في البرمائيات. ولمُعظم الزواحف أُذينان منفصلان وبُطين واحد مفصول جزئيًّا بحاجز غير كامل، كما في **الشكل 4–2**. أمّا في التماسيح فيكون الحاجز في البُطين كاملًا، لذلك فإن له قلبًا ذا أربع حُجرات منفصلة يُبقي الدم الغني بالأكسجين بعيدًا عن الدم القليل الأكسجين داخل القلب.

ولأن الزواحف أكبر حجمًا من البرمائيات فإنها تحتاج إلى ضخّ الدم بقوة كافية ليصل إلى أجزاء الجسم البعيدة عن القلب. فعلى سبيل المثال، كان على الديناصور Brachiosurus ضخّ الدم إلى أكثر من 6 m من القلب إلى الرأس!

التغذية والهضم Feeding and digestion تشبه أعضاء الجهاز الهضمي في الزواحف ـ المبينة في **الشكل 4–2** ـ مثيلتها في البرمائيات والأسماك. وللزواحف طرائق تَغَذٍّ متنوعة وأغذية مختلفة. ومعظم الزواحف من آكلات اللحوم، وإنْ كان بعضها يتغذى على النباتات، ومنها الإجوانا Iguana والسلاحف. وبعض السلاحف حيوانات قارتة، أي آكلات لحوم ونباتات في الوقت نفسه. وللسلاحف والتماسيح ألسنة تُساعدها على الابتلاع، في حين أن لبعض السحالي ـ ومنها الحرباء ـ ألسنة طويلة لزجة؛ للإمساك بالحشرات.

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

■ **الشكل 5–2** يُمكن للأفاعي أن تبتلع وجبة أكبر حجمًا من أفواهها؛ لأنَّ فكيها العلوي والسفلي متصلان بأربطة مرنة، ويُمكن للفكين أن يتحركا بشكل مُنفصل أحدهما عن الآخر.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الإخـراج Excretion خلـق اللـه تعالى للزواحف جهـازًا إخراجيًّـا لتعيش على اليابسـة. وتنقـي الكليتـان الـدم وتُزيل الفضلات، كمـا في **الشـكل 4–2**. وعندما يدخـل البول إلى المجمع يتم إعادة امتصاص الماء فيتكون حمض البوليك، وهو فضلات شـبه صلبة. وهذه الطريقة في إعادة امتصـاص الماء تُمكِّن الزواحف من حفظ الماء وثبات الاتزان الداخلي للماء والأملاح في أجسامها.

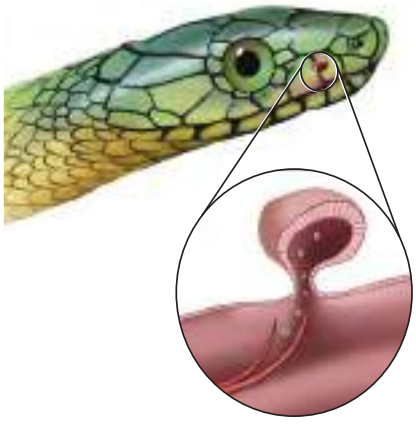
الدمـاغ والحواسـ The brain and senses أدمغـة الزواحـف تشـبه أدمغـة البرمائيات، إلا أن مخ الزواحف أكبر حجمًا. ولأنَّ وظيفة البصر والعضلات أكثر تعقيـدًا فإن الجزء البصري وأجزاء المُخيخ فـي دماغ الزواحف أكبر من تلك التي في البرمائيات. والبصر هو الحاسـة الرئيسـة في معظـم الزواحف، حتى إن بعض الزواحف لديها القدرة على تمييز الألوان. ويتنوع السـمع في الزواحف؛ فلبعضها غشـاء طبلة يشـبه الذي في البرمائيـات. وهناك زواحف أخـرى ـ ومنها الأفاعي ـ تلتقط الذبذباتِ الصوتيةِ عن طريق عظام فكِّها.

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**. وتوجـد هذه التراكيب التي تميز الروائح في سـقف حلق فم الأفعى. وقد أظهرت التجارب أن الأفعى ـ من دون أعضاء جاكوبسون ـ تجد صعوبة في تحديد الفريسة، وشريك التزاوج.

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

تنظيـم درجـة الحـرارة Temperature control الزواحـف كالبرمائيـات، متغيرة درجة الحرارة، فلا يُمكنها أن تولِّد حرارة جسمها، بل تُنظِّم درجة حرارتها سـلوكيًّا. فلعلك شـاهدت سـلحفاة تسـير تحت أشـعة الشـمس، مما يرفع درجة حرارة جسـمها. وقد تخفض درجة حرارة جسـمها بالانتقال إلى الظل أو الدخول في الجحور الباردة. وبعض الزواحف في المناطق المعتدلة تقضي الشـتاء مختبئة داخـل الجحور، أو تدخل في حالة سـبات (بيات شـتوي)، حيث ينخفض معدل الأيض في أجسامها، فتنخفض درجة حرارة أجسامها. وبعض الزواحف الأخرى ـ ومنهـا الأفاعـي ـ تتجمع معًا بالمئات، فيغطِّي بعضها بعضًا على هيئة كُتل خلال الشتاء، بحيث تقلل فقدان الحرارة.

الحركة Movement قارن بين موقع الرِّجل في السَّلمندر وموقعها في التمساح المبين في **الشـكل 7–2**. ولاحظ أنَّ بطن السـلمندر يكون على الأرض، في حين يكون بطن التمسـاح مرتفعًا عنهـا. وبعض الزواحف تشـبه 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 تُساعدها على الحفر، والتسلُّق، والتثبت بالأرض للسحب والجر.



الشـكل 6–2 تسـتعمل الأفاعي أعضاء جاكوبسون في الفم للإحساس بالروائح.

■ **الشكل 7–2** يتحرك السَّلمندر بأرجل مفلطحة تضغط على الأرض فتدفع أجسامها نحو الأمام. وللتماسيح أرجل ملتوية تحت أجسامها، تحملها بعيدًا عن الأرض.

التكاثُر Reproduction الإخصاب في الزواحف داخلي، وتنمو البويضة بعد الإخصاب، فتكوِّن جنينًا جديدًا يحيط به أغشية البيضة الأمنيونية لضمان نموه بصورة آمنة. ويكوِّن الجهاز التناسلي الأنثوي قشرة جلدية تحيط بالبيوض التي ينتجها. ويتغذى الجنين من المح في البيضة. وعادة تحفر الأُنثى حفرة في الأرض تضع فيها البيوض، أو تضعها في بقايا النباتات. وتترك معظم الإناث البيوض وحدها بعد وضعها حتى تفقس. وتبني التماسيح عشًّا تضع فيه البيوض. أما بعض الأفاعي والسحالي فتبقي البيوض داخل أجسامها حتى تفقس الصغار. وبهذه الطريقة يتم حماية البيوض داخل جسم الأم حتى تفقس منها صغار مكتملة النمو.

تنوُّع الزواحف Diversity of Reptiles

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

السحالي والأفاعي Lizards and snakes للسحالي عمومًا أرجل بأصابع ذات مخالب، كما لها أيضًا جفون مُتحرِّكة، وفك سفلي ذو مفاصل متحركة تسمح بمرونة حركة الفك، وأغشية طبلة في الفتحات الأذنية. والسحالي الشائعة تشمل الإجوانا المبينة في **الشكل 8–2**، والحرباء، والحرذون، والضب، والورل.

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

أمّا الأفاعي فليس لها أرجل، ولها ذيول أقصر من ذيول السحالي، وليس لها جفون متحركة ولا أغشية طبلة. وهي كالسحالي لها مفاصل في فكوكها تُمكِّنها من ابتلاع فرائس أكبر حجمًا من رؤوسها. وبعض الأفاعي ـ ومنها الأفعى ذات الجرس الموضحة في الصورة بداية هذا الفصل ـ لها سُمّ يمكنه أن يشلّ حركة الفريسة أو يقتلها ومنها أيضاً الأفاعي المقرنة. وبعض الأفاعي لا تنتج سمًّا، وإنما هي أفاعٍ عاصرة، أي تستعمل عضلاتها القوية لعصر الفرائس، ومنها أفعى البايثون العاصرة الخضراء المبينة في **الشكل 8–2**، والأناكوندا والبوا Boas، حيث تخنق فريستها بالالتفاف حولها والضغط عليها حتى تموت بسبب عدم قدرتها على التنفُّس.

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

السلاحف Turtles لاحظ أن الدرع الواقية التي تحيط بجسم السلحفاة، المبينة في **الشكل 9 – 2**، تجعلها مختلفة عن غيرها من الزواحف. ويسمى الجزء الظهري من هذه الدرع **الدرع الظهري** (الواقي) 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 مائية، وبعضها الآخر يعيش على اليابسة، ويسمى السلاحفَ البريَّة tortoises. وليس للسلاحف البريَّة أو المائية أسنان، وإنما لها حواف فم حادة وصلبة يمكنها أن تسبب عضَّة قوية.

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

إرشادات الدراسة

نظرة عامة للدراسة الدرع الظهري Carapace تعبير استعمل في هذا القسم. استعمل كلمات أُخرى تصف هذا المصطلح. وتوقَّع معنى كلمة الدرع الظهري.

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

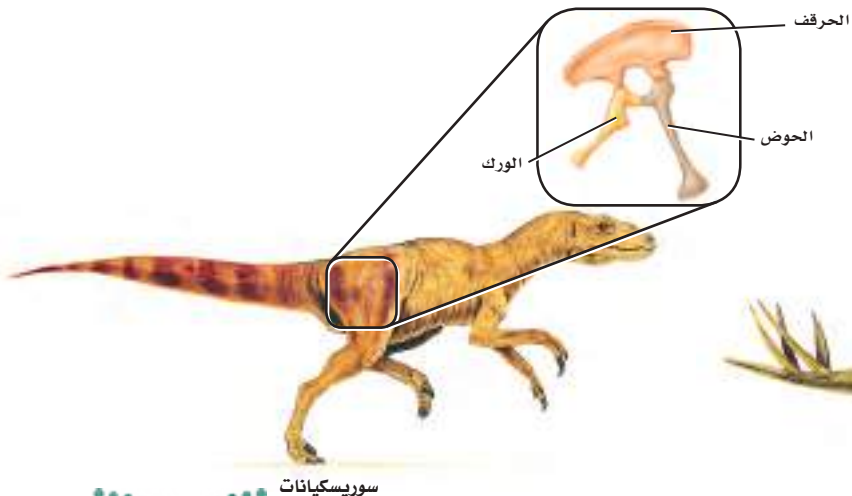
وعندما يغلق القاطور فمه يتداخل الفك العلوي مع السفلي، وتختفي أسنانه بصورة كاملة تقريبًا. وللفكين العلوي والسفلي في التمساح العرض نفسه. لذا فعندما يغلق التِّمساح فمه، تبدو بعض الأسنان من الفك السُّفلي واضحة بسهولة.

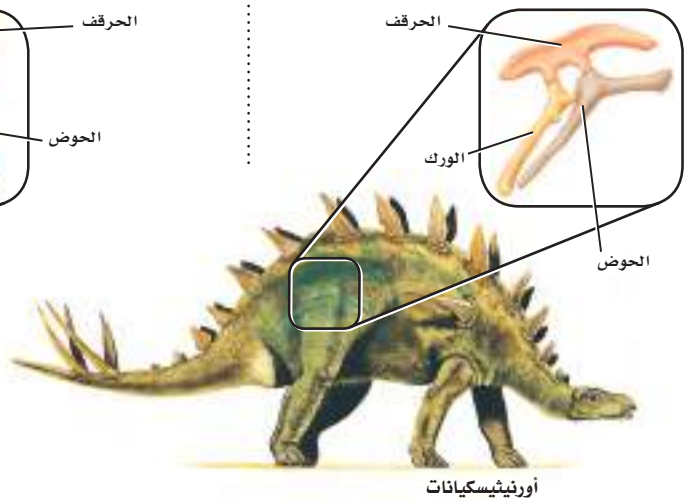
التواتارا Tuataras تشبه التواتارا السحلية الكبيرة، **الشكل 10–2**. وتوجد فقط في جزر بعيدة عن شاطئ نيوزلندا، ويوجد منها نوعان. وللتواتارا عُرف من الأشواك يمتد على طول ظهره، وعين ثالثة على قمة الرأس. تستطيع أن تحس بضوء الشمس على الرغم من تَغطِّيها بالحراشف التي يعتقد علماء الأحياء أنَّها ربما تقي التواتارا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

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

الشكل 10–2 يصل طول التواتارا مترين تقريبًا، ويعيش نحو 80 عامًا في البرِّيَّة.

الشكل 11–2 للسّوريسكيانات ورك يتجه إلى الأمام. أمّا الأورنيثيسكيانات فلها العظم نفسه مُتَّجهًا إلى الخلف في اتجاه الذيل.





وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

يُعرف العصر الطباشيري بعصر الانقراض العالمي الضخم للعديد من الأنواع، ومنها الديناصورات؛ إذ يعتقد بعض العلماء أنَّ مُذنَّبات ضربت الأرض وسبَّبت الانقراض، وحجبت سحبُ الغبار أشعةَ الشَّمس، ممّا سبَّب ظهور مُناخ بارد. وهذا التغيُّر ـ مع وجود الحرائق والغبار السَّام والغازات ـ ربما أدّى إلى موت العديد من النباتات والحيوانات في ذلك الوقت. وعندما اختفت الديناصورات أصبحت الأماكن التي كانت مُسيطرًا عليها متاحة للفقاريات الأُخرى لتتكاثر وتنمو وتزيد من فرصة بقائها.

بيئة الزواحف Ecology of Reptiles

تؤدي الزواحف دورًا مهمًّا 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 1-2

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير الشّكل

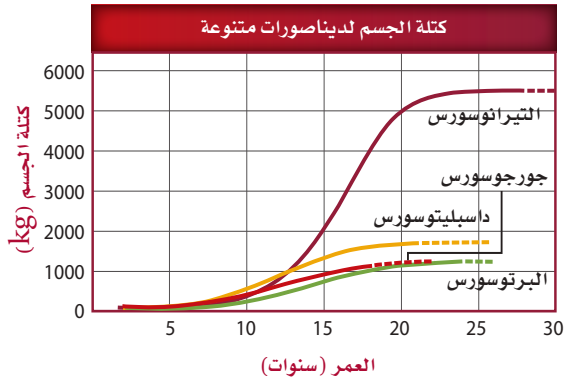
ما سرعة نموّ الديناصورات؟ درس العلماء مقاطع رقيقة من نسيج عظام أحفورة لتحديد سرعة نموّ العظم فيها. ويمكن للعلماء ـ بدراسة سرعة نموّ الديناصورات ـ أن يستنتجوا معلومات عن بيئاتها وجماعاتها.

التفكير الناقد

1. **قارن** أيّ عمر كان فيه نمو الديناصورات أكبر ما يمكن؟ فسّر ذلك.
2. **حلّل** البيانات أي الديناصورات كان معدل نموه بطيئًا، وأيها كان معدل نموه أسرع؟
3. **استنتج** للعظام ذات النموّ السَّريع العديد من الأوعية الدموية. فكيف تبدو عظام التيرانوسورس *Tyrannosaurus* مقارنة بتلك التي في الداسبليتوسورس *Daspletosaurus*؟

البيانات والملاحظات

يبين الرسم البياني منحنيات نموّ – معتمدة على العظم – تقارن بين عدَّة ديناصورات.



أخذت البيانات في هذا المختبر من:

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

■ **الشكل 12–2** تعيش أفعى الغرطر (*Thamnophis sertalis tetrataenia*) في الأراضي الرطبة أو العُشبية بجانب البرك والسَّبخات.

فقدان الموطن البيئي Habitate loss تأثَّرت بعض القواطير والتماسيح بفقدان الموطن البيئي؛ حيث إن تدمير الأراضي الرطبة من أجل البناء أدَّى إلى تناقص أعداد هذه الزواحف. وبقي القاطور مهدَّدًا بالانقراض، مع بقاء 500 – 1200 حيوان منها فقط. ومع ظهور قوانين تحمي الأراضي الرطبة في بعض المناطق عاد التوازُن إلى أعداد جماعات القاطور بشكلٍ كافٍ ليتغيَّر وضعه من مُهدَّد بالانقراض إلى مُهدَّد فقط.

إدخال أنواع خارجية جديدة Introduction of exotic species عندما يتم إدخال أنواع خارجية دخيلة على النظام البيئي في منطقة ما فإنَّ الحيوانات الأصليّة (المحلية) ربما تواجه خطرًا بسبب الافتراس أو التَّنافُس على الغذاء. فعلى سبيل المثال، عندما أُدخل النمس ـ وهو حيوان ثديي صغير ـ إلى جامايكا لقتل الجرذان في حقول قصب السُّكر تغذَّى على أنواع عديدة من السَّحالي، التي يُعتقد أنَّها انقرضت بسبب ذلك. وتشمل هذه السحالي أنواعًا مُهدَّدة بالانقراض، منها الإجوانا الجامايكية.

وبعض الأنواع ـ ومنها أفعى الغرطر Grater Snak المبينة في **الشَّكل 12–2** ـ عانت من تناقُصٍ في أعدادها بسبب فقدان الموطن، وبسبب إدخال مخلوقات دخيلة أيضًا. إنَّ استعمال الأراضي من أجل البناء والزِّراعة أدَّى إلى فقدان الموطن البيئي لهذه الأفعى. وإدخال الضفدع الثور ـ وهو ضفدع غازٍ لبيئة هذه الأفعى ـ أثَّر في أعداد هذه الأفاعي؛ إذ يأكل الضفدع الثور Bullfrog كلًّا من أفعى الغرطر والضفدع ذا الرِّجل الحمراء Red – legged frog الذي يشكّل مصدر غذاء لأفعى الغرطر.

التقويم 1–2

الخلاصة

- وهب الله للزَّواحف عدة أنواع من التكيُّفات التي مكّنتها من العيش على اليابسة.
- تكيّف بيض الزواحف للنمو والعيش على اليابسة.
- تقسم الزَّواحف إلى أربع رتب، هي: الحرشفيات، والتمساحيات، والسلحفيات، وخطمية الرأس.
- الزواحف مخلوقات أمنيونية. والعديد من الزواحف ـ ومنها الديناصورات ـ انقرضت.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **حدّد** الخصائص التي مكّنت 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 خطمية الرأس.
4. **وضح** الفرق بين الأفاعي والسحالي. وأعطِ مثالاً يوضح كلًّا منهما.

التفكير الناقد

5. **اعمل نموذجًا** لبيضة أمنيونية كما في **الشكل 2–2**. ما وظيفة كل غشاء؟
6. **الرياضيات في علم الأحياء** تتناسب قوة العضّ في القاطور طرديًّا مع طوله. فإذا كانت قوة العض في قاطور طوله 1 m تساوي 268 kg فما قوة عضّ قاطور طوله 3.6 m؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

2-2

الأهداف

- **تلخص** خصائص الطيور.
- **تربط** 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)
الغدَّة الزيتية
الريش الزغبي
عظم القص
كيس الهواء
الحضانة

الطيور Birds

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

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

خصائص الطيور Characteristics of Birds

عندما يطلب المعلم منك وصف طائرٍ ما، فقد تجيب بأن له ريشًا ويطير. وهاتان سمتان تميز الطيورعن الفقاريات الأخرى؛ إذ تنتمي الطيور إلى رتبة الطُّيور Aves التي تضم نحو 8600 نوع، مما يجعلها أكثر الفقاريات البريَّة تنوعًا. وتتباين الطيور في حجومها، فمنها طائر الطنان الصغير الحجم الذي يحوم حول الأزهار، والنَّعام 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 أمنيونيًّا (رهليًّا). ومن الصفات المشتركة بينهما أيضًا أن أرجل الطيور مغطاة بحراشف تشبه تلك التي تغطي أجسام الزواحف.

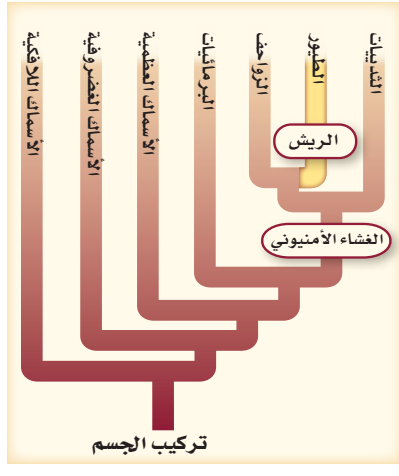
فقد خلق الله سبحانه وتعالى للطيور مجموعة من التكيفات ـ ومنها الطيران ـ لتستطيع العيش في البيئات المتنوعة. ومن هذه التكيفات أيضًا قدرتها على إنتاج الحرارة الداخلية في أجسامها (ثابتة درجة الحرارة)، ووجود الرِّيش، وعظامها خفيفة الوزن. وقد تكيّف جهازا الدوران والتنفُّس أيضًا ليزوّدا العضلات بأكسجين أكثر للطيران.

ثابتة درجة الحرارة Endotherms على العكس من الزَّواحف، تولد الطيور حرارتها داخليًّا. **الثابتة درجة الحرارة** endotherm مخلوقات تولِّد حرارة جسمها داخليًّا عن طريق العمليات الأيضية الخاصة بها. ويرتبط معدل الأيض العالي بالحرارة الداخلية للجسم، مما يؤدي إلى توليد وإنتاج كميات كبيرة من الطاقة (ATP) يمكن استعمالها لتوفير طاقة العضلات أو حاجات أخرى.

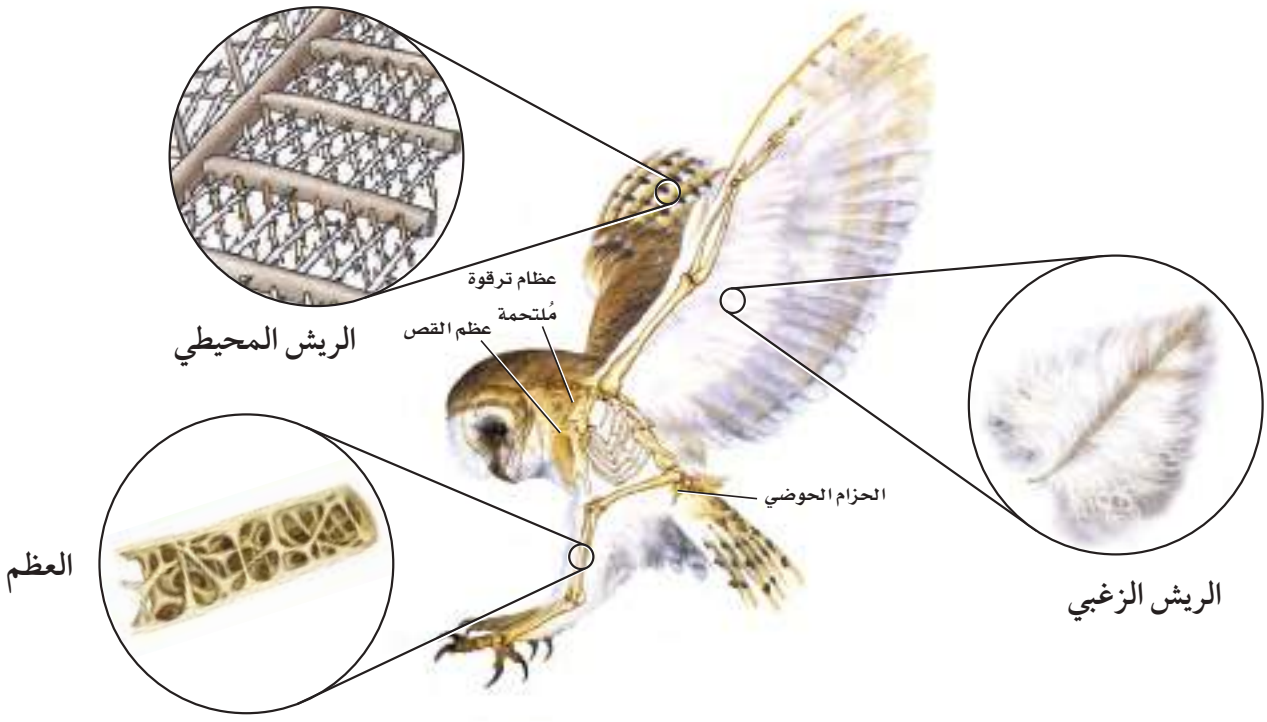
وتبلغ درجة حرارة جسم الطائر 41°C تقريبًا. أما درجة حرارة جسم الإنسان فهي 37°C. وتُمكِّن درجة حرارة الجسم العالية خلايا العضلات الخاصة بالطيران من استهلاك كميَّات كبيرة من ATP اللازمة لانقباض العضلات السريع خلال الطيران.

ماذا قرأت؟ **وضح** لماذا يعدّ ثبات درجة حرارة الجسم تكيفًا للطيران؟

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



وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



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

الريش Feathers الطيور هي المخلوقات الحيَّة الوحيدة التي يغطي أجسامها الريش. **والريش** feathers زوائد نمو متخصِّصة من جلد الطيور، مكوّنة من الكيراتين؛ وهو بروتين في الجلد يكوّن أيضًا الشَّعر والأظافر والقرون في بعض المخلوقات الحية الأخرى. وللريش وظيفتان أساسيتان، هما: الطيران، والعزل؛ إذ يمنع الريش فقدان الحرارة التي تولّدها عمليات الأيض في جسم الطائر. وعندما ينفش الطائر ريشه يُكوِّن فراغًا هوائيًّا عازلًا يحبس الحرارة. وهو ما يشبه عمل الغطاء عندما تكون نائمًا، فيكوّن الغطاء فراغًا هوائيًّا عازلًا بينك وبين الهواء البارد الموجود في الغرفة، مما يمنع فقدان حرارة الجسم.

والرِّيش الذي يُغطِّي الجسم والأجنحة وذيل الطائر يسمى **الريش المحيطي** (الكفافي) contour feathers. افحص الريش المحيطي المبين في **الشكل 14–2**. يتكوَّن الرِّيش المحيطي من قصبة ذات أشواك متفرِّعة، وتتفرَّع هذه الأشواك إلى شُويكات تتماسك معًا بخطَّافات. فإذا انفصلت الأشواك بعضها عن بعض فإنَّها تعاود الاتصال مرة أخرى كأسنان سحّاب الملابس. وتُصلح الطيور الروابط المنكسرة بين أشواك الريش عندما تقوم بتزييت ريشها، حيث تمرّ بمنقارها على طول الريشة. وتستغرق الطيور الكثير من الوقت في إعادة بناء الروابط المنكسرة في ريشها. وللعديد من الطيور **غدَّة زيتية** preen gland ، وهي غدَّة موجودة قريبًا من قاعدة الذيل تُفرز الزيت. وفي أثناء عملية التزييت تنشُر الطيور زيتًا من الغُدَّة الزيتية على ريشها، فتكوّن غلافًا مُقاومًا للماء. **والريش الزغبي** down feather، المبين في **الشكل 14–2**، ريش ناعم موجود تحت الريش المحيطي، ولا يحوي خطافات لربط الأشواك معًا؛ فالتركيب اللين للريش الزغبي يُمكنه حجز الهواء الذي يعمل عمل العازل.

المفردات

الاستعمال العلمي
مقابل الاستعمال الشائع.

تزييت Preen

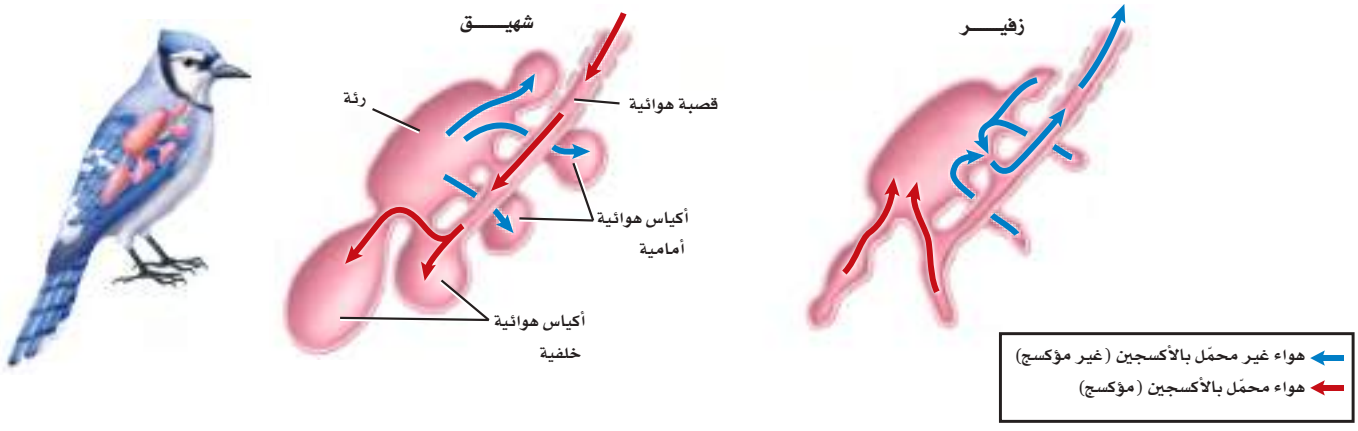
الاستعمال العلمي: الإصلاح والإدامة باستعمال منقار (طائر).

تُزيِّت الطيور ريشها قبل الطيران.

الاستعمال الشَّائع: التزييت يعني الدهن بالزيت.

زيَّتَ الشَّعرَ: دهنه بالزيت.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



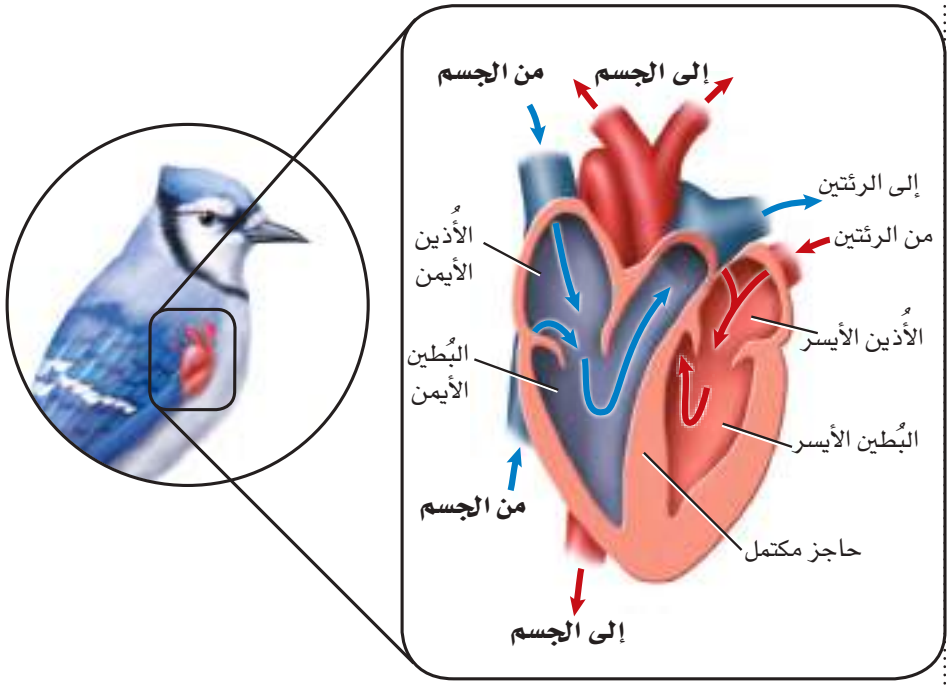
العظام الخفيفة الوزن Light weight bones هناك تكيف آخر للطيور يسمح لها بالطيران، وهو هياكلها القوية الخفيفة الوزن. وعظام الطيور فريدة لأنها تحتوي على تجاويف هوائية. ويبين **الشكل 14–2** التركيبَ الداخلي لعظام طائر. ورغم امتلاء العظام بالهواء فهي قوية. هل سبق أن وجدت عظم الترقوة في قطعة من الدَّجاج أو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

التنفس Respiration تستهلك العضلات المسؤولة عن عملية الطيران كمية كبيرة من الأكسجين. لذا فإن أجهزة التنفُّس في الطيور متكيِّفة جيدًا؛ لتوفر هذه الكمية من الأكسجين. وللطيور حيز للهواء في جهازها التنفسي أكبر من الزواحف، كما أن الهواء يدور في جهازها التنفسي في اتجاه واحد فقط. ويتحرَّك 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 التنفُّسي من الرِّئتين نحو الأكياس الهوائية الأمامية، حيثُ يحدث تبادل الغازات. أما في عملية الزفير فيُطرد الهواء غير المؤكسج الموجود في الأكياس الهوائية الأمامية من الجهاز التنفُّسي، ويحل محله الهواء المؤكسج الذي يتجه من الأكياس الهوائية الخلفية إلى الرئتين. وأخيرًا يتحرَّك الهواء المؤكسج فقط داخل الرئتين في اتجاه واحد اعتمادًا 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. وللطيور قلب بأربع حجرات، كما في **الشكل 16–2**. ووجود بُطينين يُبقي الدم المؤكسج وغير المؤكسج مُنفصلين، ممَّا يجعل توصيل الدم أكثر فاعلية.

■ **الشكل 15–2** عندما يتنفَّس طائر يمر الهواء في اتجاه واحد، بحيث يتم تبادل الغازات بكفاءة عالية.

ويستقبل الأُذين الأيسر الدم من الرئتين، ويضخه إلى البُطين الأيسر، ثم إلى جميع أجزاء الجسم. كما يصل الدم من الجسم إلى الأُذين الأيمن، ثم يتحرك إلى البُطين الأيمن، ومنه إلى الرئتين، حيثُ يحصل على المزيد من الأُكسجين.



الشكل 16–2 للطيور قلب من أربع حُجرات، يُبقي الدم المحمل بالأكسجين والدم غير المحمل بالأكسجين منفصلين أحدهما عن الآخر.

قارن بين قلب الطائر وقلب الزاحف في الشكل 4–2.

التغذية والهضم Feeding and digestion تحتاج الطيور إلى كميَّة كبيرة من الغذاء للمحافظة على معدَّل أيض عالٍ. فعندما تأخذ الطيور الطعام تقوم باستهلاكه من خلال تكيُّفات فريدة في أجهزتها الهضمية، كما في **الشكل 17–2**. وللعديد من الطيور حجرة تخزين تُسمى الحوصلة، توجد أسفل المريء، تخزن فيها الغذاء الذي تبتلعه، ثم يتحرك الطعام من الحوصلة إلى المعدة. والنهاية الخلفية للمعدة ما هي إلا كيس عضلي سميك يُسمى القانصة. وتحوي القانصة عادةً حجارة صغيرة تقوم بطحن الطعام الذي ابتلعه الطائر بمساعدة الأداء العضلي للقانصة. فتُصبح جُزيئات الطعام الصغيرة الناتجة أسهل للهضم. وليس للطيور أسنان، 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 الدمَ من الفضلات، وتُحوِّلها إلى حمض البوليك (uric acid)، كما هو الحال في الزواحف. وللطيور مجْمع (مذرق)، يتم فيه إعادة امتصاص الماء من حمض البوليك، **الشكل 17–2**. وليس للطيور مثانة بولية تخزن البول؛ حيث يسبب تخزينه زيادة وزن الطائر خلال الطيران، لذا يُمكن اعتبار عدم وجود مثانة بولية تكيُّفًا للطيران. وتطرح الطيور حمض البوليك في صورة مادة بيضاء طرية.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تجربة استهلالية

مراجعة: بناءً على ما قرأته عن الزواحف والطيور، كيف يُمكنك الآن الإجابة عن أسئلة التَّحليل؟

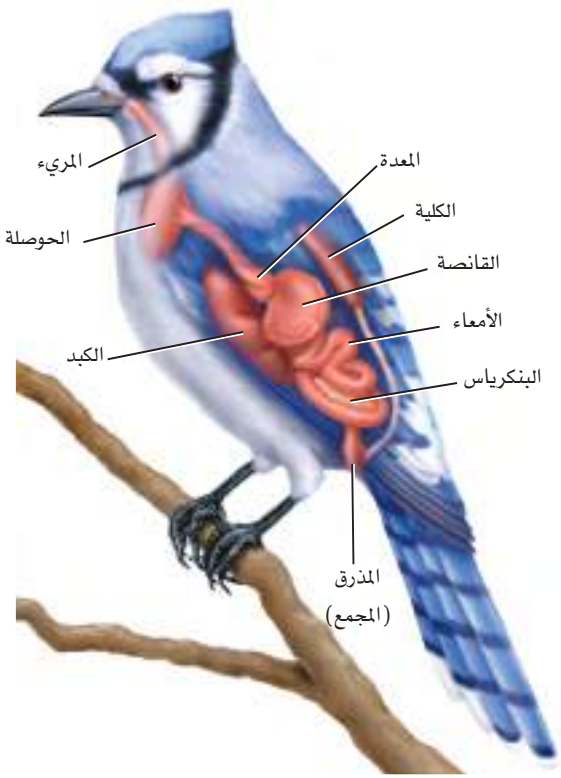
وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

Feeding and Digestion

التَّغذِّي والهضم

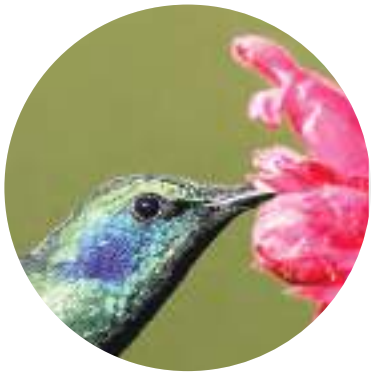
■ **الشكل 17 – 2** تفحَّص أعضاء الجهاز الهضمي لطائر ما. فبالإضافة إلى وجود تكيُّفاتٍ فريدة في أجهزة الطيور الهضمية، فإن لها أيضًا مناقير مُتكيِّفة مع نوع الغذاء الذي تأكله.

تستعمل طيور الرفراف مناقيرها الطويلة والرفيعة والحادَّة لطعن الأسماك والبرمائيات الصغيرة والإمساك بها.



يستعمل البجع منقاره الكيسي لغرف الماء الذي يحوي الأسماك.

يستعمل الصقر منقاره الحادّ لتمزيق لحم الفريسة.



لطائر الطَّنّان منقار طويل رفيع لامتصاص الرحيق من الأزهار.

الدِّماغ والحواس The brain and senses تتميز أدمغة الطيور ـ كما في **الشكل 18–2** ـ بأنها كبيرة، مقارنة بحجم الطائر. فالمُخيخ كبير لأنّ الطيور تحتاج إلى تناسُق الحركة والاتزان في أثناء الطيران. وينسِّق الجزء البصري المعلومات البصرية. وحجم المخ كبير أيضًا لأنه مركز التكامُل الأساسي في الدِّماغ. وتتحكَّم هذه المساحة من الدماغ في الأكل والتغريد والطيران والسلوك الغريزي، كما أن مساحة القشرة المخية كبيرة نسبيًّا، وهي مسؤولة عن الذكاء في الطيور. ويتحكَّم النُّخاع المستطيل في الوظائف الإيقاعية، ومنها التنفُّس ودقات القلب.

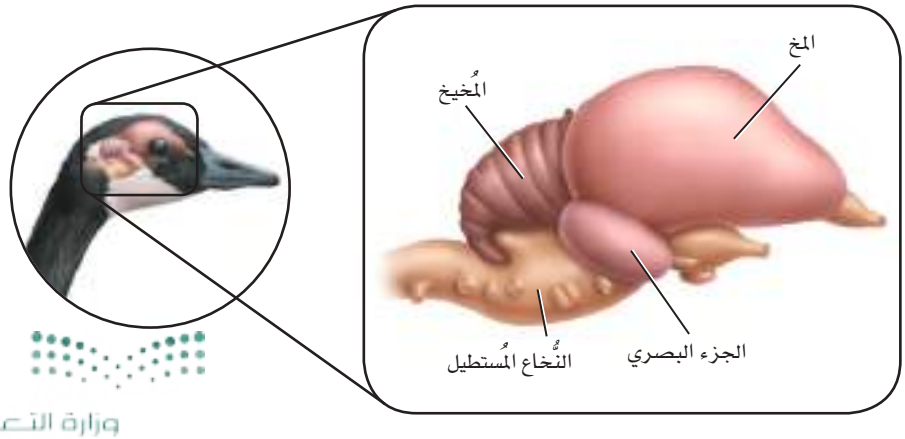
وللطيور عمومًا بصر حادّ. والطيور المفترسة ـ ومنها البوم، **الشكل 18–2** ـ لديها نظام تركيز عالٍ يمكِّنها من التركيز على فريسة متحرِّكة بشكل دائم عندما تقوم بالانقضاض عليها لافتراسها. ويعتمد موقع عيون الطائر في وجهه على بيئته؛ فللطيور المفترسة عيون في مقدِّمة رأسها. وهذا يمكِّنها من تمييز مسافة الهدف؛ لأن كلتا العينين يمكنها أن تركز على الهدف نفسه. وللحمامة عينان على جانبي الرأس، مما يُمكِّنها من الرؤية بزاوية 360° تقريبًا في الفراغ المحيط بها؛ إذ ترى كل عين مناطق مختلفة. وتأكل 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 بتتبُّع صوته فقط.

التكاثُر Reproduction النشاطات التكاثُرية في الطيور معقَّدة؛ فهي تشمل تحديد مناطق التكاثر، وتحديد شريك التزاوج، وسلوك المغازلة، والتزاوج، وبناء الأعشاش، وحضن البيض، وإطعام الصِّغار. وخلال فصل التكاثُر يتجمَّع العديد من الطيور في مستعمرات كبيرة؛ حيثُ تتكاثر وتعتني بصغارها. والإخصاب في الطيور داخلي. وتتكوَّن البيضة الأمنيونية بعد الإخصاب، وتكون مُحاطة بقشرة صلبة وهي لا تزال في جسم الأم. وبعد تكوُّن القشرة، يتمُّ 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 المتحرِّكة في أثناء عملية الانقضاض عليها.

الأيسر: للطيور مخيخ كبير يمكِّنها من الاتِّزان والتَّناسُق في أثناء الحركة. ويتحكَّم النُّخاع المُستطيل في العمليات الإيقاعية.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تنوُّع الطيور Diversity of Birds

تُقسم الطُّيور إلى 27 رتبة تقريبًا. وتختلف هذه الرُّتب بعضها عن بعض اعتمادًا على الاختلافات التشريحية، والسلوك المحدَّد، والتغريد، والمواطن. ويوضح **الجدول 1-2** أكثر رتب الطيور شيوعًا وبعض تكيُّفاتها. وأكبر رتبة للطيور هي العصافير، وتسمَّى عادةً الطيور الجاثمة أو الطيور المُغرِّدة. وهناك أكثر من 5000 نوع في هذه الرتبة. وللطيور التي لا تطير ـ ومنها النعامة Ostriche والإيمو Emus وطائر الكيوي Kiwis ـ أجنحة صغيرة، أو ليس لها أجنحة على الإطلاق. وطائر الكيوي ـ وهو في حجم الدجاجة ويعيش في نيوزلندا ـ يضع بيضة واحدة كبيرة جدًّا مُقارنة بحجمه. وبعض الطيور ـ ومنها البطريق والإوز والبط ـ تمتاز بتكيّف 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 مهمًّا في السلاسل الغذائية بوصفها مُفترسات 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 1-2

الطيور المحلية (دراسة مسحية)

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة 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 مدَّتها 10 دقائق إلى المنطقة المُجاورة لمدرستك. وتأكَّد من اتباع إرشادات معلمك حول الأماكن المسموح لك بالذَّهاب إليها. وسجِّل معلوماتك عن الطائر الذي تشاهده. واستعمل منظارًا إذا دعت الحاجة. وإذا لم تستطع تعرّف طائر ما فاستعمل **دليلاً ميدانيًّا** مصورًا للطيور المحلية.
4. اجمع نتائجك، وابحث عن الطيور التي شاهدتها.

التَّحليل

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

الجدول 1–2	تنوُّع رتب الطيور		
الرتبة	**المثال**	**أفراد الرتبة**	**الخصائص**
العصافير (باسيريفورميس Passeriformes) طيور جاثمة مغرِّدة؛ نحو 5000 نوع.		السُّمَاني، الدّخّل Warbler، الغراب، الدُّوري، كاسر الجوز Nuthatch، المُحاكي.	لهذه الرتبة أقدام تمكنها من الجثوم على السيقان الصغيرة والأفرع. والعديد من الطيور في هذه الرتبة تغرِّد. وعضو الصَّوت (الحنجرة) فعّال جدًّا في هذه الطيور. وهناك أنواع أخرى لا تغرِّد، منها الغربان.
النقاريّات (بيسيفورميس Piciformes) تبني أعشاشها في التَّجاويف والثقوب، نحو 380 نوعًا.		نقّار الخشب، الطوقان Toucans، مرشد العسل Honey guide، اليقمر Jacamars.	لهذه الرتبة مناقير مُتخصِّصة مُرتبطة مع طريقة تغذّيها. وكلها تبني أعشاشًا في التجاويف، كثقب داخل شجرة ميِّتة على سبيل المثال. وللأقدام إصبعان تمتدان إلى الأمام، وإصبعان تمتدان إلى الخلف، وهذا يسمح للطَّائر بالتعلق بجذوع الأشجار.
اللقالق (سيكونيفورميس iconiiformes) طيور مائية والعقبان، نحو 90 نوعًا.		الطائر الحزين، الفلامنجو، البلشون، النسور، اللقالق.	يتراوح حجم أفراد هذه الرتبة بين الصغير والكبير؛ ولها رقاب طويلة وأرجل طويلة. ومعظمها طيور جماعية تعيش في مجموعات كبيرة في الأراضي الرَّطبة. والعقبان تشبه اللّقالق إلى حد كبير في أجسامها إلا أنّها رمّية التغذي.
النوئيات (بروسيلاريفورميس rocellariiformes) الطُّيور البحرية، نحو 100 نوع.		القطرس Albatross، المازور Petrel، حلم الماء Shear waters.	هذه الرتبة طيور بحرية. ولديها مناقير معقوفة تساعدها على التغذّي على الأسماك، والحبَّار والقشريات الصغيرة. لديها فتحات تنفسية تشبه الأنبوب، موجودة في أعلى مناقيرها. وللعديد منها أقدام بأغشية.
البطريقيات (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.
البومّيات (ستريجيفورميس Strigiformes) البوم، نحو 135 نوعًا.		البوم	البوم طيور ليلية، لها عيون كبيرة، ومناقير قوية معقوفة، مع مخالب قوية، حادَّة في أقدامها، وتساعدها هذه التكيُّفات على الإمساك بالفريسة. وللعديد منها ريش على أرجلها. ويوجد البوم في جميع أنحاء العالم ما عدا القارات المُتجمِّدة.
النعاميات (ستروثيونيفورميس truthioniformes) لا تطير، نحو 10 أنواع.		النَّعام، الإيمو، الكيوي، الريّة Rheas.	لأعضاء هذه الرتبة أجنحة صغيرة، وهي طيور لا تطير. والنَّعامة أكبر طائر حي؛ إذ يصل طولها إلى أكثر من مترين، وتزن حوالي 130 kg. ويوجد معظم أنواع هذه المجموعة في نصف الكرة الجنوبي.
الأوزيات (أنسيريفورميس Anseriformes) طيور الماء، نحو 150 نوعًا.		الإوز، البط، البجع.	تعيش أفراد هذه الرتبة في بيئة مائية. ولها أقدام غشائية تساعدها على الحركة في الماء. وللعديد منها مناقير دائرية عريضة تستعملها للتغذّي على النباتات المائية، وأحيانًا على القشريات أو الأسماك الصغيرة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

وتؤدي الطيور أيضًا دورًا مهمًّا في نشر البذور؛ إذ تأكل الطيور البذور أو الثمار، ثم تخرجها بعد هضمها في صورة فضلات في مكان آخر. كذلك تلتصق البذور بريش الطائر، وتتساقط عنه كلما انتقل من مكان إلى آخر. وبعض الطيور ـ ومنها الطيور الطنّانة، تتغذّى على رحيق الأزهار، وتقوم بتلقيحها في أثناء التغذّي على رحيقها.

تدمير الموطن البيئي Habitat destruction العديد من الطيور مهدد بالانقراض؛ لأنَّ مواطنها التي تحتاج إليها تختفي أو تُدمَّر بتأثير المبيدات الحشرية والملوِّثات الكيميائية الأُخرى. وتعتمد جماعات طيور الماء على الأراضي الرَّطبة، وهي مناطق تختفي بسرعة؛ حيثُ يتم تجفيفها للتطوير والبناء. وقد أدَّت إزالة الغابات في منطقة الغابات المطرية إلى تهديد حياة بعض أنواع الطيور أيضًا.

التجارة غير القانونية Illegal trade تتزايد تجارة طيور الزينة غير القانونية. والعديد من طيور الزينة تُربَّى في الأقفاص. وقد أدَّى الصيد غير المشروع للطيور، واستخدامها سلعة تدرّ الأموال الكثيرة ـ في بعض الحالات ـ إلى اختفاء طيور نادرة من البرِّيَّة، فلا يوجد طائر المكاو مثلًا، كما في **الشكل 19–2**، إلا في الأقفاص. ولقد أعلنت منظمة الأمم المتحدة (UN) في عام 1975 م عن اتفاقية دولية تهدف إلى حماية أنواع معينة من النباتات والحيوانات (ومنها الطيور) المهددة بالانقراض من الاستغلال التجاري المفرط بعنوان (اتفاقية الاتجار الدولي في أنواع الحيوانات والنباتات البرية المهددة بالانقراض "CITES" انضمت لها المملكة العربية السعودية ممثلةً بالهيئة السعودية للحياة الفطرية في عام 1995 م وقد بلغ عدد الدول الأطراف التي وقعت على هذه الاتفاقية حتى عام 2016 م حوالي 183 دولة.

■ **الشكل 19–2** لم يبق طيور مكاو في البرِّيَّة؛ فلا يوجد إلا نحو 70 من هذه الطيور فقط في الأسر.

الربط مع رؤية 2030

مجتمع حيوي

٣. ٤. ٢ حماية وتهيئة المناطق الطبيعية (مثل الشواطئ والجزر والمحميات الطبيعية)

التقويم 2–2

الخلاصة

- للطيور خصائص تجعلها متكيِّفة جيدًا للطيران.
- يمكن للطيور أن تُولِّد حرارة جسمها داخليًّا.
- للطيور عظام خفيفة الوزن.
- شكل منقار الطائر يحدده نوع الغذاء الذي يتناوله.
- للطيور عمومًا بصر حاد.
- تُقسم الطيور إلى 27 رتبة.
- تؤدي الطيور دورًا مهمًّا في السلاسل الغذائية.
- تدمير الموطن والتجارة غير القانونية قد يؤثران في بعض أنواع الطيور.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **حدّد** خصائص الطيور التي تجعلها متكيِّفة للطيران.
2. **قارن** بين الريش المحيطي والريش الزغبي.
3. **فسِّر** كيف تكيَّف الجهازان التنفسي والدوراني في الطيور للطيران.
4. **قارن** بين التكاثُر في الطيور والزواحف.
5. **صف** كيف تختلف صفات الطيور في رتبة ستريجيفورميس (البوم) عنها في رتبة أنسيريفورميس (الأوزيات – طيور الماء).
6. **صف** دور الطيور في انتشار الغطاء النباتي.

التفكير الناقد

7. **توضيحات علمية** ارسم دماغ طائر، وحدّد عليه الأجزاء المُختلفة في الدِّماغ، ووضح وظيفة كل منها.
8. الكتابة في علم الأحياء تضع معظم الطُّيور البرِّيَّة الصَّغيرة ـ التي تُطعم صغارها ـ ما بين بيضتين إلى 12 بيضة في أعشاشها. وبعض الطُّيور الكبيرة ـ ومنها طائر الماء ـ لدى صغارها القدرة على العناية بنفسها بعد الفقس، ولا يطعمها أبواها. وتضع نحو 20 بيضة في أعشاشها. كوِّن فرضية مُفصَّلة تُفسِّر فيها لماذا تضع بعض أنواع الطُّيور أعدادًا من البيض أقل من الأنواع الأُخرى.

الأنواع الدخيلة في البيئة

ماذا يحدث عندما يشتري مالكو الحيوانات الأليفة صغيرَ أفعى بورما العاصرة، ثم يُقرِّرون بعد أن يصل طول الأفعى إلى 4–5 m أنَّهم لا يستطيعون العناية بها؟ إن أصحاب هذه الأفاعي الضَّخمة يُلقون بها في المروج الخضراء. وتعد الأفعى العاصرة عدوانية؛ فهي تُسبِّب مشكلات في المروج الخضراء. وتسبِّب أنواعٌ عدوانية أُخرى مشكلات لبيئتها المُضيفة في مناطق مُختلفة من العالم.

ما الأنواع الدخيلة (الغازية)؟ الأنواع الدخيلة (الغازية) هي مخلوقات تمَّ إدخالها من قِبَل البشر إلى مناطق لا تعيش فيها أصلاً، وهي تتكاثر بنجاح، وتُحدث في النظام البيئي أضرارًا ومشكلات بيئية أو اقتصادية أو اجتماعية أو صحية. ومن أبرز هذه القضايا تحوّلها إلى آفات أحيائية تتنافس بشراسة مع الأنواع المحلية المتوطنة، وتحدّ من انتشارها أو القضاء عليها أو جلب الأمراض إليها، مما 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 أيضًا الغراب الهندي المنزلي (الاسم العلمي *Corvus splendens* والاسم الإنجليزي Indian House Crow)، والغراب البني الرقبة أو الغراب النوحي (الاسم العلمي *Corvus ruficollis*، الاسم الإنجليزي Brown-necked Raven).

الغراب الهندي أحد الأنواع الدخيلة على بيئتنا المحلية

ما الخسائر التي تسبِّبُها الأنواع العدوانية؟ يمكن للأنواع الدخيلة أن تسبِّب خسائر مالية كبيرة سنويًّا للمحاصيل الزِّراعية 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. ويشكّل التَّنافُس على المكان والفرائس عاملًا أساسيًّا في اكتساح الأنواع الدخيلة للأنواع الأصيلة.

الحلول يُمكن التَّحكُّم في الأنواع الدخيلة بعدَّة طرائق، منها القوانين، وعدم السماح بدخول المخلوقات الحية الدخيلة. ويدرس العلماء باستمرار الأنواع الدخيلة لكي يفهموا طرائق السَّيطرة على انتشارها، ودورة حياتها، وسلوكها. ويمكن أن تُساعد قوانين وأنظمة متعلقة بالمشكلات البيئية على تحسين الظُّروف المرتبطة مع الأنواع الدخيلة أيضًا.

مشاركة المجتمع المحلي

خُطَّة درس طَوِّر خُطَّة درس تختارها عن أحد أنواع الحيوانات الدخيلة التي تؤثر في منطقتك. على أن تكون خُطَّة الدَّرس موجهة إلى طلاب المدارس الابتدائية في منطقتك. وتأكَّد من أنَّك قد شاركت طلاب المدارس في هذا النشاط.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

مختبر الأحياء

كيف يمكنك عمل نموذج لبيئة الزواحف والطيور؟

الخلفية النظرية: اطلب إلى طلاب صفِّك أن يساعدوك على التَّخطيط لعمل معرض جديد لحديقة حيوانات يتعلق بتكيفات الطُّيور والزَّواحف. وسوف تبحث في هذا المختبر عن أنواع مختلفة من الطُّيور والزَّواحف لتفهم كيف تكيَّفت تراكيب أجسامها مع البيئات المتنوعة ومصادر الغذاء المختلفة. وستستعمل هذه المعلومات لعمل نموذج لبيئة يمكن أن تعيش فيها الطُّيور والزَّواحف في حديقة الحيوان.

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

المواد والأدوات

- دليل ميداني للطيور والزَّواحف.
- رمل.
- تربة .
- قطع ورق مُقوى.
- صندوق ورق مُقوى.
- قطع خشبية.
- عيدان أسنان.
- صمغ.
- مقص.
- أقلام تلوين.
- فاصولياء جافة.
- حجارة/ حصى.
- قطع لباد/ فلين.

احتياطات السَّلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. اختر أحد أنواع الزَّواحف وأحد أنواع الطُّيور، وابحث عن تكيُّفات كل نوع، ومعلومات عن البيئة التي يعيش فيها، والطَّعام الذي يتغذّى 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 مُفصَّل للبيئة التي يجب بناؤها في المعرض لكل طائر وزاحف قمت بالبحث عنه.

4. تأكَّد من موافقة المعلم على خطَّتك قبل المضيّ فيها.
5. استعمل المواد المُتوافرة لعمل نموذج لكلٍّ من بيئة الزَّاحف وبيئة الطَّائر اللذين اخترتهما والتي تمكّنهما من العيش في حديقة الحيوانات.
6. اعرض النموذجين على الصف، ثم فسّرهما.

حلِّل ثم استنتج

1. **صف** كيف أدَّت الاختلافات بين الطُّيور والزَّواحف إلى اختلافات في النّماذج التي عملتها لكل بيئة.
2. **حدّد** 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 النَّاس الذين يزورون معرضك أن يأخذوا نسخة منها إلى منازلهم. وضمّنها معلومات عن الحيوانات الموجودة في المعرض، وتوضيحات لبيئاتها الطَّبيعية.

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

المفردات	المفاهيم الرئيسة
2 – 1 الزَواحف	
الغشاء الرهلي (الأمنيون) البيضة الرهلية (الأمنيونية) الطاقة ATP (أدينوسين ثلاثي الفوسفات) عضو جاكوبسون درع الظهر درع البطن	**الفكرة الرئيسة** **خلق الله سبحانه وتعالى للزواحف تكيفات مكّنتها من العيش على اليابسة.** • وهب الله للزَّواحف عدة أنواع من التَّكيُّفات التي مكّنتها من العيش على اليابسة. • تكيّف بيض الزَّواحف للنمو والعيش على اليابسة. • تُقسم الزَّواحف إلى أربع رتب هي: الحرشفيات، والتمساحيات، والسلحفيات، وخطمية الرأس. • الزَّواحف مخلوقات أمنيونية. والعديد من الزَّواحف ـ ومنها الديناصورات ـ قد انقرضت.
2 – 2 الطُيور	
ثابتة درجة الحرارة الريش الريش المحيطي (الكفافي) الغدَّة الزيتية الريش الزغبي عظم القص كيس الهواء الحضانة	**الفكرة الرئيسة** **وهب الخالق جل وعلا للطُّيور ريشًا وأجنحة وعظامًا خفيفة الوزن وتكيُّفات أخرى تسمح لها بالطيران.** • للطُّيور خصائص تجعلها مُتكيِّفة جيدًا للطيران. • يمكن للطُّيور أن تُولِّد حرارة جسمها داخليًّا. • للطُّيور عظام خفيفة الوزن. • شكل منقار الطَّائر يحدده نوع الغذاء الذي يتناوله. • للطُّيور عمومًا بصر حاد. • تُقسم الطُّيور إلى 27 رتبة. • تؤدي الطيور دورًا مهمًّا في السلاسل الغذائية. • تدمير الموطن والتِّجارة غير القانونية قد يؤثران في بعض أنواع الطُّيور.

2–1

مراجعة المفردات

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

1. توجد عدّة أغشية داخل الدرع الظهرية.
2. الجزء البطني في درع السُّلحفاة يسمى عضو جاكوبسون.
3. الدرع السفلية مسؤولة عن حاسة الشَّم في الأفاعي.
4. الجزء الظَّهري لدرع السُّلحفاة يُسمى البيضة الأمنيونية.

تثبيت المفاهيم الرّئيسة

5. أيّ مما يأتي ليس من الزَّواحف؟

a.

b.

c.

d.

6. أيّ الجمل الآتية خاطئة فيما يتعلق بتنفس الزواحف؟

a. تستعمل معظم الزَّواحف الرِّئات لتبادل الغازات.

b. في عملية الشهيق تنبسط عضلات القفص الصَّدري في الزواحف.

c. في عملية الزفير تنبسط عضلة جدار الجسم في الزواحف.

d. لرئات الزَّواحف مساحة سطح أكبر من تلك التي في البرمائيات.

7. أيّ تراكيب الزَّواحف الآتية يوجد فيها حمض البوليك؟

a. الرِّئتان. b. المجْمع.

c. القلب. d. المعدة.

أسئلة بنائية

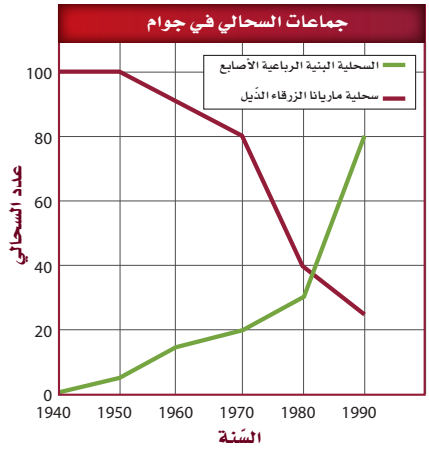
8. **نهاية مفتوحة.** اعمل جدولًا يوضِّح التَّراكيب الآتية ووظائفها، وتشابهها مع أداة صنعَها الإنسان: الأمنيون، البُطين، المثانة، عضو جاكوبسون، الدرع الظهرية والدرع البطنية في السُّلحفاة، الكليتين.

9. **نهاية مفتوحة.** اعمل مفتاحًا ثنائي التفرُّع يمكن أن يساعد الشَّخص الذي يدرس حيوانًا زاحفًا على تحديد رتبته.

التفكير النّاقد

10. **تطبيق المفاهيم.** أرجل أبي بريص (الوزَغة) مُغطّاة بالملايين من التَّراكيب التي تُشبه الشَّعر قد تلتصق بالسطوح، وعندما تُلامس سطحًا ما يحدث تجاذب بين الجُزيئات، فتلتصق أقدام أبي بريص على ذلك السَّطح. وهذه التَّراكيب قد تدعم حتى 400 ضعف وزن جسم أبي بريص تقريبًا. فكيف يُمكن للعلماء أن يستعملوا طريقة التصاق أرجل أبي بريص بالسطوح في عمل أداة يُمكن أن تكون مُفيدة للبشر؟

استعمل الرَّسم الآتي للإجابة عن السؤالين 11 و 12. لقد أُدخلت السحالي البُنِّية الرُّباعية الأصابع إلى جزيرة جوام في المُحيط الهادئ في بدايات عام 1950م.



11. حلِّل البيانات. كيف تغيَّرت أعداد جماعات السحلية البُنِّية الرُّباعية الأصابع وسحلية ماريانا ذات الذَّيل الأزرق منذ عام 1950م؟

12. كوِّن فرضية مفصلة تُفسِّر التَّناقُص في أعداد جماعات سحلية ماريانا الزرقاء الذَّيل.

13. قارن. بين جهاز الدوران في الزَّواحف والبرمائيات؟

14. وضِّح. اعمل مخططًا يُبيِّن كيف أثَّر فقدان البيئات وإدخال الأنواع الدَّخيلة في جماعة أفعى الغرطر.

2-2

مراجعة المفردات

فسِّر العلاقة بين المفردات الآتية:

15. الثابتة درجة الحرارة، الرِّيش الزغبي.

16. الرِّيش المحيطي، الرِّيش الزغبي.

17. الغدة الزيتية، الرِّيش المحيطي.

18. عظم القص، كيس الهواء.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

19. أيّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالطيور؟

a. قلبها مكون من ثلاث حجرات.

b. عظامها خفيفة الوزن لأنها تحتوي تجاويف هوائية.

c. لها مثانة بولية.

d. الطيور حيوانات متغيرة درجة الحرارة.

20. أيّ مصطلح مما يأتي لا ينتمي إلى المصطلحات الأخرى في كل مجموعة مما يأتي؟

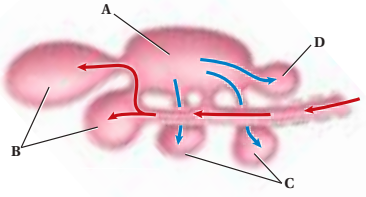
a. البُطين، الأُذين، الدم المؤكسج، الدم غير المؤكسج.

b. الكلية، الفضلات النيتروجينية، حمض البوليك، المجمع (المذرق).

c. المُخيخ، المُخ، الأجزاء البصرية، النُّخاع.

d. البيضة الأمنيونية، المذرق، الكلية، الأمنيون.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 21.



21. أيّ التَّراكيب 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:

a. الإخراجي. **b.** العصبي.

c. الهضمي. **d.** التَّكاثُري.

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

a. واسع وعريض.

b. كبير وعلى شكل مغرفة.

c. حاد ومعقوف.

d. طويل، رفيع، ومُدبَّب.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

2 تقويم الفصل

أسئلة بنائية

24. مهن مرتبطة مع علم الأحياء. وضع علماء الطُّيور فرضية مفادها أنَّ الذَّاكرة الطويلة الأمد لبعض الطُّيور المهاجرة تكون أفضل منها في الطُّيور غير المهاجرة. ولاختبار هذه الفرضية زُينت غرفتان؛ واحدة بنبات اللبلاب والأُخرى بنبات الخُبيزة. ووضع طعام في غرفة واحدة فقط. وسُمح لطيور مُهاجرة وأخرى غير مهاجرة باستكشاف كلتا الغرفتين من دون وجود الغذاء. وبعد عام سُمح للطيور نفسها باستكشاف الغرفتين. وقد استغرقت الطيور المُهاجرة في اكتشاف الغرفة التي احتوت على الغذاء فترة أطول من الطيور غير المهاجرة. صُغ استنتاجًا عن الذَّاكرة الطويلة الأمد في هذه الطُّيور.

التفكير النَّاقد

25. كوِّن فرضية. تُغرِّد الطُّيور غالبًا عند الفجر. ويعتقد العلماء أنَّ الطُّيور تعلن عن حدود مناطقها أو تعلن عن مكانها لأي شريك تزاوج مُحتمل. وقد اكتشف علماء الأحياء أيضًا أنَّه كلما كانت عينا الطَّائر أوسع غرّد أبكر. كوِّن فرضية عن العلاقة بين العين والتَّغريد المبكر عند الطُّيور.

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

استعمل الشَّكل الآتي للإجابة عن السؤال 27.

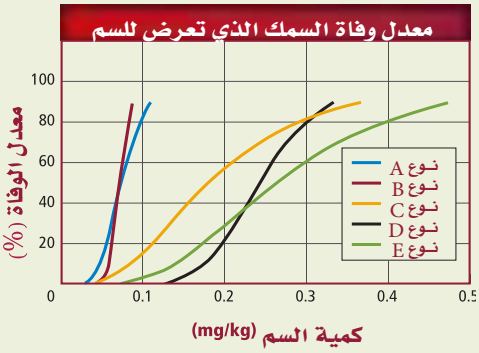
27. استنتج. ما نوع الطَّعام الذي يأكله هذا الطَّائر؟ وكيف يستعمل منقاره خلال التَّغذية؟

تقويم إضافي

28. الكتابة في علم الأحياء اكتب مُلخَّصًا حول الدراسة المسحية في **التجربة 1-2**، وسجّل أنواع الطيور التي حدّدتها، وعدّدها.

أسئلة المستندات

لأفاعي البحر الخضراء سمّ قويّ جدًّا تحقِنه داخل الفريسة. وفي العديد من الحالات يشلّ السُّم العضلات التي تضخ الماء عبر خياشيم السَّمك. ويُظهر الرَّسم البياني مُعدَّلات الوفاة لخمسة أنواع من الأسماك أُعطيت جُرعات مُختلفة من سم استُخلص من أفعى بحر خضراء.



استخدم الرسم البياني السابق في الإجابة على السؤالين 29-30

29. أيّ أنواع الأسماك أكثر تأثرًا بالسُّم، وأيها أقل تأثُّرًا؟ فسِّر كيف عرفت ذلك؟

30. لنوع السَّمك الأقل تأثُّرًا بالسُّم المقدرة على التنفُّس من خلال جلده، بالإضافة إلى الخياشيم. لماذا تُعد هذه الصفة مُهمَّة للنَّجاة من سمِّ أفعى البحر؟

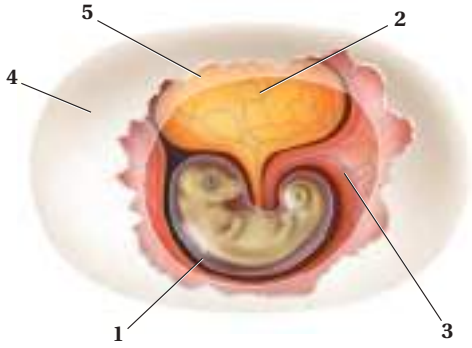
اختبار مقنن

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 الشَّكل الآتي للإجابة عن السؤالين 2 و3.



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

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

3. أيّ الأرقام الآتية تمثل مصدر الغذاء الرَّئيس لجنين الزَّاحف المبين في الشكل؟

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

4. أيّ التَّراكيب 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. الرِّئتان وجهاز الدوران المغلق
d. الرِّئتان وجهاز الدوران المفتوح

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 5.

الصَف	المجموعة	بعض مكوّنات الجهاز الهضمي
1	البرمائيات	لها قانصة، معدة، أمعاء
2	الزَّواحف	لها حوصلة، أمعاء دقيقة وغليظة
3	الطُّيور	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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

اختبار مقنن

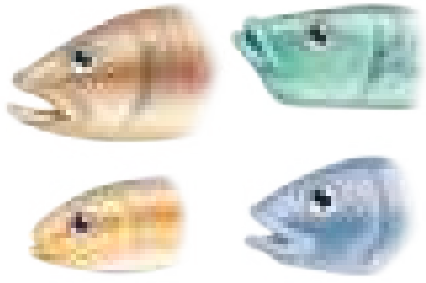
أسئلة الإجابات القصيرة

6. صف كيف تنظِّم الزَّواحف درجة حرارة أجسامها؟
7. فسِّر لماذا تحتاج الطُّيور إلى جهاز تنفُّس فعَّال؟
8. اذكر التَّغيُّرات التي يمر بها أبو ذُنيبة قبل أن يصل إلى مرحلة الضفدع المكتمل النمو.

أسئلة الإجابات المفتوحة

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

أسئلة مقالية



يُعد الفكّ تكيفًا مُهمًّا في تركيب السَّمكة؛ حيث أصبحت الأسماك أكثر تخصُّصًا في سلوكيات التَّغذّي. ولقد أعطى شكل الفك معلومات مهمَّة عن طريقة تغذي الأسماك، وعن نوع غذائها في بعض الحالات.

ويُمكن للعلماء ـ من دراسة الأشكال المُختلفة للفكوك ـ أن يفهموا كيف تتكيَّف الأنواع المُختلفة مع بيئاتها المحدودة.

استعن بالمعلومات المحدودة في الفقرة السابقة، وأجب عن السؤال الآتي في صورة مقال:

10. وضِّح كيف يتلاءم كل نوع من أنواع الفكوك الأربعة السابقة مع طبيعة الطَّعام الذي تأكله الأسماك؟

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

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

الفصل 3

الثَّدييات

Mammals

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

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 للثَّدييات خاصيتان مميزتان، هما: الشَّعر والغُدد اللبنية.

2 - 3 تنوُّع الثَّدييّات

الفكرة الرئيسة تقسّم طائفة الثَّدييات إلى ثلاث تحت طوائف، بناءً على طرائق تكاثرها.

حقائق في علم الأحياء

- الشَّعر الذي يغطي جسم الغزال يحوي فراغات، مما يُساعد على عزل جسمه من البرد، وكذلك يبقيه طافيًا عندما يتحرك عبر الماء.
- شعر الدب القطبي شفاف ولا لون له. وتبدو الدببة بيضاء لأنَّ الشَّعر المُجوّف يعكس الضوء ويشتته.
- لبعض الثَّعالب الحمراء فرو أسود، أو فرو فضِّيّ، ولبعضها في حالات نادرة فرو مرقط باللونين الأسود والفضي.

تجربة استهلالية

ما المخلوق الثديي؟

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التَّجارب العملية.
2. تفحَّص **عينات أو صورًا للثَّدييات**، ومن ذلك الثَّعلب الأحمر المبيّن في الصفحة المُقابلة.
3. حدد الخصائص التي تشترك فيها الثَّدييات الظاهرة في الصُّور.
4. صمِّم جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك.

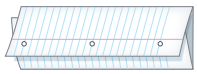
التَّحليل

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

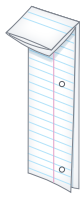
المطويات منظمات الأفكار

تحت طوائف الثدييات اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على مقارنة خصائص الثدييات في كل تحت طائفة.

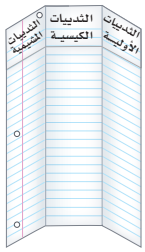
الخطوة 1: اطوِ ورقة إلى ثلاثة أجزاء متساوية كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الورقة من أعلى بمقدار 2.5 cm إلى أسفل، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: افتح المطوية، وارسم خطوطًا على طول الطَّية العلوية. وعنون كل لسان بالعناوين التالية: الثدييات الأولية، الثدييات الكيسية، الثدييات المشيمية. كما في الشكل الآتي:



المطويات **استخدم هذه المطوية في القسم 2-3.** عندما تقرأ هذا القسم سجِّل ما تعلَّمته عن صفات الثَّدييات في كل تحت طائفة، واستعمل هذه المعلومات لتقارن بين أفراد كل مجموعة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

3-1

الأهداف

- **تحدّد** خصائص الثَّدييات.
- **تصف** كيف تحافظ الثَّدييات على درجة حرارة ثابتة للوصول إلى الاتزان الداخلي.
- **تميّز** بين التَّنفُّس في الثَّدييات والتَّنفّس في الفقاريات الأخرى.

مراجعة المفردات

ثابتة درجة الحرارة Endotherms: مخلوقات تولِّد حرارة جسمها داخليًّا من خلال العمليات الأيضية الخاصة بها.

المفردات الجديدة

الغدة اللبنية
الغدَّة
معدَّل الأيض
الحجاب الحاجز
القشرة المخية
المخيخ
الرحم
المشيمة
الحمل

خصائص الثدييات

Mammalian Characteristics

الفكرة الرئيسة **للثَّدييات خاصيّتان مميزتان، هما: الشَّعر، والغدد اللبنية.**

الربط مع الحياة فكِّر في الخصائص المميزة لطوائف الفقاريات الأخرى التي سبق أن درستها. بيِّن كيف تختلف الثدييات عن مخلوقات الطَّوائف الأُخرى؛ فخصائص الثدييات تساعدها على أداء نشاطاتها اليومية المختلفة.

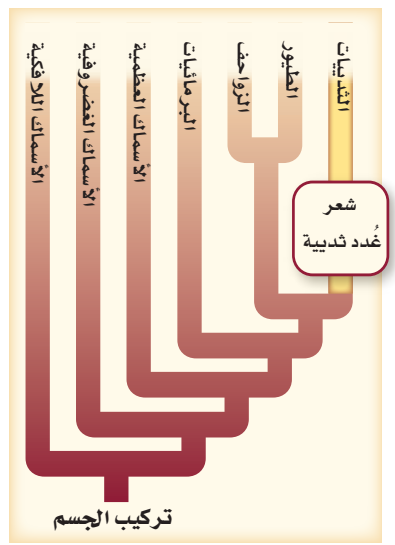
الشَّعر والغدد اللبنية Hair and Mammary Glands

تتميز أفراد طائفة الثَّدييات عن الفقاريات الأُخرى بخاصِّيتين مهمتين، هما الشَّعر والغدد اللبنية. تُنتج **الغُدد اللبنية** mammary glands الحليب، وتفرزه ليُغذِّي الصَّغير النَّامي. أما الشعر فهو يغطي أجسام الثَّدييات. وكما ترى في مخطط العلاقات التركيبية، المبين في **الشكل 1-3**، فإن للثَّدييات تفرعًا خاصًّا بها يسمى تفرع الشَّعر والغُدد اللبنية.

وظائف الشَّعر Functions of hair يؤدّي شَعر الثَّدييات عدَّة وظائف، هي:

1. العزل: العزل ضدّ البرودة من أهم وظائف الشَّعر؛ حيث تستفيد الثدييات من فرائها أو أشعارها في المحافظة على حرارة أجسامها، ومنع فقدانها.
2. التخفّي: تسمح فراء الثدييات أو أشعارها بالانسجام مع تنوع بيئاتها.
3. الإحساس: في بعض الحالات يتحوَّر الشَّعر إلى شاربين. الفُقمة مثلًا تستعمل شواربها الموجودة على أنفها لتتبُّع الفريسة في ظُلمة الماء من خلال الإحساس بتغيُّرات الماء التي تحدث عندما تمر سمكة بالقرب منها.
4. مُقاومة الماء: لعلك تعرف مدى البرودة التي تشعر بها عندما تخرج من بركة السِّباحة في يوم حار. فعندما يتبخَّر الماء عن جلدك يفقد جسمك الحرارة. العديد من المخلوقات المائية ـ ومنها ثعلب الماء المبين في **الشكل 2-3** ـ لها شعر يمنع وصول الماء إلى جلدها، وهذا يُساعدها على المحافظة على درجة حرارة أجسامها.

الشكل 1-3 الشَّعر والغدد اللبنية صفتان تُميِّزان الثَّدييات من الفقاريات الأخرى.



الشكل 2-3 الشَّعر الذي يُغطِّي جسم ثعلب الماء يُساعده على منع وصول الماء إلى جلده.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الدِّفاع

التواصل

الشكل 3–3

اليمين: إبر النيص شعر مُتحوِّر، تحميه من المُفترسات.

اليسار: يستعمل الشَّعر الأبيض على ذيول هذه الغزلان في تنبيه باقي أفراد القطيع للهرب من المُفترسات.

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

6. الدِّفاع: يُمكن للشَّعر أن يستعمل أداة دفاع ضد المُفترسات؛ فللنيص المبين في **الشكل 3–3** إبر حادَّة ـ وهي شعر مُتحوِّر ـ تنفصل بسهولة عندما يهدده مخلوق مُفترس آخر، فتلتصق الإبر بالمُفترسات التي تلمسه، وتطعنها.

تركيب الشَّعر Structure of hair يحتوي الشَّعر في الثدييات على بروتين ليفيٍّ قاسٍ يُسمَّى الكيراتين. وهو بروتين يدخل أيضًا في تكوين الأظفار والمخالب والحوافر. تتكوَّن طبقة الشعر غالبًا من نوعين من الشَّعر: شعر طويل يحمي شعرًا قصيرًا كثيفًا عازلًا تحته. ويُوفِّر الهواء المحصور في طبقة الشَّعر السفلية القصيرة الكثيفة عزلًا ضدّ البرودة، ويحافظ على درجة حرارة الجسم.

ماذا قرأت؟ فسِّر ما أهمية الشَّعر للثدييات؟

الغدد Glands تفرز الغدد أنواعًا مختلفة من السَّوائل تساعد على تنظيم البيئة الدَّاخلية للثَّدييات. **الغُدَّة** gland مجموعة من الخلايا تُفرز سائلاً يُستعمل في مكان آخر من الجسم. وتساعد الغدد العرَقية على المحافظة على درجة حرارة الجسم. وتُنتج الغدد اللبنية الحليب الذي يُغذِّي الصغار. يحتوي الحليب على الماء والكربوهيدرات على شكل سكر لاكتوز ودهون وبروتين. وتختلف نسبة هذه المواد من نوع إلى آخر من الحليب.

تتنوَّع نسب المواد الغذائية بشكل كبير في الأنواع المختلفة من الثَّدييات. فعلى سبيل المثال، يتنوَّع معدل الدُّهون (الدسم) من 50% – 1؛ حيث يحتوي حليب الثَّدييات المائية التي تستعمل طبقة من الدُّهن لتحافظ على حرارة جسمها ـ على أعلى كمية من الدُّهون (الدسم).

تُفرز غُدد الرَّائحة مواد تستعملها الثَّدييات لتحديد مناطقها، أو لتجذب شريك التزاوج. وتحافظ الغدد الدهنية في الجلد على جودة وسلامة شعر المخلوق وجلده، في حين تُنتج غدد أُخرى هرمونات تنظِّم العمليات الدَّاخلية، ومنها النُّمو وإطلاق البيوض من المبايض.

تجربة علمية

ما أفضل طريقة للمحافظة على دفء الأجسام؟

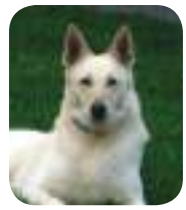
ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

إرشادات الدراسة

توقُّع راجع هذا القسم بالنَّظر إلى العناوين الملوّنة والصُّور، وتوقَّع الخصائص المُميِّزة للثدييات، ثم استعن بالعناوين والصُّور على توقُّع الملاحظات التي تتعلق بهذا القسم.

افحص **الجدول 1–3** لترى نسب المواد الغذائية في حليب ثدييات مختلفة.

الجدول 1–3 نسب المواد الغذائية في حليب الثَّدييات

المادة المغذية	الكلب	الدُّلفين	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
الدُّهون	9.5	34.9	42.8	13.1	4.8
السُّكر	3.0	0.9	0.0	1.9	5.3
					

ماذا قرأت؟ فسِّر لماذا تكون نسبة الدُّهن عالية في حليب الثَّدييات المائية؟

خصائص أُخرى Other Characteristics

تشترك الثَّدييات ـ بالإضافة إلى الشَّعر والغدد اللبنية ـ في خصائص أُخرى، منها **معدَّل 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 مُتخصِّصة، وحجاب حاجز يُساعدها على التَّنفُّس، وقلب رُباعيّ الحُجرات، ودماغ معقّد ومتخصص.

مخلوقات ثابتة درجة الحرارة Endothermy الثَّدييات مخلوقات ثابتة درجة الحرارة. وهذا يعني أنَّها تُنتج حرارة جسمها داخليًّا. ويشكل مُعدَّل الأيض المُرتفع داخل أجسامها مصدر حرارتها. يتمُّ التَّحكُّم في درجة حرارة الجسم بآليات تغذية راجعة داخلية، من خلال إشارات بين الدِّماغ والحواس المُنتشرة في الجسم.

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

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالِم الثَّدييات Mammalogist

عالِم الثَّدييات فرع من الأحياء يهتم بدراسة الثَّدييات. ويبحث عالِم الثَّدييات في سلوك نوع أو أكثر من الثَّدييات، وتشريحه، أو بيئته، وقد يقارن بين بعض الخصائص ـ ومنها الهضم مثلًا ـ في عدَّة أنواع من الثَّدييات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

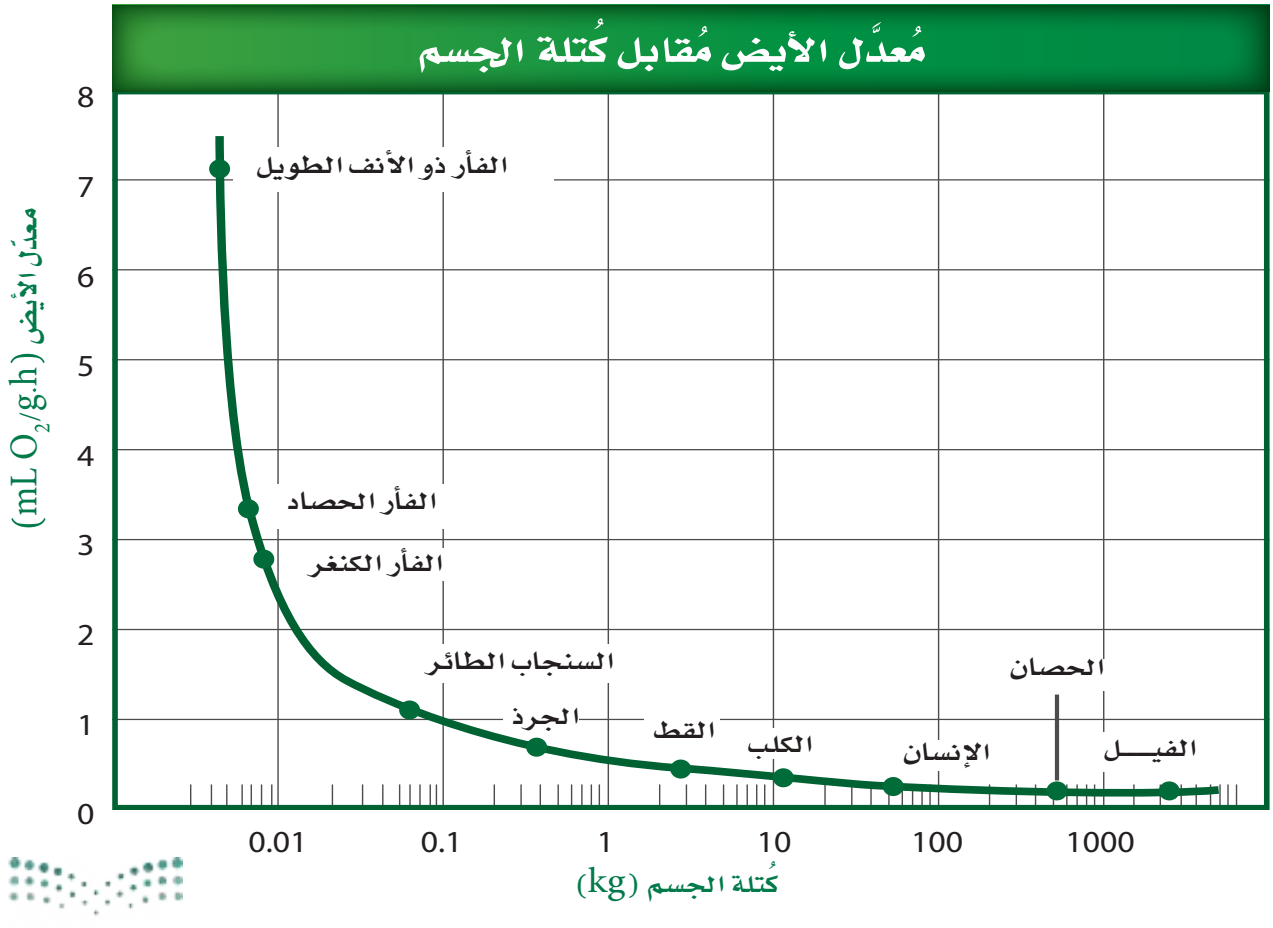
وعندما تنخفض درجة حرارة الجسم يتوقف التَّعرُّق. أما في الثَّدييات الأُخرى التي لا تنتج العرق فيُبرِّد اللُّهاث الجسم كما يفعل حيوان الكلب. ولعلك شاهدت مخلوقًا يلهث في يوم قائظ. وفي أثناء اللُّهاث يتبخّر الماء من الفم والأنف. ولأن الثَّدييات تستطيع تنظيم درجة حرارة أجسامها داخليًّا للمحافظة على الاتزان فهي تستطيع أن تعيش في جميع الأنظمة البيئية، ومنها المناطق القطبية في درجات حرارة التجمُّد، والصَّحارى، والمناطق الاستوائية الحارَّة، وغيرها.

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

تفحَّص الرَّسم البياني في **الشكل 4–3** الذي يُبين العلاقة بين مُعدَّل الأيض لمخلوق ثديي وكُتلة جسمه. فالثَّدييات الصَّغيرة ـ ومنها الفأر ذو الأنف الطويل، والأنواع الأخرى من الفئران ـ لها مُعدَّل أيضٍ عالٍ بالنسبة إلى أحجامها. ولذلك على هذه المخلوقات الصَّغيرة أن تصطاد وتأكل الغذاء باستمرار تقريبًا لإمداد الجسم بالوقود اللازم لعمليات الأيض.

■ **الشكل 4–3** نتيجة ارتفاع مُعدَّلات الأيض في أجسامها، يجب أن تتناول بعض الثَّدييات الصَّغيرة ـ ومنها الفئران ـ يوميًّا طعامًا يعادل وزن كُتلتها تقريبًا؛ للمُحافظة على اتزان درجة حرارة جسمها.

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



تقسيم الثدييات بحسب طريقة تغذّيها Trophic categories يُقسِّم العلماء الثَّدييات إلى أربع مجموعات، اعتمادًا على نوع غذائها:

1. آكلات الحشرات: ومنها الخُلد والفأر ذو الأنف الطويل، وهي تأكل الحشرات واللافقاريات الصَّغيرة.
2. آكلات الأعشاب: ومنها الأرانب والغزلان، وتتغذَّى على النَّباتات.
3. آكلات اللُّحوم: ومنها الثعالب والأُسُود، وتتغذَّى غالبًا على آكلات الأعشاب.
4. القارتة (آكلات أعشاب ولحوم): ومنها الرَّاكون والدب ومُعظم الرَّئيسات، وتتغذَّى على كل من النَّباتات وبعض المخلوقات الحية الأخرى.

خلق الله سبحانه وتعالى للثَّدييات مجموعة كبيرة من التكيُّفات التي تساعدها على إيجاد الغذاء، والإمساك به، ومضغه، وبلعه، وهضمه. وهذا من بديع صنع الخالق ـ عز وجل ـ في تنويع تراكيب أجسام المخلوقات الثَّديية وأنماط حياتها. فهضم ألياف النَّبات أكثر صعوبة، ويتطلَّب وقتًا أطول من هضم اللحوم. لذا فإن للثَّدييات التي تتغذى على النباتات مِعَى أعور أكبر، وجهازًا هضميًّا أطول من الثدييات التي تتغذى على اللحوم، **الشكل 5-3**.

آكلات الأعشاب (المُجترّات) Ruminant herbivores يُمكن أن يشكِّل السيليلوز ـ وهو من مُكوِّنات الجدار الخلوي في النَّباتات ـ مصدرًا للغذاء والطاقة. لكن إنزيمات الجهاز الهضمي في الثَّدييات لا تستطيع هضم السيليلوز. وعوضًا عن ذلك يوجد في المعى الأعور (وهو كيس يوجد حيث تلتقي الأمعاء الدَّقيقة مع الأمعاء الغليظة) لبعض آكلات الأعشاب بكتيريا تحلل السيليلوز. أما آكلات الأعشاب الأخرى فتوجد البكتيريا في معدتها وتحلل السيليلوز أيضًا إلى مواد غذائية يُمكن للمخلوق أن يستعملها. وهذا النوع من الثَّدييات يُسمى المجْتّرات، ولها معدة كبيرة مكوّنة من أربع حجرات. الماشية والخراف والثِّيران كُلُّها مُجترَّات. عندما تتغذَّى المُجترات تمرّ المواد النباتية المطحونة عبر المعدة الأولى والثانية، فتهضم النباتات جزئيًّا عن طريق بكتيريا المعدة، ثم تعيده إلى الفم على شكل كتل غذائية وتمضُغها مرة أخرى لفترة طويلة، فتتحطَّم ألياف الحشائش. وعندما يتمُّ ابتلاع المُضغة تصل إلى الحُجرة الرَّابعة، حيث يستمر الهضم.

ماذا قرأت؟ استنتج نوع العلاقة الموجودة بين مخلوق مجترّ وبكتيريا في مَعِدته.

الأسنان Teeth بالإضافة إلى تكيُّفات الجهاز الهضمي، تُظهر الأسنان طرق تغذِّي الثَّدييات أكثر من أي صفة طبيعية أُخرى. ففي الأسماك والزَّواحف تبدو الأسنان كلها مُتشابهة جدًّا في الفم؛ لأنَّ هذه المخلوقات تستعمل كل أسنانها للغرض نفسه، وهو الإمساك بالفريسة أو لتمزيقها إربًا قبل بلعها. وعلى العكس من ذلك، فإن للثَّدييات عدَّة أنواع من الأسنان التي تخصّصت في وظائف مُختلفة.

Digestive Systems of Mammals

الأجهزة الهضمية في الثَّدييات

الشكل 5–3 تكيَّفت الأجهزة الهضمية في الثَّدييات لتقوم بهضم الغذاء وامتصاصه بشكل فعَّال. إن البروتين الذي تستهلكه آكلات اللُّحوم وآكلات الحشرات قابل للهضم بسهولة. تحتوي المواد النَّباتية على الكربوهيدرات، والماء، والسِّيليلوز الذي يُقاوم الهضم. قارِن بين تركيب كل جهاز هضمي أدناه.

الفأر ذو الأنف الطويل

الجهاز الهضمي لآكل حشرات

إنّ وجبة آكلات الحشرات تُهضم بسهولة وتُمتص بجهاز هضمي قصير نسبيًا.

الأرنب الشرقي ذو الذيل القطني

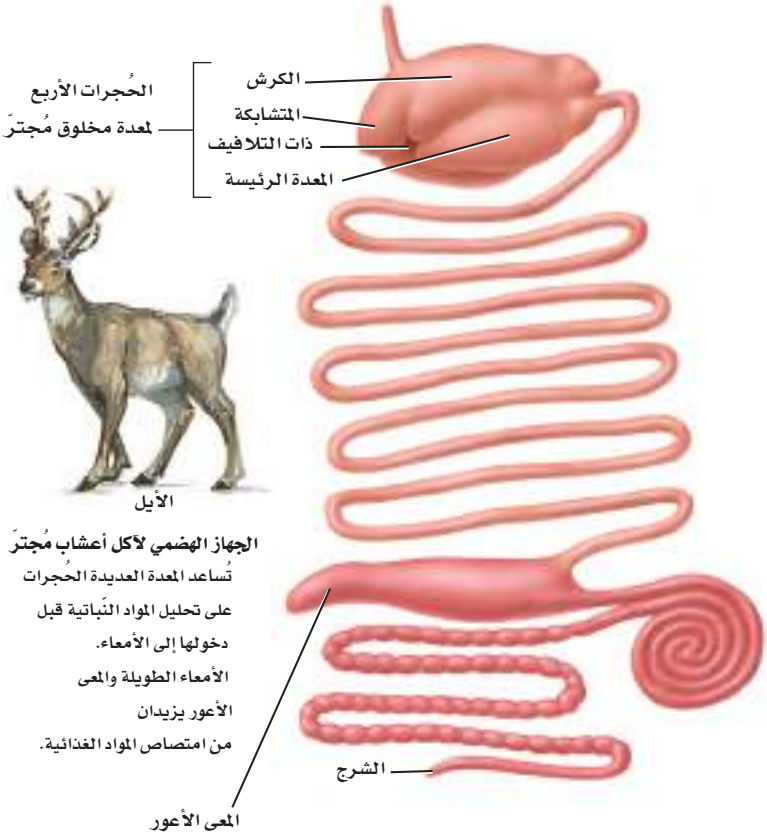
جهاز هضمي لآكل أعشاب غير مُجترّ

يبدأ هضم الغذاء وامتصاصه في المعدة. تقوم البكتيريا في المعى الأعور بتحليل السِّيليلوز.

الأيل

الجهاز الهضمي لآكل أعشاب مُجترّ

تُساعد المعدة العديدة الحُجرات على تحليل المواد النَّباتية قبل دخولها إلى الأمعاء. الأمعاء الطويلة والمعى الأعور يزيدان من امتصاص المواد الغذائية.



الثعلب الأحمر

الجهاز الهضمي لآكل لحوم

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

تُبين الرسوم في **التَّجربة 1 – 3** الأنواع الأربعة لأسنان الثَّدييات: الأنياب، والقواطع، والأضراس الأمامية (الضواحك)، والأضراس الخلفية (الرحى). أنياب الثَّعلب طويلة وحادة. تَستعمل آكلات اللُّحوم الأنياب لطعن فرائسها وجرحها. أما أنياب آكلات الأعشاب فتكون عادةً صغيرة الحجم، كما في جُمجمة البقرة الظَّاهرة في **التَّجربة 1 –3**. وتُستخدم الأضراس الأمامية والأضراس الخلفية في آكلات اللحوم لتقطيع اللَّحم ونزعه عن عظام فرائسها، في حين أن وظيفة الأضراس الأمامية والأضراس الخلفية في آكلات الأعشاب هي الطَّحن. قواطع آكلات الحشرات طويلة ومُنحنية، وتعمل عمل دبابيس لتثبيت الفريسة (الحشرة). قواطع القُندس الشَّبيهة بالإزميل مُتحوِّرة للقرض.

ولأن أسنان الثَّدييات تعكس أنماط تغذِّيها فيُمكن لعلماء الأحياء أن يُحدِّدوا ما تأكله الثَّدييات بدراسة أسنانها. أكمل **التَّجربة 1– 3** لتستنتج غذاء المخلوق الثَّديي؛ اعتمادًا على أسنانه.

تجربة 1–3

المقارنة بين أسنان الثدييات

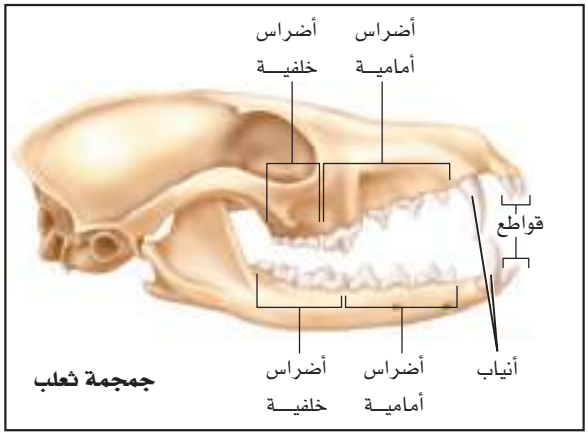
كيف تخصصت أسنان الثدييات؟ استكشف كيف ترتبط أسنان الأنواع المختلفة من الثَّدييات مع غذائها؟

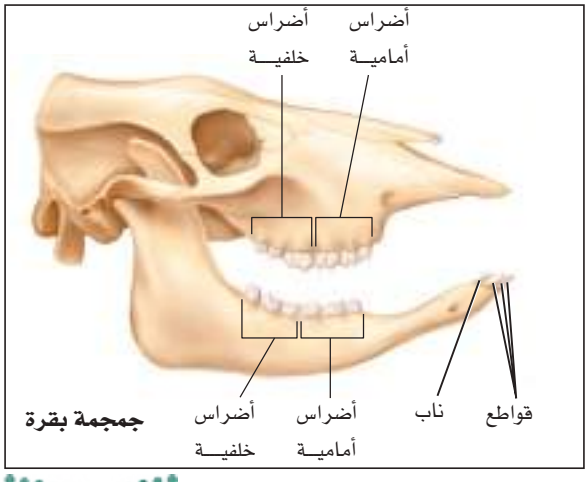
خطوات العمل

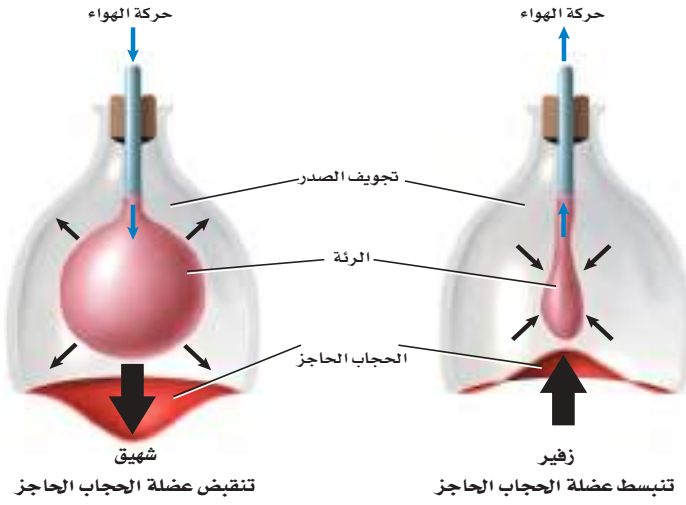
1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. لاحظ **الأسنان في جماجم أنواع مختلفة من الثَّدييات**.
3. اعمل قائمة بأوجه الشبه والاختلاف بين أسنان الأنواع المختلفة من الثَّدييات.

التحليل

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







■ **الشكل 6–3** يشبه عمل الدَّورق والبالون مبدأ عمل الحجاب الحاجز الذي يجعل التَّنفُّس في الثَّدييات ممكنًا.
صف ماذا يحدث للتَّجويف الصَّدري عندما ينقبض الحجاب الحاجز أو ينبسط؟

المُفردات

مفردات أكاديمية

يحتفظ Retain:
يبقي في الملكية أو الاستعمال أو الاحتفاظ.
يُمكنك الاحتفاظ بأسنانك بتنظيفها بالفرشاة والخيط

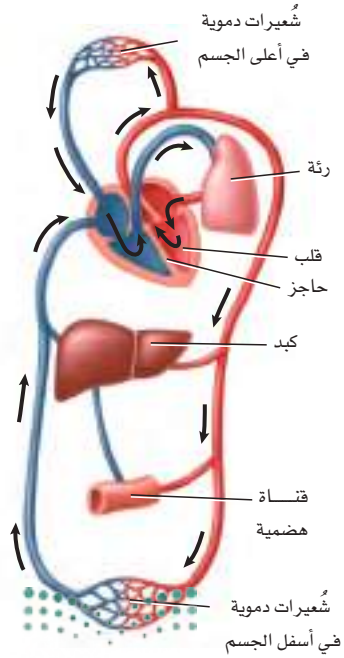
الإخراج Excretion تُخرج كُلى الثَّدييات فضلات الأيض، وتحافظ على اتزان سوائل الجسم. كما أنها تصفّي الدَّم من اليوريا، أو النَّاتج النِّهائي للأيض الخلوي. وتُخرج كُلى الثَّدييات أيضًا كمية مناسبة من الماء أو تحتفظ بكميات مناسبة من سوائل الجسم إلى الدم، كما تمكّن الثدييات من العيش في البيئات القاسية، ومنها الصَّحارى؛ لأنَّها تستطيع أن تتحكَّم في كمية الماء في سوائل الجسم وخلاياه.

التنفس Respiration يستعمل المخلوق الثَّديي الغذاء الذي يحصل عليه للمحافظة على مستويات طاقة عالية. كما أنه يحتاج إلى مستويات عالية من الأُكسجين للمحافظة على مستويات أيض عالية. يدخل الأُكسجين إلى الرئتين من خلال عملية التَّنفُّس. وعلى الرَّغم من أنَّ بعض المخلوقات الأُخرى ـ ومنها الطُّيور والزَّواحف ـ لها رئات فإنَّ الثَّدييات هي المخلوقات الوحيدة التي لديها حجاب حاجز. **الحجاب الحاجز** diaphragm طبقة عضلية تقع تحت الرِّئتين وتفصل بين التَّجويف الصدري والتَّجويف البطني؛ حيث توجد الأعضاء الأُخرى. عندما تنقبض عضلة الحجاب الحاجز فإنَّه يستقيم ويصبح مستويًا، ويسبب زيادة في حجم التَّجويف الصدري، **الشكل 6–3**. وعندما يدخل الهواء إلى الرِّئتين ينتقل الأكسجين بعملية الانتشار إلى الأوعية الدَّموية. وعندما تنبسط عضلة الحجاب الحاجز يصبح التَّجويف الصَّدري صغيرًا، ثم يخرج الهواء بعملية الزَّفير.

ماذا قرأت؟ صف كيف يختلف الجهاز التَّنفُّسي في الثَّدييات عنه في سائر المخلوقات؟

الدوران Circulation عندما يُحمَّل الدَّم بالأُكسجين تنقله أوعية دموية خاصّة إلى القلب، الذي يضخُّه إلى جميع أجزاء الجسم. الثَّدييات تشبه الطُّيور في أن لها قلبًا رُباعيّ الحُجرات. وكما في الطيور يبقى الدَّم المؤكسج مُنفصلاً تمامًا عن الدَّم غير المؤكسج، انظر **الشكل 7–3**. ولأن أجسام الثَّدييات نشيطة الحركة وثابتة درجة الحرارة فإنَّها تحتاج إلى كمية كبيرة من المواد الغذائية والأُكسجين للمحافظة على الاتزان الداخلي. إن فصل الدَّم المؤكسج عن الدَّم غير المؤكسج يجعل توصيل المواد الغذائية والأُكسجين أكثر فاعلية.

■ **الشكل 7–3** للثَّدييات قلب رُباعي الحجرات، ينفصل فيه الأُذينان عن البُطينين بحاجز.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الشكل 8–3 القشرة المخّيّة هي الجزء الأكثر تعقيدًا في الدِّماغ، وهي الجزء الذي تزداد مساحته كلما زاد حجم المخلوق ودرجة تعقيده.

الربط بالفيزياء يؤدّي جهاز الدوران في الثَّدييات دورًا في المحافظة على ثبات درجة حرارة أجسامها. فعندما ترتفع درجة حرارة الجسم تتمدّد الأوعية الدَّموية السَّطحية، فتنقل دمًا أكثر من المُعتاد. وتنتقل الحرارة من الدَّم إلى سطح الجلد عن طريق التَّوصيل، وتُفقد الحرارة من الجسم عن طريق الإشعاع وتبخُّر العرق على سطح الجلد. وعندما تنخفض درجة حرارة الجسم تنكمش الأوعية الدَّموية القريبة من سطح الجلد، ممّا يقلِّل من فقدان حرارة الجسم.

الدِّماغ والحواسّ The brain and senses للثدييات دماغ معقّد جدًّا، وبخاصّة المخ؛ **فقشرة المُخ** cerebral cortex، **الشكل 8–3**، هي طبقة الدِّماغ الخارجية ذات الانثناءات الكثيرة. وتسمح انثناءات الدِّماغ بالحصول على مساحة سطح كبيرة للاتصالات العصبية، كما تسمح للدماغ أن يتناسب مع حجم تجويف الجمجمة. وقشرة المخ مسؤولة عن تنسيق نشاطات الوعي والذَّاكرة والقدرة على التَّعلُّم. أمّا المنطقة الأخرى المعقدة كثيرًا في دماغ الثَّدييات فهي المُخيخ. **والمُخيخ** cerebellum مسؤول عن الاتزان وتنسيق الحركة. قارن بين حجم وتركيب المُخيخ في كل من الزَّواحف، والطّيور، والثَّدييات في **الشكل 8–3**. يسمح المُخيخ المعقّد للمخلوق بالحركة الدقيقة، ويسمح له بأداء الحركات المعقّدة في جميع الاتجاهات.

السلوك المعقد Complex behavior تُعلِّم أنثى الثَّعلب (الثُّعالة) –الموضحة في صورة افتتاحية الفصل– ابنها الصَّغير كيف يصطاد. ولأن الثَّدييات يمكنها أن تعلِّم صغارها مهارات البقاء فإنَّ فرصها في البقاء تزداد. والثدييات يمكنها أن تؤدّي سلوكًا معقَّدًا، ومن ذلك التَّعلّم وتذكّر ما تعلَّمت. كما يُمكن لبعضها الآخر أن يأخذ معلومات عن بيئته ويحتفظ بها. ويُمكن استعمال هذه المعلومات بعد ذلك. فعلى سبيل المثال تكون الفئران التي استكشَفت موطنًا بيئيًّا قادرة على تجنُّب المُفترسات على نحو أفضل من الفئران التي لم تكن لديها فرصة لاستكشافه.

الحواسّ Senses تختلف أهمية الحواس من مجموعة إلى أخرى في الثَّدييات؛ فحاسّة البصر لدى بعض الثَّدييات ـ ومنها الإنسان ـ ضرورية جدًّا، في حين أن حاسّة السَّمع أكثر أهمية في ثدييات أخرى، منها الخفاش؛ حيث تُصدر الخفافيش أصواتًا عالية التَّردُّد، ترتدّ وتعود إليها. وبهذه الطَّريقة يُمكن للخفافيش أن تكتشف

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع.

حاسة Sense

الاستعمال العلمي: وظيفة متخصِّصة للمخلوق تتضمّن وجود عضو إحساس ومؤثِّر ما.

تستعمل الكلاب حاسّة الشَّم للحصول على معلومات عن بيئاتها.

الاستعمال الشائع: آفة تصيب الزرع.

أصابت الزرعَ سنة حاسّة، أي كثر فيها الآفات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

أهدافًا في مسارها. وهذه الطَّريقة تُسمى تحديد الموقع بالصَّدى. وإذا شاهدت كيف تستعمل الكلاب البوليسية حاسّة الشم لتتعرّف الأشخاص والأجسام الأخرى فسوف تدرك أهمية حاسَّة الشَّم لدى هذه الثَّدييات. وقد تساوي قوةُ حاسَّة الشَّم لدى الكلب أحيانًا قوةَ حاسَّة الشَّم لدى الإنسان مليون مرة.

ماذا قرأت؟ **استعمل التشابه** لكي تصف مميزات وجود انثناءات في الطَّبقة الخارجية من قشرة الدِّماغ.

الحركة Movement يجب أن تبحث الثَّدييات عن الغذاء والمأوى، وأن تهرب من المُفترسات. وللثدييات أطراف مختلفة تمكِّنها من أداء سلوكات ضرورية؛ إذ تركض بعض الثَّدييات، ومنها الذئاب والثَّعالب. أمّا أسرع ثدييات اليابسة فهو الفهد؛ فقد تصل سرعته إلى 110 km /h.

بعض الثدييات تقفز ومنها الكنغر، وبعضها الآخر يسبح ومنها الدُّلفين. أما الخفافيش فهي الثَّدييات الوحيدة التي تطير. ويعكس تركيب الجهازين العضلي والهيكلي في المخلوقات نوع الحركة التي يستعملها المخلوق. انظر **الشكل 9–3** الذي يُوضح الأطراف الأمامية للخُلد والخفاش، وكيف أن تركيب هذه الأطراف يعكس المواطن البيئية التي يعيش فيها هذان المخلوقان وسلوك كل منهما.

التكاثُر Reproduction يتمُّ إخصاب البويضة داخليًّا في الثَّدييات، وينمو الجنين في رحم الأنثى في مُعظم الثَّدييات. و**الرَّحم** uterus عضو عضلي يُشبه الكيس، ينمو فيه الجنين. في أغلب الثَّدييات يتمُّ تغذية الجنين عن طريق **المشيمة** placenta، وهي عضو يوفِّر الغذاء والأُكسجين، ويتخلص من فضلات الجنين في أثناء نموه. وتعتمد فترة الحمل على نوع المخلوق. **الحمل** gestation هو الفترة التي يبقى فيها الجنين داخل الرَّحم قبل أن يُولد. وتتباين فترة الحمل في الثَّدييات؛ فأقصر فترة حمل هي للأبوسوم، وتبلغ 12 يومًا، بينما أطول فترة هي للفيل الإفريقي، التي تتراوح بين 660 ـ 760 يومًا. وعمومًا كلما كبر حجم المخلوق الثَّديي زادت فترة حمله. وبعد الولادة يتغذى الصغار على الحليب الذي تنتجه الغدد اللبنية لدى الأم.

المفردات

أصل الكلمة

الحمل Gestation:

-gest: من الكلمة اللاتينية gestare، وتعني يحمل.

-ation: لاحقة من اللاتينية تضاف آخر الكلمة وتعني حدث أو عملية.

أطراف تستخدم لحفر الجحور

أطراف تستخدم للطيران

الشكل 9–3

اليمين: للخُلد أطراف أمامية قوية، وقصيرة مُتكيِّفة لحفر الجحور في الأرض.

اليسار: يُمكن للخفاش أن يطير بأغشية رقيقة تمتد بين الذراع وعظام اليد.

التقويم 1-3

الخلاصة

- مكَّن الله عز وجل الثَّدييات من العيش في بيئات مُتنوعة عديدة.
- للثَّدييات أسنان مُتخصِّصة.
- للأجهزة التَّنفُّسية والدورانية والعصبية تكيُّفات مُعقَّدة تُمكِّن الثَّدييات من الحصول على طاقة إضافية تحتاج إليها في الحفاظ على الاتزان الداخلي.
- الإخصاب في الثدييات داخلي، وفي الغالب ينمو الجنين داخل رحم الأُنثى.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **اذكر** خاصِّيتين فريدتين للثَّدييات.
2. **فسِّر** كيف تُحافظ الثَّدييات على درجة حرارة أجسامها ثابتة؟
3. **صنِّف** الثَّدييات التي تعيش في منطقتك إلى آكلات أعشاب أو آكلات لحوم، أو قارتة، أو آكلات حشرات.
4. **لخِّص** كيف يعمل الجهازان التَّنفُّسي والدَّوري معًا في الثَّدييات للحصول على مستويات طاقة عالية؟
5. **قارن** بيِّن طريقة حدوث التَّنفُّس في الثَّدييات وفي الطُّيور، بالاعتماد على **الشكلين 15-2، و 6-3**.

التفكير الناقد

6. **كوِّن فرضية** تُطلق حيتان العنبر صوتًا من أعلى الأصوات التي تصدرها المخلوقات الحية. وكلما كان الحوت أكبر حجمًا كان الصَّوت أعلى. كوِّن فرضية توضح سبب إطلاق هذه الأصوات.
7. الرياضيات في علم الأحياء افترض أنَّ أرنبًا شاهد ذئبًا 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 أنَّ الأرنب على بعد 25 m من الذئب، وقد تحركا في الوقت نفسه؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

3-2

الأهداف

- **تفحص** خصائص الثَّدييات في كُلٍّ من تحت الطوائف الثلاث للثَّدييات.
- **تُميز** بين التَّكيُّفات التي تسهم في تنوُّع الثَّدييات، وتمكّنها من العيش في بيئات مختلفة.
- **تقارن** بين رتب الثدييات المشيمية.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

الثدييات الأولية

الثدييات الكيسية

الثدييات المشيمية

تنوُّع الثدييات Diversity of Mammals

الفكرة الرئيسة **تقسّم طائفة الثَّدييات إلى ثلاث تحت طوائف، بناءً على طرائق تكاثُرها.**

الرَبط مع الحياة فكِّر في الثَّدييات التي تراها كل يوم، ومنها الأغنام أو الجمال. إنَّها جزء صغير من 4500 نوع من الثَّدييات. وقد طوَّر العلماء حدائق ومحميات للمخلوقات البريَّة؛ لتقدِّم فرصًا لدراسة التَّنوُّع الكبير لأنواع الثَّدييات الموجودة حاليًّا.

تصنيف الثَّدييات Mammals Classification

تُقسم طائفة الثَّدييات إلى ثلاث تحت طوائف، اعتمادًا على طريقة تكاثرها، وهي: الثدييات الأولية، والثدييات الكيسية، والثَّدييات المشيمية.

الثدييات الأولية Monotremes للمخلوق المبين في **الشكل 10–3** منقار يشبه منقار البطة، وأقدام ذات أغشية، وهو لا يشبه أي ثديي شاهدته من قبل. ومع ذلك، فإن له شعرًا وغددًا لبنية، مما يجعله أحد الثدييات. ومنقار البط من الثدييات الأولية، يضع بيضًا كالبيض الذي تضعه الزَّواحف. و**الثدييات الأولية** monotremes ثدييات تتكاثر بوضع البيض. ومن الثدييات الأولية التي تعيش حاليًّا آكل النمل الشوكي ومنقار البط. ويبين **الشكل 10–3** آكل نمل شوكيًّا بالغًا. ويعيش منقار البط وآكل النمل الشوكي في أستراليا وتسمانيا وغينيا الجديدة فقط. وللثدييات الأولية بعض خصائص الزَّواحف؛ فبالإضافة إلى وضع البيوض، تتشابه معها في تركيب العظم في منطقة الكتف، وكذلك درجة حرارة جسمها أقل من أغلب الثَّدييات الأخرى، ولها خليط فريد من الكروموسومات الطبيعية الحجم؛ كروموسومات بحجم تلك التي لدى الثَّدييات، وكروموسومات صغيرة مثل التي لدى الزَّواحف.

ماذا قرأت؟ **حدّد** كيف تختلف الثدييات الأولية عن تحت الطوائف الأُخرى للثَّدييات؟

الشكل 10–3 آكل النمل الشوكي، مثله مثل منقار البط، ثديي يضع البيوض. عندما تفقس البيضة يحصل الجنين على الغذاء من غدد الحليب الخاصة بأمه.

جنين منقار البط

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

■ **الشكل 11–3** الأبوسوم الثَّديي يقضي مُعظم وقته على الأشجار.

الثدييات الكيسية Marsupials تُسمى الثدييات التي لها كيس (جراب)، وفترة حمل قصيرة جدًّا **الثدييات الكيسية** marsupials ؛ حيث يزحف الصغير بعد الولادة مُباشرة نحو الجراب المكون من الجلد والشَّعر على جسم الأم الخارجي. ويستمر نمو الصغير داخل الجراب، في حين يغذَّى بالحليب الذي تفرزه الغدد اللبنية للأم. وفي بعض أنواع الثدييات الكيسية يُولد الصغير ويزحف داخل جراب أُمه بعد ثمانية أيام فقط من حدوث الإخصاب؛ حيث يبقى هناك فترة حتى يكتمل نموه.

ومن الثدييات الكيسية الأبوسوم- كما في **الشكل 11–3**- والكوالا، والوَلَبي 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 الشَّمالية، اعتمادًا على أدلة من الأحافير، إلا أن بعضها انتشر ليعيش في أمريكا الجنوبية وأوربا عندما كانت القارات مُرتبطة معًا في كتلة واحدة ضخمة من اليابسة. فانتقلت الثدييات الكيسية من أمريكا الجنوبية عبر إفريقيا إلى أستراليا. وبعد ذلك ـ قبل نحو 200 مليون سنة مضت ـ انفصلت القارات بسبب تحرُّك الصَّفائح الأرضية، مما أدى إلى عزل الثدييات الكيسية بأستراليا والجُزر القريبة منها.

نمت الثدييات الكيسية الأسترالية؛ لأنَّها كانت منعزلة عن منافساتها من الثَّدييات المشيمية. ففي أمريكا الشَّمالية والجنوبية كان للثَّدييات المشيمية ميزات تكيُّفية تنافسية. فعلى سبيل المثال، أصبح لدى الثَّدييات المشيمية سلوك اجتماعي، ومصادر غذائية أكثر تنوعًا، وتنوع في الشكل والوظيفة أكثر مما لدى الثدييات الكيسية.

وحلَّت الثدييات الكيسية - في أستراليا وغينيا الجديدة- محل الثَّدييات المشيمية في الأماكن التي كانت تحتلُّها. فعلى سبيل المثال، ملأت الكناغر ـ وهي آكلات أعشاب في أستراليا ـ الإطار البيئي للغزلان والوعول والثيران، التي تشكل آكلات الأعشاب في أماكن أُخرى في العالم.

■ **الشكل 12–3** للكنغر فترة حمل مُدَّتها 33 يومًا تقريبًا، وبعد ذلك يبدأ الصَّغير فترة الحضانة في الكيس.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الحوت الأحدب الظهر

الفأر ذو الأنف الطويل

■ **الشكل 13–3** الحوت الأحدب وزنه 100,000 kg، وهو أكبر مخلوق ثديي. أما الفأر ذو الأنف الطويل فوزنه 1.5 g، وهو من أصغر الثَّدييات.

الثدييات المشيمية Placental mammals تشكل الثدييات المشيمية ـ ومنها الإنسان ـ النسبة الكبرى بين الثدييات. **فالثَّدييات المشيمية** placental mammals ثدييات لها مشيمة. وهي العضو الذي يُوفِّر الغذاء والأُكسجين للجنين، ويُخلِّصه من الفضلات. وتلد الثَّدييات المشيمية صغيرًا لا يحتاج أن ينمو داخل كيس. تتوزَّع الثَّدييات المشيمية في 18 رُتبة. تضم بعضُ الرُّتب أنواعًا قليلة. فعلى سبيل المثال، هناك فقط نوعان من الليمور الطَّائر Flying Lemur في رتبة جلديات الأجنحة. ويمكن لليمور الطَّائر أن ينزلق عبر الهواء بسبب غشاء من الجلد يربط يديه برجليه. والأردفارك Aardvark ـ آكل نمل يعيش في إفريقيا ـ هو النَّوع الوحيد في رتبته. وتحتوي رُتب أُخرى ـ منها القوارض التي تضم السَّناجب والجرذان ـ على نحو 2000 نوع. وتتراوح أوزان الثَّدييات المشيمية بين مخلوق الفأر 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 الدُّلفين البحري الذي له تكيُّفات للسِّباحة، إلى الخُلد الذي تكيَّف للحياة تحت الأرض، والخفافيش التي لها أجنحة وتستطيع تحديد المكان بانعكاس صدى الموجات فوق الصوتية لتتمكَّن من الطَّيران في الظَّلام.

وضع العلماء عدَّة فرضيات تفسر وجود أعداد كبيرة وأنواع كثيرة من الثَّدييات المشيمية مقارنة بالثدييات الكيسية. تقول إحدى الفرضيات إنَّ صغار الثدييات الكيسية تتشبث بفرو أمها عند الولادة. لذا لا يوجد حاجة لأن تتغير الأطراف لتكوّن أرجلاً أو أجنحة أو زعانف. وتُفسِّر فرضية أُخرى نجاح الثَّدييات المشيمية بأنَّ القشرة المُخية للثَّدييات المشيمية أكبر وأشد تعقيدًا من تلك التي لدى الثدييات الكيسية. ويعود ذلك إلى البيئة الأكثر استقرارًا، والأغنى بالأُكسجين التي يكون فيها الجنين داخل الرَّحم.

ماذا قرأت؟ وضِّح كيف تختلف الثَّدييات المشيمية عن الثدييات الكيسية؟

تجربة استهلالية

مراجعة: بناءً على ما قرأته حول تصنيف الثَّدييات، كيف يُمكنك الآن الإجابة عن أسئلة التَّحليل؟

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

رُتبة آكلات الحشرات- الفأر ذو الأنف الطويل

رُتبة آكلات الحشرات Order Insectivora ومنها القُنفذ والخُلد؛ حيث تعد الحشرات مصدر غذاء رئيس لهذه الثَّدييات. ويبيِّن **الشكل 14–3** الفأر ذا الأنف الطويل، وهو أيضًا آكل للحشرات. أفراد رتبة آكلة الحشرات في العادة صغيرة الحجم، ولها أنف مُدبَّب يسمح لها باصطياد الحشرات بسهولة؛ فالفأر ذو الأنف الطويل من أصغر الثَّدييات 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 الخفاش. وكما ذُكر سابقًا، فالخفافيش هي الثَّدييات الوحيدة التي تستطيع الطَّيران. وأجنحتها مكونة من أغشية رقيقة مدعومة بأطراف أمامية مُتحوِّرة. وتتغذَّى الخفافيش على أنواع مختلفة من الغذاء، فبعضها يأكل الحشرات، وبعضها الآخر يأكل الفاكهة، وأُخرى تتغذَّى على الدَّم. وأكثرها شيوعًا الخفاش الصَّغير البُنّي الذي يطير عند الغسق ليُمسك بالحشرات. والخفاش المبين في **الشكل 14–3**، هو أكبر الخفافيش، ويعيش في المناطق الاستوائية على نطاق واسع، ويتغذَّى على الفواكه.

رُتبة الرئيسيات Primates Order السَّعادين والقرود، أمثلة على الرَّئيسيات. وأدمغة الرَّئيسيات هي الأكبر والأكثر تعقيدًا بين الثدييات. وتسكن مُعظم الرَّئيسيات على الأشجار، مما جعل العلماء يفترضون أنها تحتاج إلى أداء حركات مُعقَّدة وهي على الأشجار، كتلك التي تتطلَّب الإمساك بالغذاء، أو تجنُّب الأعداء، ومن ثَم أدَّت إلى تحسين قدراتها العقلية وارتفاع درجة تعقيد تراكيبها الدماغية. وهيَّأ الله سبحانه وتعالى الأطراف الأمامية للرَّئيسيات في الغالب للإمساك بالأشياء. ويبين **الشكل 15–3** نوعًا من القرود؛ حيث يمسك الصغير بأمه ويتشبث بها.

رتبة الدّرداوات Order Xenarthra قد لا يكون لمخلوقات هذه الرُّتبة أسنان أبدًا، وقد يكون لها أسنان بسيطة، تُشبه الوتد. فآكل النَّمل في **الشكل 16–3** لا أسنان له. ولآكلات النَّمل لسان شوكي ولُعاب صمغي يسمح لها بالإمساك بالنَّمل بسهولة. ولكل من الكسلان والمُدرَّع أسنان قاضمة تُشبه الوتد. ويتغذَّى الكسلان غالبًا على الأوراق. أما المُدرَّع فيتغذَّى على الحشرات. وتعيش ثدييات هذه الرُّتبة في مناطق مختلفة من العالم.

رُتبة الخفاشيات - الخفاش

■ **الشكل 14–3** الفأر ذو الأنف الطويل من رُتبة آكلات الحشرات. الخفاش من رُتبة الخفاشيات – الخفاش.

■ **الشكل 15–3** نوع من القرود، يمسك الصغير بأمه ويتشبث بها، مما يوضح القدرات العقلية المتقدمة للرئيسيات.

حدد مخلوقات أخرى في رُتبة الرَّئيسيات.

رُتبة القوارض Order Rodentia تضم الثَّدييات القارضة مخلوقات منها القُندس، كما في **الشكل 16–3**، والجرذان Rats، والمرموط Marmots، والسَّناجب Squirrels، والهامستر Hamster. وتُشكِّل القوارض 40% من جميع أنواع الثَّدييات. يستمر زوج القواطع الشَّبيه بالشَّفرة في النُّمو خلال حياة القوارض. وهي تستعمل أسنانها الحادة لقضم الخشب والبذور أو القشور للحصول على الغذاء. إن مقدرة القوارض على غزو كل أنواع البيئات الأرضية ونجاح سلوكها التَّكاثري جعلها حاضرة في كل الأنظمة الحيوية البريَّة.

الشكل 16–3 آكل النَّمل الضَّخم، هو أكبر آكل نمل. وأكبر القوارض هو القندس؛ فقد يصل وزنه إلى 80 kg.
صف خصائص أفراد رتبة الدّرداوات.

رتبة الأرنبيات Order Lagomorpha تشبه القوارض؛ فلأفراد هذه الرُّتبة مثل الأرانب، والبيكة Pika (أرنب الصخور) قواطع طويلة حادَّة مستمرة النُّمو. وللأرنبيات قواطع تشبه الإزميل تنمو خلف الزَّوج الأول. وهذه الثَّدييات آكلات أعشاب تتغذى على الأعشاب والفواكه والبذور. وتعيش البيكة، المبينة في **الشكل 17–3**، في المرتفعات أو بيئات المناطق العالية التي تكون أراضيها مغطَّاة بالثلج أجزاءً من السَّنة. وتتكيف هذه الثدييات لهذه الظُّروف بجمع العشب خلال أشهر الدِّفء وخزنه، ثم تأكله بعد ذلك خلال الشتاء عندما لا يكون العشب الأخضر الطَّازج مُتوافرًا.

المفردات

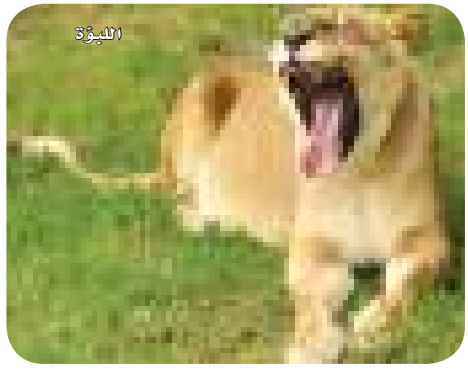
أصل الكلمة

الأرنبيات Lagomorpha:

lago- من الكلمة اللاتينية lagos، وتعني أرنب.

morph- من الكلمة اللاتينية morphe، تعني شبيه.

رُتبة آكلات اللحوم Order Carnivora ربما يكون لديك مخلوق ثديي أليف مثل القطة. فالقطة والثَّعالب والدِّببة والفقمة والفظّ (حصان البحر) Walruses والذئاب والظربان Skunk وثعالب الماء Otters وابن عرس Weasels، كلها تتبع رتبة آكلات اللُّحوم. فآكلات اللُّحوم هذه كلها مفترسات وذات أسنان تكيَّفت لتمزيق اللَّحم. فاللبؤة، كما في **الشكل 17–3**، تأكل الوعول وصغار الزَّراف وصغار التَّماسيح. وبعد أن تُمسك بفريستها تستعمل قواطعها على تمزيق قطع اللَّحم.



الشكل 17–3 توجد البيكة في المناطق الثَّلجية. وتستخدم اللبؤة أنيابها في طعن الفريسة وتقطيعها.

الشكل 18–3 الخرطوم خاص برتبة الخرطوميات.

رتبة الخرطوميات Order Proboscidea الفيلة من أكبر ثدييات اليابسة. ولها خرطوم مرن متكيِّف لجمع النباتات وشرب الماء. وقد تحوَّر قاطعاه إلى أنياب؛ لحفر التربة، وإخراج الجذور، وتمزيق لحاء الأشجار، **الشكل 18–3**. وقد دُرِّبَتْ بعض الفيلة للمساعدة على حمل الأشياء الثَّقيلة.

رتبة الخيلانيات Sirenia Order بقر البحر Manatees والأطوم Dugongs أكبر أفراد رتبة الخيلانيات الكبيرة الحجم، وكلاهما ثدييان بطيئا الحركة، وذوا رؤوس كبيرة وليس لهما أطراف خلفية. وقد خلق الله سبحانه وتعالى أطرافهما الأمامية على هيئة زعانف تساعد على السِّباحة. وهذه المخلوقات آكلات أعشاب؛ إذ تتغذَّى على أعشاب البحر، والطَّحالب، والنباتات المائية الأُخرى. واعتمادًا على حجمها، يمكن للأطوم مثلاً أن يستهلك نحو 50 kg من الأعشاب كل يوم. وتسبح أفراد هذه الرُّتبة غالبًا على سطوح الأنهار والأهوار الدَّافئة الاستوائية. ولأنها بطيئة جدًّا وتُفضِّل المياه السَّطحية فغالبًا ما تصدمها القوارب السَّريعة فتؤذيها. يبين **الشكل 19–3** بقر البحر في أثناء السباحة.

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

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

ماذا قرأت؟ **قارن** بين الثَّدييات المشيمية باستخدام **الجدول 2–3**.

رتبة ثنائية الحافر Order Artiodactyla أفراد هذه الرتبة ثدييات ذات حوافر أيضًا. تختلف عن أحادية الحافر في أنَّ لها عددًا مزدوجًا من الأصابع، أي اثنتين أو أربع على كل طرف. فالغزلان والماشية والخراف والماعز وفرس النهر Hippopotamus كُلها ثنائية الحافر. وللعديد من الماشية والخراف والغزلان قرون. وثدييات هذه الرُّتبة آكلات أعشاب ومعظمها مجترّة.

رتبة الحوتيات Order Cetacea للحيتان والدَّلافين أطراف أمامية تحوَّرت إلى زعانف تساعد على السِّباحة. وليس لها أطراف خلفية، والذَّيل يتكوَّن من أجزاء لحمية. وفتحاتها الأنفية متحوِّرة على شكل ثقب أو اثنين في أعلى الرَّأس لنفث الماء، ولا يغطي جسمها الشعر. وبعض الحيتان مُفترسات، وبعضها الآخر ـ ومنه الحوت الأزرق ـ له تراكيب متخصِّصة داخل أفواهها تُسمَّى عظام الفك (البَلِين) تُستعمل لتصفية العوالق التي تتغذى عليها. ويبين **الشكل 19–3** الحوت الأحدب.

الجدول 2–3 رتب الثدييات المشيمية

الرتبة	مثال	المُميِّزات
آكلات الحشرات	الفأر ذو الأنف الطويل ، والقنافذ، والخُلد	أنف مُدبَّب، أصغر الثَّدييات، تعيش تحت الأرض، آكلة حشرات
جلديات الأجنحة	الليمور الطائر	غشاء من الجلد يربط يديه برجليه.
الخفاشيات	الخفاش	ليلية، تستخدم الصدى، تطير، تأكل الحشرات والفواكه
الرَئيسيات	القرود، والسَّعادين	رؤية ثُنائية، أدمغة كبيرة، تعيش أغلبها على الأشجار، إبهام متقابل
الدرداوات	آكلات النمل، والدب الكسلان، والمُدرَّع	ليس لها أسنان أو ذات أسنان مثل الوتد، آكلات حشرات
القوارض	القنادس، والجرذان، والمرموط، والسَّناجب، والهامستر.	أسنان، قواطع حادَّة، آكلات أعشاب
الأرنبيات	الأرانب، والبيكة (أرنب الصخور)	الأرجل الخلفية أطول من الأمامية، مُتكيِّفة للقفز، قواطع دائمة النُّمو
آكلات اللُّحوم	القطط، والثعالب، والدببة، والفقمة، والفظ (حصان البحر)، والذئب، والظربان، وثعالب الماء، وابن عرس	الأسنان متكيِّفة لتمزيق اللَّحم، آكلات لحوم
الخرطوميات	الفيلة	خراطيم طويلة، أصبحت القواطع أنيابًا عاجية، أكبر مخلوقات اليابسة
الخيلانيات	عجل البحر، والأطوم	حركة بطيئة، رؤوس كبيرة، ليس لها أطراف خلفية
أحادية الحافر	الحصان، والحمار الوحشي، ووحيد القرن	ذات حوافر، عدد أصابعها مفرد، آكلات أعشاب
ثنائية الحافر	الغزال، والماشية، والخراف، والماعز، وفرس النهر Hippopotamus	ذات حوافر، عدد أصابعها زوجي، آكلات أعشاب
الحوتيات	الحيتان، والدلافين	الأطراف الأمامية على شكل زعانف، ليس لها أطراف خلفية، تستعمل فتحات المناخر لنفث الماء.

مختبر تحليل البيانات 1-3

بناءً على بيانات حقيقية

حلِّل ثم استنتج

كيف يؤثِّر ضجيج القوارب في الحيتان؟
قد تُنسِّق الحيتان القاتلة صيدها التَّعاوني، أو أي سلوك اجتماعي آخر عن طريق أنواع معيَّنة من النِّداءات (الأصوات) التي لها معنى عند باقي أفراد الفوج أو المجموعة المهاجرة معها. ويبين الرسم البياني أثر ازدياد عدد القوارب في منطقة الدراسة في الفترة 1990 –2000م في تواصل الحيتان؛ حيث وصل عدد القوارب إلى خمسة أضعاف تقريبًا.

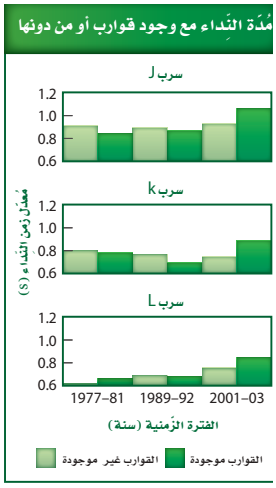
أخذت البيانات في هذا المختبر من:
Foote, A., et al. 2004.Whale –call response to masking boat noise. *Nature* 428:910.

البيانات والملاحظات

فحص علماء الأحياء طول مدَّة نداءات الحوت في ثلاث مجموعات خلال عدة سنوات. تفحَّص الرُّسوم البيانية.

التفكير الناقد

1. **قوِّم** التوجه لتغير مدة النِّداء في الحيتان في الأسراب J ، K ، L من 1977م إلى 2003م. ما الذي ينتج عن هذا التَّوجُّه؟
2. **كوِّن فرضية** تصف ما يستقصيه الباحثون في هذه الدِّراسة.



التقويم 2–3

الخلاصة

- من بين تحت طوائف الثَّدييات الثلاث، تضع تحت طائفة واحدة فقط بيضًا.
- إحدى تحت الطوائف الثَّديية لها كيس يقضي فيه الصَّغير معظم وقت نموِّه.
- صغار الثَّدييات المشيمية تتغذَّى عن طريق المشيمة في أثناء نموها داخل الرَّحم.
- صنفت الثدييات المشيمية إلى رتب مختلفة، اعتمادًا على أشكالها وبيئاتها وخصائصها التركيبية وطبيعة غذائها.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **سمِّ** تحت الطوائف الثلاث التي تنقسم إليها الثَّدييات، وصف خصائص كل تحت طائفة.
2. **حدِّد** رتبة أو رتب الثَّدييات التي ينتمي إليها المخلوق الثديي التالي، وفسِّر إجابتك: له فرو أحمر بُني، وزوجان من القواطع في الفك العلوي (زوج خلف الآخر)، ومخالب، وجسمه أصغر قليلًا من كرة السَّلة، ويمكنه القفز بسهولة.
3. **قارن** بين خصائص الثَّدييات في رتبة أحادية الحافر وتلك التي في رتبة ثنائية الحافر.
4. **صف** الخصائص التي مكّنت رتبة القوارض من الانتشار في معظم الأنظمة الحيوية البرية.

التفكير الناقد

5. **كوِّن فرضية** يمكن أن يكتشف منقار البط المجالات الكهربائية الناتجة عن انقباض عضلات مخلوقات أُخرى. وهكذا يبحث منقار البط عن فريسته. كوِّن فرضية تبيِّن فاعلية هذا التَّكيُّف المُعقَّد بدلًا من حاسة البصر البسيطة.
6. **الكتابة في علم الأحياء** يعتقد بعض الناس خطأ أنَّ الثدييات الكيسية أقل تعقيدًا من الثَّدييات المشيمية. حلِّل هذا الاعتقاد، ثم فسّره.

الكلاب المدربة المساعدة

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

حاسَّة الشَّم حاسَّة الشَّم لدى الكلب أكثر حدة من حاسَّة الشَّم لدى الإنسان. ويوجد لدى الكلب 200 مليون مستقبِل رائحة، في حين يوجد لدى الإنسان 5 ملايين مُستقبل رائحة فقط. وتستعمل الكلاب مستقبلاتها الشمية بشكل اعتيادي للمساعدة على الكشف عن المخدرات والمتفجرات والأشخاص الضائعين. وتستطيع الكلاب المدرَّبة أن تساعد على الكشف عن الأشخاص المدفونين تحت الانهيارات الثَّلجية؛ إذ يُمكن للكلاب أن تجد أشخاصًا مدفونين على عمق 5 m من الثَّلج. ويمكن لكلب مدرب أن يمسح منطقة بحجم ملعب كرة القدم على عمق أكثر من 36 m من الثَّلج في 30 دقيقة. بينما يتطلَّب البحث في المساحة نفسها 5 أشخاص بمجسات إلكترونية حساسة مُدَّة 15 ساعة.

الكشف عن السرطان تُستعمل الكلاب أيضًا للكشف عن وجود الأورام السَّرطانية. ففي دراسة بحثية حديثة تمكَّنت الكلاب من تمييز وجود سرطان المثانة عن طريق شم بول المريض. وفي هذه التَّجربة، دُرِّبت الكلاب على الاستلقاء أرضًا عندما تكتشف خلايا سرطانية في عينة البول.

وهناك بعض الأدلة تشير إلى أنَّ الكلاب يمكنها الكشف عن سرطان الجلد من خلال اكتشاف روائح تُطلقها الشامة (ورم سرطاني حميد). وتجرى حاليًّا دراسات يتمُّ فيها فحص الكلاب لمعرفة مدى استطاعتها الكشف عن سرطان الرِّئة وسرطان البروستاتا. ويمكن للكلاب أن توفِّر نظام كشف مُبكِّر لم يصل إليه العلم بعد.

نوع من الكلاب البوليسية المدربة.

الإحساس بنوبات المرض يمكن لبعض الكلاب أن تحسّ متى يمكن أن يمرّ المرء بنوبة تشنّج. وهذا النوع من الكلاب يساعد على تنبيه الذين يُصابون بالمرض في أي مكان قبل 15 دقيقة إلى 12 ساعة من النَّوبة. مما يُعطي الوقت للمصابين لكي يتناولوا أدويتهم الخاصة بمعالجة النوبة، أو يطلبوا المساعدة، أو ينتقلوا إلى مكان أكثر أمنًا. فالنظرية الحالية التي تفسر ذلك هي أنَّ هذه الكلاب تُحِس أن هناك تغيُّرًا ما في تعابير الوجه أو أن هناك شيئًا مختلفًا في توازن شخصية الفرد.

خدمة المجتمع

اتصل ابحث في الإنترنت عن برامج علاجية استعمل فيها مخلوقات أليفة. 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 يُمكننا تمييز الثدييات من غيرها؟

الخلفية النظرية: الصِّفات الطبيعية التي تشترك فيها جميع الثَّدييات- ومنها الشعر والغدد اللبنية- مكَّنتها من التَّكيُّف مع أي نظام بيئي تقريبًا في المحيط الحيويّ. وتكثر الثَّدييات في الغابات المطيرة والصَّحارى والمناطق القطبية، وهي متكيِّفة للعيش في البيئة القريبة من منزلك أو مدرستك أيضًا.

سؤال: ما التنوُّع الذي يُمكن أن تجده في منطقتك في الثَّدييات؟

المواد والأدوات

- دليل ميداني لتعرّف ثدييات منطقة الخليج العربي.
- مناظير مُكبِّرة.

احتياطات السَّلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. اكتب قائمة بالثَّدييات التي تلاحظها في منطقتك.
3. توقَّع كيف يُمكن تصنيف أنواع هذه الثَّدييات.
4. صمِّم جدول بيانات لتسجيل هذه الأنواع وصفاتها الطبيعية، ومنها الحجم وشكل الجسم والخصائص الفريدة، وتصنيف هذه الثَّدييات.
5. أجرِ بحثًا عن الثَّدييات لتعبئة جدول البيانات الخاص بك بالمعلومات المتعلقة بهذه الثدييات. كأن تراقب المخلوقات في منطقتك المحلية، فتقوم بزيارة المتنزهات، أو المحميات الطبيعية، أو حديقة الحيوانات. وإذا لم تستطع ملاحظة المخلوقات في بيئاتها الطَّبيعية فاحصل على معلومات عن الثَّدييات في منطقتك من مراجع معتمدة.
6. سجِّل ملاحظاتك الموجودة في دفتر ملاحظاتك الحقلية، وانقل المعلومات إلى جدول البيانات الخاص بك.

حلِّل ثم استنتج

1. **صف** المميِّزات الأساسية التي تشترك فيها جميع الثَّدييات التي لاحظتها.
2. **قارن** بين الثَّدييات التي درستها وتلك التي درسها طلاب آخرون في المنطقة نفسها.
3. **قارن** بين الخصائص الطبيعية التي يُمكن أن يستعملها العلماء لتصنيف الثَّدييات إلى مجموعات تصنيفية مختلفة.
4. **استنتج** كيف تكيّفت الثَّدييات الموجودة في قائمتك مع البيئة وعاشت فيها؟
5. **صف** طرائق الملاحظة الأخرى التي يمكن استخدامها لإجراء بحث شامل عن الثَّدييات في منطقة بحث تختارها.
6. **تحليل الخطأ** قارن بين قائمة الثدييات التي أعددتها وقوائم أعدَّها طلاب آخرون لتحديد الأخطاء المحتملة في تعريف الثدييات.

تحضير مُلصق

قدم عرضًا اجمع صورًا لثدييات من منطقة أُخرى، واعمل ملصقًا لعرضه على طلاب صفك. وضمِّن الملصق معلومات عن مميِّزات كل ثديي، والتكيُّفات الخاصة به.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

3 دليل مراجعة الفصل

المطويات **كوِّن فرضية** هناك ثلاثة أنواع فقط من الثدييات الأولية التي تعيش حاليًّا: نوع واحد من منقار البط، ونوعان من آكل النمل الشوكي (الإكيدنا). كوِّن فرضية تُفسِّر لماذا تتميز تحت الطائفة هذه من الثَّدييات بتنوع محدود مُقارنةً بتنوُّع الثدييات الكيسية والثَّدييات المشيمية؟

المفردات	المفاهيم الرئيسة
3–1 خصائص الثَدييات	
الغدة اللبنية الغدَّة معدل الأيض الحجاب الحاجز القشرة المخية المُخيخ الرحم المشيمة الحمل	**الفكرة الرئيسة** **للثَّدييات خاصيتان مميزتان: الشَّعر، والغدد اللبنية.** • مكّن الله عز وجل الثَّدييات من العيش في بيئات متنوعة عديدة. • للثَّدييات أسنان متخصِّصة. • للأجهزة التَّنفُّسية والدورانية والعصبية تكيُّفات معقَّدة تمكِّن الثَّدييات من الحصول على طاقة إضافية تحتاج إليها في الحفاظ على الاتزان الداخلي. • الإخصاب في الثدييات داخلي، وينمو الجنين غالبًا داخل رحم الأُنثى.
3–2 تنوُع الثَدييات	
الثدييات الأولية الثدييات الكيسية الثدييات المشيمية	**الفكرة الرئيسة** **تقسّم طائفة الثَّدييات إلى ثلاث تحت طوائف، بناءً على طرائق تكاثُرها.** • من بين تحت الطوائف الثَّدييات الثلاث، تضع تحت طائفة واحدة فقط بيضًا. • إحدى تحت الطوائف الثَّدية لها كيس يقضي فيه الصَّغير معظم وقت نموّه. • صغار الثَّدييات المشيمية تتغذَّى عن طريق المشيمة في أثناء نموها داخل الرَّحم. • صنفت الثدييات المشيمية إلى رتب مختلفة اعتمادًا على أشكالها وبيئاتها وخصائصها التركيبية وطبيعة غذائها.

3–1

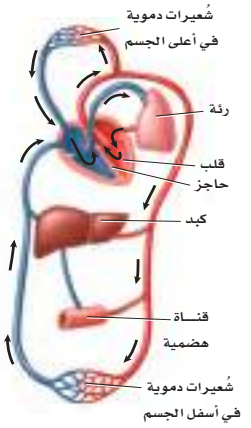
مراجعة المفردات

التشابه: أكمل الآتي باستعمال مفردة من دليل مراجعة الفصل.

1. المُح للطَّائر مثل _____ للثدييات.
2. فترة الحضانة للطَّائر مثل فترة _____ للثدييات.
3. النواة للخلية مثل _____ للدِّماغ.

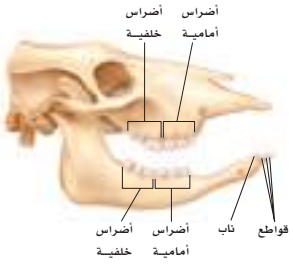
تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السُّؤالين 4 و 5.



4. أيّ الأجهزة الآتية يمثلها الشكل أعلاه؟
   a. الجهاز الإخراجي. b. الجهاز الهيكلي.
   c. جهاز الدوران. d. الجهاز التَّناسلي.
5. ما الذي يصف دعم هذا الجهاز لثبات درجة حرارة الثَّدييات؟
   a. الدَّم المؤكسج منفصل عن الدَّم غير المؤكسج.
   b. للقلب ثلاث حجرات، ويمكنه أن يضخ دمًا أكثر.
   c. ينقل هذا الجهاز الدَّم المؤكسج إلى الرِّئتين.
   d. ينقل هذا الجهاز الدَّم غير المؤكسج من القلب إلى الجسم.
6. أيّ مما يأتي أقل ارتباطًا مع الاتزان الدَّاخلي في الثَّدييات؟
   a. الكلى. b. القلب.
   c. الغدد العرقية. d. المخالب.
7. أيّ مما يأتي يُعد من وظائف الغدد الدهنية، والغدد العرقية، وغدد الحليب؟
   a. المحافظة على الجلد والشَّعر، وتنظيم درجة الحرارة، وإنتاج الحليب.
   b. التَّكاثُر، والمحافظة على الجلد والشَّعر، وتنظيم درجة الحرارة.
   c. تنظيم درجة الحرارة، وإنتاج الحليب، والتَّكاثُر.
   d. إنتاج الحليب، وتوصيل الأكسجين، والمحافظة على الجلد والشَّعر.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السُّؤالين 8 و9.



8. أيّ مستوى غذائي تنتمي إليه جمجمة هذا المخلوق الثَّديي؟
   a. آكل أعشاب. b. آكل حشرات.
   c. آكل لحوم. d. رمِّي.
9. كيف يساعد وجود أنواع مختلفة من الأسنان على وجود الثَّدييات في جميع البيئات؟
   a. تستطيع أن تأكل أشكالًا متنوعة من الغذاء.
   b. تستطيع أن تصطاد بفاعلية.
   c. يمكنها أن تهضم طعامها بسهولة أكثر.
   d. جهازُها الهضمي متحوِّر.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

أسئلة بنائية

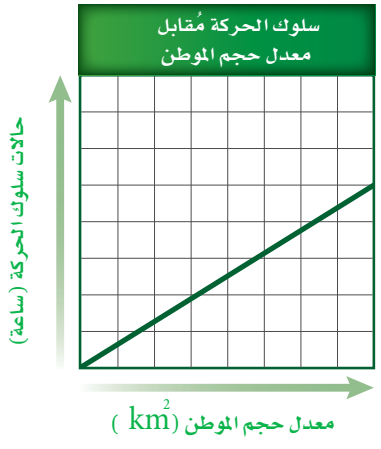
10. نهاية مفتوحة. تفحَّص **الجدول 1–3**، وكوِّن فرضية تُفسِّر فيها سبب وجود اختلافات واسعة في محتوى الدهون في كل من حليب الفقمة وحليب الثدييات الأخرى.

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

التفكير الناقد

12. صمِّم تجربة. تفرز أفراس النهر سائلاً من غدد عميقة في الجلد، يشبه العرق، إلا أنه قد يكون له وظائف أُخرى أيضًا. افترض العلماء أنَّ هذا السَّائل ربما يستعمل واقيًا لجلد فرس النَّهر ضد الشمس. صمِّم تجربة باستخدام حُبيبات تمتصّ الأشعة فوق البنفسجية لاختبار ما إذا كان هذا السَّائل الذي يفرزه جلد هذا المخلوق الثَّديي يوفِّر له حماية من أشعة الشَّمس.

13. حلِّل واستنتج. لقد وضع علماء الأحياء فرضية مفادها أنَّه عندما توضع آكلات اللُّحوم ذات البيئات الكبيرة في أماكن صغيرة مغلقة فإنَّها تُظهر زيادة في حالات سلوك الحركة (جيئة وذهابًا). لقد درسوا الثَّعلب القطبي والدُّب القطبي والأسد. حلِّل الرَّسم البياني أدناه، واستنتج أثر الحبس في سلوك الحركة.



3–2

مراجعة المفردات

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

14. الفيل مثال على الثدييات الكيسية.

15. في الثدييات الأولية ينمو الجنين داخل رحم الأُنثى.

16. للثدييات الأولية جراب.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

17. أيّ الثَّدييات الآتية من رتبة الحوتيات؟

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

18. ما الفائدة من نمو الصَّغير داخل الرَّحم؟

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

19. أيّ الثَّدييات الآتية ليس من الثدييات الكيسية؟

a. الأبوسوم. **b.** الكنغر.
c. الإكيدنا. **d.** الوَلب.

20. أيّ مما يأتي ليس من خصائص منقار البط؟

a. أقدام غشائية.
b. القدرة على وضع البيوض.
c. قلب ثلاثي الحجرات.
d. كروموسومات صغيرة، تُشبه ما لدى الزَّواحف.

21. تفحَّص **الجدول 1 – 3**. أي الثَّدييات الآتية تحوي أكبر نسبة من البروتين في حليبها؟

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

أسئلة بنائية

22. نهاية مفتوحة. ارسم وفسِّر التَّكيُّفات الملائمة لثديي يعيش على عمق 1m في مياه مستنقع، وبيئة خضراء كثيفة تحت الماء، فيها أفاعٍ مُفترسة.

23. نهاية مفتوحة. قدِّم أسبابًا تعلل بها دراسةُ رتب الثدييات.

24. نهاية مفتوحة. نظِّم نقاشًا في صفك حول استعمال المخلوقات لتجريب الأدوية ومواد التَّجميل عليها.

التفكير الناقد

25. مهن مرتبطة مع علم الأحياء. افترض أنَّك حارس حديقة سيعرض فيها مخلوق مُهدَّد بالانقراض محليًّا. صمِّم مكانًا ونمط غذاء وتعليمات أخرى للعناية بهذا المخلوق، والمحافظة على بقائه في حديقة المخلوقات الحية المحلية. جهِّز إعلانًا يُنبِّه النَّاس إلى أهمية حماية هذا النَّوع المُهدَّد بالانقراض، والطرق التي يُمكن أن يُشاركوا فيها لإجراءات الحماية.

26. ابحث. اختر مجموعتك المُفضَّلة من الثَّدييات، وارسم خريطة تُبيِّن توزيعها في العالم. وحدد العوامل البيئية التي قد تُؤثِّر حاليًّا في توزيعها وفي المجموعة مستقبلاً. اكتب توصيات لما يجب عمله للتأكد من نجاح مجموعتك المُفضَّلة من الثَّدييات.

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السُّؤال 27.

وزن المواليد ومُحتوى الحليب من البروتين

الثَّديي	الأيام المطلوبة لمضاعفة وزن المولود	محتوى الحليب من البروتين (g/1000)
الإنسان	180	12
الحصان	60	26
البقرة	47	33
الخروف	10	51
القط	9	101

27. حلِّل البيانات. فسِّر العلاقة بين عدد الأيام التي يتطلبها تضاعف وزن المولود ومحتوى الحليب من البروتين. مثّل هذا الجدول بيانيًّا.

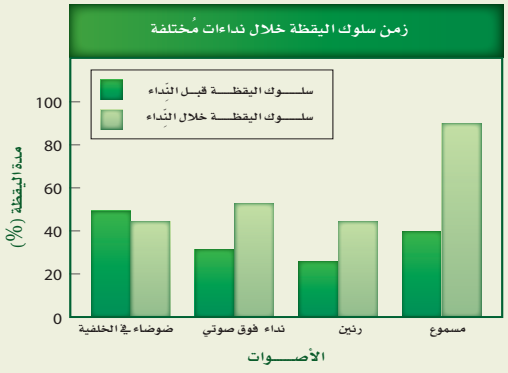
تقويم إضافي

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

أسئلة المستندات

وُجد أنَّ لنوع مُحدَّد من سنجاب الأرض القدرة على إصدار نداءات فوق صوتية لا يُمكن أن يسمعها أي ثديي آخر، ونداءات يمكن أن تكون مسموعة. عرَّض العلماء السَّناجب لنداء فوق صوتي، أو ضوضاء في الخلفية، أو رنين شبيه بالنِّداءات فوق الصَّوتية، ونداء يمكن سماعُه، ثمَّ لاحظوا الوقت الذي أمضته السناجب في إظهار سلوك اليقظة (مراقبة المفترسات) خلال كُل صوت.

استعمل الرَّسم البياني للإجابة عن الأسئلة الآتية:



29. تحت أي ظروف أظهرت سناجب الأرض أعلى سلوك لليقظة عمومًا؟

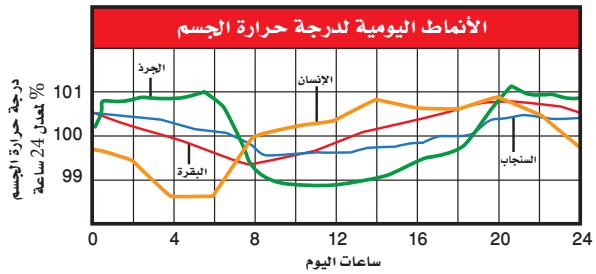
30. تحت أي ظروف كانت الإشارة فوق الصوتية أكثر فاعلية بوصفها تحذيرًا للمخلوق؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤالين 1 و2.



1. أيّ المخلوقات الحية له أعلى معدَّل درجة حرارة جسم؟

   a. البقرة. **b.** السنجاب.

   c. الإنسان. **d.** الجرذ.

2. الجرذ والسنجاب من المخلوقات الليلية في الغالب. فما الذي تستنتجه من الرَّسم حول درجات حرارة أجسام هذه المخلوقات؟

   a. درجات حرارة أجسامها أعلى من درجات حرارة أجسام المخلوقات الحية النَّشطة خلال النَّهار.

   b. تغيُّرات درجة حرارتها أكثر حدّة من المخلوقات النَّشطة خلال النَّهار.

   c. درجات حرارة أجسامها أقل من درجات حرارة أجسام المخلوقات الحية النَّشطة خلال النَّهار.

   d. تغيُّرات درجة حرارتها أقلّ حدّة من المخلوقات النَّشطة خلال النَّهار.

أسئلة الإجابات القصيرة

3. صف أربع خصائص مختلفة، أو عمليات تُمكِّن الثَّدييات من المحافظة على الاتزان الداخلي لدرجة الحرارة.

4. قارِن بين نوعي ريش الطُّيور.

5. ما الفائدتان اللتان يحصل عليهما صغير الثَّدييات من التغذّي على حليب أُمه؟

6. كوِّن فرضية تجيب فيها عن سبب وجود أنواع مختلفة وكثيرة من الطُّيور.

أسئلة الإجابات المفتوحة

7. قوّم كيف تكيَّف هيكل الطائر العظمي للطَّيران؟

أسئلة مقالية

يقوم الأبوان في معظم أنواع الطُّيور برعاية الصَّغير؛ حيث يتزاوج الأبوان في موسم التَّزاوج ويُربيان صغارهما. وفي بعض أنواع الطّيور يبني أحد الأبوين العش، ثمَّ يجذب شريكًا للتزاوج. وفي أنواع أُخرى من الطُّيور يقوم الأبوان ببناء العش معًا. ويتناوبان على حراسة البيض وحضانته. وعندما يفقس الصغار يُحضر الوالدان غذاءً يُشبه ما ستأكله الطُّيور اليافعة عندما تُصبح بالغة، وتستمر هذه العناية إلى أن تُصبح الصِّغار مُستعدة للطَّيران بعيدًا عن العش. وبعد مغادرتها العش، تصبح الطُّيور اليافعة مستقلة، ونادرًا ما يكون لها أي اتصال مع والديها.

أجب عن السُّؤال الآتي بأسلوب مقالي مستعينًا بالمعلومات الواردة في الفقرة السَّابقة:

8. يقوم الأبوان كلاهما في الطُّيور بالعناية بالصِّغار. أمّا في الثَّدييات فتقوم الأم غالبًا بتربية الصِّغار وحدها. اقترح فرضية تُفسِّر فيها لماذا يقوم الأبوان في الطيور بالعناية بالصِّغار، في حين تقوم الأم في الثَّدييات بذلك. وناقش كيف يمكن اختبار هذه الفرضية.

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الجهازان الهيكلي والعضلي

Skeletal and Muscular Systems

4

الفكرة العامة تعمل هذه الأجهزة معًا 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 الجسمَ 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.

العظام في مفصل الركبة

خلايا عظمية
قوة تكبير المجهر المركب 40×

حقائق في علم الأحياء

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

تجربة استهلالية

كيف يشبه جناحُ الدجاجة ذراعَ الإنسان؟

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

خطوات العمل

1. املأ 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 لتحدد كيف يتحرك، وأين توجد المفاصل.
4. ضع الكيس على سطح مستوٍ، واضغط برفق على الجناح؛ لتحدد أين توجد العظام والعضلات.
5. بناءً على مشاهداتك، ارسم الجناح كما تتخيله إذا أُزيل الجلد عنه، وأظهر العظام والعضلات.

التحليل

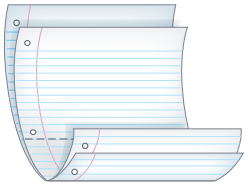
1. **اكتب** أسماء الأجزاء على رسمك؛ لتبين الأجزاء التي تقابل الجزء العلوي من ذراعك والمِرفق والرسغ وراحة اليد.
2. **ميز** كيف تختلف الأجزاء التي تكوّن ذراعك العلوي عما في جناح الدجاجة؟

المطويات
منظمات الأفكار

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

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

الخطوة 2: اثنِ الأطراف، لتصبح جميع الألسنة متباعدة بمقدار 1.5 cm، ولتكوين أربعة جداول متساوية الحجم، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: ثبت أوراق المطوية معًا بالدبابيس، واكتب على كل لسان عنوانًا كما في الشكل الآتي:

المطويات **استخدم هذه المطوية في القسم 2-4**، وسجل وأنت تقرأ الدرس ما تعلمته حول أنواع العضلات في الجسم ، وفسر كيف تعمل معًا للقيام بوظائفها؟

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

4-1

الجهاز الهيكلي The Skeletal System

الأهداف

- **تميز** بين عظام الهيكل المحوري والهيكل الطرفي.
- **تصف** كيف يتكون عظم جديد.
- **تلخص** وظائف الجهاز الهيكلي.

مراجعة المفردات

الغضروف cartilage: نسيج رابط صلب مرن، يكوِّن هيكل الأجنّة، ثم يغطي فيما 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

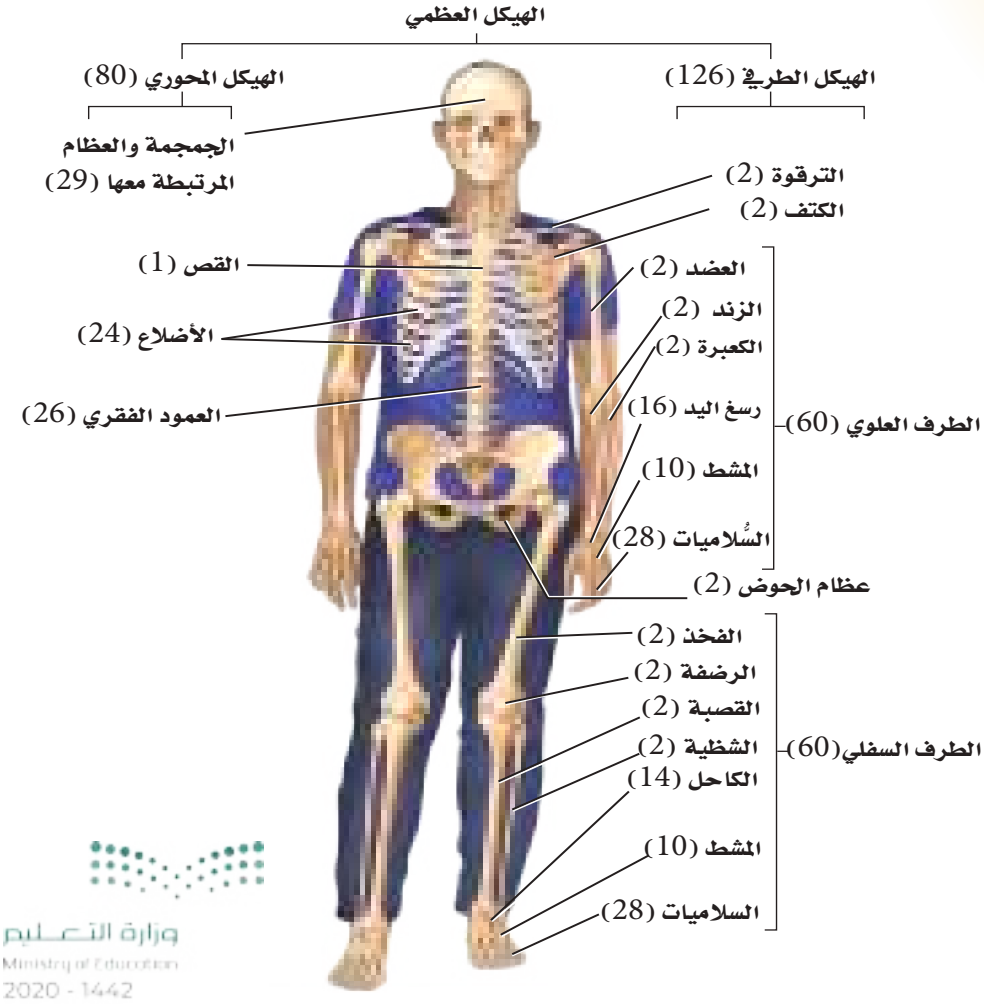
الفكرة الرئيسة **لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسمَ شكلَه، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.**

الربط مع الحياة يمكن مقارنة الجهاز الهيكلي عند الإنسان بهيكل بناء المنزل؛ فكما يشكِّل كلّ من الأساس والأعمدة والجسور هيكلًا لأي منزل ـ يعطي الهيكلُ الجسمَ شكله، ويوفر له الدعامة والحماية.

تركيب الجهاز الهيكلي

Structure of the Skeletal System

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



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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

العظم الكثيف والعظم الإسفنجي Compact and spongy bone يُعدّ العظم نسيجًا ضامًّا له عدة أشكال وأحجام. وتُصنف 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 المسطّح. أما عظام الوجه والعمود الفقري فهي عظام غير منتظمة. وللعظام كلها التركيب نفسه، بغضّ 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. وتزوِّد الأوعية الدموية الخلايا العظمية الحية osteocytes بالأكسجين والغذاء. أما العظم الداخلي فيختلف كثيرًا عن العظم الخارجي، كما في **الشكل 2–4**.

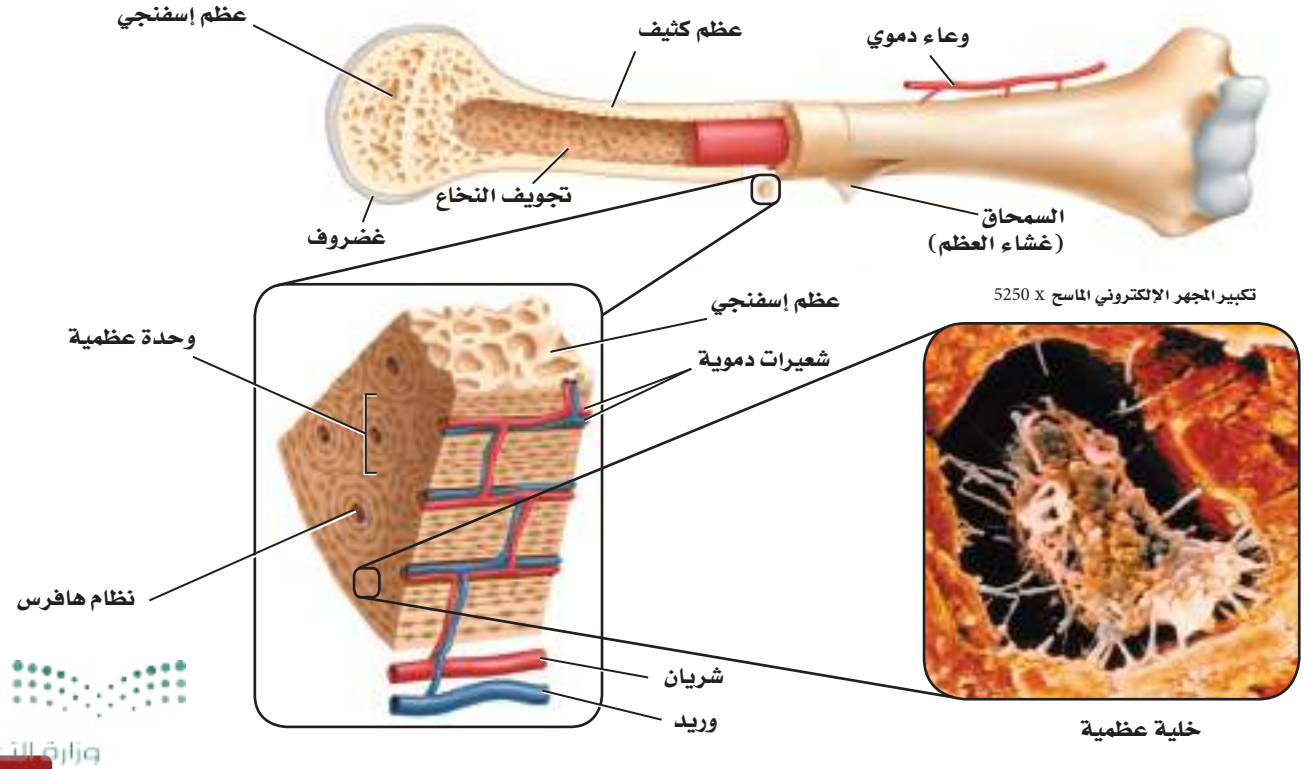
وكما يدل الاسم، فإن **العظم الإسفنجي** spongy bone أقل كثافة من النوع الأول، وفيه عدة تجاويف تحوي نخاعًا عظميًّا. ويوجد العظم الإسفنجي وسط العظام القصيرة والمسطّحة، وفي نهاية العظام الطويلة. ويحيط بالعظم الإسفنجي عظم كثيف لا يوجد فيه أنظمة هافرس.

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

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

المصور الطبي

Medical illustrator يجمع المصمم الطبي بين موهبة التصميم والاهتمام بعلم الأحياء؛ لتوضيح خطوات عملية، وبناء نماذج تعليمية.



الشكل 2–4 العظم إما كثيف وإما إسفنجي.

صف كيف يختلف العظم الكثيف عن العظم الإسفنجي في الموقع والوظيفة؟

والفخذ، والقص والأضلاع، والعمود الفقري وعظام الحوض. وتتكون تجاويف عظام الجنين من النخاع الأحمر. وتحوي عظام الأطفال نخاعًا أحمر أكثر من البالغين. أمّا 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، وصيوان الأذن، والأقراص بين الفقرات، وما يحيط بالمفاصل المتحركة. وتعدّ الخلايا العظمية البانية مسؤولة عن نمو العظام وتجديدها.

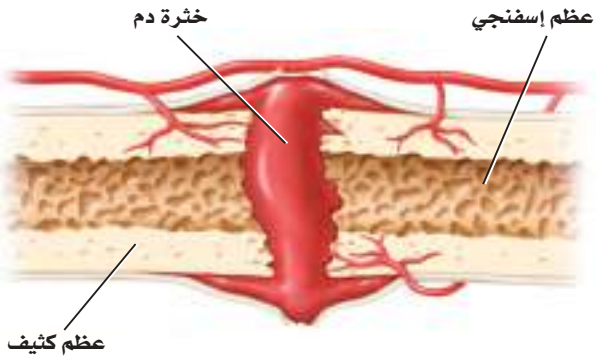
إعادة بناء العظم Remodeling of bone يُعاد بناء العظم وتشكيله بانتظام. ويتضمن ذلك إحلال خلايا جديدة مكان الخلايا الهرمة. ويستمر هذا مدى الحياة. وهي عملية في غاية الأهمية لنمو الأفراد؛ إذ تُحطِّم **الخلية العظمية الهادمة** osteoclast الخلايا العظمية الهرمة والتالفة ليحل محلها نسيج عظمي جديد. ويحتاج نمو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

ماذا قرأت؟ **قارن** بين دور كلٍّ من الخلية العظمية البانية، والخلية العظمية الهادمة.

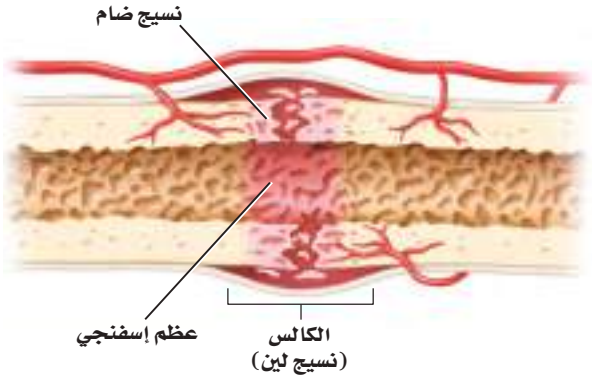
التئام العظم Repair of bone الكسور من الإصابات الشائعة التي تصيب عظم الإنسان. ويعدّ الكسر بسيطًا إذا لم يَبْرز العظم خارج جلد الإنسان. أمّا في الكسر المركب فتبرز العظام خارج الجلد. وفي حالة الكسر الناتج عن ضغط تتكوّن تشققات في العظم. تبدأ عملية تجدد العظم مباشرة بعد حدوث الكسر. ارجع إلى **الشكل 3 –4** الذي يوضح خطوات التئام العظم المكسور.

الكسر Fracture عند حدوث إصابةٍ يُنتج الدماغ بسرعة أندورفينات (endorphins)، وهي مواد كيميائية تُسمى أحيانًا مسكّنات الألم الطبيعية في الجسم، تؤدي إلى تخفيف الألم. وتنتقل هذه المواد إلى مكان الإصابة سريعًا لتخفيف الألم، حيث يلتهب مكان الإصابة وينتفخ، ويستمر الانتفاخ أسبوعين أو ثلاثة بعد حدوث الإصابة.

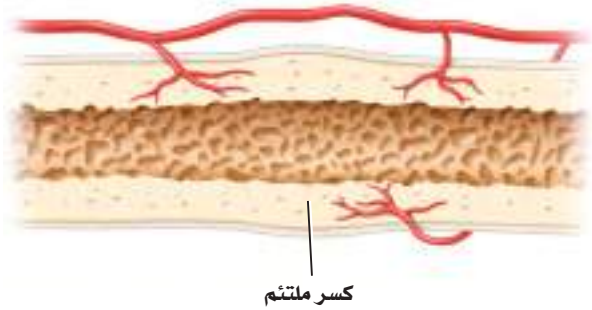
كسر عظم



تكوين النسيج العظمي اللين (الكالس)



تجدد العظم



الشكل 3–4 يتطلب إعادة بناء العظام خطوات عديدة، حيث تتكون كتلة دم متخثرة في الفراغ بين العظام المكسورة، ثم ينمو نسيج ضامّ ليملأ الفراغ بين العظام. وأخيرًا تبدأ الخلايا العظمية البانية في تكوين نسيج عظمي جديد.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تتكـون خثرة ـ خلال 8 سـاعات مـن حدوث الإصابـة ـ بين طرفي الكسـر، ويبدأ تكوُّن عظم جديد. كما تبدأ كتلة من نسيج ليّن يُسمى الكالس callus أو الغضروف تتشكَّل في مكان الكسر. ولأن هذا النسيج ضعيف يجب تثبيت العظام المكسورة في مكانها الصحيح.

تكويـن الكالس (النسـيج العظمـي) Callus Formation تبدأ خلايـا العظم البانية تكويـن كالـس العظـم بعد ثلاثة أسـابيع من حدوث الكسـر. وهو عظم إسـفنجي يحيط بمكان الكسـر. وتتخلص خلايا العظم الهادمة من العظم الإسفنجي، ليحل محله العظم الكثيف الذي تكوّنه خلايا العظم البانية. وتسـتخدم أحيانًا الجبيرة أو صفائـح أو بـراغٍ لضمان بقاء العظم المكسـور فـي مكانه الصحيح إلـى أن يتكوّن النسـيج الجديد. أما الإصبع المكسـورة فغالبًا ما تثبت مع الإصبع المجاورة لها؛ لضمان عدم حركتها.

بنـاء العظـم Remodeling تحتاج العظام إلى أوقات مختلفة لكي تتجدد وتلتئم. ويعتمد هذا الأمر على عمر الإنسـان، ومكان الكسـر، ودرجة خطورته. كما يبطئ نقصُ الكالسـيوم الناتج عن سوء التغذية تجدّدَ العظام في جسم المصاب. وتشفى عظام الأطفال أسـرع من عظام البالغين. فمثلاً، ربما تلتئم العظام المكسـورة لدى الطفـل وتشـفى خـلال 6 – 4 أسـابيع، في حيـن يحتـاج التئامها إلى 6 أشـهر عند الإنسان البالغ.

تجربة استطلاعية

مراجعة: بناءً على مـا قرأت عن العظام، كيف تجيب عن أسئلة التحليل؟

المفاصل Joints

توجد المفاصل في مكان التقاء عظمين أو أكثر. ويمكن تصنيف المفاصل بحسب نوع الحركة التي يسـمح بها المفصل أو أشكال أجزائه، ما عدا مفاصل الجمجمة. ويبيـن **الجدول 1 – 4** خمسـة أنواع مـن المفاصل: الكروية (الحقيـة)، والمدارية، والرزيـة، والمنزلقـة، والدرزيـة. ادرس هـذا الجدول لتحـدد أنـواع الحركة التي تسمح بها أنواع المفاصل المختلفة، والعظام المسؤولة عن ذلك.

لاحـظ أنه ليسـت جميع المفاصل متحركـة، فالمفاصل في الجمجمـة ثابتة. وفي مرحلـة الولادة لا تكون جميع عظـام الجمجمة ملتحمة بعضها ببعض؛ إذ يحدث هذا الالتحام بعد ثلاثة أشهر من الولادة. وحركة المفاصل المنزلقة محدودة، كما هـو الحـال في راحة اليـد. أما المفاصل الرزّيـة الموجودة في المرفـق، والمدارية الموجودة أسفل الذراع فتتمتع بحركة أمامية وخلفية معًا، مع إمكانية الالتواء.

وأما المفاصل الكروية (الحقّية) الموجودة في الأكتاف والأرداف فتتصف بأن لها مدى واسعًا من الحركة.

وترتبط عظام المفصل معًا **بأربطة** ligaments؛ وهي أشـرطة صلبة من نسيج ضام يربط بين عظم وآخر. وسـوف تتعلم أكثر عـن الأربطة والأوتار التي تربط العظام بالعضلات في الدرس الثاني.

ماذا قرأت؟ راجع أنواع المفاصل، وكيف صُنّفت؟

الجدول 1—4 بعض المفاصل في الجهاز الهيكلي

اسم المفصل	الكروي (الحقيّ)	المداري (المحوري)	الرزّي	المنزلق	الدرزي (العديم الحركة)
مثال					
الوصف	في المفصل الكروي (الحقيّ)، يقابل عظمٌ ذو سطح يشبه الكرة تجويفَ 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.	حركته الأساسية هي الدوران حول محور واحد، كما هو الحال في المفصل أسفل الذراع حيث يلتقي عظما الكعبرة والزند. ويسمح هذا النوع من المفاصل بالتواء الذراع.	في هذا المفصل، يطابق السطح المحدب لأحد العظام السطحَ المقعر لعظم آخر، كما هو الحال في المرفق والركبة. وتسمح للمفاصل بالحركة في مستوى واحد فقط (مدّ وبسط إلى الأمام وإلى الخلف) كما يحدث في مقبض الباب تمامًا.	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.	الدرزات مفاصل في الجمجمة لا تتحرك مطلقًا. وهناك 22 عظمًا في جمجمة الرأس يرتبط بعضها مع بعض بدرزات ما عدا عظام الفك.

تجربة 4-1

فحص ارتباط العظام

كيف تلتصق العظام بالعضلات والعظام الأخرى؟ ترتبط الأوتار العضلات بالعظام. كما تربط الأربطة العظام بعضها ببعض. ستتفحص هذه الأربطة مستخدمًا جناح الدجاجة المنزوع الجلد.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. البس **قفازات**، وضَعْ **جناح الدجاجة** فوق **لوح التشريح**.
3. اختر عضلة واستعمل زوجًا من **مقصات التشريح** لفصل العضلة عن العظم برفق، مع بقاء نهاية الأطراف متماسكة. انظر إلى الأوتار الطويلة البيضاء القوية، التي تربط بين العضلة والعظم.
4. حرّك العظام عند المفصل، ولاحظ كيف يتحرك الوتر عندما تسحب العظم.
5. قصّ جميع العضلات المرتبطة مع العظم بعناية. انظر إلى الرباط الأبيض الذي يُبقي العظام متماسكة معًا، ثم افحص نهايات كل عظم.
6. ارسم مخططًا لجناح الدجاجة من دون العضلات، مبينًا كيف ترتبط العظام معًا، ثم قارن هذا الرسم بما فعلته في التجربة الاستهلالية.

التحليل

1. **قارن** كيف يختلف رسم الجناح الذي أعددته 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؟ وضّح أهمية ذلك في المفصل.
   ربما 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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الجدول 2–4	وظائف الجهاز الهيكلي
الوظيفة	**الوصف**
الدعامة	• يدعم كل من الساقين والحوض والعمود الفقري الجسمَ. • تدعم عظام الفك الأسنان. • تدعم جميع العظام العضلات.
الحماية	• تحمي الجمجمة الدماغ. • يحمي العمود الفقري النخاع الشوكي. • يحمي القفص الصدري القلب، والرئتين وأعضاء أخرى.
تكوين خلايا الدم	• يتم تكوين كل من خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية في النخاع الأحمر.
التخزين	• يخزن الكالسيوم والفوسفور.
الحركة	• تَشدّ العضلات عظام الذراع والساق. • يساعد الحجابُ الحاجز الإنسانَ على الحركات التنفسية.

وظائف الجهاز الهيكلي
Functions of the Skeletal System

يقوم الجهاز الهيكلي بوظائف أُخرى، 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 دورًا مهمًّا في تخثر الدم. وتتكوَّن 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 لونًا أصفر، ولهذا يُسمى النخاعَ الأصفر. وتُعد هذه الدهون مصدرًا مهمًّا للطاقة. وتشكّل العظام مخزنًا لتجميع الأملاح ـ ومنها الكالسيوم والفوسفور ـ وتخزينها. فعندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم يطلق العظم الكالسيوم في الدم. وإذا ارتفع مستوى الكالسيوم في الدم يخزن النسيج العظمي ما يزيد منه على حاجة الجسم، وبهذا يحافظ العظم على الاتزان الداخلي للكالسيوم. كما تسمح العظام ـ التي تتصل بها العضلات ـ بحركة الجسم. فمثلاً، عندما تسحب العضلات عظم الذراع أو الساق تسبب حركتيهما، كما تساعد العضلات المرتبطة مع الأضلاع على حدوث الحركات التنفسية (الشهيق والزفير) بصورة طبيعية.

أمراض الجهاز الهيكلي
Skeletal System Diseases

التهاب العظام Osteoarthritis إن نهاية العظام في المفاصل المتحركة ـ ومنها الركبة ـ 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 عادةً الركبة، والورك، والرقبة، والظهر. وتزداد إمكانية الإصابة بهذا المرض مع تقدم العمر. كما يصبح الشاب مُعرضًا للإصابة مستقبلاً بالتهاب العظام إذا أصيب بضرر ما في المفصل في مرحلة البلوغ.

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

الالتهاب الكيسي Bursitis هناك كيس مليء بسائل في مفاصل الكتف والركبة. وتؤدي هذه الأكياس إلى تقليل الاحتكاك، وتعمل عمل الوسادة بين العظم والأوتار. والالتهاب الذي يصيب هذه الأكياس يقلل حركة المفصل مسببًا ألمًا وانتفاخًا. وربما سمعت عن التهاب "مرفق لاعبي التنس" الذي ينتج عن التهاب هذه الأكياس. ويشمل العلاج إراحة المفصل.

الشكل 4–4 يسبب روماتزم المفاصل فقدان المفصل لقوته ووظيفته، ويصاحبه ألم شديد.

قارن كيف يختلف التهاب المفاصل الروماتزمي عن التهاب العظام الشائع؟

هشاشة العظام Osteoporsis تعد هشاشة العظام من الأمراض واسعة الانتشار في المنطقة العربية، هشاشة العظام داءالماسية، ترقق العظام، وهن العظام كل هذه المسميات لمرض واحد. وهي حالة ضعف أو نقص في كثافة العظام والتي تؤدي إلى هشاشتها وسهولة كسرها وتحتوي العظام على معادن مثل الكالسيوم والفسفور والتي تساعد على بقاء العظام كثيفة وقوية. وغالباً لا توجد علامات لهشاشة العظام وقد تظهر بعض العلامات بعد تعرض الشخص لكسر في عظمه، والعظام الأكثر عرضة للكسر في المرضى المصابين هي عظام الورك والفخذ والساعد والعمود الفقري.لمزيد من المعلومات أرجع إلى موقع البوابة الإلكترونية لوزرة الصحة **www.moh.gov.sa**

التواء المفصل Sprains يسبب التواء المفصل ضررًا أو تلفًا للأربطة التي تربط المفاصل معًا. ويحدث هذا الأمر عندما تلتوي المفاصل بشدة أو تُمدّ، مما يؤدي إلى انتفاخ في المفصل يصاحبه ألم.

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 الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** 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 مخططًا** تصنيفيًّا يجمع العظام المبينة في **الشكل 1– 4**.

التفكير الناقد

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

4-2

الأهداف

- **تصف** أنواع العضلات الثلاثة.
- **تفسّر** ما يحدث في أثناء انقباض العضلة على مستوى الخلية والمستوى الجزيئي.
- **تميّز** بين الألياف العضلية البطيئة الانقباض والسريعة 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

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

الجهاز العضلي The Muscular System

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

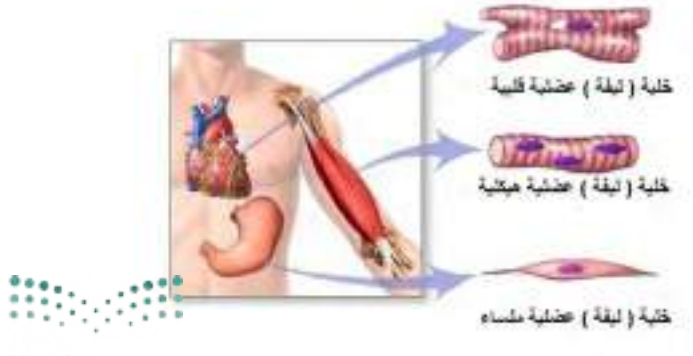
الربط مع الحياة ساهم ليوناردو دافنشي بتقديم كم هائل من المعرفة للمجتمع العلمي؛ فقد درس جسم الإنسان من خلال فحص الجثث. وحاول دافنشي وضع أسلاك مكان العضلات؛ لكي يتعلم كيف تنقبض العضلات لتسحب العظم، وتسبب الحركة.

أنواع العضلات Types of Muscles

تتكون العضلة من مجموعة ألياف أو خلايا عضلية متماسكة بعضها مع بعض. وعندما استخدمت كلمة عضلة لأول مرة ظن الناس أنها تعني العضلات الهيكلية. تفحص **الشكل 5-4**، 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 لاإرادية involuntary muscle؛ لا يستطيع الإنسان السيطرة عليها. فيتحرك الطعام مثلًا 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 فاتحًا أو داكنًا، وبداخلها العديد من النوى. وعادة ما تكون هذه الخلايا وحيدة النواة، وبعضها مرتبط مع بعض بوصلات فجوية.



الشكل 5-4 باستخدام التكبير للعضلات يمكن مشاهدة الاختلاف في شكل الخلايا العضلية ومظهرها. فالخلية العضلات الملساء لها شكل مغزلي، والخلية العضلية القلبية تبدو مخططة، كما أن الخلية العضلية الهيكلية أيضًا مخططة.

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

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع.

ينقبض Contract

الاستعمال العلمي: يشد أو يقصر. تنقبض العضلات وتسبب الحركة.

الاستعمال الشائع انقبض الرجل على نفسه؛ أيْ ضاق بالحياة، فمال إلى الانزواء والعزلة.

العضلات الهيكلية Skeletal muscles معظم عضلات الجسم هيكلية. وترتبط **العضلات الهيكلية** skeletal muscle مع العظام عن طريق الأوتار لتسبب الحركة عندما تنقبض أو تنبسط مثل عضلات الذراع والقدم والوجه واللسان والجفون. وهي **عضلات إرادية** voluntary muscle؛ إذ يمكن التحكم فيها عند تحريك العظام. وترتبط **الأوتار** tendons ـ المكونة من نسيج ضامّ صلب ـ 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؛ أيْ تكون إحدى العضلات معاكسة للأخرى. انظر **الشكل 6–4** الذي يوضح العضلات التي تستخدمها عندما ترفع ساعدك أو تخفضه. وتتكون الليفة العضلية من وحدات صغيرة تُسمى **الليفات العضلية** myofibrils، وتحتوي بدورها على **الميوسين** myosin **والأكتين** actin، وهما وحدات صغيرة من الخيوط البروتينية. وتتألف وحدات البناء في الليف العضلي من **قطعة عضلية** sarcomere، وهي وحدة الوظيفة والجزء الذي ينقبض من العضلة، كما في **الشكل 7–4**. 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 الليف 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 تنبسط.

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

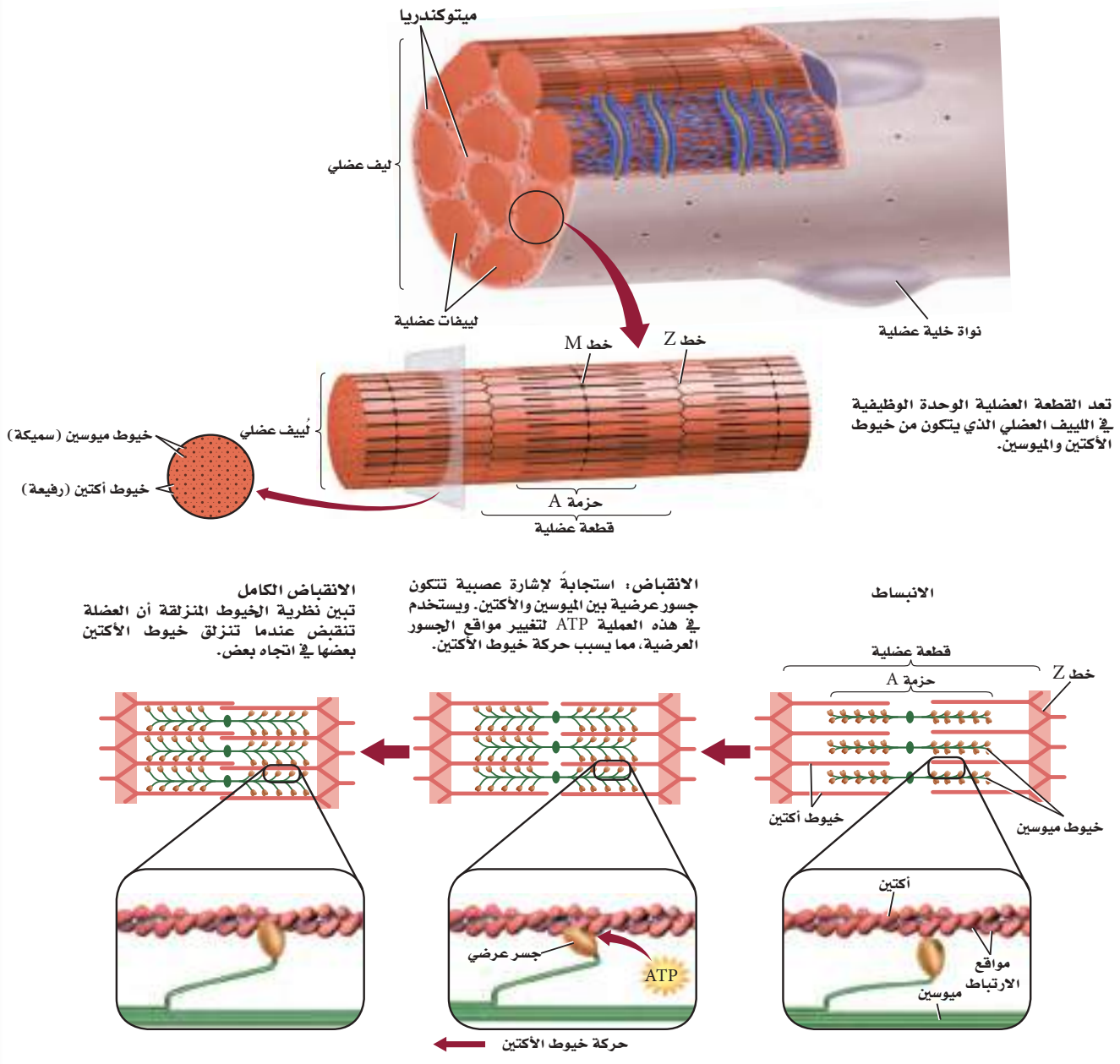
■ **الشكل 6–4** تترتب العضلات في شكل زوجيّ متضاد.

عندما تنقبض العضلة ذات الرأسين يرتفع الساعد إلى أعلى.

عندما تنقبض العضلة ذات الرؤوس الثلاثة يتحرك الساعد إلى أسفل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

■ **الشكل 7–4** يتكون الليف العضلي من لييفات عضلية. أما اللُّييف العضلي فيتكون من خيوط الأكتين والميوسين.



الربط مع الكيمياء عندما يصل السيال العصبي إلى العضلة تتحرر أيونات الكالسيوم إلى الليف العضلي، فيسبب ارتباط الأكتين والميوسين معًا. وتُسحب خيوط الأكتين بعدها نحو مركز القطعة العضلية، لذا يحدث الانقباض. وتحتاج هذه العملية إلى الطاقة (ATP) التي تنتجها الميتوكندريا. وعند انبساط العضلة تنزلق الخيوط مرة أخرى لتعود إلى وضعها الطبيعي.

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

بعد إجراء تمرين رياضي مجهد، ربما لا تتمكن العضلات من الحصول على الأكسجين الكافي لاستمرار التنفس الخلوي، مما يقلل كمية ATP الموجودة؛ فعضلات الرياضيين ـ في الشكل 8 –4 ـ 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 بعيدًا عن الليف العضلي لكي تنبسط العضلة. ولأن الحيوان الميت في هذه الحالة لا يستطيع إنتاج ATP فإن الكالسيوم يبقى داخل الليف 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.
فسر كيف تستعيد الحركات التنفسية (الشهيق والزفير) وضعها الطبيعي بعد تمرين رياضي مجهد؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

قوة العضلة الهيكلية Skeletal Muscle Strength

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 سريعًا 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.

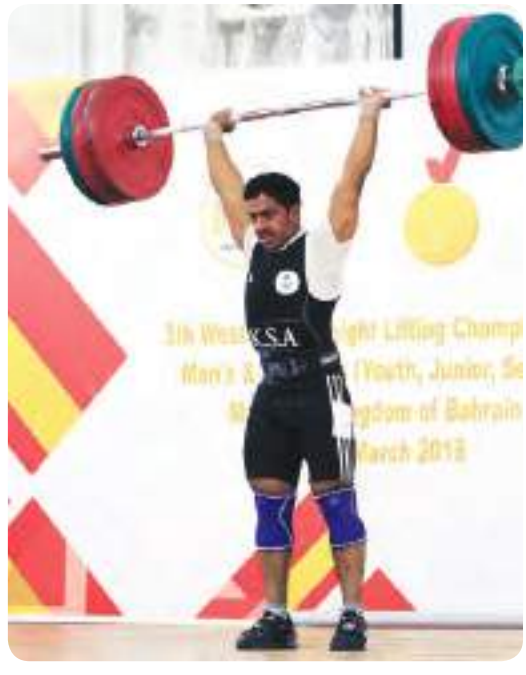
العضلات البطيئة الانقباض Slow— twitch muscles تختلف العضلات في سرعة انقباضها، حيث تنقبض العضلات البطيئة الانقباض بسرعة أقل من العضلات السريعة الانقباض. ولليف العضلي البطيء الانقباض قدرة تحمل أكثر من الليف العضلي السريع الانقباض. ويحوي جسم متسابق الدراجات الهوائية ـ في **الشكل 9 – 4** ـ أليافًا عديدة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

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 جيدًا في أثناء التمارين الرياضية التي تتطلب دفقة صغيرة سريعة من الطاقة، ومنها عدو المسافات القصيرة، أو رفع الأثقال، كما في **الشكل 9–4**.

تجربة علمية

ما مدى تحملك؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين



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

ويكـون لون هذه العضلات فاتحًـا؛ لأنها تحتوي القليل مـن الميوجلوبين. وتعتمد علـى التنفـس اللاهوائي لقلة عـدد الميتوكندريا الموجـودة فيها، مما يسـبب تراكم حمض اللاكتيك الذي يسبب إعياء العضلة. وتؤدي التمارين الرياضية إلى زيادة عدد الليفات العضلية، مما يجعل قطر العضلة الكلي أكبر.

وتحـوي غالبيـة العضلات الهيكليـة خليطًا من العضـلات ذات الانقباض السـريع والبطيء. وتحدد نسـبة هـذا الخليط وراثيًّا. وعندما تكون نسـبة الألياف البطيئة إلى الألياف السـريعة الانقبـاض مرتفعة جدًّا يكون الشـخص عدّاءً جيدًا في السـباقات الطويلة (سـباق الضاحية). أما رافعو الأثقال فلديهم نسبة عالية من الألياف السريعة الانقباض. وعادة ما تكون عضلات غالبية الناس بين هاتين الحالتين.

مختبر تحليل البيانات 1-4

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير البيانات

كيف ترتبط نسبة الألياف البطيئة الانقباض مع عمل العضلة؟ يمكن تحديد نسـبة الألياف العضليـة البطيئة الانقبـاض إلى السريعـة الانقبـاض بأخذ قطعة صغيرة من العضلة وصبغها بصبغة تسمى صبغة إنزيم بناء الطاقة (ATPase)، فتصبـغ الألياف العضليـة السريعـة الانقبـاض ذات المحتوى العـالي من ATP باللون البني الداكن.

التفكير الناقد

1. **افترض** حلّـل بيانات الجـدول، وضع فرضية تفسر لماذا تحتوي عضلة سـاق الرجل الأخمصية على ألياف بطيئة الانقباض أكثر من عضلة محجر العين.
2. **صنّف** العضلات، معطيًا أمثلة على عضلات سريعة الانقباض.

البيانات والملاحظات

العضلة	الوظيفة	نسبة الألياف البطيئة لانقباض
الأخمصية (الرجل)	ترفع القدم	87
ذات الرأسين الفخذية (الرجل)	تثني الساق	67
المثلثة (الكتف)	ترفع الذراع	52
القصّية الترقوية الصدغية (الرقبة)	تحرك الرأس	35
عضلة محجر العين (الوجه)	تغلق الجفن	15

أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Lamb, D.R. 1984. physiology of Exercise . New York: Macmillan Co.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

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 الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **صمّم** 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 الميتوكندريا في الليف العضلي السريع الانقباض والليف العضلي البطيء الانقباض.

التفكير الناقد

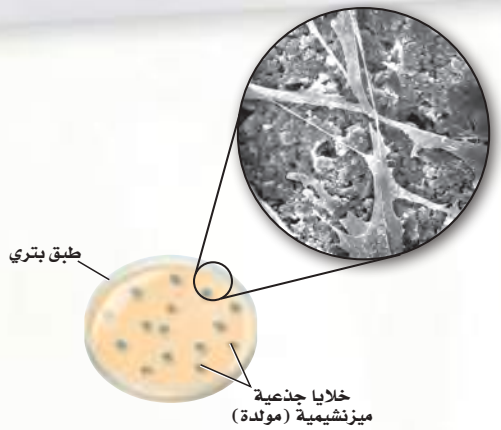
5. **استنتج** نسبة اللحم الداكن (العضلات) إلى اللحم الأبيض في الديك الرومي البري تكون أعلى مقارنة بالديك الرومي الذي يُربى في المزارع. لماذا يساعد ذلك على طيران الديك الرومي البري مسافات أطول من الديك الرومي الداجن؟
6. الكتابة في علم الأحياء اكتب قصة قصيرة تعبر فيها عن سلسلة الأحداث المرتبطة مع انقباض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

تنمية العظام في المختبر: نموذج أطباق بتري

كيف تتم زراعة الأنسجة في المختبر؟

هندسة الأنسجة هي عملية إعادة تنمية بعض أنسجة جسم الإنسان بدءًا بالمستوى الخلوي. وتساعد هندسة الأنسجة على نمو الغضاريف والأعصاب، والعظام، والأسنان، ونسيج الثدي والشرايين. ويستخدم العلماء مواد مصنعة ودعامات لتوفر للخلايا بيئة مشابهة للجسم. وهذه الدعامات ـ عادة ـ عديدة التبلمر، ولها ثقوب كالإسفنج تتسع للكثير من الخلايا؛ لتلتصق بها وتنمو. كما تسمح المادة العديدة التبلمر بانتشار الغذاء من خلالها. وتتحلل 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. وتُنتجُ الخلايا الجذعية الميزنشيمية (mesenchymal) عظمًا وغضروفًا ووترًا وأسنانًا ودهنًا وجلدًا. وتعدّ 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 متوافرًا 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.



بعد ثمانية أسابيع أنتجت الخلايا الجذعية طبقة سميكة من خلايا العظم.

ولأن للعظم وللأنسجة الأخرى نتوءات يبلغ قطرها 100 nm فإن علماء الهندسة الطبية يحاولون قياس خلايا العظم التي ترتبط أفضل ما يمكن مع المعدن الذي له سطح بارز بمقياس نانومتر مناسب للعظم؛ حيث يساهم هذا الأمر في تطوير الورك الصناعي والركبة والزرعات 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 سابقًا. وصمّم كتيبًا 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، وضمّنه كذلك بعض الصور والرسوم التوضيحية.

مختبر الأحياء

كيف يمكنك تعرُّف 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 يدلّك تركيب العظام وشكلها على نوع الحيوان؟

المواد والأدوات

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

احتياطات السَّلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اجمع المواد التي ستستعملها لتفحُّص الهياكل العظمية، وحدد الأنواع التي ستقيسها.
3. احصل على ثلاث عظمات داخل كيس بلاستيكي مغلق أو صور لها، ومجموعة إرشادات من معلمك، ولا تفتحها إلا إذا طُلب إليك ذلك.
4. صمِّم جدولاً للبيانات لتسجيل قياساتك.
5. افحص العظام، وقارنها بالهياكل أو الصور، وقارن بعضها ببعض.
6. أجْرِ قياساتك، وسجّل بياناتك.

* انظر مرجعيات الطالب صفحة (254) الهياكل العظمية.

7. افتح الإرشادات، وتفحّص بياناتك وإجابتك.
8. نظّف الأدوات، وأعِدْها إلى مكان تخزينها.

حلل ثم استنتج

1. **حلّل 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. **قوّم** هل اختلفت استنتاجاتك بعد أن اطلعت على بعض المعلومات؟ وضّح 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. **سجِّل** استنتاجاتك.

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

4 دليل مراجعة الفصل

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

المفردات	المفاهيم الرئيسة
4–1 الجهاز الهيكلي	
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	**الفكرة الرئيسة** **لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسمَ شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.** • 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.
4–2 الجهاز العضلي	
العضلة الملساء العضلة اللاإرادية العضلة القلبية العضلة الهيكلية العضلات الإرادية الوتر الليف العضلي الميوسين الأكتين القطعة العضلية	**الفكرة الرئيسة** **تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.** • 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.

4–1

مراجعة المفردات

وضّح الاختلاف بين المصطلحات في كل مجموعة مما يأتي:

1. العظم الإسفنجي، العظم الكثيف.
2. الأوتار، الأربطة.
3. الخلايا العظمية البانية، الخلايا العظمية الهادمة.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استخدم الشكل أدناه لتجيب عن السؤال 4.

4. أيّ مما يأتي يتضمن نوع المفاصل في الصورة أعلاه؟

a. الورك.
b. الفقرات.
c. المرفق.
d. الجمجمة.

5. أيّ مما يأتي لا يعد وظيفة للعظم؟

a. إنتاج فيتامين د.
b. الدعم الداخلي.
c. حماية الأعضاء الداخلية.
d. تخزين الكالسيوم.

استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 6.

6. ما خصائص الجزء المشار إليه بالسهم في الصورة؟

a. لا يحوي خلايا حية.
b. يحوي نخاعًا عظميًّا.
c. يُعد النوع الوحيد من النسيج العظمي في العظام الطويلة.
d. يتكون من أنظمة وحدات العظم المتداخلة.

7. أيّ المصطلحات الآتية غير متطابقة؟

a. الجمجمة – الدرزات.
b. الرسغ – المفصل المداري.
c. الكتف – المفصل الكروي.
d. الركبة – المفصل الرزي.

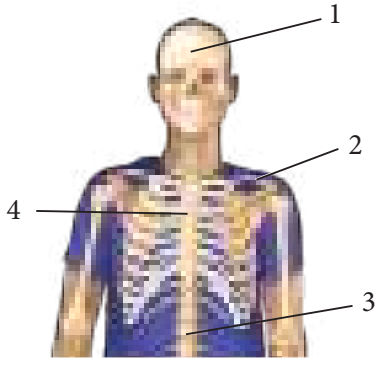
8. ماذا تُسمى الخلايا التي تتخلص من الأنسجة العظمية الهرمة؟

a. العظمية البانية.
b. العظمية.
c. العظمية الهادمة.
d. العظمية الإنزيمية المحللة.

9. أيّ مما يأتي لا يُعَد جزءًا من الهيكل المحوري؟

a. الجمجمة.
b. الأضلاع.
c. عظم الورك.
d. العمود الفقري.

10. أيّ مما يأتي يعد جزءًا من الهيكل الطرفي؟



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

أسئلة بنائية

11. إجابة مفتوحة. صِفِ المضاعفات الناتجة إذا كانت جميع عظام الإنسان من النوع الإسفنجي، ولا يوجد لديه عظام كثيفة.

12. إجابة مفتوحة. صِفِ المضاعفات الناتجة لو كانت جميع عظام الإنسان عظامًا كثيفة ولا يوجد فيه عظام إسفنجية.

13. إجابة قصيرة. قارن بين وظيفة كلٍّ من الخلية العظمية البانية والخلية العظمية الهادمة؟

التفكير الناقد

14. حلّل الموقف الآتي: دخل شخص يعاني من كسر في الكاحل إلى غرفة الطوارئ. أيّ 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؟

4–2

مراجعة المفردات

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

16. أكتين، ميلانين، ميوسين.

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

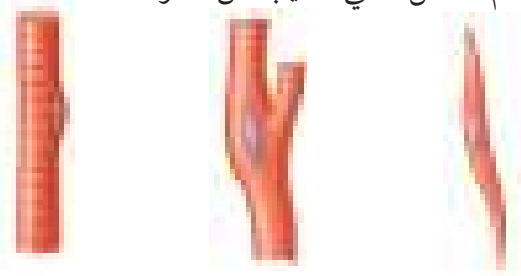
18. قطعة عضلية، ليف عضلي، ميوجلوبين.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

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.



(A) (B) (C)

20. أيّ الأشكال تصنف على أنها خلية عضلية إرادية؟

a. A **b.** B
c. C **d.** C،B،A

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

21. من خصائص الألياف العضلية السريعة الانقباض أنها:

a. تحوي ميوجلوبين أكثر من الألياف البطيئة الانقباض.
b. مقاومة للإعياء.
c. تحوي ميتوكوندريا أقل من الألياف البطيئة الانقباض.
d. 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 ألّا تحوي العضلة أليافًا سريعة الانقباض أو بطيئة الانقباض فقط؟

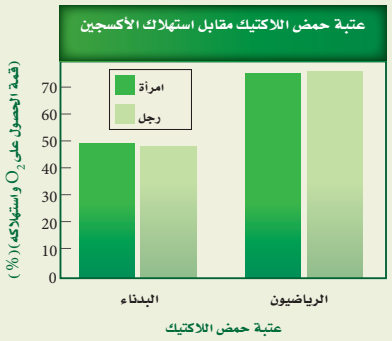
تقويم إضافي

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

أسئلة المستندات

يحرق الرياضيون الدهون بأقصى سرعة عندما يمارسون الرياضة ليصلوا إلى عتبة حمض اللاكتيك (أي الدرجة التي يبدأ عندها تجمع حمض اللاكتيك في العضلات). بالإضافة إلى ذلك فإن الرياضيين الذي يستهلكون كميات كبيرة من الأكسجين في أثناء التمارين المكثفة – قمة VO_2 (وهي الدرجة الأعلى التي يستطيع عندها الجسم الحصول على الأكسجين واستهلاكه) – يحرقون دهونًا أكثر. قارن الباحثون عتبة حمض اللاكتيك باستهلاك الأكسجين (VO_2) – لدى الأشخاص الذين يعانون من زيادة في الوزن والذين لا يمارسون الرياضة، والرياضيين.

استعمل الرسم البياني للإجابة عن الأسئلة الآتية:



27. ما نسبة الحصول على قمة VO_2 واستهلاكه التي حدثت عندها عتبة حمض اللاكتيك في الأشخاص البُدناء؟

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

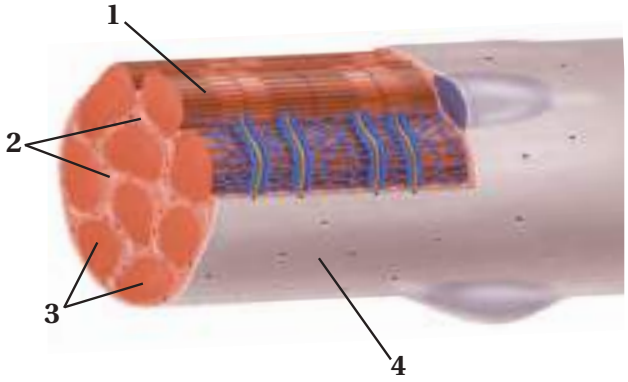
اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

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

a. دورتان دمويتان مغلقتان، وقلب مكون من أربع حجرات.
b. دورتان دمويتان مغلقتان ، 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.

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 عمليتي 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

اختبار مقنن

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 عظمٍ لاحقًا.

9. صِفْ نوعين من المفاصل.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤالين 10 و11.

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

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

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	2-1	4-2	3-2	4-1	2-2	4-1	1-1	4-1	4-1	2-2	2-2
السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الفصل 5

الجهاز العصبي

Nervous System

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

5 – 1 تركيب الجهاز العصبي

الفكرة الرئيسة توصّل الخلايا العصبية السيالات العصبية التي تمكّن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه والاستجابة له.

5 – 2 تنظيم الجهاز العصبي

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

5 – 3 تأثير العقاقير

الفكرة الرئيسة تغير بعض العقاقير وظيفة الجهاز العصبي.

حقائق في علم الأحياء

- يستطيع السيال 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تجربة استهلالية

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 تمكّن 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 واحدًا من الأدوار الآتية: المستكشف، الناقل، المفسّر، المنفّذ.
2. نفّذ جلسة عصف ذهني لحالات لمس جسم ساخن، حيث تستقبل الحواس المعلومات، ثم تستجيب لها.
3. اعمل نموذجًا لحالة واحدة، على أن يصف المستكشف ما يحسّ 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.

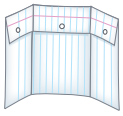
التحليل

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

المطويات
منظمات الأفكار

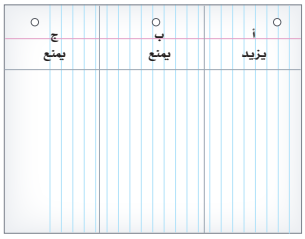
تأثير العقاقير اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على فهم الآثار الإيجابية والسلبية للعقاقير.

الخطوة 1: اطوِ ورقة أفقيًّا لتكوّن ثلاثة أجزاء طولية كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: افتح الورقة المطوية أفقيًّا، واطوِها من الطرف العلوي بمقدار 5 cm.

الخطوة 3: ارسم خطًّا ليكوّن 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 جـ: يمنع النشاط الطبيعي لمحاكاة تركيبها مع المواد الكيميائية الأخرى.

وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

5-1

تركيب الجهاز العصبي
Structure of the Nervous System

الأهداف

- **تحدد** الأجزاء الرئيسة للخلية العصبية، وتصف وظيفة كلٍّ منها.
- **تفسر** كيف يشبه السيال العصبي الإشارة الكهربائية، وكيف ينتقل على طول الخلية العصبية.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

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

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

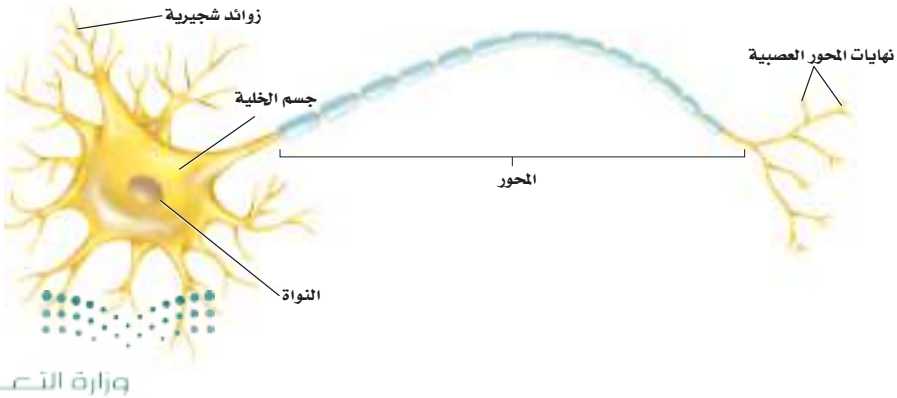
الرَبط مع الحياة لعلك استيقظت يومًا لصلاة الفجر، وفي طريقك إلى الوضوء اصطدمت إصبع قدمك بزاوية السرير، وقد عرفت مباشرة ما حدث. فهل أحسست بالألم خلال ثانية، أم أقل من ذلك؟ كيف وصلت هذه الرسالة إلى دماغك بسرعة كبيرة؟

الخلايا العصبية Neurons

للكهرباء والكيمياء دور في إيصال الرسالة المتعلقة بارتطام إصبع القدم بالسرير إلى الدماغ. و**الخلايا 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 كهربائيًّا وكيميائيًّا لاحقًا في هذا الفصل.

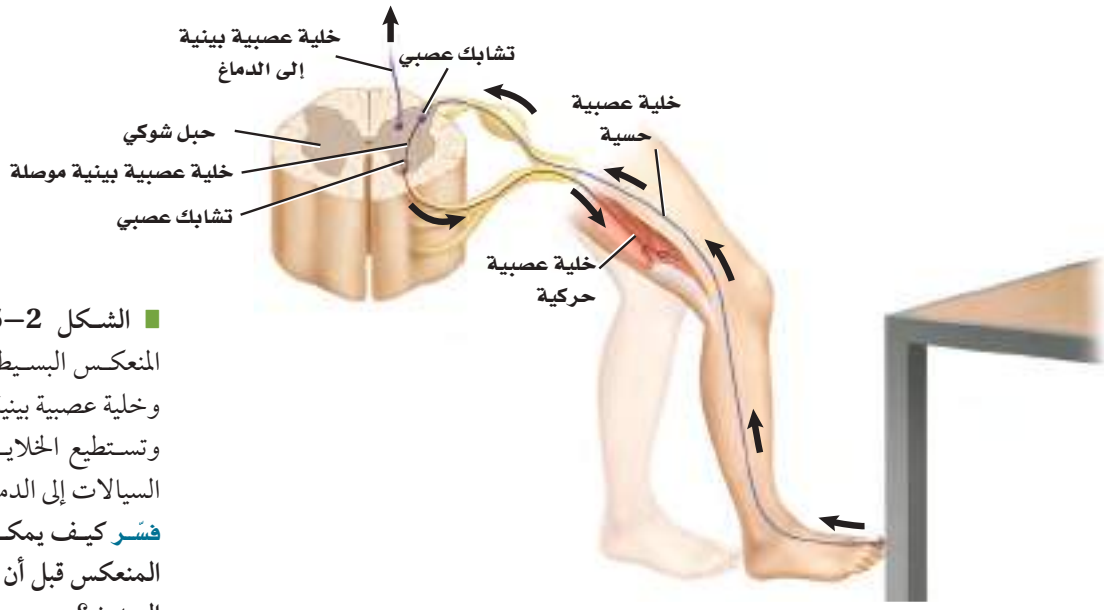
يبين **الشكل 1 –5** أن الخلية العصبية تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسة، هي: **الزوائد الشجيرية** dendrites، و**جسم الخلية** cell body، و**المحور** axon. وتستقبل الزوائد الشجيرية إشارات تُسمى السيالات من الخلايا العصبية. وتحوي الخلية العصبية أكثر من مجموعة من الزوائد الشجيرية، ويحوي جسم الخلية العصبية النواة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

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



الشكل 1–5 هناك ثلاثة أجزاء رئيسة للخلية العصبية، هي: الزوائد الشجيرية، وجسم الخلية، والمحور. والخلايا العصبية منظمة وبالغة التخصص وتكوّن شبكات معقدة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



الشكل 2–5 يتضمن رد الفعل المنعكس البسيط خلية عصبية حسية، وخلية عصبية بينية، وخلية عصبية حركية. وتستطيع الخلايا العصبية البينية نقل السيالات إلى الدماغ.

فسّر كيف يمكن أن يكتمل رد الفعل المنعكس قبل أن يتمكن الدماغ من تفسير الحدث؟

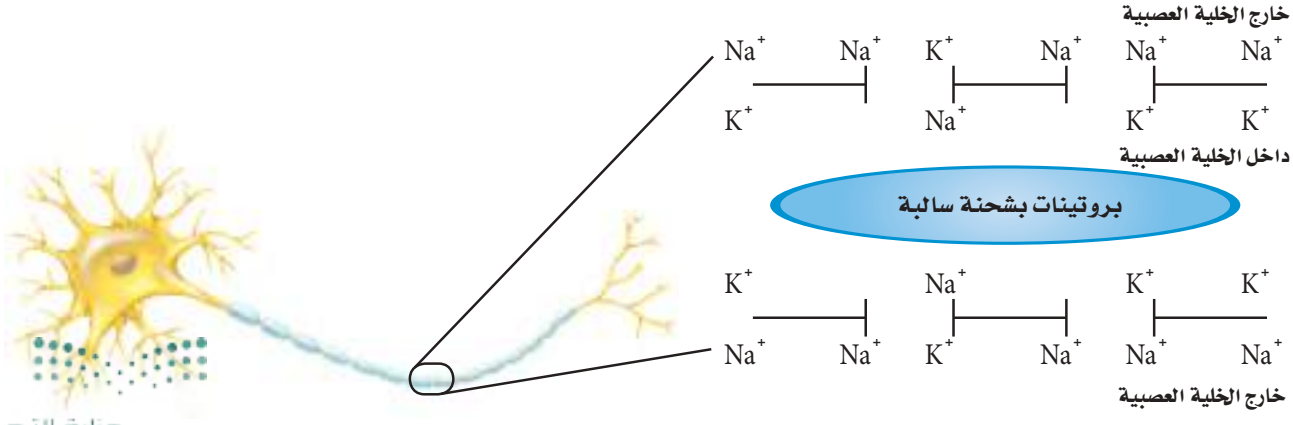
هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية: الخلية العصبية الحسية، والخلية العصبية البينية (الموصلة)، والخلية العصبية الحركية. ترسل الخلايا العصبية الحسية إشارات من المستقبلات الموجودة في الجلد وأعضاء الحس إلى الدماغ والحبل الشوكي. وترسل الخلية العصبية الحسية إشارة إلى الخلايا العصبية البينية الموجودة في الدماغ والحبل الشوكي. كما تنقل الخلايا البينية أيضًا إشارات إلى الخلايا العصبية الحركية، ثم إلى الغدد والعضلات، بعيدًا عن الدماغ والحبل الشوكي؛ لتتم الاستجابة لها. ارجع إلى **الشكل 2– 5** لتتبع مسار السيال العصبي لرد فعل منعكس لاإرادي بسيط. وتكمل هذه السيالات العصبية ما يسمى **رد الفعل المنعكس** reflex arc؛ وهو مسار عصبي يتكون من خلايا عصبية حسية، وأخرى بينية، وثالثة حركية. لاحظ عدم اشتراك الدماغ في رد الفعل المنعكس هذا. ويعدّ رد الفعل المنعكس تركيبًا رئيسًا في الجهاز العصبي.

السيال العصبي Nerve impulse

الربط بالفيزياء السيال العصبي شحنة كهربائية تنتقل على طول الخلية العصبية. وينتج السيال 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 السيال العصبي. لاحظ وجود أيونات صوديوم (Na^+)

الشكل 3–5 توزيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم، ووجود جزيئات بروتين سالبة الشحنة في السيتوبلازم ـ يبقى داخل الخلية مشحونًا بشحنة سالبة أكثر من خارجها عندما تكون الخلية في وقت الراحة.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

خـارج الخلية أكثر مما في داخلها. والعكس صحيح لأيونات البوتاسـيوم (K^+)؛ حيث توجد أيونات بوتاسيوم داخل الخلية أكثر مما في خارجها.

وتنتشـر الأيونـات عبـر الغشـاء البلازمـي من الوسـط الأكثـر تركيزًا إلى الوسـط الأقـل تركيـزًا. وتعوق البروتينات في الغشـاء البلازمي انتشـار أيونات الصوديوم والبوتاسـيوم. وتُسـمى هذه البروتينات مضخّـة الصوديوم والبوتاسـيوم؛ إذ تنقل أيونات الصوديوم خارج الخلية وأيونات البوتاسيوم داخلها بالنقل النشط.

ويقابـل كل أيونيـن من البوتاسـيوم يُضخان إلى داخل الخليـة العصبية ضخ ثلاثة أيونـات صوديـوم إلـى خارجها، مما يـؤدي إلى عدم التـوازن في توزيـع أيونات البوتاسيوم الموجبة، فينتج عنه شحنة موجبة خارج الخلية العصبية، وشحنة سالبة للسيتوبلازم داخل الخلية العصبية.

جهد الفعل Action potential **جهد الفعل** اسـم آخر للسيال العصبي. وتسمى أقل شـدة للمنبه تُسـبب إنتاج جهد الفعل **عتبة التنبيه** threshold. ولا يُولِّدُ المنبه الأقـوى بالضـرورة جهد فعـل أقوى. ويوصف عمـل جهد الفعـل بقانون "الكل أو العـدم"؛ ويعنـي ذلك أن يكون السـيال العصبـي قويًّا لدرجة تكفـي لينتقل عبر المحور، أو لا يكون كذلك.

وعندمـا يصـل المنبـه إلى عتبة التنبيـه تفتح قنوات فـي الغشـاء البلازمي، فتدخل أيونات الصوديوم سـريعًا داخل الخلية العصبية عبر هذه القنوات، مسببة انعكاسًا مؤقتًـا للشـحنات الكهربائية. ويصبح داخل الخلية مشـحونًا بشـحنة موجبة، مما يسـمح بفتح قنـوات أخرى لتنتقل أيونات البوتاسـيوم عبر هـذه القنوات، فيصبح خـارج الخليـة ذا شـحنة كهربائية سـالبة. ويبيّـن **الشـكل 4– 5** أن هـذا التغير في الشحنات ينتقل على شكل موجات على طول محور الخلية العصبية.

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع

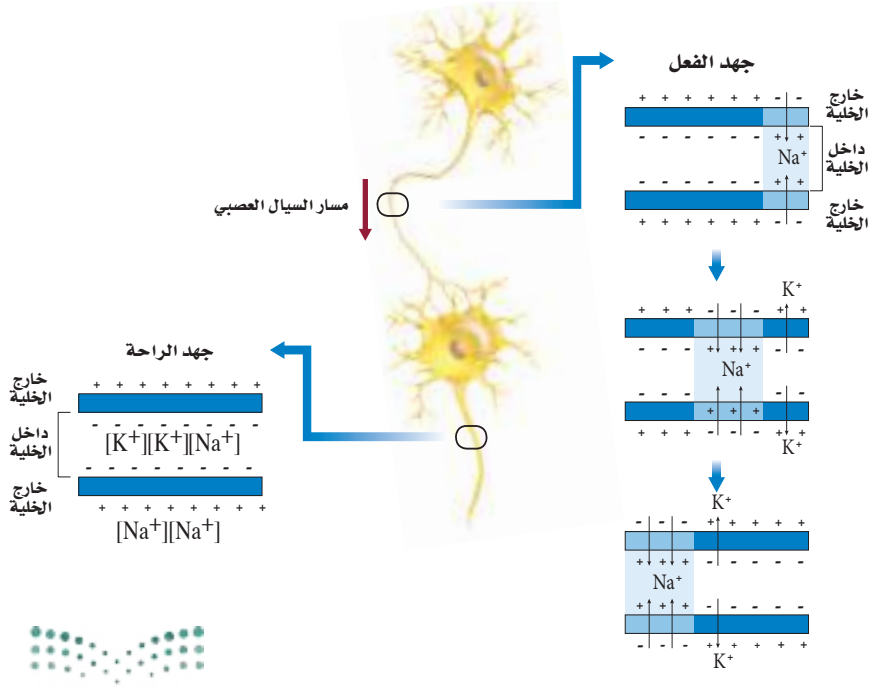
قناة Channel

الاستعمال العلمي: ممـر تمـر مـن خلالـه المعلومات على شكل أيونات وجزيئات.

يمـر السـيال العصبي عبـر الخليـة العصبية عندما تفتح القنوات في الغشاء البلازمي.

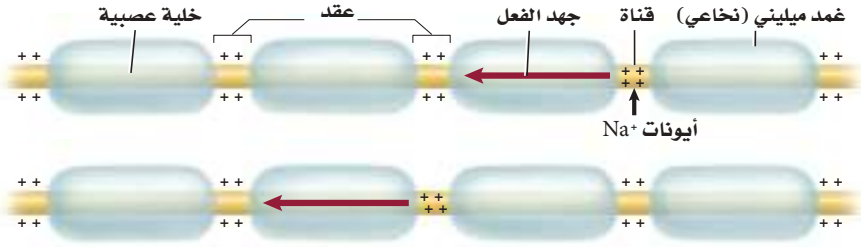
الاستعمال الشائع: الجـزء العميق من النهر أو الميناء.

تمر السفن الكبيرة عبر قناة السويس.



الشـكل 4 – 5 تتبع جهـد الفعل عندما يمر على طول المحور من اليمين إلى اليسار. ولاحـظ مـا يحـدث لأيونـات الصوديـوم والبوتاسـيوم، وكيف يغير هذا الشـحنات الكهـربائيـة داخـل الخليـة العصبيـة وخارجها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



الشكل 5–5 سيال عصبي ينتقل من عقدة إلى أخرى عبر المحور المغلف بغمد الميلين.

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

سرعة جهد الفعل Speed of an action potential تختلف سرعة جهد الفعل؛ فالعديد من محاور الخلايا العصبية مغلّفة بمواد دهنية تُسمى الميلين myelin، وهي تشكل طبقة عازلة حول المحور تُسمى الغِمد الميليني (النخاعي). وهناك العديد من الاختناقات على طول المحور تُسمى **العقد** nodes. وكما في **الشكل 5–5**، لا تستطيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم الانتشار عبر الغمد الميليني، ولكنها تستطيع أن تصل إلى الغشاء البلازمي عند هذه العقد، ويسمح هذا لجهد الفعل بالانتقال الوثبي من عقدة إلى أخرى، مما يساعد على زيادة سرعة نقل السيال العصبي على طول المحور. ويحوي جسم الإنسان خلايا عصبية ميلينية وأخرى غير ميلينية. فالخلايا العصبية الميلينية خلقها الله تعالى لتنقل السيال العصبي المتعلق بالألم الحاد. أما الخلية العصبية غير الميلينية فتنقل السيال العصبي المتعلق بالألم الخفيف النابض. إذ ينتقل جهد الفعل في الخلية العصبية غير الميلينية أبطأ مما هو عليه في الخلية العصبية الميلينية. تُرى، أيّ نوع من الخلايا العصبية كان له دور في نقل الإشارة العصبية عندما ارتطم إصبع قدمك بحافة السرير؟

ماذا قرأت؟ وضح العلاقة بين عتبة التنبيه وجهد الفعل.

تجربة علمية

ما مدى سرعة استجابتك؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

تجربة استهلالية

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

تجربة 1–5

استقصِ رد الفعل المنعكس لرَمْش العين

ما العوامل التي تؤثر في رد الفعل المنعكس لرَمش العين؟ هل ركبت السيارة يومًا، ثم اصطدم شيء بالزجاج أمامك؟ لقد رَمشت عيناك. يحدث رد الفعل المنعكس لرمش 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 لرمْش العين مسافات قصيرة تستغرق ملّي ثانية، لتسمح برد فعل منعكس سريع لمنع إلحاق ضرر بالعين.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. شَكِّل مجموعة مكونة من ثلاثة طلاب. الأول يتطوع ويجلس خلف حاجز من قطعة الأكريليك مساحتها $1m^2$، والثاني يراقب استجابات الأول ويسجّلها.
3. يقف الشخص الثالث على بعد 1m من حاجز، ويقذف كرة التنس بلطف لترتطم بالحاجز.
4. كرر الخطوة 3، وسجل استجابة الشخص بعد كل محاولة.
5. قم بعصف ذهني للمتغيرات التي تؤثر في استجابة الشخص. وتوقع تأثير كل رد فعل منعكس لرمْش العين.

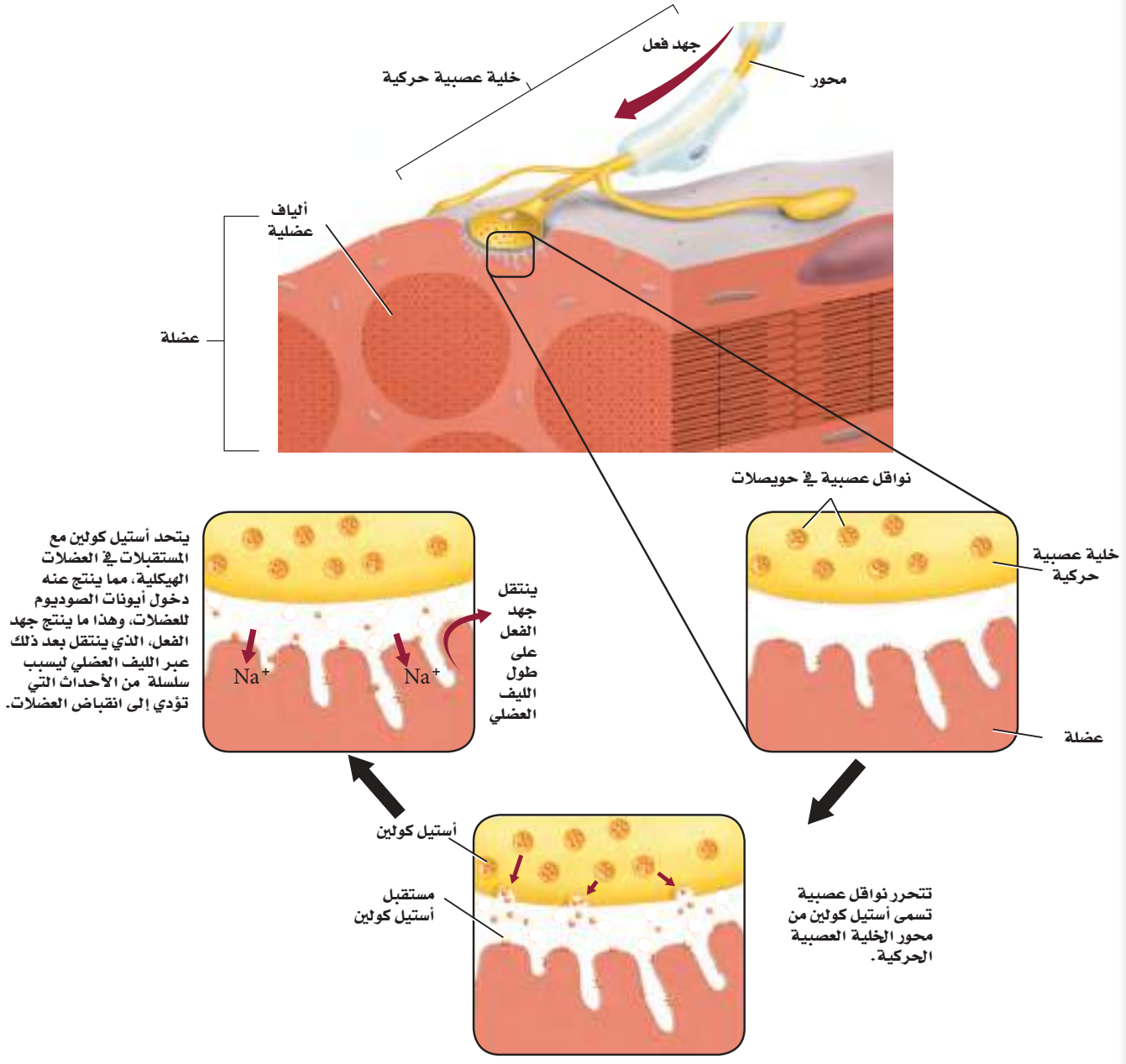
التحليل

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

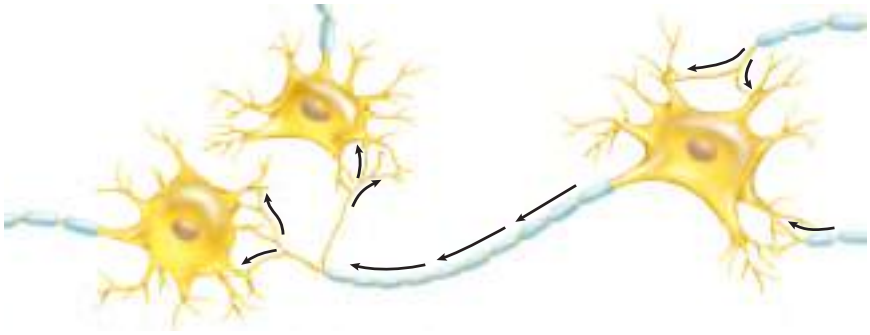
Action Potential

جهد الفعل

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 لتنقبض.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



■ **الشكل 7–5** يمكن أن تقوم خلية عصبية واحدة بعدة تشابكات مع خلايا عصبية أخرى.

التشابك العصبي The Synapse يوجد فراغ صغير بين محور خلية عصبية وشجيرات خلية عصبية أخرى يسمى **التشابك العصبي** synapse، وعندما يصل جهد الفعل إلى نهاية محور الخلية العصبية تلتحم أكياس صغيرة تُسمى الحويصلات تحمل نواقل عصبية مع الغشاء البلازمي، وتتحرر هذه النواقل بعملية تسمى الإخراج الخلوي. وعندما تتشابك خلية عصبية حركية مع خلية عضلية ـ كما في **الشكل 6 –5** ـ تتحرر النواقل العصبية عبر منطقة التشابك العصبي وتسبب انقباض العضلة.

الربط مع الكيمياء **النواقل العصبية** neurotransmitters مواد كيميائية تنتشر عبر التشابك العصبي، وترتبط بالمستقبلات الموجودة على الزوائد الشجيرية لخلية عصبية مجاورة. ويؤدي ذلك إلى فتح قنوات في الخلية المجاورة مسببة جهد فعل جديدًا.

وهناك أكثر من 25 نوعًا من مواد النواقل العصبية. وعندما تتحرر هذه المواد إلى التشابك العصبي لا تبقى هناك طويلاً؛ إذ يعتمد ذلك على نوع المادة العصبية الناقلة؛ فبعضها قد ينتشر سريعًا بعيدًا عن التشابك، أو يحلّلها إنزيم. ومن الجدير بالذكر أن بعض النواقل العصبية المتحللة يُعاد تدويرها وتستخدم ثانية. ويبين **الشكل 7– 5** أن خلية عصبية واحدة يمكن أن تتشابك مع خلايا عصبية عديدة أخرى.

التقويم 1–5

الخلاصة

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

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **قارن** كيف يشبه الجهاز العصبي الإنترنت من حيث كونه شبكة اتصالات؟
2. **استنتج** لماذا تعدّ الطاقة ضرورية لعكْس اتجاه انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر الغشاء البلازمي للخلية العصبية؟
3. **وضح** إذا كانت الأعصاب الحسية في القدم اليمنى لشخص لا تعمل قط، فهل يشعر بالألم إذا تعرضت قدمه لحروق شديدة؟

التفكير الناقد

4. الرياضيات في علم الأحياء يمتد العصب الوركي من أسفل الحبل الشوكي إلى القدم. إذا كان طول هذا العصب عند شخص 0.914 m، وسرعة جهد الفعل 107 m/s، فما المدة الزمنية التي يستغرقها السيال العصبي لينتقل على طول هذا العصب كاملاً؟
5. **خطط لتجربة** يمكن أن يجريها مختص في علم الأعصاب ليثبت أن جهد الفعل ينتقل عبر محور ميليني لخلية عصبية أسرع منه عبر محور غير ميليني.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

5-2

تنظيم الجهاز العصبي
OrganizationofNervousSystem

الأهداف

- **تبتكر** مخططًا يوضح الأقسام الرئيسة للجهاز العصبي.
- **تقارن** بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.

مراجعة المفردات

الإحساس Sensory: نقل السيالات العصبية من أعضاء الحس إلى المراكز العصبية.

المفردات الجديدة

الجهاز العصبي المركزي
الجهاز العصبي الطرفي
المخ
النخاع المستطيل
القنطرة
تحت المهاد
الجهاز العصبي الجسمي
الجهاز العصبي الذاتي
الجهاز العصبي السمبثاوي
الجهاز العصبي جار السمبثاوي

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

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

الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System

يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين هما:

الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System (CNS)، **والجهاز العصبي الطرفي** Peripheral Nervous System (PNS). 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 غالبًا 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 المنعكس، أو توصل المعلومات إلى الدماغ، حيث يتم معالجتها.

الشكل 8-5 عصف ذهني

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

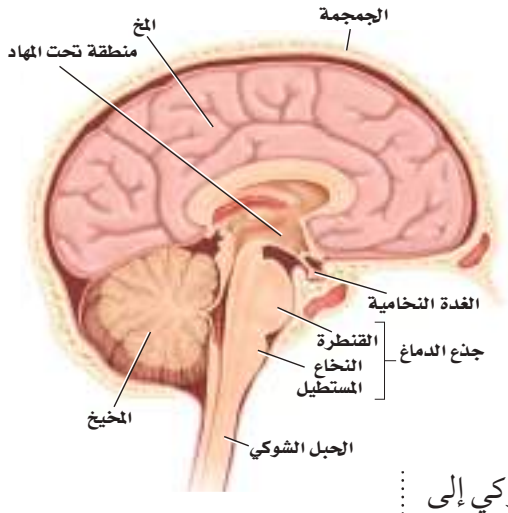
300 ق.م معرفة أول تشريح للإنسان.

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

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



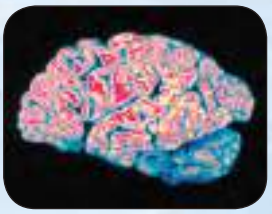
الشكل 9 – 5

يمين: صورة دماغ إنسان تبين مقاطع واضحة محددة.

يسار: الأجزاء الرئيسة في الدماغ هي المخ، والمخيخ، وجذع الدماغ.

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 لاحقًا.

الدماغ The brain يوجد في الدماغ أكثر من 100 بليون خلية عصبية. ولأن الدماغ يحافظ على الاتزان الداخلي ويؤدي دورًا في جميع نشاطات الجسم، لذا يطلق عليه أحيانًا المركز المسيطر على جسم الإنسان. تفحص **الشكل 8 – 5** 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 نصفا كرة المخ منفصلين أحدهما عن الآخر، بل يرتبطان معًا بحزمة من الأعصاب. والمخ مسؤول عن عمليات التفكير، والتعلم، والكلام، واللغة، وحركات الجسم الإرادية، والذاكرة، والإدراك الحسي. وتحدث معظم عمليات التفكير المعقدة قريبًا من سطح الدماغ. وتزيد التلافيف والانثناءات المخية على سطح المخ ـ كما في **الشكل 9 – 5** ـ من مساحة سطح الدماغ لتسمح بعمليات تفكير أكثر تعقيدًا.



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

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

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

1981م تم استعمال الفلوكسيتين بوصفه أول علاج لمرض الاكتئاب.

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

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

أما جذع الدماغ brain stem فيربط الدماغَ بالحبل الشوكي. ويتكون من جزأين، هما: النخاع المستطيل، والقنطرة. ويوصل **النخاع المستطيل** medulla oblongata الإشارات بين الدماغ والحبل 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 يومًا بالتقيؤ عندما ضغط الطبيب بأداته على لسانك لفحص الحلق؟ إن الخلايا العصبية الموصلة التي تُعد مركزًا لرد الفعل المنعكس للبلع والتقيؤ والسعال والعطس توجد في النخاع المستطيل.

ماذا قرأت؟ صف الجهاز العصبي المركزي.

تقع منطقة **تحت المهاد** hypothalamus بين جذع الدماغ والمخ. وهي ضرورية للحفاظ على الاتزان الداخلي، وتنظم أيضًا درجة حرارة الجسم، والعطش، والشهية للطعام، والتوازن المائي، والنوم، والخوف، والسلوك الجنسي. وهي بحجم ظفر الإصبع، وتؤدي وظائف أكثر من أي تركيب آخر بحجمها في الدماغ.

الحبل الشوكي Spinal cord الحبل الشوكي عمود عصبي يمتد من الدماغ إلى أسفل الظهر، وتحميه الفقرات. وتمتد أعصاب الحبل الشوكي من الحبل الشوكي إلى أجزاء في الجسم، فتربطها بالجهاز العصبي المركزي. وتعالج ردود الفعل المنعكسة في الحبل الشوكي.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

فني تخطيط الدماغ EEG

يُشغِّل 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.

مختبر تحليل البيانات 1-5

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير البيانات

هل هناك ارتباط بين حجم الرأس والمستوى التعليمي وخطر ظهور أعراض العَتَه؟ في دراسة استغرقت 10 سنوات، تم متابعة حالة 294 امرأة سنويًّا – من ذوات التعليم المتوسط ولم يسبق لهن الإنجاب – من حيث الفقدان المزمن للوظائف العقلية أو العَتَه. وسجلت بيانات عن كل منها، تتعلق بمحيط الرأس، وحجم الدماغ، ومستوى التعليم الذي وصلت إليه.

البيانات والملاحظات

يبين المنحنى في الشكل المجاور النتائج الكلية لهذه الدراسة.

التفكير الناقد

1. **حلّل** ما العلاقة بين خطر الإصابة بالعته وحجم الدماغ والمستوى التعليمي؟
2. **فسر** كيف يمكن شرح الفرق بين المستوى التعليمي وخطر ظهور أعراض العته؟
3. **استنتج** لماذا اختار الباحثون هذه المجموعة لدراستها؟

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الجهاز العصبي الطرفي

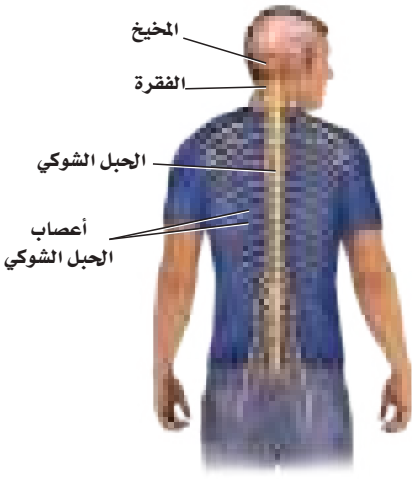
Peripheral Nervous System

عندما تسمع كلمة عصب ربما تفكر مبدئيًّا في الخلية العصبية. إلا أن العصب ـ في الحقيقة ـ حزمة من المحاور العصبية. وهناك العديد من الأعصاب التي تحوي خلايا عصبية حسية وحركية. فهناك مثلًا 12 زوجًا من الأعصاب الدماغية تمتد من الدماغ وإليه، وكذلك 31 زوجًا 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 جزءًا من الجهاز العصبي المركزي، ومنها الخلايا العصبية الحسية والحركية. ويمكن تصنيف الخلايا العصبية في الجهاز العصبي الطرفي أيضًا على أنها جزء من الجهاز العصبي الجسمي، أو جزء من الجهاز العصبي الذاتي.

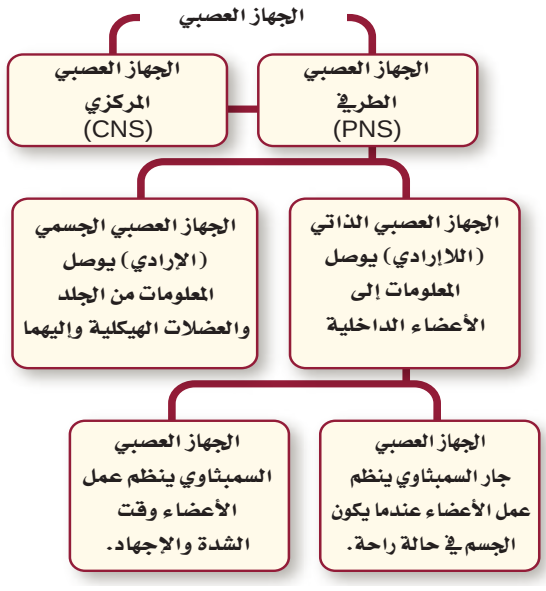
الجهاز العصبي الجسمي Somatic Nervous System توصل الأعصاب في **الجهاز العصبي الجسمي** المعلومات من المستقبلات الحسية الخارجية إلى الجهاز العصبي المركزي. كما توصل الأعصاب الحركية المعلومات من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات الهيكلية. وهذه العملية إرادية، ولكن ليست كل استجابات الجهاز العصبي المركزي إرادية؛ فبعض الاستجابات تحدث نتيجة رد الفعل المنعكس، الذي تكون استجابته سريعة لأي تغير في البيئة المحيطة.

ولا تتطلب ردود الفعل المنعكسة فكرًا واعيًا، وهي لاإرادية. وتذهب إشارات معظم ردود الفعل المنعكس إلى الحبل الشوكي فقط، لا إلى الدماغ. تذكّر مثال اصطدام إصبع قدمك. عد إلى **الشكل 2–5**، ولاحظ رد الفعل المنعكس الموضح على أنه جزء من الجهاز العصبي الجسمي.



■ **الشكل 10–5** يمتد من الحبل الشوكي 31 زوجًا من الأعصاب الشوكية.

ميِّز ما العلاقة بين الخلية العصبية والعصب؟



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

الجهـاز العصبي الذاتـي Autonomic Nervous System هـل تذكر آخر مرة رأيت فيها حلمًا مفزعًا؟ ربما اسـتيقظت وقتها وأدركت أن قلبك يخفق. هذا النوع من الاستجابة ناتج عن عمل الجهاز العصبي الذاتي.

يحمل **الجهـاز العصبي الذاتـي** autonomic nervous system السـيال العصبي من الجهاز العصبي المركزي إلى القلب والأعضاء الداخلية الأخرى. ويسـتجيب الجسـم لاإراديًّا، وليس تحت سـيطرة الوعـي. ويُعد دور الجهـاز العصبي الذاتي مهمًّـا فـي حالتين مختلفتيـن. فعندما تمر بك أحـلام مزعجة، أو تكـون في وضع مخيف، يسـتجيب الجسم بما يُسمّى اسـتجابة المواجهة أو الهروب، وعندما تهدأ يستريح الجسم، ويقوم بعملية الهضم.

الربـط بـ **الصحـة** يتكـون الجهاز العصبي الذاتي من جزأين يعملان معًا، هما: **الجهاز العصبـي السـمبثاوي** sympathetic nervous system الذي يعمل في حالات الطوارئ والإجهاد، وعندئذ تزداد سرعة التنفس والقلب.

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

الجدول 1–5 **الجهاز العصبي الذاتي**

التركيب	المنبه السمبثاوي	المنبه جار السمبثاوي
القزحية (عضلة العين)	تتسع القزحية	تضيق القزحية
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 القصيبات	تنقبض عضلات القصيبات
المعدة	يقل انقباض العضلات،ويقل افراز العصارة الهضمية	يزيد انقباض العضلات، ويزيد افراز العصارة الهضمية
الأمعاء الدقيقة	يقل انقباض العضلات، ويقل افراز العصارة الهضمية	يزيد انقباض العضلات، ويزيد افراز العصارة الهضمية
الأمعاء الغليظة	يقل انقباض العضلات	يزيد انقباض العضلات

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

أما الجزء الثاني وهو **الجهاز العصبي جار السمبثاوي** parasympathetic nervous system فيعمل عندما يكون الجسم في حالة الراحة؛ إذ يعادل أو يخفض من أثر الجهاز العصبي السمبثاوي، ويعيد الجسم إلى حالة الاسترخاء بعد المرور بالضغط النفسي والجسدي والإجهاد.

ويبين **الجدول 1–5** مقارنة بين الجهازين، ويوصل هذان الجهازان السيالات العصبية إلى الأعضاء نفسها، ولكن تعتمد الاستجابة الكلية على شدة الإشارات المتضادة.

التقويم 2–5

الخلاصة

- يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين، هما: الجهاز العصبي المركزي، والجهاز العصبي الطرفي.
- يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ، والحبل 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 الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **قارن** بين تركيب الجهاز العصبي المركزي وتركيب الجهاز العصبي الطرفي، وفسّر العلاقات بينهما.
2. **حدّد** أوجه الشبه والاختلاف بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.
3. **فسّر** أي أجزاء الجهاز العصبي ذو علاقة باستجابة المواجهة أو الهروب؟ ولماذا تعد هذه الاستجابة مهمة؟

التفكير الناقد

4. **كوّن فرضية** ما نوع الفحوص التي يجريها الباحث للتأكد من عمل أجزاء الدماغ المختلفة؟
5. **صمّم تجربة** تُظهر فيها بالأدلة عمل الجهازين العصبي السمبثاوي وجار السمبثاوي في قزحية العين.
6. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب قصة قصيرة تصف فيها وضعًا للقلب يعمل فيه الجهازان العصبي السمبثاوي وجار السمبثاوي معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

5-3

الأهداف

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

مراجعة المفردات

عتبة التنبيه Threshold: أقل شدة يحتاج إليها المنبه ليولّد جهد الفعل.

المفردات الجديدة

العقاقير
الدوبامين
المنبهات
المسكّنات
التحمل
الإدمان

تأثير العقاقير Effects of Drugs

الفكرة الرئيسة **تغيّر 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 عقّارًا 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؟

كيف تعمل العقاقير؟ How Drugs Work?

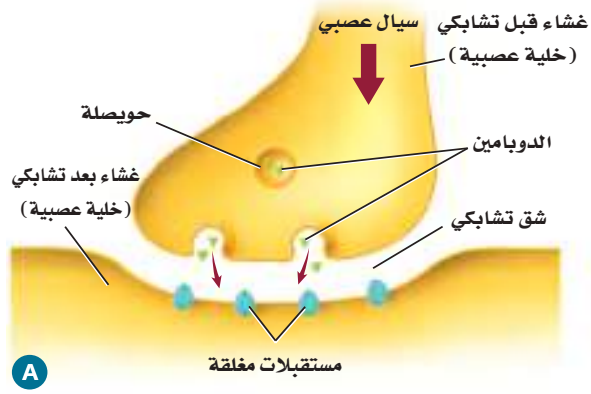
العقاقير Drugs مواد طبيعية أو مصنعة تغير وظيفة الجسم. وهناك عدة أنواع من العقاقير مبينة في **الجدول 2 –5**. توصف المضادات الحيوية بأنها عقاقير لمعالجة عدوى البكتيريا. ويتوافر على رفوف الصيدليات الكثير من العقاقير المسكنة للألم. كما أن هناك الكثير من المواد التي لا يظن الناس أنها عقاقير، ومنها الكافيين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

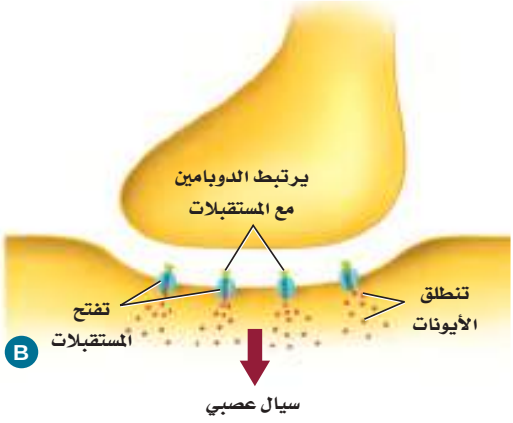
- تسبب زيادة إفراز النواقل العصبية إلى منطقة التشابك العصبي.
- تعمل على تثبيط المستقبلات على الزوائد الشجيرية، فتمنع النواقل العصبية من الارتباط بها.
- تمنع النواقل العصبية من مغادرة منطقة التشابك العصبي.
- قد تتشابه العقاقير والنواقل العصبية في الشكل، فتحل العقاقير محل النواقل العصبية.

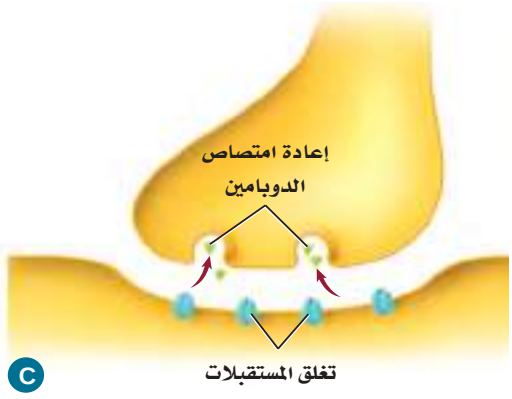
الجدول 2–5 بعض العقاقير المعروفة

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442







الشكل 12–5 ينتقل الدوبامين المتحرر في الشق التشابكي ليتّحد مع مستقبلات على غشاء خلية عصبية أخرى، ويحدث هذا في منطقة التشابك العصبي.

العديد من العقاقير المؤثرة في الجهاز العصبي تؤثر في مستوى ناقل عصبي يُسمى الدوبامين. و**الدوبامين** dopamine من النواقل العصبية في الدماغ التي لها علاقة بتنظيم حركة الجسم ووظائف أخرى. وللدوبامين 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 يُساء استعمالها
Classes of Commonly Abused Drugs

لا يشمل سوء استعمال العقاقير بالضرورة استعمال العقاقير المرخصة. ويمكن لأي استخدام للعقاقير لأسباب غير طبية، سواء أكان ذلك بقصد أو بغير قصد أن يعدّ 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. ويبين **الجدول 2– 5** بعضها.

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

الربط الصحة 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 الموقع الإلكتروني للحجز بالعيادات التوعوية والعلاجية لمكافحة التدخين www.tcpmoh.gov.sa

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.

المُفردات

أصل الكلمة

دوبامين Dopamine

دوبا dopa – تدل على نوع من الأحماض الأمينية.

أمين amine – مشتق من الأمونيا.

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. واكتب في العمود الثالث ما تعلمته من هذا الدرس.

(جدول التعلم KWL)

الكافيين Caffeine يُعَد الكافيين من أكثر المنبهات التي يُساء استخدامها غالبًا. وهو متوافر في القهوة والشاي، وبعض المشروبات الأخرى ومنها مشروبات الطاقة، وحتى في بعض الأطعمة، ومنها الشوكولاتة، انظر **الشكل 13–5**. 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 مستيقظًا.

كما يرفع الكافيين مستوى الإبينيفرين (الأدرينالين) في الجسم بصورة مؤقتة، فيكسبه زخمًا من الطاقة، سرعان ما يتلاشى.

الربط بالصحة 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 فانه 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.

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

الكحول Alchohol الكحول من المسكّنات، وتؤثر في الجهاز العصبي المركزي وهي من العقاقير الأكثر استخدامًا 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 يسبِّب نقصان كتلة الدماغ، وتلف الكبد والمعدة، وقرحة الأمعاء وضغط الدم العالي. ويعدّ استهلاك الكحول في أثناء فترة الحمل المسبب الأول لمتلازمة الكحول لدى الجنين، بحيث يلحق ضررًا بدماغه وجهازه العصبي. وقد أمرنا الله عز وجل باجتنابها، قائلاً: ﴿يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوٓاْ إِنَّمَا ٱلۡخَمۡرُ وَٱلۡمَيۡسِرُ وَٱلۡأَنصَابُ وَٱلۡأَزۡلَٰمُ رِجۡسٞ مِّنۡ عَمَلِ ٱلشَّيۡطَٰنِ فَٱجۡتَنِبُوهُ لَعَلَّكُمۡ تُفۡلِحُونَ ٩٠﴾ المائدة.

■ **الشكل 13–5** هناك الكثير من العقاقير المنبهة المعروفة، ومنها: القهوة، والشاي، والكاكاو، والشوكولاتة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

المُستَنشَقات 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.

التحمّل والإدمان Tolerance and Addiction

يحدث **التحمّل** 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 تحمّل العقاقير إلى الإدمان.

الإدمان Addiction الاعتماد النفسي والفسيولوجي على العقار هو الإدمان. وتفترض الأبحاث الراهنة وجود علاقة للناقل العصبي الدوبامين مع معظم حالات **الإدمان** addiction الفسيولوجية. تذكّر أن الدوبامين يزول من منطقة التشابك العصبي عن طريق إعادة امتصاصه من الخلية العصبية التي تفرزه.

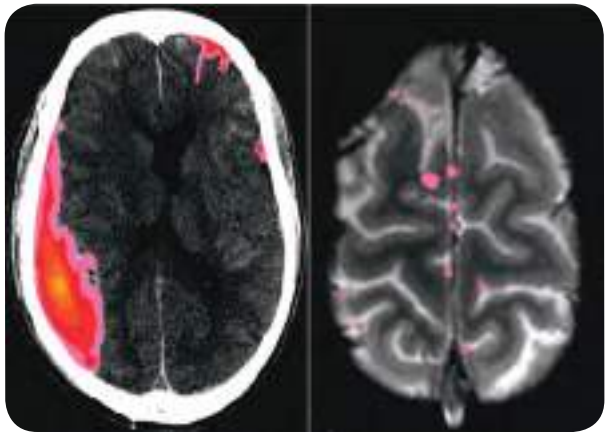
مختبر تحليل البيانات 2-5

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير البيانات

هل يمكن مشاهدة آثار التعرض للكحول؟ أُعطيت 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 يتناولون الكحول أبدًا. وتبين الصورة النتائج المثالية لكل مجموعة. ويشير اللون الأحمر والوردي في الصورة إلى مقدار نشاط الدماغ المرتبط مع أداء مهام الذاكرة.

البيانات والملاحظات



التفكير الناقد

1. **صف** الاختلاف بين نشاط الدماغ عند مَن يشرب الكحول، ومن لا يشربه.
2. **حلّل** معتمدًا على هذه النتائج، ما العواقب التي تنتج عن شرب الكحول مستقبلًا؟

أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Brown, S.A., et al. 2000. Neurocognitive functioning of adolescent: effect of protracted alcohol use. Alcoholism: *Clinical and Experimental Research*. 24: 164-171.

الشكل 14–5 الاستشارة ضرورية دائمًا للتخلص من الإدمان.

وتمنع بعض العقاقير إعادة الامتصاص، مما ينتج عنه زيادة الدوبامين في الدماغ. ويحصل المدمن على الارتياح عند زيادة مستوى الدوبامين. ونتيجة لذلك يتناول كمية أكبر من العقاقير. وعندما يحاول التوقف عن تناول العقاقير ينخفض مستوى الدوبامين في الدماغ، مما يجعل الكف عن تناول العقار أمرًا صعبًا.

ويمكن أن يكون الإدمان نفسيًّا أيضًا. فالشخص الذي يعتمد نفسيًّا على عقار -كالماريجوانا مثلًا الذي يعدّ نوعًا من أنواع المخدرات- تكون لديه رغبة قوية في استخدام العقار لأسباب انفعالية عاطفية. ويؤثر هذا الاعتماد الفسيولوجي والنفسي في الصحة الجسدية والعاطفية للشخص. ولهذا الاعتماد تأثير قوي، مما يجعل التوقف عن الإدمان أمرًا صعبًا.

العلاج Treatment يعاني الأشخاص الذين يعتمدون فسيولوجيًّا ونفسيًّا على العقاقير أعراضًا صعبة عند منع العقار عنهم. ومن الصعب أن يقرر المدمن ترك الإدمان وحده؛ فربما ينجح في ترك الإدمان فترة قصيرة، لكنه لا يلبث أن يعود إليه مجددًا. ويصبح أمر الإشراف الطبي ضروريًّا عندما يقرر المدمنون فسيولوجيًّا ونفسيًّا التوقف عن تعاطي العقاقير.

إن أفضل طريقة لتفادي الإدمان هو عدم استخدام العقاقير حتى تحت الضغط. لذا شجع من يتعاطى العقاقير على البحث عن علاج للكف عن تناولها. ويدرَّب الأطباء والممرضون والمستشارون والاختصاصيون الاجتماعيون على إرشاد الناس إلى المصادر التي يحتاجون إليها؛ لكي يحصلوا على المساعدة اللازمة. انظر **الشكل 14–5**.

التقويم 3–5

الخلاصة

- تؤثر العقاقير في الجهاز العصبي بأربع طرائق مختلفة.
- بعض المواد المتداولة ـ ومنها الكافيين والكحول ـ تعدّ عقاقير.
- يزيد تناول الكثير من عقاقير الإدمان مستوى الدوبامين.
- يؤدي تعاطي العقاقير إلى عواقب سلبية كبيرة.
- يمكن أن يصبح الشخص مدمنًا نتيجة الاعتماد الفسيولوجي أو النفسي على العقاقير.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة صف** أربع طرائق تؤثر فيها العقاقير في الجهاز العصبي.
2. **قارن** بين آثار كل من المُستَنشَقات، والكافيين، والنيكوتين.
3. **فسّر** لماذا لا يتعارض أثر المنبهات والمسكنات؟
4. **قوّم** لماذا يكون تحصيل الطلاب الذين يستخدمون المنشطات متدنيًا جدًّا؟

التفكير الناقد

5. **خطّط** ضع خطة علاج تساعد الأفراد على التغلب على الإدمان باستخدام معرفتك بالنواقل العصبية.
6. **صمّم تجربة** ربما سمعت كيف يتأثر الناس بالعقاقير بطرائق مختلفة ودرجات مختلفة. صمّم تجربة تحدد فيها معدل وصول العقاقير إلى أنسجة الجسم المختلفة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

مستجدات في علم الأحياء

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.

ما الجراحة التعويضية التي يتحكم فيها الدماغ؟ تمكّن العلماء حاليًّا 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 القردة، حيث تم وصل هذه الأذرع بالدماغ باستخدام الزرعات.

كيف تعمل الزرعات؟ تكون الزرعات على شكل مئات الأقطاب الرقيقة بسمك الشعرة. وتوضع هذه الأقطاب في القشرة الحركية لدماغ القرد على أن تغرس 3 mm تحت عظم الجمجمة لكي تلتقط الإشارات العصبية في الدماغ، فتنقل الزرعات الإشارات إلى الحاسوب. وتترجم هذه الإشارات بطرائق رياضية إلى تعليمات للذراع، فتتمكن الذراع خلال 30 جزءًا من ألف من الثانية من التقاط الطعام وإحضاره إلى فم القرد. والذراع مزودة بمحركات عديدة، وتتحرك في اتجاهات ثلاثة كذراع الإنسان، فتستجيب الذراع، وتحضر الطعام إلى القرد عندما يفكر فيه. ويستخدم المريض خلال هذه التجارب ذراعه مستعينًا بعصا تحكم، إلى أن يعتاد العمل مع هذه الذراع. وبعد أن يعتاد على ذلك باستعمال عصا التحكم يقوم العلماء بإزالتها، ويمنعون استعمالها.

وقد دهشوا عندما وجدوا أن الذراع الاصطناعية أصبحت تتحرك استجابة لأفكار المريض. ويرغب العلماء في تطوير التقنية، بحيث يصبح الجهاز لاسلكيًّا 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 زرعات 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.

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، معدِّدًا بعض مزاياه.

مختبر الأحياء

كيف يمكن تطوير المسارات العصبية لتصبح أكثر فاعلية؟

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 بيانيًّا لنسب تذكُّر كل كلمة، ولاحظ الأنماط في البيانات.
6. احسب متوسط نسبة تذكر الكلمات، وذلك بجمع نسبة تذكر كل كلمة مقسومًا على 20 ومضروبًا في مئة.
7. قم بعصف ذهني لزيادة معدل نسبة تذكر الكلمات. اختر تقنية واحدة، وتوقع كيف تؤثر في معدل نسبة استرجاع المعلومات وتذكرها. ثم صمِّم تجربة لاختبار توقعك.
8. عندما يوافق معلمك على الخطة نفِّذها على الأشخاص أنفسهم مستعملًا قائمة تتكون من (20) كلمة أخرى تصف طبيعة أجسام محددة.
9. أعد الخطوات 6 – 4 لتقوّم التغيرات في متوسط استرجاع الكلمات.

حلل ثم استنتج

1. **حدّد** الأنماط في نسبة تذكّر البيانات بعد قراءة القائمة أول مرة، وأي الكلمات تم تذكرها أكثر؟
2. **فسّر** النتائج. صِفِ التقنية التي استعملتها لزيادة معدل نسبة التذكر، وقارن بين معدل نسبة التذكر قبل استعمال التقنية وبعده.
3. **حلّل** هل تقوِّي التقنية التي استعملَتْها الدائرة العصبية المسؤولة عن تذكّر قائمة الكلمات كما توقعت؟ وضِّح ذلك.
4. **تحليل الخطأ** حدّد عوامل أخرى غير التي استعملت في التقنية قد تؤثر في معدل نسبة التذكر.

طبق مهارتك

صمم تجربة لتحدد ما إذا كان وضع استراتيجية محددة للتعلم يتساوى في فاعليته مع اختبار موضوعات مختلفة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

5 دليل مراجعة الفصل

المطويات **نشاط** إذا أردت تطوير دواء جديد، فكيف يؤثر دواؤك في الجهاز العصبي؟ وكيف تقرر الآثار الجانبية لهذا الدواء؟

المفردات	المفاهيم الرئيسة
5–1 تركيب الجهاز العصبي	
الخلية العصبية، جهد الفعل، الزوائد الشجيرية، عتبة التنبيه، جسم الخلية، العقدة، محور الخلية العصبية، التشابك العصبي، رد الفعل المنعكس، النواقل العصبية	**الفكرة الرئيسة** **توصل الخلايا العصبية السيالات العصبية التي تمكّن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه، والاستجابة له.** • هناك ثلاثة أجزاء رئيسة للخلية العصبية. • هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية. • السيال العصبي شحنة كهربائية تُسمى جهد الفعل. • تستخدم الخلايا العصبية مواد كيميائية وشحنات كهربائية لنقل السيال العصبي.
5–2 تنظيم الجهاز العصبي	
الجهاز العصبي المركزي، الجهاز العصبي الجسمي، الجهاز العصبي الطرفي، الجهاز العصبي الذاتي، المخ، الجهاز العصبي السمبثاوي، النخاع المستطيل، الجهاز العصبي جار السمبثاوي، القنطرة، تحت المهاد	**الفكرة الرئيسة** **الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي هما الجزءان الرئيسان للجهاز العصبي.** • يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين، هما: الجهاز العصبي المركزي، والجهاز العصبي الطرفي. • يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي. • يتكون الجهاز العصبي الطرفي من الجهاز العصبي الجسمي، والجهاز العصبي الذاتي. • الجهاز العصبي السمبثاوي والجهاز العصبي جار السمبثاوي فرعان من الجهاز العصبي الذاتي.
5–3 تأثير العقاقير	
العقاقير، المسكّن، الدوبامين، التحمل، المنبهات، الإدمان	**الفكرة الرئيسة** **تغير بعض العقاقير وظيفة الجهاز العصبي.** • تؤثر العقاقير في الجهاز العصبي بأربع طرائق مختلفة. • بعض المواد المتداولة ـ ومنها الكافيين والكحول ـ تعدّ عقاقير. • يزيد تناول الكثير من عقاقير الإدمان مستوى الدوبامين. • يؤدي تعاطي العقاقير إلى عواقب سلبية كبيرة. • يمكن أن يصبح الشخص مدمنًا نتيجة الاعتماد الفسيولوجي أو النفسي على العقاقير.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

5–1

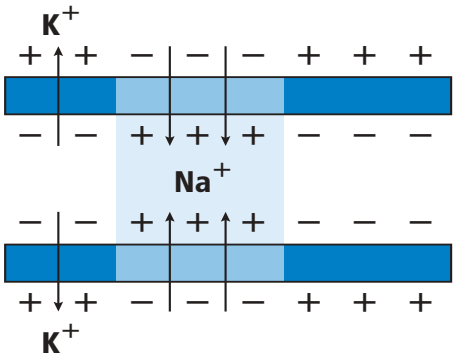
مراجعة المفردات

اختـر مـن كل مجموعة ممـا يأتي المصطلح الـذي لا ينتمي إليها، ووضح ذلك:

1. المحور – الزوائد الشجيرية – رد الفعل المنعكس.
2. جسم الخلية – التشابك – النواقل العصبية.
3. الميلين – العقدة – عتبة التنبيه.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استخدم المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 4.



4. ما الذي يبينه المخطط أعلاه؟
   a. تدخل أيونات البوتاسيوم الخلية العصبية.
   b. تخرج بروتينات سالبة الشحنة من الخلية العصبية.
   c. تدخل أيونات الصوديوم الخلية العصبية.
   d. تحلّل الغشاء الميليني، وتسمح بعبور الأيونات عبر الغشاء البلازمي بحرّية.
5. ما المسار الصحيح للسيال العصبي في حالة رد الفعل المنعكس؟
   a. خلية عصبية حركية ← خلية عصبية بينية ← خلية عصبية حسية.
   b. خلية عصبية بينية ← خلية عصبية حركية ← خلية عصبية حسية.
   c. خلية عصبية حركية ← خلية عصبية حسية ← خلية عصبية بينية.
   d. خلية عصبية حسية ← خلية عصبية بينية ← خلية عصبية حركية.

أسئلة بنائية

6. **كوِّن فرضية.** لماذا يحتاج السيال العصبي عندما ينتقل عبر محور غير ميليني إلى طاقة أكبر مما إذا كان عبر محور ميليني؟
7. **إجابة قصيرة.** فسّر التناظر الآتي: تشبه الخلية العصبية طريقًا في اتجاه واحد، في حين يشبه العصب طريقًا في اتجاهين.

التفكير الناقد

8. **استنتج.** ينتقل جهد الفعل في معظم المخلوقات في اتجاه واحد فقط عبر الخلية العصبية. استنتج ماذا يحدث إذا انتقلت السيالات العصبية في الإنسان في اتجاهين في خلية عصبية واحدة؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

5–2

مراجعة المفردات

اختر من كل مجموعة مما يأتي المصطلح الذي لا ينتمي إليها، ووضح ذلك:

9. الجهاز العصبي الجسمي – الجهاز العصبي جار السمبثاوي – الجهاز العصبي السمبثاوي.

10. المخ – القنطرة – النخاع المستطيل.

11. الجهاز العصبي الذاتي – الجهاز العصبي الجسمي – الجهاز العصبي المركزي.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

12. ما الذي يُعد من خصائص الجهاز العصبي السمبثاوي؟

a. يحفز الهضم.
b. يوسع القصبات.
c. يبطئ نبض القلب.
d. يحوّل الجلوكوز إلى جلايكوجين.

استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 13.

13. إذا حدث ضرر للجزء المشار إليه في الصورة نتيجة حادث ما، فما أثر ذلك في الشخص؟

a. فقدان الذاكرة كليًّا أو جزئيًّا.
b. تغيّر في درجة حرارة الجسم.
c. عدم المحافظة على توازن الجسم.
d. تسارع في التنفس.

14. ما الجهاز العصبي الذي تسيطر عليه منطقة تحت المهاد في الدماغ؟

a. الإرادي.
b. الحسي.
c. الطرفي.
d. الذاتي.

أسئلة بنائية

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 الجسمي في اتزان الجسم الداخلي. ادعم رأيك بالأدلة.

التفكير الناقد

16. انقد. ربما سمعت الجملة الآتية "يستخدم الإنسان 10 % فقط من دماغه". استخدم الإنترنت أو أي مصدر آخر لتجمع بيانات تدعم هذه الفكرة، أو تدحضها.

17. حلّل. حجم مخ الإنسان أكبر كثيرًا من حجم مخ المخلوقات الأخرى. ما فائدة ذلك للإنسان؟

5–3

مراجعة المفردات

فسّر الاختلاف بين المصطلحات في كل مجموعة مما يأتي، ثم بيّن كيف ترتبط معًا.

18. المنبهات – المسكنات.

19. التحمل – الإدمان.

20. الدوبامين – العقار.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

21. ما الذي يقلّل نشاط الدماغ؟

a. النيكوتين.
b. الكوكائين.
c. الأدرينالين.
d. الكحول.

استخدم الصورة الآتية للإجابة عن السؤال 22.

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 يقلّل من مستقبلات الدوبامين.
d. علاج يخفض من امتصاص الدوبامين.

أسئلة بنائية

23. إجابة قصيرة. ماذا يعني إدمان الشخص على العقاقير؟

24. نهاية مفتوحة. ناقش ما ينتج عن حدوث خلل ما للجين المسؤول عن إنتاج الدوبامين.

التفكير الناقد

25. دافع. كوّن استنتاجًا حول الجملة الآتية:

يعدّ إدمان شخص ما على العقاقير أصعب من التوقف عن تعاطيها. ودافع عن موقفك.

تقويم إضافي

26. الكتابة في علم الأحياء اكتب قصة قصيرة عن شخص يسمع صوتًا عاليًا فيخاف. مضمنًا قصتك الأحداث التي يمكن أن تحدث في كل جزء من أجزاء الجهاز العصبي في هذه التجربة.

أسئلة المستندات

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 27و28.

معدل وزن الدماغ (g)

النوع	الوزن (g)	النوع	الوزن (g)
الحوت	6930	الكلب	72
الفيل	6000	القطة	30
البقرة	425 – 458	السلحفاة	0.3 – 0.7
الإنسان البالغ	1300 – 1400	الفأر	2

27. هل تَظهر علاقة بين حجم الجسم ووزن الدماغ؟

28. ناقش التفسيرات المحتملة (من حيث التكيف) التي تؤدي دورًا في إجابتك عن السؤال 27.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

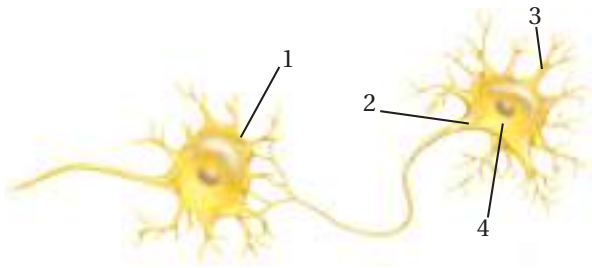
اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

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. أيّ أجزاء الرسم أعلاه يتوقع وجود مادة الميلين فيه؟

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

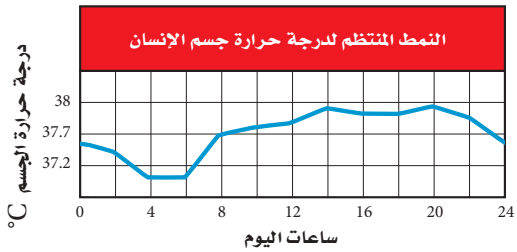
3. في أيّ أجزاء المخطط السابق تتوقع أن توجد النواقل العصبية عندما يصل جهد الفعل نهاية الخلية العصبية؟

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

4. أيّ الحيوانات الآتية ثديي مشيمي؟

a. الطائر الطنان. **b.** الكنغر.
c. منقار البط. **d.** الحوت.

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 5.



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.

أسئلة الإجابات القصيرة

6. افترض أن الشخص الذي اعتاد شرب فنجان قهوة واحد لكي يبقى مستيقظًا في الليل رأى أنه يحتاج إلى اثنين، ما اسم هذه الظاهرة؟ وما سببها؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

7. كيف تربط عمل ألياف الأكتين والميوسين بانقباض العضلات؟

سؤال مقالي

تُجرى كل عام أكثر من 50,000 جراحة لعلاج المفاصل أو تغييرها، ويتم في هذه العمليات إزالة الترسبات أو خلايا العظم الزائدة حول المفصل وتنظيفه، مما يعيد إلى المفصل وظيفته. كما تتضمن هذه العمليات تغيير المفاصل، حيث يستعاض عن المفصل الطبيعي المتآكل بمفصل اصطناعي يؤدي بعد ذلك وظيفته الطبيعية. وتجرى عمليات استبدال المفاصل للركبة، والحوض والكتف.

استنادًا إلى الفقرة السابقة، أجب عن السؤال الآتي في صورة مقالة.

8. يستبدل الأطباء مفصل الركبة أو الحوض للمرضى الكبار السن الذين هم عادة أقل حركة من الأصغر سنًّا، وهذا ما ينصح به الأطبا. فسّر ذلك.

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

6 أجهزة الدوران والتنفس والإخراج

Circulatory, Respiratory, and Excretory Systems

الفكرة العامة **تحافظ هذه الأجهزة معًا على الاتزان الداخلي للجسم بإيصال مواد مهمة إلى الخلايا في أثناء تخلصها من الفضلات.**

6 – 1 جهاز الدوران

الفكرة الرئيسة ينقل جهاز الدوران الدم لتزويد الخلايا بمواد مهمة، منها الأكسجين، وتخليصها من الفضلات، ومنها ثاني أكسيد الكربون.

6 – 2 الجهاز التنفسي

الفكرة الرئيسة وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الهواء الجوي الداخل للرئتين والدم من ناحية، وبين الدم وخلايا الجسم من ناحية أخرى.

6 – 3 الجهاز الإخراجي

الفكرة الرئيسة 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تجربة استهلالية

ما التغيرات التي تحدث في الجسم عند أداء تمرين رياضي؟

يتم تزويد أجهزة الجسم ـ ومنها جهازا التنفس والدوران ـ 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. املأ 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. أعدَّ قائمة باستجابات أجهزة الجسم التي حددتها في أثناء أداء التمرين.

التحليل

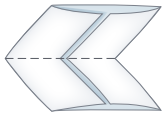
1. **اعمل** لوحة تبين فيها كيف ترتبط هذه الاستجابات بعضها مع بعض.
2. **حلّل** كيف تساعد إحدى استجابات الجسم المدونة في القائمة على تنظيم بيئته الداخلية؟

المطويات
منظمات الأفكار

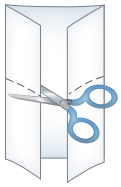
فصائل الدم ABO اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تحديد فصائل الدم الأربع A, B, AB, O.

الخطوة 1: اثن ورقة من دفتر الملاحظات طوليًّا 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**، ودوّن ما تعلمته عن فصائل الدم الأربع A، B، AB، O خلال دراستك للفصل.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

6-1

الأهداف

- **تحدد** الوظائف الأساسية لجهاز الدوران.
- **تعمل** مخططًا لتدفق الدم في القلب والجسم.
- **تقارن** بين مكوّنات الدم الرئيسة.

مراجعة المفردات

انقباض العضلة Muscle contraction: يَقْصر طول الخلايا العضلية أو الألياف استجابة للمنبه.

المفردات الجديدة

الشريان	الشعيرة الدموية
الوريد	الصمام
القلب	منظم النبض
البلازما (سائل الدم)	خلية الدم الحمراء
الصفائح الدموية	خلية الدم البيضاء
تصلب الشرايين	

جهاز الدوران Circulatory System

الفكرة الرئيسة **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 ـ جهاز النقل في الجسم ـ الذي يتكون من: الدم، والقلب، والأوعية الدموية والجهاز الليمفي. ويحمل الدم المواد المهمة إلى جميع أجزاء الجسم. ويضخ القلب الدم خلال شبكة ضخمة من الأنابيب 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. وأخيرًا يوزع جهاز الدوران الحرارة على أجزاء الجسم كافة لمساعدته على تنظيم درجة حرارته. ويعد الجهاز الليمفي جزءًا من جهازي الدوران والمناعة. وتعمل هذه الأجهزة كلها للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.

الشكل 1-6

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 برواكساجوراس 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.

في عام 1242م نشر ابن النفيس كتابًا تضمن العديد من الاكتشافات التشريحية، وأهمها نظريته حول الدورة الدموية الصغرى وحول الشريان التاجي.

1452–1519م أجرى ليوناردو دافنشي بحثًا مستفيضًا على جثث البشر، ويقال إنه شرّح نحو 30 جثة في حياته.

1903م أُجري أول تخطيط قلب سجل فيه النشاط الكهربائي للقلب (النبضات).

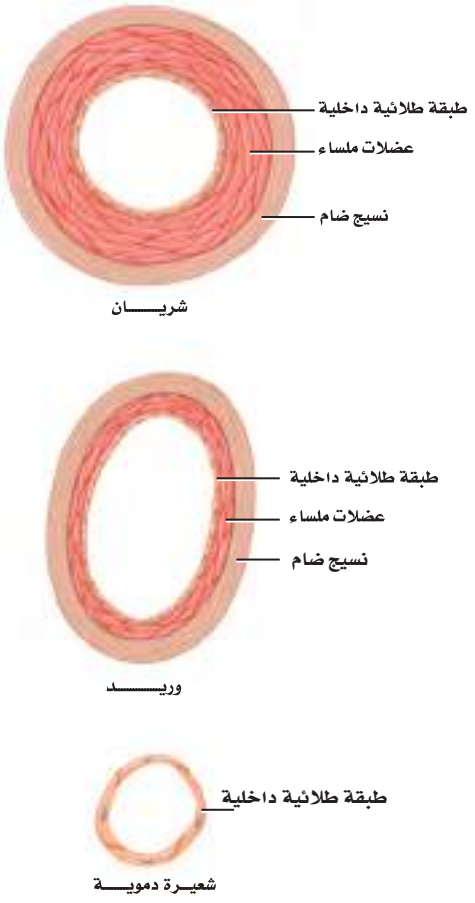
وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الأوعية الدموية Blood Vessels

تفصل المسارات في الطرق السريعة حركة المركبات بعضها عن بعض. كما تتوافر على الطرق السريعة جسور 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، المبينة في **الشكل 2–6**.

الشرايين Arteries يُنقل الدم بعيدًا عن القلب في أوعية دموية كبيرة تُسمى **الشرايين** arteries. وهذه الأوعية الدموية ذات الجدران السميكة مرنة ومتينة. وهي قادرة على تحمُّل 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 سُمك طبقة العضلات الملساء أكبر من الطبقات الأُخرى في الأوعية الدموية الأخرى؛ لكي تتحمَّل ضغط الدم العالي الذي يُضخ من القلب إلى الشرايين.



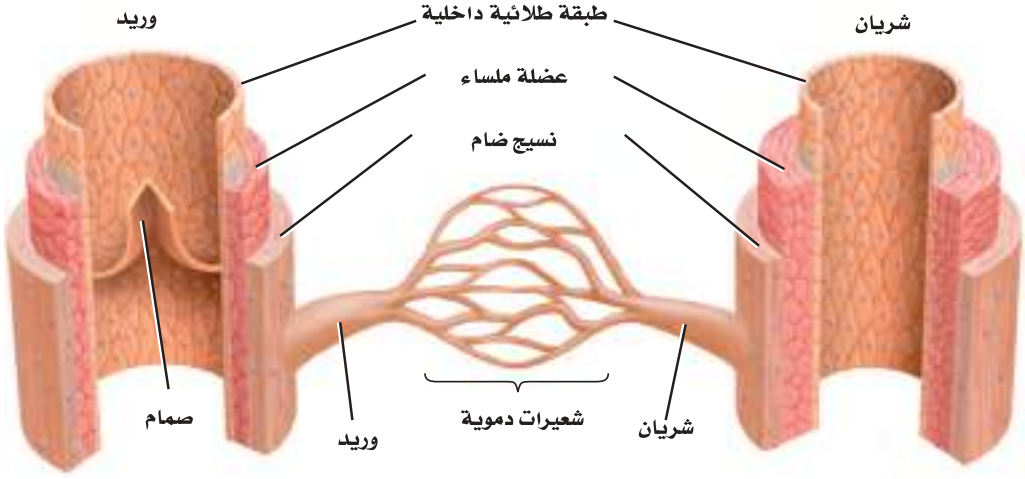
الشكل 2–6 الأوعية الدموية الثلاثة في الجسم هي: الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية.
توقع ما العملية التي تعتقد أن المواد تعبر عن طريقها جدران الشعيرات الدموية؟

1982م تم زراعة أول قلب اصطناعي على يد الجراح ويليام دي فريز

2004م بيّن البحث إمكانية توليد خلايا عضلية جديدة من خلايا جذعية قلبية. ويتيح هذا المجال احتمال اكتشاف طرائق علاج جديدة للمرضى الذين يعانون هبوطًا في القلب.

1940–1941م أسس الدكتور تشارلز درو أول بنك دم لعمليات نقل الدم.

1967–1969م أجرى الجراحون أول عملية زرع قلب. وقد يُبقي القلبُ الاصطناعي المزروعُ المريضَ على قيد الحياة إلى أن يُزرع له قلب آخر من أحد المتبرعين.



■ **الشكل 3-6** يدور الدم في الجسم داخل الأوعية الدموية.

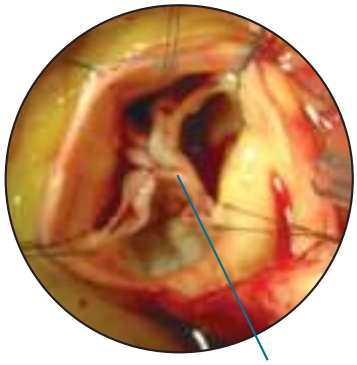
كوّن فرضية كيف يتم تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق قُطْر الأوعية الدموية؟

الشعيرات الدموية Capillaries تفرعات الشرايين في جسم الإنسان تشبه تفرعات أغصان الشجرة؛ إذ يصبح قُطرها أصغر كلما امتدت بعيدًا عن الفرع الرئيس. وتُسمى هذه التفرعات الصغيرة **الشعيرات الدموية** capillaries. ويتم عبر هذه الشعيرات الدموية الدقيقة تبادل المواد والتخلص من الفضلات. ويتكون جدار الشعيرات الدموية من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية، كما في **الشكل 2-6**، لتسمح الشعيرات بتبادل المواد بين الدم وخلايا الجسم بسهولة من خلال عملية الانتشار البسيط. وهذه الشعيرات صغيرة جدًّا، حيث تسمح فقط بمرور خلية دم منفردة خلالها. ويتغير قطر الأوعية الدموية بحسب حاجة الجسم. فمثلاً، عندما تؤدي تمارين رياضية تنشط عضلات الأوعية فتتمدد أو تتوسع، مما يزيد من تدفق الدم إلى العضلات؛ لكي تزود الخلايا بكميات أكبر من الأكسجين، وتتخلص من الفضلات الزائدة.

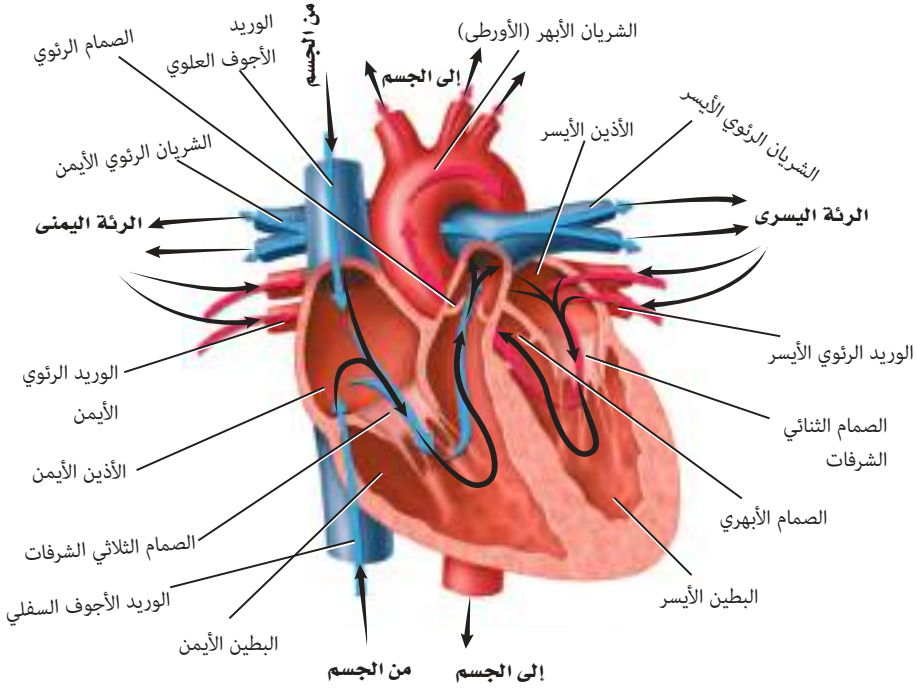
الأوردة Veins بعد أن يمر الدم في الشعيرات الدموية ينتقل إلى أوعية دموية أكبر، وهي **الأوردة** veins؛ حيث تحمل هذه الأوردة الدم الذي يكون تركيز الأكسجين فيه منخفضًا (الدم غير المؤكسج) لتعيده إلى القلب، كما تنقل الدم المؤكسج - في حالة واحدة فقط - من الرئتين إلى القلب. وتكون طبقة العضلات الملساء للوريد أقل سمكًا منها في الشريان. وينخفض ضغط الدم عندما يندفع داخل الشعيرات الدموية متجهًا إلى الأوردة. ففي الوقت الذي يندفع فيه الدم إلى الأوردة تقل فاعلية قوة دفع القلب للدم. فكيف يستمر الدم في الدوران؟ يوجد الكثير من الأوردة قريبة من العضلات الهيكلية التي تساعد الدم على الدوران في حال انقباضها. وتحتوي الأوردة الكبيرة في الجسم على ثنيات من نسيج تُسمى **الصمام** valve، كما في **الشكل 3-6**؛ لتمنع الدم من الرجوع في الاتجاه المعاكس لجريانه. وأخيرًا، فإن الحركات التنفسية تشكّل ضغطًا على الأوردة في منطقة الصدر لتجبر الدم على العودة إلى القلب.

ماذا قرأت؟ صف الاختلاف بين تركيب الأوردة، والشرايين والشعيرات الدموية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



الصمام الأبهري – في وضع مغلق



■ **الشكل 4–6** تشير الأسهم إلى مسار الدم في أثناء دورانه في القلب.

اعمل مخططًا تتبع فيه مسار الدم في القلب.

القلب Heart

القلب عضو عضلي بحجم قبضة اليد، يوجد في منتصف الصدر. يؤدي القلب وظيفتي ضخ في الوقت نفسه، فيضخ الدم المؤكسج إلى سائر الجسم، ويضخ الدم غير المؤكسج إلى الرئتين. وقد ينبض قلب الإنسان أكثر من بليوني مرة خلال فترة حياته.

تركيب القلب Structure of the heart تذكر من الفصل الرابع أن القلب heart يتكون من عضلات قلبية. ويستطيع القلب توصيل السيال الكهربائي اللازم لانقباض هذه العضلات. ويقسم القلب إلى أربعة أجزاء تُسمى الحجرات، **الشكل 4 –6**؛ منها حجرتان تشكّلان الجزء العلوي من القلب، هما الأذينان الأيمن والأيسر اللذان يستقبلان الدم العائد إلى القلب، وتحتهما حجرتا الجزء السفلي وهما البطينان الأيمن والأيسر اللذان يضخان الدم بعيدًا عن القلب. كما يفصل الجانبَ الأيمن من القلب عن الجانب الأيسر جدارٌ عضلي قوي. والجدار العضلي بين الأذينين أقل سمكًا منه بين البطينين. ويعود ذلك إلى صغر حجم العمل الذي يؤديه الأذينان بالمقارنة بعمل البطينين.

لاحظ الصمامات في **الشكل 4 – 6** التي تفصل الأذينين عن البطينين، وتحافظ على جريان الدم في اتجاه واحد. كما توجد صمامات أيضًا بين كل بطين والأوعية الدموية الكبيرة التي تنقل الدم بعيدًا عن القلب، ومنها الصمام الأبهري المبين في **الشكل 4 – 6**، وهو مغلق.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي وظائف التمارين الرياضية

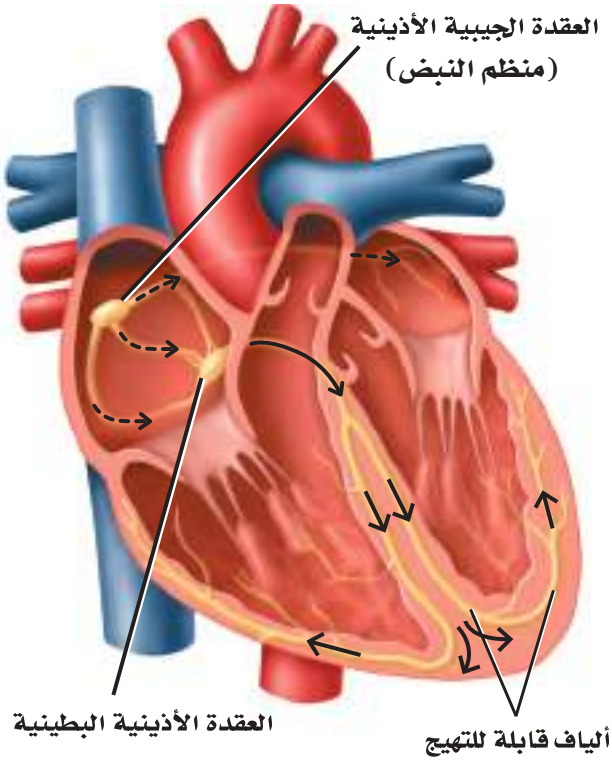
Exercise physiologist: يُطلق على العلماء الذين يدرسون أثر التمارين الرياضية في الجسم اختصاصيي وظائف التمارين الرياضية؛ فهم يطورون برامج للتمارين، ويُجرون الفحوص الطبية بوصفها اختبارات الجهد. وتتضمن وظيفتهم مراقبة نشاط القلب ومستويات ضغط الدم.

كيف ينبض القلب؟ How the heart beats? ينقسم عمل القلب إلى مرحلتين. ففي المرحلة الأولى يمتلئ الأذينان بالدم، وينقبضان بعد ذلك ليمتلئ البطينان بالدم. أما في المرحلة الثانية فينقبض البطينان، ويُضخ 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 داخليًّا يتعلق بحاجة الجسم إلى الأكسجين، فتستجيب له بضبط سرعة القلب. وتسبب هذه الإشارة الصادرة عن العقدة الجيبية الأذينية انقباض الأذينين، ثم تنتقل هذه الإشارة بعد ذلك إلى منطقة أخرى من القلب تُسمى العقدة الأذينية البطينية، المبينة في **الشكل 5 –6**، كما تنتقل عبر الألياف مسببة انقباض البطينين. وهذا الانقباض ـ الذي ينقسم إلى مرحلتين ـ يشكل نبضة القلب الكاملة.

النبض Pulse ينبض القلب 70 مرة تقريبًا في الدقيقة. فإذا لمست رسغك من الداخل عند أسفل الإبهام فسوف تشعر بهذا النبض في شريان يدك يرتفع أو ينخفض. وهذا النبض تبادل بين انقباض جدار الشريان وانبساطه، وينتجان 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. ويلي 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).



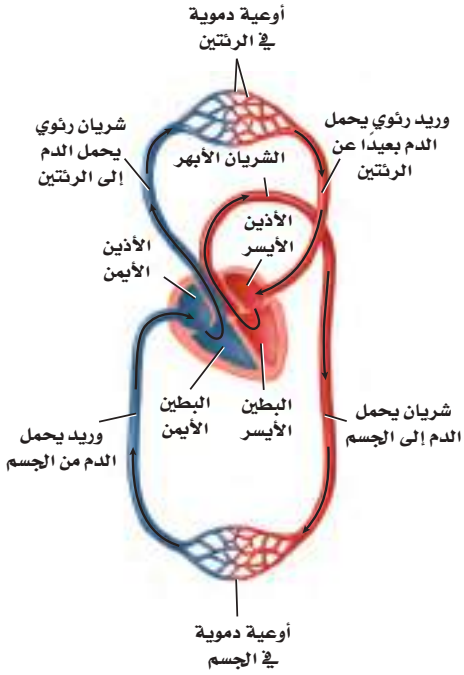
■ **الشكل 5–6** تحفز العقدة الجيبية الأذينية انقباض القلب، الذي يمتد عبر الأذينين إلى العقدة الأذينية البطينية. وتنقل العقدة الأذينية البطينية الإشارة عبر الألياف القابلة للتهيج التي تنبه كلًّا من البطينين.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تدفق الدم في الجسم Blood flow in the body إذا تتبعت حركة الدم في **الشكل 6–6** تلاحظ 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 منخفضًا، ولكنه محمَّل بثاني أكسيد الكربون. ويكون لون الدم في هذه الحالة أحمر داكنًا. 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 الملامسة 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 فاتحًا من الأذين الأيسر للقلب إلى البطين الأيسر ليُضَخ 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 مبيَّن في **الشكل 6 –6**، ثم ينتقل الدم من الأذين الأيسر إلى البطين الأيسر. يضخ البطين الأيسر الدم إلى الشريان الأكبر في الجسم، وهو الشريان الأبهر (الأورطي)، فيندفع الدم في النهاية إلى الشعيرات الدموية التي تتفرع في أنحاء الجسم كافة.



الشكل 6 – 6 يتدفق الدم في الجسم من خلال حلقتين أو دورتين.

تجربة 6-1

استقصِ ضغط الدم

كيف يتغير ضغط الدم استجابة لنشاط الجسم؟ يتغير ضغط الدم من يوم لآخر أو من ساعة لأخرى. كما يتأثر بالعوامل الفيزيائية والنفسية والسلوكية والوراثية.

خطوات العمل

1. **املأ** بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. **راقب** كيف يقيس المدرب أو المشرف ضغط الدم بجهاز **قياس ضغط الدم**، وتدرب على ذلك لتقيس ضغط دم زميلك. واستعن **بلوحة ضغط الدم** على تفسير قراءتك.
3. **توقع** كيف يؤثر التمرين في ضغط الدم الانقباضي والانبساطي؟
4. قِس ضغط الدم وقت الاستراحة لأحد أفراد مجموعتك.
5. اطلب إلى الشخص الذي قيس ضغطه أداء تمرين رياضي منتظم مدة دقيقة واحدة.
6. قِس ضغط دمه مرة أخرى، وقارن ذلك بقراءة ضغطه وقت الاستراحة.

التحليل

1. **حدِّد** الثوابت، والمتغيرات المستقلة والتابعة، والضابط في التجربة.
2. **استنتج** هل كانت توقعاتك صحيحة؟ فسّر إجابتك.

ومن الجدير بالذكر أن الشعيرات الدموية تتصل مباشرة بخلايا الجسم. وينطلق الأكسجين من الدم إلى خلايا الجسم عن طريق الانتشار البسيط. وكذلك ينتقل ثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلى الدم بالطريقة نفسها. ويعود الدم غير المؤكسج إلى الأذين الأيمن عبر الأوردة.

مكوّنات 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. وتشكّل البلازما plasma أكثر من 50 % من الدم. ويشكّل الماء 90 % من مكوّناتها، أما الـ 10 % الباقية منها فمواد ذائبة. وتنقل البلازما ما يتحلل من الغذاء الذي تم هضمه، ومنه الجلوكوز والأحماض الأمينية بالاضافة الى 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 فتكوِّن خثرات الدم.

ماذا قرأت؟ وضّح وظيفة البلازما.

خلايا الدم الحمراء Red Blood Cells تحمل خلايا الدم الحمراء الأكسجين إلى خلايا الجسم. وتشبه خلايا الدم الحمراء قرصًا مقعر الوجهين. كما في **الشكل 7–6**. تذكّر أن خلايا الدم الحمراء تتكون في نخاع العظم الأحمر (الجزء المركزي في العظام الكبيرة). ولا يوجد نوًى في خلايا الدم الحمراء، وهي تعيش 120 يومًا فقط.

الشكل 7–6 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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تتكـون خلايـا الـدم الحمراء عـادة مـن بروتينات تحتـوي على الحديد، وتُسـمى الهيموجلوبيـن، الذي يتّحد كيميائيًّا بجزيئات الأكسـجين، ثـم يحملها إلى خلايا الجسـم. ويحمـل الهيموجلوبيـن أيضًـا جزءًا من ثاني أكسـيد الكربـون، وتحمل البلازما معظمه.

الصفائح الدموية Platelets لعلك جُرحت يومًا، فلاحظت أن الدم النازف من مكان الجرح يقل تدريجيًّا، حتى يتوقف خلال فترة قصيرة، فتتكون بعد ذلك خثرة الدم التي تشكّل القشرة. و**الصفائح الدموية** platelets أجزاء من خلايا تؤدي دورًا مهمًّا في تكوين خثرة الدم.

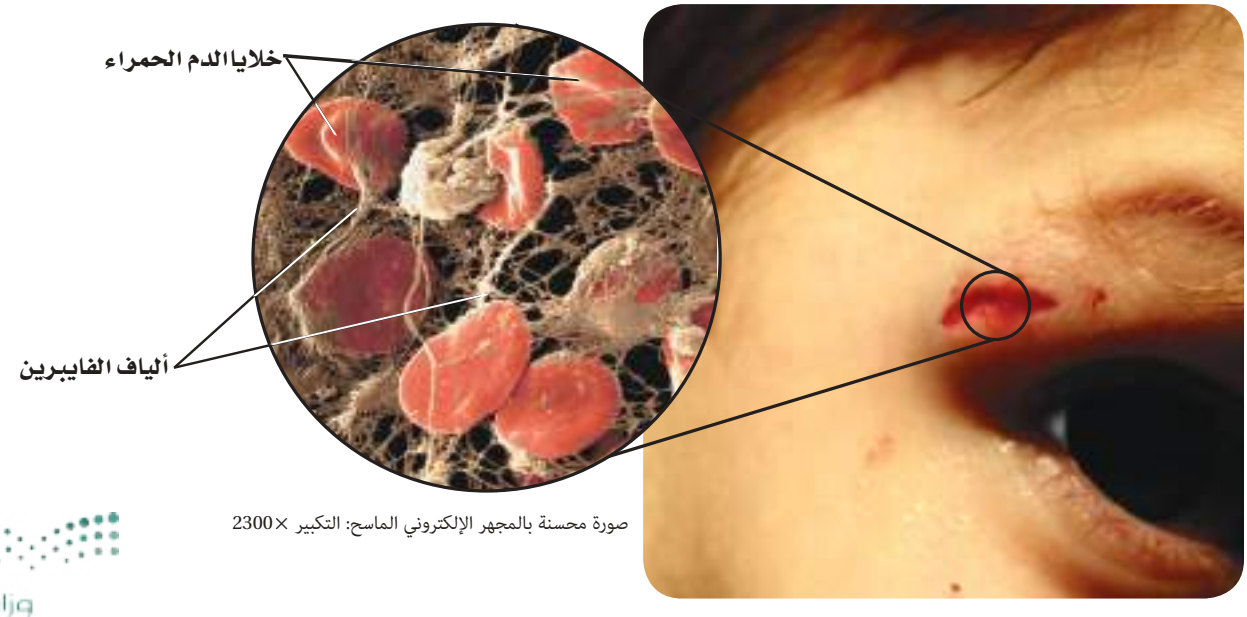
فعندمـا يتضـرر وعاء دمـوي أو يقطع تتجمع الصفائـح الدموية، وتلتصـق معًا في مـكان الجـرح. وتطلق هـذه الصفائح مواد كيميائيـة لتنتج بروتينًا يُسـمى فايبرين؛ أو عامل التخثر، فينسـج الفايبرين شـبكة من الألياف عبـر الجرح لحجز الصفائح الدموية وخلايا الدم الحمراء، كما في **الشكل 8-6**. وتتكون الخثرة كلما تجمعت صفائح دموية وخلايا دم حمراء أكثر في مكان الإصابة.

خلايـا الدم البيضـاء White Blood Cells خلايا الـدم البيضاء هي التي تقاوم الأمـراض. وتتكـون **خلايا الـدم البيضـاء** white blood cells في نخـاع العظام، مثـل خلايا الـدم الحمراء. وتميـز بعض خلايا الـدم البيضاء المخلوقـات الدقيقة التي تسـبب أمراضًا ـ ومنها البكتيريا ـ لتحذر الجسـم من هذا الغزو. وتُنتج خلايا الدم البيضاء الأخرى مواد كيميائية لمقاومة الأجسام الغازية؛ إذ تحيط خلايا الدم البيضاء بالأجسام الغريبة وتقتلها.

تختلـف خلايا الدم البيضاء عن الحمراء فـي أكثر من وجه؛ حيث ينتقل الكثير من خلايـا الـدم البيضـاء من نخاع العظـم إلى مواقع أخـرى في الجسـم لكي تنضج. وعدد خلايا الدم البيضاء أقل جدًّا 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 شهورًا أو سنوات.

إرشادات الدراسة

منظـم الأفـكار اعمـل خريطة للكلمـات تحـوي كلمـة (دم) داخـل دائـرة كبيـرة فـي المنتصـف. وضَـعْ كلًّا مـن الكلمـات الآتيـة: (مكوناتـه، فصائـل الدم، دورة دمويـة، القلب) في دوائـر صغيرة حول الدائـرة الكبيرة. ثم ابحـث عن معلومـات درسـتها في هذا الفصل، وأضفها في المكان المناسـب في الدوائـر الصغيرة المحيطـة بالدائرة الكبيرة.



الشـكل 8-6 تتكـون الخثـرة نتيجـة احتجـاز خيـوط الفايبريـن خلايـا الـدم والصفائح الدموية.

صورة محسنة بالمجهر الإلكتروني الماسح: التكبير ×2300

فصائل الدم Blood Types

كيف تعرف فصيلة دمك؟ هناك جزيئات محددة تُسمى مولّدات 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 وAB وB وA. 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.

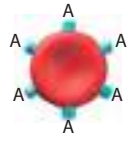
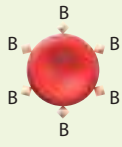
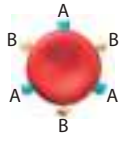
أهمية فصائل الدم إذا احتجت يومًا إلى نقل دم فلا ينقل إليك إلا نوع محدد من الدم، كما في **الجدول 1–6**. ويعود ذلك إلى احتواء بلازما الدم على بروتينات تُسمى الأجسام المضادة. وهذه الأجسام المضادة تميز خلايا الدم الحمراء التي تحمل علامات غريبة، فيؤدي ذلك إلى تكتل هذه الخلايا معًا. فإذا كانت فصيلة دمك B مثلًا فإن دمك يحوي أجسامًا مضادة تجعل خلايا الدم التي تحمل مولد ضد A تتجمع وتترسب. فإذا نُقل إليك دم A فإن البروتينات المتجمعة تجعل خلايا فصيلة دم A تتكتل معًا. ويشكّل تكتل خلايا الدم هذا خطرًا على الإنسان؛ لأنه قد يسد مجرى الدم.

العامل الريزيسي Rh توجد علامة أخرى على سطح خلايا الدم الحمراء وتُسمى العامل الريزيسي Rh. وينقسم الدم البشري إلى Rh موجب، وRh سالب. ويسبِّب العامل الريزيسي مضاعفات إذا نُقل دم من شخص موجب العامل الريزيسي Rh^+ – يحمل علامة أو مولد الضد– إلى شخص سالب العامل الريزيسي Rh^- – لا يحمل مولد الضد– إذ ينتج عن ذلك تكتل خلايا الدم الحمراء؛ لأن دم الشخص Rh^- يكوّن أجسامًا مضادة ضد خلايا الشخص Rh^+.

ويمكن أن يسبب عامل Rh مضاعفات وتعقيدات في أثناء فترة الحمل. فإذا اختلط دم الجنين Rh^+ بدم الأم Rh^- يصبح لدى الأم أجسام مضادة لعامل Rh^+.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

الجدول 1–6	فصائل الدم			
فصيلة الدم	A	B	AB	O
مولد الضد الأجسام المضادة	**مولد الضد** A **الأجسام المضادة:** المضادة لـ B	**مولد الضد** B **الأجسام المضادة:** المضادة لـ A	**مولد الضد** AB **الأجسام المضادة:** لا يوجد	**لا يوجد مولد الضد.** **الأجسام المضادة:** المضادة لـ A وB
مثال				
يعطي الدم:	A أو AB	B أو AB	AB	O أو A , B , AB
يستقبل الدم من:	A أو O	B أو O	A،B،AB أو O	O

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

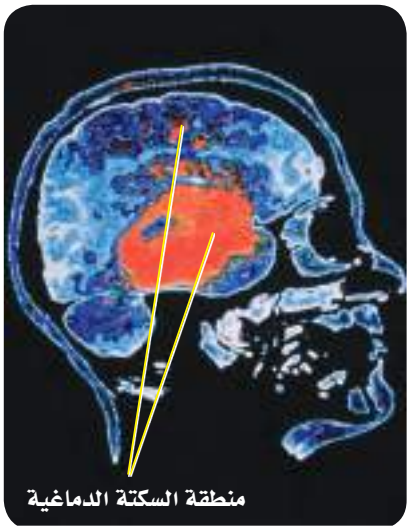
وتتمكن هذه الأجسام المضادة من عبور المشيمة في حالة حمل آخر وتحلل خلايا الدم الحمراء إذا كان الجنين موجب العامل الريزيسي. ويتم إعطاء الأم Rh^- مواد تمنع إنتاج أجسام مضادة لعامل Rh^+ في الدم لتفادي مثل هذه المشكلات.

الربط بالصحة التبرع بالدم هو إجراء طبي تطوعي يتم بنقل الدم أو أحد مركباته من شخص سليم معافى إلى شخص مريض يحتاج للدم. وهذا الإجراء يحتاج إليه الملايين من الناس كل عام؛ فيستخدم أثناء الجراحة أو الحوادث أو بعض الأمراض التي تتطلب نقل بعض مكونات الدم، لقول الله تعالى في إحياء النفس ﴿وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَآ أَحْيَا ٱلنَّاسَ جَمِيعًا﴾ المائدة: 32
لمزيد من المعلومات أرجع إلى موقع البوابة الإلكترونية لوزارة الصحة www.moh.gov.sa

اختلالات جهاز الدوران Circulatory System Disorders

هناك الكثير من الاختلالات التي تصيب كلًّا من الأوعية الدموية والقلب والدماغ، وترتبط مع الجهاز الدوري. إذ ينخفض تدفق الدم الغني بالأكسجين والغذاء في الشرايين عند وجود ترسبات دهنية أو خثرة دم. ويسمي الأطباء حالة انسداد الشرايين **تصلّب الشرايين** atherosclerosis. ومن مؤشرات انسداد الشرايين ارتفاع ضغط الدم ومستوى الكولسترول في الجسم. فعندما ينخفض تدفق الدم أو يُسدّ مجراه يَضخّ القلبُ الدمَ بصعوبة، وقد تنفجر الأوعية الدموية.

ويؤدي تصلب الشرايين إلى سكتات قلبية أو جلطات. ويحدث هذا عندما لا يصل الدم إلى عضلة القلب، فينتج عنه ضرر يصيب عضلة القلب، وقد يؤدي إلى الموت إذا لم تتم معالجته. وتحدث السكتات الدماغية عندما تتكون الخثرات في الأوعية الدموية التي تزود الدماغ بالأكسجين، مما يؤدي إلى انفجار الأوعية الدموية وحدوث نزيف داخلي، كما في **الشكل 9- 6**. ويمكن أن تموت أجزاء من الدماغ إذا لم يصل الأكسجين إلى خلايا الدماغ.



الشكل 9-6 سكتة (جلطة) دماغية مصاحبة لانفجار الأوعية الدموية في الدماغ، كما هو مبين باللون الأحمر.

التقويم 1-6

الخلاصة

- 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.
- يصنَّف الدم إلى أربع فصائل هي: O وAB وB وA.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **وضّح** الوظائف الرئيسة لجهاز الدوران.
2. **اعمل** مخططًا 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. **لخّص** وظائف مكوّنات الدم الأربعة.

التفكير الناقد

6. **السبب والنتيجة** ماذا يحدث إذا استقبل منظم النبض إشارات خاطئة من الدماغ ؟
7. **كوِّن فرضية** لماذا تعدّ التمارين الرياضية طريقة للحفاظ على قلب صحي سليم؟
8. **الرياضيات في علم الأحياء** عُدّ المرات التي ينبض فيها قلبك خلال 15 ثانية. ما سرعة نبضات قلبك في الدقيقة؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

6-2

الأهداف

- **تميز** بين التنفس الداخلي والخارجي.
- **توضح** 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
القصبة الهوائية
القصيبات الهوائية
الرئة
الحويصلات الهوائية

الجهاز التنفسي Respiratory System

الفكرة الرئيسة وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثاني 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.

أهمية التنفس The Importance of Respiration

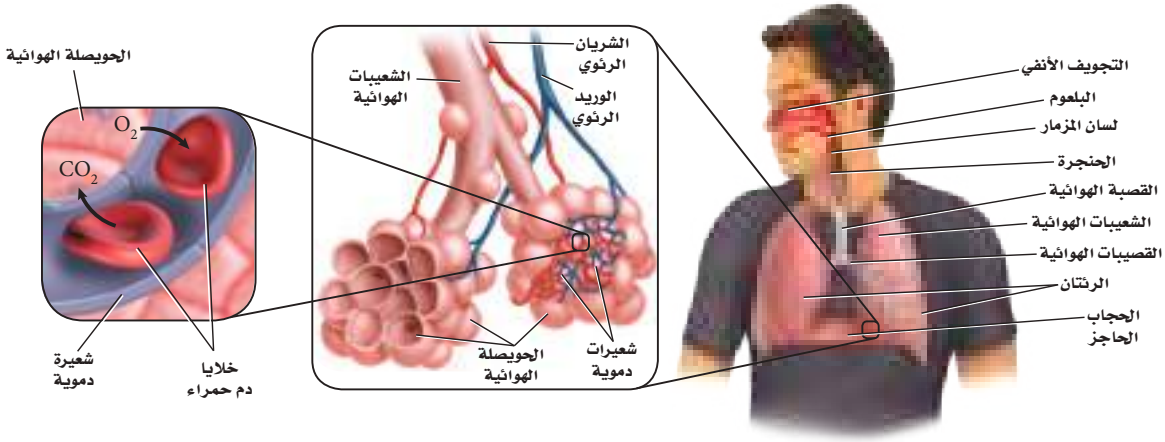
تحتاج خلايا الجسم إلى الأكسجين، حيث تستخدم الخلايا الأكسجين والجلوكوز لتنتج جزيئات ATP الغنية بالطاقة، التي يحتاج إليها الجسم للقيام بعمليات الأيض (عملياته الحيوية). وتُسمى هذه العملية التنفس الخلوي، وهي تطلق طاقة وثاني أكسيد الكربون وماء.

الحركات التنفسية والتنفس Breathing and Respiration

إن وظيفة جهاز التنفس هي استمرار التنفس الخلوي، بتزويد خلايا الجسم بالأكسجين، وتخليصها من ثاني أكسيد الكربون والفضلات. ويقوم جهاز التنفس بعمليتين، هما **الحركات التنفسية** Breathing، والتنفس Respiration. ففي العملية الأولى يجب أن يدخل الهواء الجسم عن طريق عمليتي الشهيق والزفير، وهما حركتا الهواء الآليتان من الرئتين وإليهما. ويوضح **الشكل 10–6** 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.

الشكل 10–6 يمكن رؤية هواء الزفير في ليلة باردة.
استنتج فيم يختلف هواء الشهيق عن هواء الزفير؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



مسار الهواء The Path of Air

يتكون الجهاز التنفسي من: الأنف، والبلعوم، ولسان المزمار والحنجرة، والقصبة الهوائية، والرئتين، والقصيبات الهوائية، والشعيبات الهوائية، والحويصلات الهوائية، والحجاب الحاجز. وينتقل الهواء من خارج الجسم (البيئة المحيطة) إلى الرئتين، ثم إلى الحويصلات، كما في **الشكل 11–6**، حيث يدخل من الفم أو الأنف، فتصفي الشعيرات التي في الأنف– **الشكل 12–6** – الهواء من الغبار والمواد الكبيرة الحجم. في حين تبطن الأهداب التي تشبه الشعر الممرات الهوائية في الأنف والأنابيب التنفسية كافة، فتلتقط المواد العالقة في الهواء، وتوجهها في اتجاه الحلق؛ حتى لا تدخل إلى الرئتين. كما تدفئ الأغشية المخاطية الموجودة تحت الأهداب في الممرات الهوائية الهواءَ وترطّبه، بعد أن تخلصه من المواد العالقة فيه. ويمر الهواء المرشَّح عبر الجزء العلوي للحلق الذي يسمى البلعوم. ويمنع لسان المزمار ـ وهو قطعة نسيج تغطي فتحة الحنجرة ـ 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 **القصيبة الهوائية** bronchus، وهي تؤدي إلى **الرئتين** lungs . والرئتان أكبر عضو في الجهاز التنفسي، حيث يتم فيهما تبادل الغازات. وتتفرع كل قصيبة هوائية إلى أنابيب أصغر تُسمى الشعيبات الهوائية bronchioles. وتستمر هذه الشعيبات 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 رفيعة.

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 خلايا الدم الحمراء، كما في **الشكل 11–6**. وينتقل الأكسجين بعد ذلك إلى خلايا أنسجة الجسم في أثناء عملية التنفس الداخلي. كما ينتقل ثاني أكسيد الكربون في الاتجاه المعاكس نحو الحويصلات؛ أي من الدم إلى جدران الشعيرات الدموية، ثم ينتشر إلى الحويصلات لكي يعود إلى الجو خلال التنفس الخارجي.

ماذا قرأت؟ **استنتج** لماذا يكون تبادل الغازات فعالًا في الحويصلات؟

■ **الشكل 11–6** يصل الهواء إلى الرئتين، حيث يتم تبادل الغازات عبر جدار الشعيرات الدموية.
اعمل مخططًا لتتبع مسار الأكسجين من الغلاف الجوي إلى الحويصلات الهوائية في الرئتين.

المُفردات

أصل الكلمة

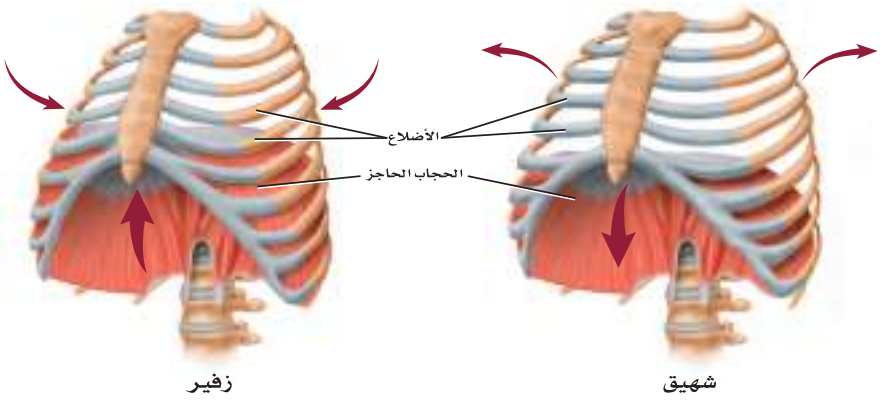
الحويصلة الهوائية (Alveolus)

جاءت من الكلمة اللاتينية alveus وتعني المكان الأجوف.

2000×

أغشية مخاطية

■ **الشكل 12–6** الأهداب الشبيهة بالشعر تبطن الغشاء المخاطي لتجويف الأنف.



■ **الشكل 13–6** تنقبض عضلات القفص الصدري والحجاب الحاجز، ثم تنبسط في أثناء عملية التنفس.

حلّل ما دور ضغط الهواء في عملية التنفس؟

تجربة علمية

ما كمية الهواء التي تستوعبها رئتاك؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

الحركات التنفسية Breathing

يتحكم الدماغ في معدل التنفس عندما يستجيب إلى منبه 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 في 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 اندفاعًا طبيعيًّا بسبب الضغط العالي في الرئتين. تتبع **الشكل 14 –6**؛ لتتعلم كيف يعمل جهازا الدوران والتنفس معًا لتزويد الجسم بالأكسجين الذي يحتاج إليه، وتخليصه من ثاني أكسيد الكربون.

تجربة استهلالية

مراجعة: بناءً على ما قرأته حول التنفس، كيف يُمكنك الآن الإجابة عن أسئلة التَّحليل؟

تجربة 6-2

تعرّف السبب والنتيجة

هل تؤثر التمارين الرياضية في عمليات الأيض؟ عمليات الأيض هي جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في خلايا الجسم. وفي هذه التجربة، ستكتشف كيف يؤثر التمرين الرياضي في جهازي الدوران والتنفس. استنتج كيف يؤثر هذا في عمليات الأيض في الجسم؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. سجّل عدد نبضات القلب وعدد مرات الشهيق في الدقيقة لعشرة من زملائك.
3. دع الطلاب أنفسهم يمشوا مدة خمس دقائق في المكان نفسه. وفي نهاية الوقت سجل عدد نبضات القلب في الدقيقة، وعدد مرات التنفس في الدقيقة لكل طالب.
4. بعد حصول الطلاب على استراحة مدة خمس دقائق، اطلب إليهم المشي السريع في المكان نفسه مدة خمس دقائق، ثم سجل عدد ضربات القلب، وعدد مرات التنفس في الدقيقة.
5. مثّل النتائج **بيانيًّا** على أن يمثل الإحداثي الأفقي عدد مرات التنفس/ الدقيقة، والإحداثي العمودي عدد ضربات القلب/ الدقيقة.

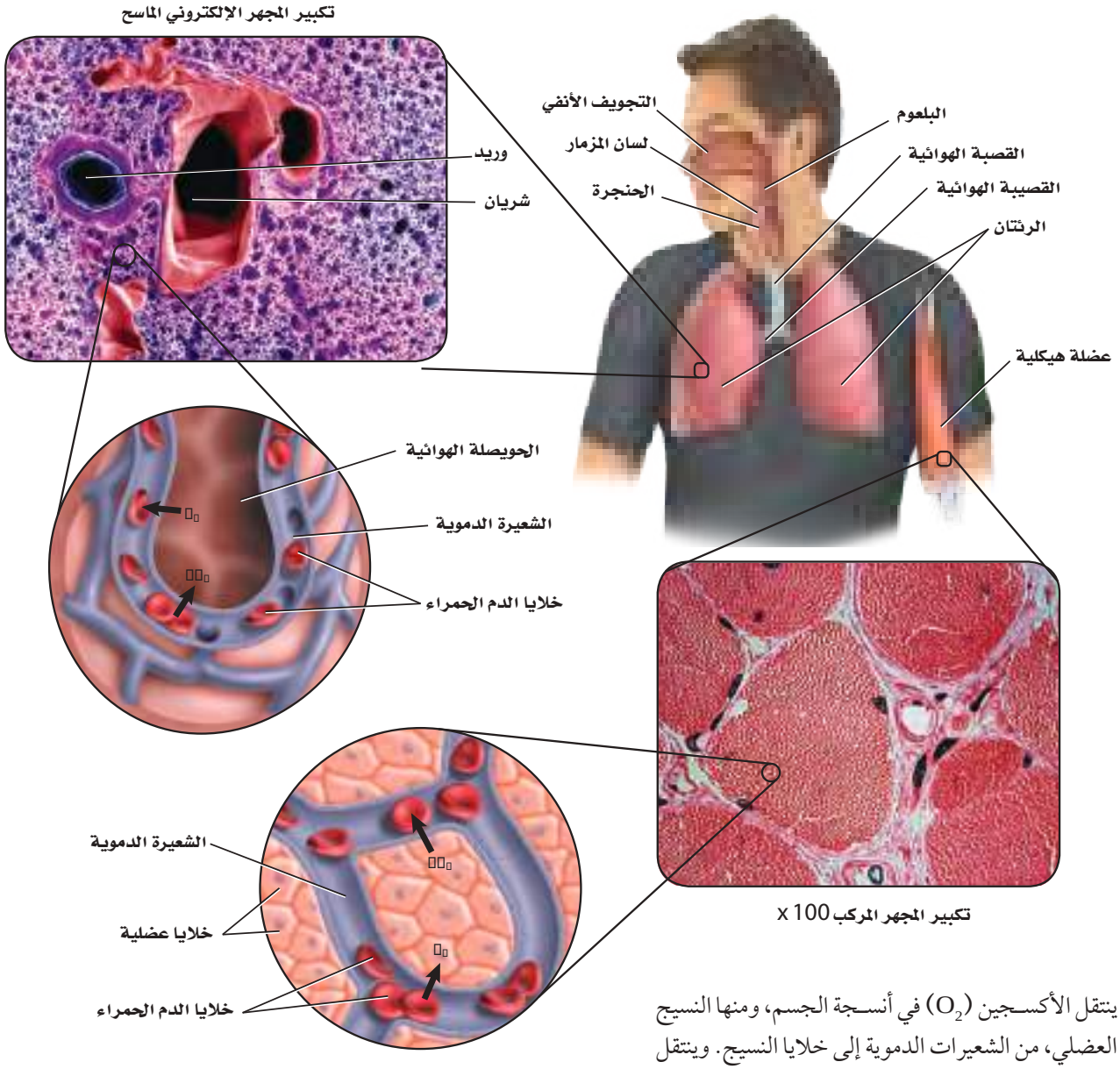
التحليل

1. **فسّر** ما العلاقة بين المتغيرين التابعين للتمرين؛ أيْ 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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

■ **الشكل 14–6** يتم تبادل الغازات في الرئتين، وفي خلايا أنسجة الجسم.

ينتقل الأكسجين المستنشَق 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.

أمراض الجهاز التنفسي Respiratory Disorders

تسبب بعض الأمراض تهيج الجهاز التنفسي والتهابه وإصابته بالعدوى، كما في **الجدول 2 – 6**، مما يؤدي إلى تلف الأنسجة، فتنخفض فاعلية القصيبات والحويصلات الهوائية. وعندما تتلف هذه الأنسجة يصبح التنفس صعبًا. كما يسبب التدخين أيضًا تهيجًا مزمنًا في الأنسجة التنفسية، ويمنع عمليات الأيض في الخلايا. وأخيرًا، يسبب التعرض لمواد في الهواء ـ ومنها حبوب اللقاح ـ مشكلات تنفسية ناتجة عن تفاعلات الحساسية لبعض الناس.

الجدول 2–6 أمراض الجهاز التنفسي الشائعة

المرض	الوصف
الربو	تهيج الممرات الهوائية، مما يؤدي إلى انقباض القصيبات الهوائية وتضيقها.
التهاب القصبات	تُصاب الممرات الهوائية التنفسية بالعدوى، فينتج عن ذلك السعال والمخاط.
انتفاخ الرئة	تتحطم الحويصلات الهوائية، فتقل مساحة السطح اللازم لتبادل الغازات مع شعيرات الدم حول الحويصلات.
التهاب الرئة	إصابة الرئتين بالعدوى، مما يسبب تجمع المواد المخاطية في الحويصلات الهوائية.
السل الرئوي	تصيب بكتيريا معينة الرئتين، فتقلّ مرونة الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات، مما يؤثر في فاعلية تبادل الغازات بين الهواء والدم.
سرطان الرئة	نمو في أنسجة الرئة بصورة غير منضبطة، يؤدي إلى سعال مستمر، وضيق التنفس، والتهاب القصبات والرئة، وقد يؤدي إلى الموت.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي العلاج التنفسي
Respiratory Therapy

يقوم الاختصاصي بدور كبير في فحص وتقييم الرئة ووظائفها، والمحافظة على جهاز تنفسي سليم بضمان سلامة أجزائه، والمحافظة على نسبة الأكسجين في الدم، والعناية بالدورة الدموية الرئوية. كما يكون له دور كبير في إعادة تأهيل المرضى المصابين بأمراض مزمنة أو حادة في الجهاز التنفسي.

التقويم 2–6

الخلاصة

- 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 جهازا التنفس والدوران معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي.
- قد تمنع الأمراض التنفسية حدوث التنفس.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **حدِّد** الوظيفة الرئيسة للجهاز التنفسي.
2. **ميِّز** بين التنفس الداخلي والتنفس الخارجي.
3. **تتبَّع** مسار الهواء ابتداءً من الأنف، حتى وصوله إلى الدم.
4. **صِفْ** آلية حدوث الشهيق والزفير.
5. **استنتج** كيف يعوض الجهاز التنفسي أي خلل يصيب جهاز الدوران؟
6. **صف** ثلاثة أمراض تصيب الجهاز التنفسي.

التفكير الناقد

7. **كوِّن فرضية** حول فائدة تسخين الهواء وترطيبه قبل أن يصل إلى الحويصلات.
8. **الرياضيات في علم الأحياء**

مساحة سطح الحويصلات الكلية في الرئتين حوالي $70\ m^2$. فإذا كانت الرئة الواحدة تحتوي 300 مليون حويصلة هوائية تقريبًا فما مساحة سطح الحويصلة الهوائية الواحدة بوحدة cm^2 ؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

6-3

الأهداف

- **تلخص** وظيفة الكلية في الجسم.
- **تتبع** خطوات تكوين البول والتخلص منه.
- **تميز** بين الترشيح وإعادة الامتصاص في الكلية.

مراجعة المفردات

الرقم الهيدروجيني pH: مقياس درجة حموضة أو قاعدية أي محلول.

المفردات الجديدة

الكلية

اليوريا (البولينا)

الجهاز الإخراجي Excretory System

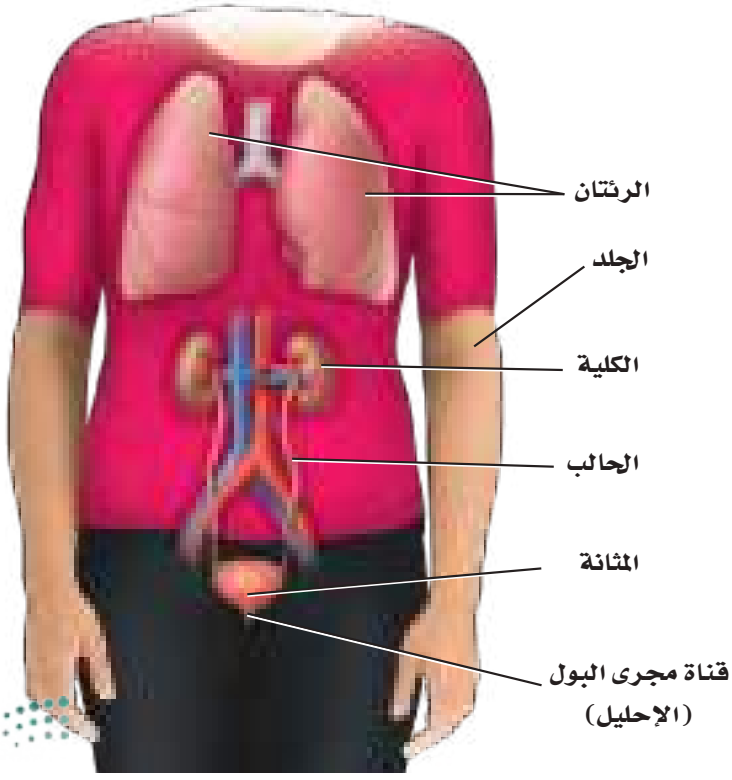
الفكرة الرئيسة **تحافظ الكلى على الاتزان الداخلي عندما تخلص الجسم من الفضلات والماء الزائد، وتحافظ على الرقم الهيدروجيني للدم.**

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.

أجزاء الجهاز الإخراجي Parts of the Excretory System

يُجمِّعُ الجسم الفضلات ـ ومنها السموم وثاني أكسيد الكربون ـ 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**، فتُخرِج الرئتان ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، كما يُخرج الجلد الأملاح والماء مع العرق. ومع ذلك تظل الكليتان عضو الإخراج الرئيس في الجسم.

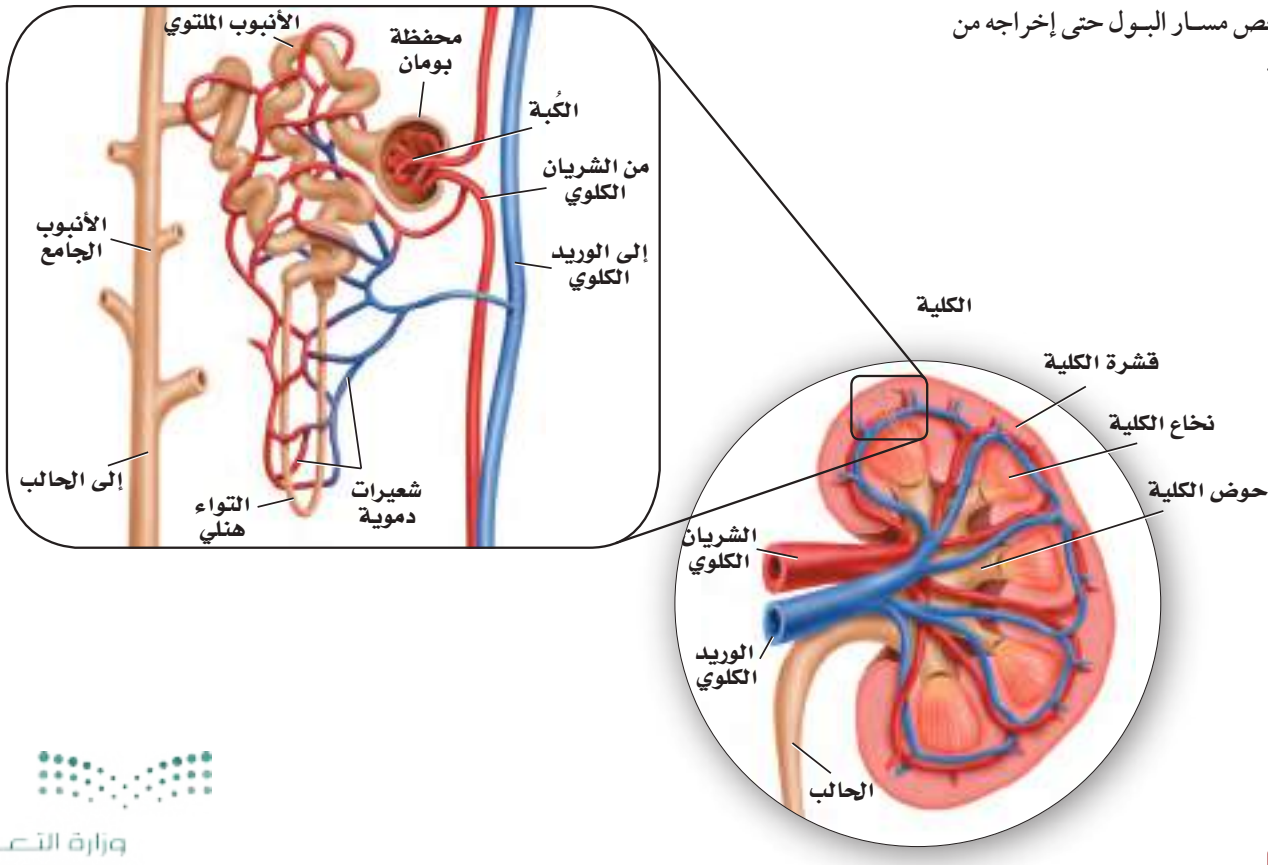


الشكل 15 – 6 تتضمن أعضاء الإخراج الرئتين والجلد والكليتين.

الكليتان The Kidneys

الكليـة kidney ـ كمـا فـي **الشـكل 16 – 6** ـ تشـبه حبـة الفاصوليـاء في شـكلها، وتقوم بترشـيح الفضلات والماء والأملاح من الدم. وتنقسـم الكلية إلى منطقتين مختلفتين: طبقة خارجية تعرف بالقشـرة، وأخرى داخلية تعرف بالنخاع. وتحوي كلتـا الطبقتيـن أنابيب مجهريـة وأوعية دموية. وهناك منطقة وسـط الكلية تُسـمى حـوض الكلية، حيث توجد أجهزة الترشـيح (تقـع بين طبقتي القشـرة والنخاع)، وتصـبّ الأنابيـب الجامعة للبول في حـوض الكلية. انظر **الشـكل 16 – 6**، وأنت تقرأ ما يتعلق بوظيفة الكليتين.

الترشـيح فـي الوحدة الكلويـة Nephron filtration تحتـوي كل كلية على حوالـي مليون وحدة ترشـيح، تُسـمى وحدات كلويـة (نفرونات). ينقل الشـريان الكلـوي الغذاء والفضـلات إلى الكلية، ثم يتفرع إلى أوعيـة دموية أصغر فأصغر، إلى أن يصل إلى شبكة من الشعيرات الدموية الصغيرة في الكبة في محفظة بومان. ويكـون جـدار هذه الشـعيرات رقيقًا جدًّا، والـدم تحت تأثير ضغـط كبير. ونتيجة لذلـك يندفع الماء والمـواد الذائبة فيه ـ ومنها الفضلات النيتروجينية التي تسـمى **يوريـا (بولينـا)** urea خلال جـدار الشـعيرات الدموية إلى محفظة بومـان. وتبقى الجسيمات الأكبر حجمًا ـ ومنها البروتينات وخلايا الدم الحمراء ـ في الدم.



■ **الشكل 16– 6** الوحدات الكلوية هي الوحدات الوظيفية في الكلية.
تتبع لخص مسـار البـول حتى إخراجه من الجسم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

إعادة الامتصاص وتكوين البول Reabsorption and urine formation يندفع السائل الراشح الذي تجمّع في محفظة بومان من خلال الأنابيب الكلوية المكونة من أنابيب ملتوية إلى التواء هنلي، ثم إلى الأنبوب الجامع، المبين في **الشكل 16–6**، فيُعاد امتصاص الكثير من الماء المفقود والمواد المفيدة ـ ومنها الجلوكوز والأملاح المعدنية ـ إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالأنابيب الكلوية. وتسمى هذه العملية إعادة الامتصاص. وتمر السوائل الزائدة والسموم من الشعيرات الدموية إلى الأنبوب الجامع، وهذه المواد والفضلات تُسمى البول، الذي يخرج من الكلية عبر قناة الحالب، كما في **الشكل 16–6**، ويخزن بعد ذلك في المثانة، ليخرج بعد ذلك من الجسم عبر قناة مجرى البول.

وتُرشح كل كلية نحو 180 L من الدم يوميًّا عند الشخص البالغ، لكنها تنتج 1.5 L فقط من البول. وتحتاج عملية الترشيح وإعادة الامتصاص من الدم إلى قدر كبير من الطاقة؛ فعلى الرغم من أن الكليتين تشكّلان 1%من وزن الجسم، إلا أنهما تستخدمان 25% – 20 من الأكسجين الذي يحصل عليه الجسم لسد احتياجاتها من الطاقة.

الربط مع الكيمياء تساعد الكلية على الحفاظ على الرقم الهيدروجيني في الدم، وتنظيمه عن طريق حفظ توازن الحمض والقاعدة. تذكّر أن انخفاض درجة الحموضة ينتج عن زيادة أيونات الهيدروجين (H^+). وعندما تنخفض درجة الحموضة في الجسم ترفع الكلية مقدار درجة الحموضة في الجسم عن طريق إفراز أيونات الهيدروجين (H^+) والأمونيا في الأنابيب الكلوية. وتستطيع الكلية خفض مستوى درجة الحموضة عن طريق إعادة امتصاص المحاليل المنظمة، ومنها البيكربونات وأيونات الصوديوم Na^+. ولأن العمليات الحيوية تتطلب أن يكون الرقم الهيدروجيني بين 6.5 إلى 7.5 فإن الكلية تحافظ على الاتزان الداخلي عن طريق المحافظة على الرقم الهيدروجيني عند هذا المستوى.

مختبر تحليل البيانات 1-6

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير البيانات

كيف تؤثر الظروف القاسية في معدل فقدان الجسم اليومي للماء؟

يحصل الجسم على الماء عن طريق امتصاصه من خلال القناة الهضمية. ويفقد الجسم الماء بالدرجة الأولى عن طريق إفراز البول والعرق، وبخار الماء من الرئتين.

التفكير الناقد

1. **حدد** ما المصدر الرئيس لفقدان الماء في الطقس العادي الطبيعي؟
2. **كوّن فرضية** لماذا يتم فقدان الماء عن طريق العرق أكثر من البول عند بذل جهد كبير في أثناء تأدية التمارين الرياضية؟
3. **احسب** ما نسبة فقدان الماء في الحالات الثلاث؟

البيانات والملاحظات

يبين الجدول الآتي البيانات التي جمعت في الطقس العادي الطبيعي، والطقس الحار، وعند القيام بتمرين رياضي مجهد:

المعدل اليومي لفقدان الماء في الإنسان (mL)

المصدر	درجة الحرارة العادية	درجة الحرارة العالية	تمرين مجهد
الكليتان	1500	1400	750
الجلد	450	1800	5000
الرئتان	450	350	650

أخذت البيانات في هذا المختبر من: Beers, M.2003. The Merck Manual of Medical Information, Second Edition West Point, PA: Merck and Co.Inc

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 منتصفه. وتبدأ إصابة الكلية عادة بإصابة المثانة بالالتهابات، ثم تنتقل هذه الالتهابات إلى الكلية. كما يسبب انسدادُ الكلية إصابتَها بالالتهابات. وإذا لم تعالج الإصابة تحدث ندوب في الكلية، وربما تتعطل وظيفتها. 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 الكُبيبات، كما في **الجدول 3 – 6**. ويحدث هذا الأمر لعدة أسباب، منها استقرار مواد كبيرة الحجم تنساب 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 الحمية، 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 جدًّا. ويمكن تحطيم الحصى الكبيرة بالموجات فوق الصوتية لتمر بعدها إلى خارج الجسم، كما تحتاج بعض الحالات أحيانًا إلى الجراحة لإزالتها.

وتُحدِث 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 ـ ومنها الكالسيوم ـ كتلاً صلبة.

المفردات

مفردات أكاديمية

يثبط Inhibit: يقيد أو يمنع عمل أو وظيفة ما.

تركيز البروتين في الدم يثبط العضو عن إنتاج كمية أكبر من البروتين نفسه.

الجدول 3–6

أمراض الجهاز الإخراجي الشائعة

اضطرابات الإخراج	الوصف
التهاب الوحدة الكلوية	يؤدي التهاب الكبيبات إلى التهاب الكلية كلها، لذا تفشل في أداء وظيفتها إذا لم تعالج.
حصى الكلى	تمرّ الترسبات الصلبة التي تتكون في الكلية عن طريق البول إلى خارج الجسم، أما الحصى الكبيرة في الكلى فتسد مجرى البول أو تهيج القناة البولية، مما يسبب العدوى.
انسداد القناة البولية	تسبب التشوهات الخلقية عند الولادة انسداد مجرى البول. وإذا لم يتم معالجة هذه الحالة يحدث ضرر دائم في الكلى.
مرض الكلى العديد التكيس	هذه حالة وراثية تتميز بنمو أكياس كثيرة مليئة بالسائل في الكلى. ويقلل هذا الاعتلال من وظيفة الكلية، وربما يقود إلى الفشل الكلوي.
سرطان الكلية	نمو غير منضبط، يبدأ بالخلايا المبطنة للأنابيب 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

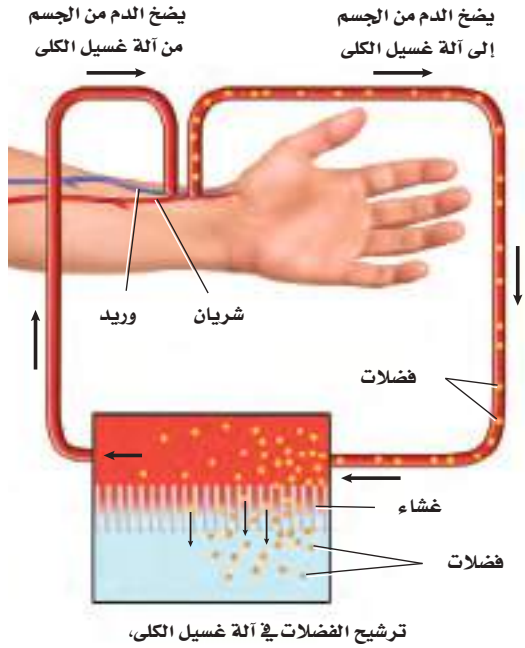
معالجة الكلية Kidney Treatments

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 المبطِّن للبطن (الغشاء الصفاقي) عمل كلية صناعية، فيملأ 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 لزرع الكلى عدد الكلى المتوافرة للزراعة كثيرًا.

ومن المضاعفات الرئيسة للزراعة رفض الجسم المتوقع للعضو. وتتم معالجة رفض الجسم للكلية المزروعة عن طريق العقاقير ـ ومنها السيترويدات والسايكلوسبورين ـ التي يتناولها المريض؛ لكيلا يرفض جسمه الكلية المزروعة. ويحتاج الكثير ممن تزرع لهم الكلى إلى علاج ارتفاع ضغط الدم ومنع حدوث العدوى.



ترشيح الفضلات في آلة غسيل الكلى، من الدم خلال غشاء اصطناعي

■ **الشكل 18 –6** يستخدم جهاز غسيل الكلى لترشيح الفضلات والمواد السامة من دم المريض.

الربط مع رؤية 2030

الربط الصحة

صدرت فتوى هيئة كبار العلماء من رئاسة إدارات البحوث العلمية والإفتاء والدعوة والإرشاد في عام 1402هـ بجواز تبرع الإنسان الحي بنقل عضو منه أو جزء من عضو إلى مسلم مضطر إلى ذلك؛ وذلك للحفاظ على حياته، قال الله تعالى: ﴿... وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَآ أَحْيَا ٱلنَّاسَ جَمِيعًا ...﴿٣٢﴾﴾ المائدة. وقال رسول الله ﷺ: «تَرَى الْمُؤْمِنِينَ فِي تَرَاحُمِهِمْ وَتَوَادِّهِمْ وَتَعَاطُفِهِمْ كَمَثَلِ الْجَسَدِ إِذَا اشْتَكَى منهُ عُضْو تَدَاعَى لَهُ سَائِرُ جَسَدِهِ بِالسَّهَرِ وَالْحُمَّى». متفق عليه. ولقد أنشأت وزارة الصحة عام 1404هـ المركز الوطني للكلى، الذي تغيّر اسمه في عام 1413هـ إلى المركز السعودي لزراعة الأعضاء؛ لتتوسع بذلك نشاطاته في مختلف مجالات زراعة الأعضاء.

لمزيد من المعلومات أرجع إلى الموقع الإلكتروني للمركز السعودي لزراعة الأعضاء http: / /www.scot.gov.sa

التقويم 3–6

الخلاصة

- الكليتان عضو الإخراج الرئيس في الجسم.
- الوحدات الكلوية وحدات ترشيح مستقلة في الكلى.
- يعاد امتصاص الماء والمواد المهمة إلى الدم بعد الترشيح.
- تنتج الكلى فضلات تسمى البول.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **فسِّر** كيف تساعد الكلى على الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم؟
2. **صف** الوحدة الكلوية والبولينا.
3. **ارسم مخططًا** يبين التخلص من الفضلات، ابتداءً من محفظة بومان حتى قناة مجرى البول.
4. **قارن** بين الترشيح وإعادة الامتصاص في الوحدة الكلوية.
5. **حدِّد** ثلاثة أنواع من اعتلالات الكلية.

التفكير الناقد

6. **كوِّن فرضية** لماذا يسبب الفشل الكلوي الموت؟
7. الكتابة في علم الأحياء ابحث عن أثر تناول نظام غذائي غني بالبروتين في الجهاز الإخراجي. لخّص نتائج بحثك لأفراد المجتمع المحلي.
8. الرياضيات في علم الأحياء احسب معدل كمية البول التي ينتجها الجسم في الأسبوع.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الزئبق والبيئة

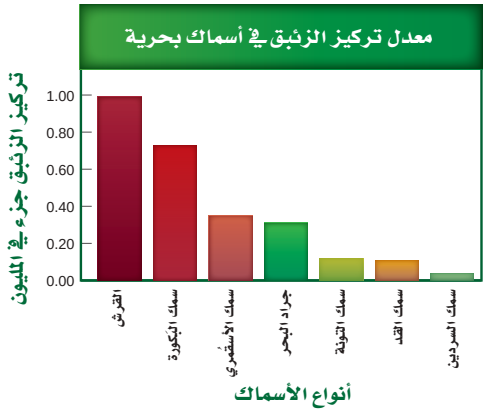
في عام 1950م أُصيبَ الكثير من المقيمين في المنطقة المحيطة بخليج ميراما في جنوب غرب اليابان بمرضٍ يسبب تلفًا في الدماغ، وتشوهات في الولادة، وقد يؤدي إلى الموت أحيانًا. وقد وجد العلماء أن سبب ذلك هو إلقاء المصانع للزئبق في ماء الخليج. وقد مرضَ الكثير ممن أكلوا السمك الملوث بالزئبق.

مصادر الزئبق الزئبق معدن سائل عند درجة حرارة الغرفة. ويكوِّن 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 مكابّ 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.

الزئبق وتأثيره يعدّ السمك والمحار غذاءً مهمًّا وطعامًا صحيًّا؛ 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 الحامل 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 أسبوعيًّا. ويحتوي سمك البَكورة زئبقًا أكثر من التونا الخفيفة المعلبة، لذا يجب ألا تأكل النساء أكثر من 170 g أسبوعيًّا منه. ويجب أن يتّبع 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.

مختبر الأحياء

إنترنت: عمل اختيارات صحية إيجابية

الخلفية النظرية: تؤثر كل من الوراثة وأنماط الحياة في الصحة عمومًا. ويتضمن الحصول على الصحة السليمة القيام باختيارات صحيحة تتعلق بالتمارين والتغذية والأدوية وإدارة الضغوط والتدخين. ولأن أجهزة جسم الإنسان تؤدي وظائفها معًا لتحافظ على الاتزان الداخلي للجسم، فإن أي تغيّر في أحد الأجهزة سيؤثر في الصحة عمومًا. في هذا المختبر سوف تصمم عرضًا 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. طوّر خطوطًا عريضة 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 خيارتك الصحية في جسمك.
4. اختر وسائط العرض المتعددة التي تشمل الفيديو والملصقات والكتيبات ... إلخ.
5. شارك زملاءك في عرضك؛ حتى يتمكن الآخرون من الإفادة مما تعلموه.
6. استعمل معلومات التقويم التي زودك بها معلمك لتقويم أثر العرض.

حلل ثم استنتج

1. **صِف** الجمهور المستهدف؟ وكيف تم تطوير المعلومات المتضمنة لتناسب هؤلاء الحضور؟
2. **لخّص** النقاط المهمة في عرضك.
3. **وضح** كيف تؤثر الخيارات الصحية السليمة التي وصفتها في أجهزة جسمك؟
4. **قوّم** هل تعتقد أن عرضك سيؤثر في خيارات زملائك الصحية؟ وضح إجابتك.
5. **انقد العرض** كيف يمكن أن تزيد من فاعلية عرضك؟

مشاركة المجتمع

أبدع اختر واحدًا 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

6 دليل مراجعة الفصل

المطويات **استخلص النتائج.** حدد فصيلة الدم التي تتّصف بأنها مستقبل عام. فسّر إجابتك.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
6–1 جهاز الدوران	
الشريان الشعيرة الدموية الوريد الصمام القلب منظم النبض البلازما (سائل الدم) خلية الدم الحمراء الصفائح الدموية خلية الدم البيضاء تصلب الشرايين	**الفكرة الرئيسة** **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: O وAB وB وA.
6–2 الجهاز التنفسي	
الحركات التنفسية التنفس الخارجي التنفس الداخلي القصبة الهوائية القصيبات الهوائية الرئة الحويصلات الهوائية	**الفكرة الرئيسة** **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 جهازا التنفس والدوران معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي. • قد تمنع الأمراض التنفسية حدوث عملية التنفس.
6–3 الجهاز الإخراجي	
الكلية اليوريا (البولينا)	**الفكرة الرئيسة** **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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

6–1

مراجعة المفردات

اربط بين كل تعريف من الآتي والمصطلح الملائم الموجود في صفحة دليل مراجعة الفصل:

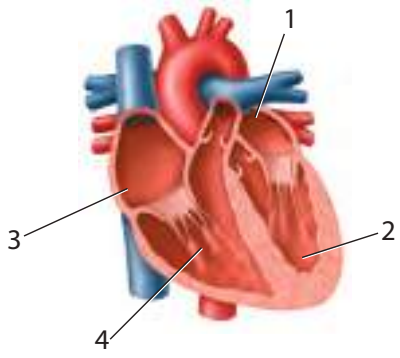
1. الوعاء الدموي الذي يحمل الدم المؤكسج بعيدًا عن القلب.
2. يتعلق بوقف نزف الوعاء الدموي.
3. يحفز القلب على الانقباض.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

4. من أين يخرج الدم بعد أن يغادر القلب؟

a. الأبهر (الأورطى).
b. الشعيرات الدموية.
c. الرئتين.
d. الوريد الرئوي.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 5 ، 6.



5. ما الرقم الذي يمثّل البطين الأيمن؟

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

6. أيّ أجزاء القلب يدخل إليه الدم المؤكسج؟

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

7. إذا أُصيب شخص فصيلة دمه A في أثناء حادث سير، فتطلّب 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.

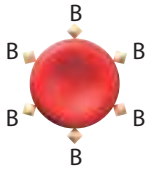
9. إذا قُطع وعاء دموي صغير في يدك فما الذي يؤدي دور المدافع النشط ضد المرض الذي قد يحدث؟

a. البلازما.
b. الصفائح الدموية.
c. خلايا الدم الحمراء.
d. خلايا الدم البيضاء.

أسئلة بنائية

10. **إجابة قصيرة.** قارن بين وظيفة كل من الأذين والبطين.

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 11.



11. **إجابة قصيرة.** ما نوع الدم الذي يمكن أن ينقل إلى شخص يحمل فصيلة الدم المبينة في المخطط أعلاه؟ فسّر إجابتك.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

التفكير الناقد

12. كوِّن فرضية تتعلق بفوائد احتواء القلب على مضختين بدلاً من واحدة داخل العضو نفسه.

13. استنتج. ما فصيلة الدم (AB وB وA وO) الأكثر أهمية في الحالات الطبية الطارئة؟ لماذا؟

6–2

مراجعة المفردات

استخدم المفردات من دليل مراجعة الفصل لتجيب عن الأسئلة الآتية:

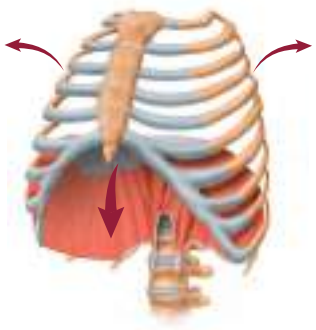
14. أي تركيب يحدث فيه التنفس الخارجي؟

15. ما المصطلح الذي يعبّر عن تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم؟

16. أيّ أجزاء الممرات الهوائية يتفرع من القصبة الهوائية؟

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 17 و 18.



17. ما العملية المبينة في الشكل أعلاه؟

a. الشهيق. **b.** الزفير.
c. التنفس الخلوي. **d.** الترشيح.

18. ما الجزء الذي يتحرك إلى أسفل عندما تنقبض العضلات؟

a. القصبة الهوائية. **b.** الحجاب الحاجز.
c. البلعوم. **d.** الأضلاع.

19. ما العملية التي تتم داخل خلايا الأنسجة في الساقين؟

a. الترشيح. **b.** التنفس الخارجي.
c. الحركات التنفسية. **d.** التنفس الداخلي.

20. ما العملية التي تؤدي إلى رفع الحجاب الحاجز إلى أعلى؟

a. التنفس الخلوي. **b.** الزفير.
c. الشهيق. **d.** التنفس الداخلي.

21. ما الغاز الذي تحتاج إليه جميع الخلايا؟

a. الكبريت. **b.** الهيدروجين.
c. ثاني أكسيد الكربون. **d.** الأكسجين.

22. ما عدد مرات التنفس تقريبًا 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

أسئلة بنائية

23. إجابة قصيرة. ميّز بين الربو والتهاب القصبات وانتفاخ الرئة.

استعمل الصورة الآتية للإجابة عن السؤال 24.

24. إجابة قصيرة. صِفْ وظيفة التركيب الموجود في الصورة أعلاه، وبيّن أين يوجد ذلك التركيب؟

التفكير الناقد

25. كوِّن فرضية حول فائدة التنفس العميق خلال التمرين الرياضي مقارنة بشخص آخر يقوم بالتمرين نفسه، إلا أنه يتنفس بمعدل طبيعي.

6–3

مراجعة المفردات

راجع المصطلحات الموجودة في دليل مراجعة الفصل، واستعن بها في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

26. أين توجد الوحدات الكلوية (النفرونات)؟

27. ما الفضلات الموجودة في البول؟

تثبيت المفاهيم الرئيسة

28. يوجد التواء هنلي في:

a. الأنابيب الكلوية.
b. الكبة.
c. محفظة بومان.
d. مجرى البول.

29. أي وظائف الكلية الآتية تحفظ الماء في الجسم؟

a. الامتصاص.
b. الترشيح.
c. إعادة الامتصاص.
d. التهوية.

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 31 –33.

إعادة امتصاص بعض المواد في الكلى

المواد الكيميائية	الكمية الراشحة عن طريق الكلية (g / يوم)	الكمية التي أخرجت عن طريق الكلية g / يوم	نسبة المادة الكيميائية الراشحة التي أعيد امتصاصها g / يوم
الجلوكوز	180	0	100
اليوريا	46.8	23.4	50
البروتين	1.8	1.8	0

31. بناءً على الكميات الواردة في الجدول أعلاه، ما كمية اليوريا التي تم امتصاصها عن طريق الكلية؟

a. 0.50 g/ دقيقة.
b. 23.4 g / يوم.
c. 46.8 g / يوم
d. 50 g / يوم.

32. اعتمادًا على الجدول أعلاه، ما الذي يحدث للجلوكوز في الكلية؟

a. يعاد امتصاصه إلى الدم.
b. يرشح من الدم بشكل دائم.
c. يعالج في الكلية مثل الكرياتينين.
d. يعالج في الكلية مثل اليوريا.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

33. فسّر لماذا لا يتم التخلص من البروتين في الوحدة الكلوية؟

a. الأنبوب الجامع صغير جدًّا.
b. ترشيح البروتين غير ممكن.
c. البروتينات لا تدخل الوحدة الكلوية أبدًا.
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.** فسّر 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 الذكري سليمًا، ثم اطرحها على طبيب مختص.

تقويم إضافي

38. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب مقالة تبين فيها كيف يشبه الجهاز الدوري نظام الطريق السريع في مدينتك أو قريتك.

أسئلة المستندات

تعرض البيانات الآتية مقارنة بين حالة خمسة أشخاص تمت مراقبة أجهزة الدوران لديهم (وهم متشابهون في الوزن، والعمر، والجنس)، علمًا بأن جميع بيانات الشخص A في الحدود الطبيعية، أما بيانات الأشخاص الأربعة الآخرين فليست كذلك.

الشخص	محتوى الهيموجلوبين في الدم (من الدم Hb/100ml)	محتوى الأكسجين في الدم في الشرايين (من الدم $ml\ O_2/100ml$)	محتوى الأكسجين في الدم في الأوردة (من الدم $ml\ O_2/100ml$)
A	15	19	15
B	15	15	12
C	8	9.5	6.5
D	16	20	13
E	15	19	18

استخدم الجدول السابق في الإجابة عن الأسئلة الآتية :

39. مَن منهم يعاني نقصَ الحديد في غذائه؟ فسّر إجابتك.

40. مَن منهم يعيش في المرتفعات، حيث يكون أكسجين الجو قليلًا؟ فسّر إجابتك.

41. مَن منهم ربما يكون قد تسمم بأول أكسيد الكربون الذي يمنع خلايا الأنسجة من استعمال الأكسجين؟ فسّر إجابتك.

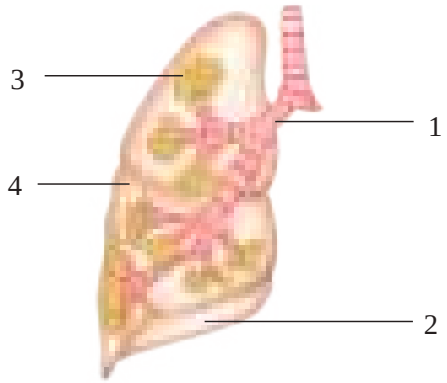
اختبار مقنن

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.

استعمل هذا الشكل للإجابة عن السؤالين 2 ، 3.



2. أيّ أجزاء الجهاز التنفسي يحتوي على أهداب لترشيح الدقائق الموجودة في الهواء؟

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

3. أيّ 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 وتُشد عندما تنقبض لتسبب الحركة.
العضلات الملساء	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 البؤبؤ.

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 6 ، 7.

6. صف كيف تتم حركة العضلة ذات الرأسين والعضلة ذات الرؤوس الثلاثة في الذراع؟

7. فسّر لماذا تكون العضلات دائمًا 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

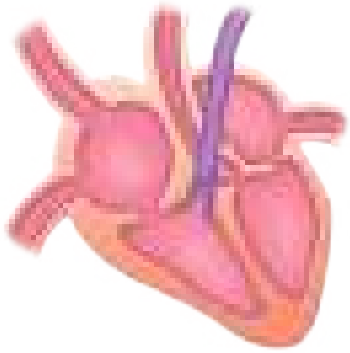
9. اعمل جـدولًا لتنظّم معلومات تتعلق بالجهاز العصبي الذاتي والجهاز العصبي الجسمي. واكتب قائمة بأنواع الاستجابات والأجهزة التي تتأثر بذلك، مع ذكر أمثلة عليها.

10. هناك مـرض نادر اسـمه التصلب الجانبـي الضموري (ALS) يسبب فقدان الخلية العصبية الحركية الموجودة في الجسم لمادة الميلين. ما الأعراض الأولية التي قد تبدو على الشخص الذي يعاني هذا المرض؟

11. فسّر كيف ترشح الوحدة الكلوية الدم؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 12.



12. يبيِّـن التوضيـح أعـلاه قلبًـا مكونًا من أربـع حجرات. اكتب موضحًا دور هذا القلب في دوران الدم المحمَّل بالأكسجين في الجسم.

سؤال مقالي

يتكـون الجهـاز العصبـي فـي الإنسـان مـن تركيـب معقـد مـن الاسـتجابات والنشـاطات الإراديـة واللاإراديـة. وقد وجدت هذه الأنواع المختلفة من الاسـتجابات في الإنسان لمساعدته على البقاء.

اسـتخدم المعلومات في الفقرة السابقة للإجابة عن السؤال الآتي:

13. بناءً على ما تعرفه عن الاستجابات العصبية المختلفة، اكتـب مقالة منظمة جيدًا، تفسـر فيها كيف تكون أنواع الاستجابات اللاإرادية في الإنسان مفيدة لبقائه حيًّا.

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

7 جهازا الهضم والغدد الصمّ
Digestive and Endocrine Systems

الفكرة العامة يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة لتزويد الجسم بالمواد المغذِّية والطاقة. أما الهرمونات فتنظم وظائف الجسم.

1 – 7 الجهاز الهضمي

الفكرة الرئيسة يحلّل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذّية.

2 – 7 التغذية

الفكرة الرئيسة بعض المواد المغذّية ضرورية جدًّا ليؤدي الجسم وظائفه بصورة طبيعية.

3 – 7 جهاز الغدد الصم

الفكرة الرئيسة تنظِّم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.

حقائق في علم الأحياء

- تتجدد بطانة معدة الإنسان كل بضعة أيام.
- يفرز الإنسان نحو لترٍ من اللعاب كل يوم.
- يبلغ طول الأمعاء الدقيقة 6 m تقريبًا، في حين يبلغ طول الأمعاء الغليظة نحو 1.5 m.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تجربة استهلالية

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، وعنّون كلًّا 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. قطّع **بياض بيضة مسلوقة** جيدًا **بالسكين** قطعًا 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

قوّم. رتّب أنابيب الاختبار اعتمادًا على كمية الهضم التي حدثت. بناءً على نتائجك صف دور كل من البسين والرقم الهيدروجيني (pH) في هضم البروتينات.

المطويات
منظمات الأفكار

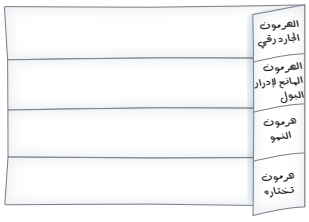
نظام التغذية الراجعة السلبية

اعمل المطوية الآتية لتساعدك على تسجيل ما تعلمته حول الدور الذي تؤديه الهرمونات الأربعة في نظام التغذية الراجعة السلبية.

الخطوة 1: اثنِ ورقة بعرض 5 cm عرضيًّا كما في الشكل الآتي:

الخطوة 2: اثنِ الورقة نفسها طوليًّا إلى أربعة أجزاء متساوية لعمل لوحة من أربعة أسطر أفقية، كما في الشكل الآتي:

الخطوة 3: ارسم خطوطًا على طول الانثناءات كما في الشكل الآتي:



الخطوة 4: عنون الأعمدة على النحو الآتي: الهرمون الجاردرقي، الهرمون المانع لإدرار البول، هرمون النمو، ثم اختر هرمونًا آخر لتضيفه إلى المخطط.

المطويات استعمل هذه المطوية في القسم 3 – 7.

وسجّل وأنت تقرأ هذا القسم ما تعلمته حول أهمية نظام التغذية الراجعة لإنتاج الهرمونات التي وضعتها في مخططك.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

7-1

الجهاز الهضمي

The Digestive System

الأهداف

- **تلخّص** الوظائف الرئيسة الثلاث للجهاز الهضمي.
- **تحدّد** تركيب أجزاء الجهاز الهضمي ووظائفها.
- **تصف** عملية الهضم الكيميائي.

مراجعة المفردات

المادة المغذّية Nutrient: مكوّن حيوي في الطعام ضروري لتزويد الجسم بالطاقة والمواد اللازمة لنموّه وأداء وظائفه.

المفردات الجديدة

الهضم الميكانيكي
إنزيم الأميليز
الهضم الكيميائي
المريء
الحركة الدودية
البيسين
الأمعاء الدقيقة
الكبد
الخملات المعوية
الأمعاء الغليظة

الفكرة الرئيسة **يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذّية.**

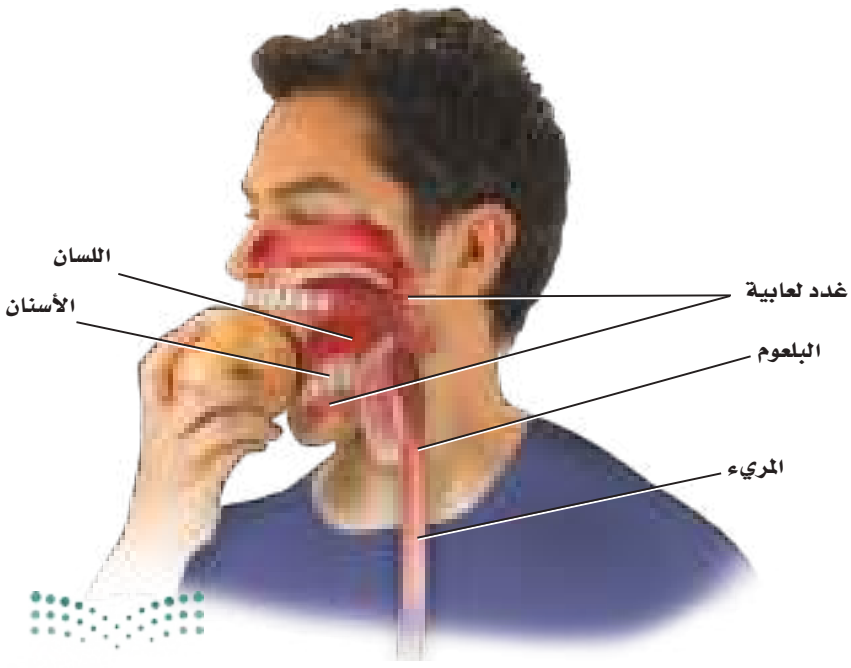
الربط مع الحياة في أثناء حياة الإنسان يمر 45000 kg تقريبًا من الغذاء عبر جهازه الهضمي. وينتقل هذا الغذاء مسافة 3 m تقريبًا في القناة الهضمية. ماذا يحدث في أثناء مرور الطعام في هذا الأنبوب الطويل؟

وظائف الجهاز الهضمي

Functions of the Digestive System

للجهاز الهضمي في الإنسان ثلاث وظائف رئيسة؛ حيث يقوم جهازه الهضمي بتقطيع الطعام وطحنه إلى قطع صغيرة ويحلله إلى مواد مغذية يَسهُل امتصاصها، ثم يتخلص من المواد التي لا يمكن هضمها. انظر إلى **الشكلين 1 – 7 و2 – 7** في أثناء دراستك تركيب الجهاز الهضمي ووظيفته.

الفم 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 قطعًا صغيرة. كما يشمل الهضم الميكانيكي عمل العضلات الملساء في المعدة والأمعاء الدقيقة التي تحرك الطعام.



الشكل 1 – 7 يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم، حيث ترطب إفرازات الغدد اللعابية الطعام، ثم تبدأ عملية الهضم الكيميائي، فينتقل الطعام عبر البلعوم إلى المريء.

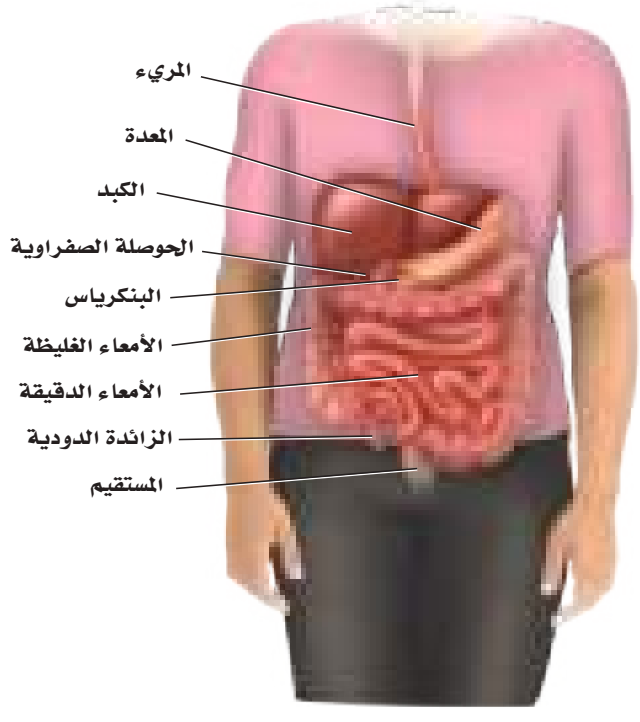
وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

وبمجرد مضغ قطعة من الطعام وتقطيعها قطعًا صغيرة يبدأ عمل إنزيم الهضم في اللعاب بتحليل الكربوهيدرات وجزيئات النشا المعقدة التركيب إلى سكريات بسيطة يَسهُل 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 ـ بفعل حركة اللسان ـ 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 رأسًا على عقب.

عندما يبتلع الإنسان الطعام يعمل لسان المزمار ـ 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 تقريبًا.

صف. لماذا يصنف الإنسان على أنه حقيقي التجويف الجسمي؟

تجربة علمية

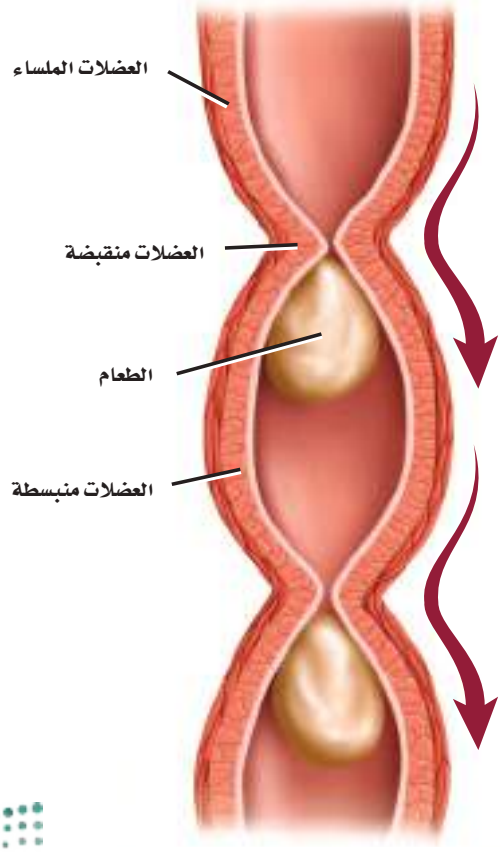
كيف تهضم البروتين؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

فعندما تنقبض العضلات يتفتت الطعام ويختلط بإفرازات الغدد التي تبطن الجدار الداخلي للمعدة. ويتغير الطعام في المعدة ليصبح سائلًا كثيفًا يشبه معجون الطماطم يسمى الكيموس Chyme يتحرك ببطء خارج المعدة عبر عضلة عاصرة في الجزء السفلي من المعدة تسمى العضلة العاصرة البوابية الى الأمعاء الدقيقة.

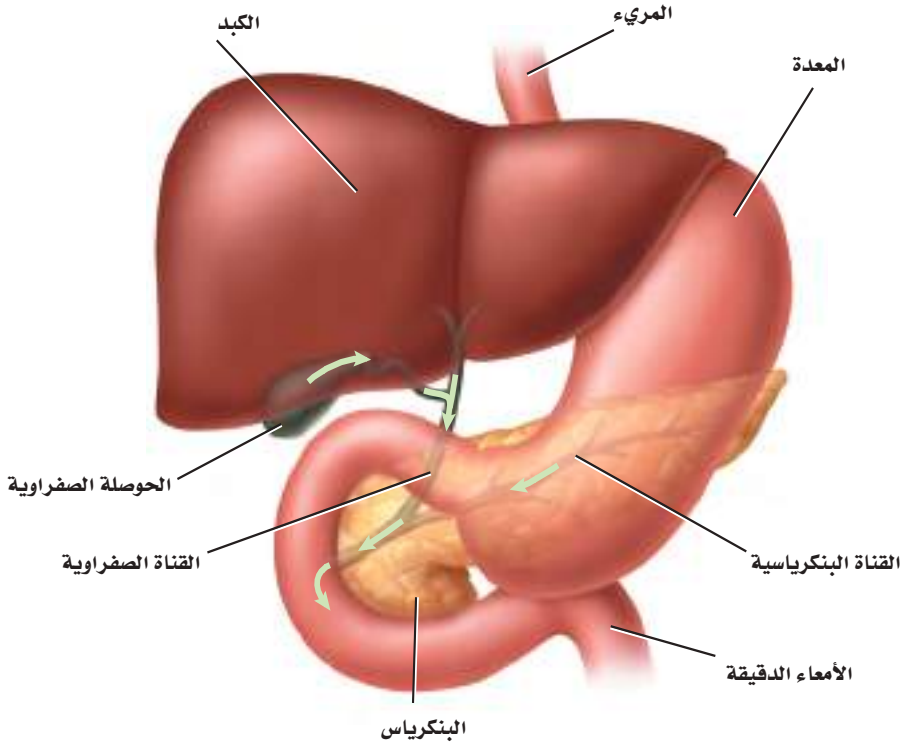
الربط مع الكيمياء يستعمل الرقم الهيدروجيني pH لقياس درجة حموضة المحاليل. ويمتاز الوسط الداخلي للمعدة بأنه شديد الحموضة؛ وذلك لأن الغدد المعدية التي تفرز محلولاً حمضيًّا يقلّل الرقم الهيدروجيني في المعدة، لتصل درجة الحموضة إلى 2، وهي تعادل حموضة عصير الليمون. فإذا سمحت العضلة العاصرة الفؤادية في الجزء العلوي من المعدة بأي تسرب فسيعود بعض هذا الحمض إلى المريء مسببًا ما يُعرف بالحموضة. الوسط الحمضي للمعدة ضروري لعمل إنزيم **الببسين** pepsin ، وهو الإنزيم الذي يدخل في عملية هضم البروتينات، كما تفرز الخلايا المبطنة للمعدة المخاط لمنع الضرر الذي قد يسببه الببسين والوسط الحمضي. وعلى الرغم من أن معظم عملية امتصاص المواد المغذّية تحدث في الأمعاء الدقيقة إلا أن بعض المواد ـ ومنها مادة الأسبرين والكحول المحرم ـ يتم امتصاصها بوساطة الخلايا المبطنة 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 العضلات الملساء في جدران القناة الهضمية بآلية الحركة الدودية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



الشكل 4–7 يعتمد الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على نشاط كل من الكبد والبنكرياس والحوصلة الصفراوية.

ناقش. أهمية هـذه الأعضاء فـي عملية الهضم الكيميائي.

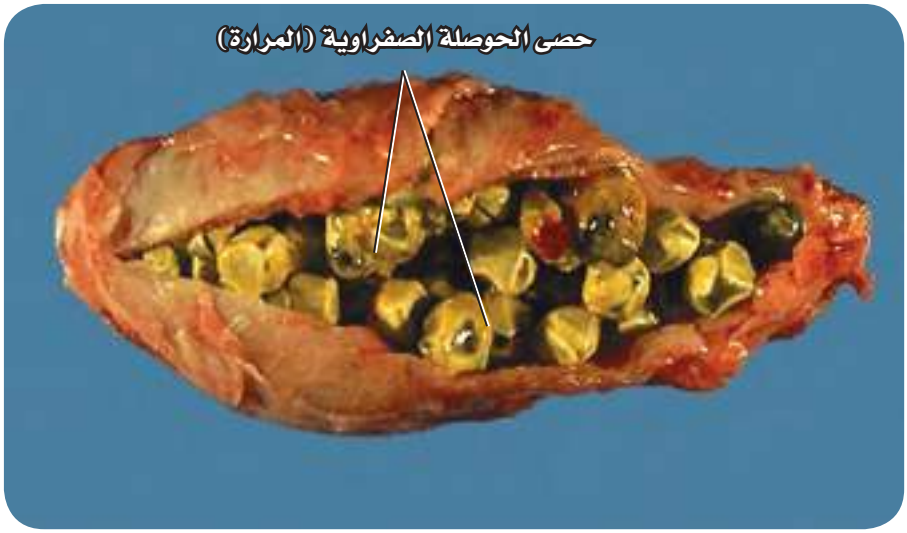
الأمعـــاء الدقيقـــة Small Intestine يبلـغ طـول **الأمعـــاء الدقيقـــة** small intestine حوالـي 6 m، وهـي أطـول جـزء في القناة الهضمية، وتسـمى الأمعـاء الدقيقة؛ لأن قطرها يبلغ 2.5 cm، مقارنة بقطر الأمعاء الغليظة الذي يبلغ 6.5 cm. تكمل العضلات الملسـاء المبطنـة لجدار الأمعاء الدقيقة عملية الهضم الميكانيكي ودفع الطعام عبر القناة الهضمية بوسـاطة الحركة الدودية، الموضحة **بالشكل 3–7**.

يعتمد إتمام الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على ثلاثة أعضاء ملحقة بالجهاز الهضمـي، هـي البنكريـاس والكبد والحوصلـة الصفراوية، **الشـكل 4–7**. يؤدي البنكريـاس وظيفتيـن، هما إفـراز إنزيمات لهضـم الكربوهيـدرات والبروتينات والدهـون، وإنتـاج الهرمونات التي سـيتم مناقشـتها لاحقًا في هـذا الفصل. كما يفرز البنكرياس سـائلًا قلويًّا (قاعديًّا) لرفع الرقم الهيدروجيني (pH) في الأمعاء الدقيقة ليصل إلى أكثر من 7، مما يوفر وسطًا مناسبًا لعمل الإنزيمات المعوية.

يعد **الكبد** liver من أكبر الأعضاء الداخلية في الجسـم، ويعمل على إنتاج المادة الصفـراء التي تسـاعد علـى تحليل الدهون. يتـم إنتاج حوالي لتر مـن هذه المادة يوميًّـا، ويخزن الزائد منها في الحوصلة الصفراويـة (المرارة) إلى أن تحتاج إليها الأمعاء الدقيقة. ويُبين **الشـكل 5–7** حصى الحوصلة الصفراوية (المرارة)، وهي بلورات من الكوليسترول يمكن أن تتكون داخلها.

إرشادات الدراسة

التسلسـل والترتيب اسـتعمل ملاحظاتك، وتعاون مع زميلك على مراجعة تسلسل الأعضاء في الجهاز الهضمي، ثم تدرب على إعادة تسلسلها دون الاعتماد على هذه الملاحظـات. وتبادل طرح الأسئلة مع زميلك لزيادة فهم ما تعلمته.



■ **الشكل 5–7** تعيق حصى الصفراء تدفق المادة الصفراء من الحوصلة الصفراوية. لاحظ الحصى التي تظهر في صورة الحوصلة الصفراوية.

تجربة 7-1

استقصِ هضم الدهون

كيف تؤثر أملاح الصفراء ومحلول البنكرياس في عملية الهضم؟

الشحوم أو الدهون مواد لا تذوب في الماء، لذلك يقوم الجسم بإنتاج المادة الصفراء، وهي مادة كيميائية تعمل على تحليل الدهون وتساعد على خلط جزيئاتها بالمحلول المائي في الأمعاء الدقيقة. وسوف تتحقق في هذه التجربة من هضم الدهون.

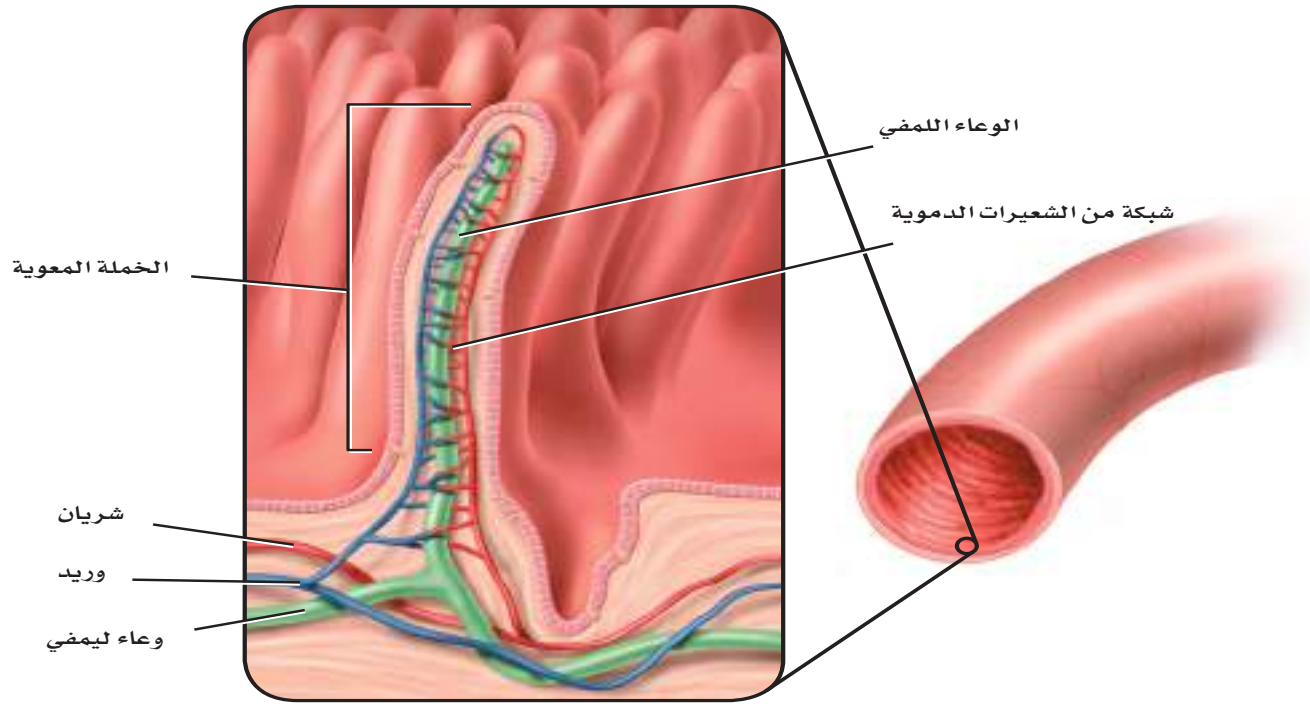
خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ادرس خطوات العمل، واعمل مخططًا للبيانات.
3. عنون ثلاثة أنابيب اختبار (A،B،C)، ثم أضف 5 mL **زيت نباتي**، و8–10 قطرات من محلول **الفينول فثالين** إلى الأنابيب الثلاثة، وحرك جيدًا. وإذا لم يتغير اللون إلى الوردي فأضف **محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH** قطرة قطرة حتى تحصل على محلول وردي اللون.
4. أضف 125 mL من **الماء** إلى **كأس سعة** 250 mL، وسخنه لتصل درجة حرارته 40 °C.
5. حضر الأنابيب على النحو الآتي، ثم أحكم إغلاقها بسدادة:
6. أنبوب الاختبار **A**: 5 mL من **الماء المقطر**، ومقدار ضئيل من **أملاح الصفراء**.
7. أنبوب الاختبار **B**: 5 mL من **محلول البنكرياس**، ومقدار ضئيل من أملاح الصفراء.
8. أنبوب الاختبار **C**: 5 mL من محلول البنكرياس.
9. حرك الأنابيب جيدًا لخلط المحتويات، وضعها بهدوء داخل الكأس، ثم سجل ملاحظاتك.
10. تخلّص من محتويات أنابيب الاختبار في الوعاء المخصص لذلك.

التحليل

1. **حلّل.** إلامَ يشير تغير اللون في أنبوب الاختبار؟ ما سبب ذلك؟
2. **استخلص النتائج.** بناءً على نتائجك، صف دور المادة الصفراء ومحلول البنكرياس في عملية الهضم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



الشكل 6–7 الخملات بروزات تشبه الأصابع في بطانة الأمعاء الدقيقة. تنتشر المواد المغذّية إلى الشعيرات الدموية الموجودة داخل هذه الخملات لتصل إلى خلايا الجسم بوساطة الدم.

بعد إتمام عملية الهضم الكيميائي يتم امتصاص معظم المواد المغذّية 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 تقريبًا. 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 1–7** و **2–7** لتتابع حركة الطعام المهضوم عبر الجهاز الهضمي؛ إذ بمجرد انتهاء عملية الهضم يتجه الطعام المتبقي – الذي يُسمى الكيموس (وهو كتلة شبه سائلة من الغذاء المهضوم جزئيًّا)– 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 جراحيًّا إذا تعرضت للالتهاب أو التضخم. ويُعد وجود بعض أنواع البكتيريا أمرًا طبيعيًّا 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، ممّا يكوّن رد فعل يؤدي إلى ارتخاء العضلة العاصرة في نهاية المستقيم؛ للتخلص من البراز عبر فتحة الشرج.

انظر **الجدول 1 –7** لمراجعة الوظيفة الرئيسة لكل عضو من أعضاء الجهاز الهضمي، والمدة الزمنية التي يبقى فيها الطعام داخل كل عضو حتى يُهضم.

الجدول 1–7 الوقت اللازم للهضم

عضو الهضم	الوظيفة الرئيسة	المدة الزمنية للطعام داخل عضو الهضم
الفم	الهضم الميكانيكي والكيميائي	5–30 ثانية
المريء	النقل (الابتلاع)	10 ثوانٍ
المعدة	الهضم الميكانيكي والكيميائي	2–24 ساعة
الأمعاء الدقيقة	الهضم الميكانيكي والكيميائي وامتصاص المواد المغذّية	3–4 ساعات
الأمعاء الغليظة	امتصاص الماء	18 ساعة – 48 ساعة

التقويم 1–7

الخلاصة

- للجهاز الهضمي ثلاث وظائف رئيسة.
- الهضم نوعان: ميكانيكي وكيميائي.
- يتم امتصاص معظم المواد المغذّية 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 الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة صف.** العملية التي تحلل الطعام لتسهيل امتصاص المواد المغذّية في الجسم.
2. **حلّل.** الفرق بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي، ووضح أهمية الهضم الكيميائي للجسم.
3. **لخّص.** الوظائف الرئيسة الثلاث للجهاز الهضمي.
4. **حلّل.** ما النتيجة المتوقعة إذا وجدت طبقة ملساء مبطنة للأمعاء الدقيقة بدلًا من الخملات؟

التفكير الناقد

5. **صمّم.** تجربة لجمع بيانات حول أثر الرقم الهيدروجيني (pH) في هضم أنواع الطعام المختلفة.
6. **الرياضيات في علم الأحياء** تتسع علبة لنحو 354 mL من السائل. قارن هذه الكمية بسعة المعدة الفارغة، ثم أوجد النسبة.
7. **فسر.** يختلف الرقم الهيدروجيني (pH) في أجزاء الجهاز الهضمي. أعطِ أمثلة على ذلك، ووضح أهمية هذه الاختلافات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

7-2

الأهداف

- **تربط** مستوى النشاط بكمية السعرات الحرارية اللازمة للحفاظ على وزن جسم مثالي.
- **تصف** نواتج هضم البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون في القناة الهضمية.
- **توضح** دور الفيتامينات والأملاح المعدنية في الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.
- **تطبق** 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

التغذية Nutrition

الفكرة الرئيسة **بعض المواد المغذّية ضرورية جدًّا ليؤدي الجسم وظائفه بصورة طبيعية.**

الربط مع الحياة في معظم الأوقات يكون لك حرية اختيار الطعام الذي تريد تناوله. وقد يترتب على هذا الاختيار عواقب غير محمودة؛ فالطعام الذي تتناوله يدل على صحتك الآن وفي المستقبل.

السعرات الحرارية Calories

التغذية nutrition عملية يأخذ بها الشخص الغذاء ويستعمله. فالغذاء يزودنا بالوحدات البنائية الأساسية والطاقة للحفاظ على كتلة الجسم. ويجب أن تكون كمية الطاقة التي يحصل عليها الإنسان مساوية لكمية الطاقة التي يستهلكها يوميًّا. وتستعمل وحدة قياس خاصة تُسمى **السعر الحراري** calorie لقياس محتوى الغذاء من الطاقة، ويُعرّف السعر الحراري بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1mL من الماء درجة سيليزية واحدة (1C).

ويقاس محتوى الطاقة بحرق الغذاء، وتحويل الطاقة المختزنة 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 1 g من الكربوهيدرات أو البروتينات 4 سعرات حرارية، في حين يحوي 1 g من الدهون 9 سعرات حرارية. ولهذا يُعدّ اختيار الغذاء بحكمة أمرًا مهمًّا. وهو ما يُؤخذ 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 ﴿يَٰبَنِيٓ ءَادَمَ خُذُواْ زِينَتَكُمۡ عِندَ كُلِّ مَسۡجِدٖ وَكُلُواْ وَٱشۡرَبُواْ وَلَا تُسۡرِفُوٓاْۚ إِنَّهُۥ لَا يُحِبُّ ٱلۡمُسۡرِفِينَ ٣١﴾ الأعراف. ويقارن **الجدول 2-7** بين السعرات الحرارية المستهلكة في النشاطات المختلفة.

الجدول 2-7 **النشاطات والسعرات الحرارية المستهلكة**

النشاط	السعرات المستهلكة في الساعة	النشاط	السعرات المستهلكة في الساعة
كرة اليد	600	تسلق الجبال مع حقيبة على الظهر	564
كرة السلة	564	السباحة (400m)	300
ركوب الدراجة	240 – 410	الهرولة (الركض ببطء)	740 – 920
التزلج على الجليد	700	كرة القدم	540

■ **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. وتتحلل الكربوهيدرات المعقدة التركيب إلى سكريات بسيطة في الفم والأمعاء الدقيقة، لكي يسهل امتصاصها بوساطة الخملات المعوية في الأمعاء الدقيقة، ونقلها عبر الشعيرات الدموية إلى الجسم؛ لتزويد خلاياه بالطاقة. يُخزّن الجلوكوز الزائد عن حاجة الجسم في الكبد والعضلات على شكل مادة كربوهيدراتية معقدة تسمى الجلايكوجين. وأما السيليلوز – يسمى أحيانًا 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؟

الدهون Fats

تعد كميات الدهون المناسبة جزءًا ضروريًّا من النظام الغذائي الصحي، وأكبر مصدر للطاقة في الجسم، كما تُعد من الوحدات البنائية فيه. توفر الدهون الحماية للأعضاء الداخلية في الجسم، وتساعد على ثبات الاتزان الداخلي، من خلال تزويده بالطاقة وتخزين بعض الفيتامينات ونقلها. ومع ذلك ليست جميع الدهون مفيدة.

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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الربط بالصحة تُصنّف الدهون تبعًا لتركيبها الكيميائي إلى دهون مشبعة، ودهون غير مشبعة. وتعد اللحوم 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 مصدرًا رئيسًا للدهون غير المشبعة التي لا ترتبط مع أمراض القلب. ومع ذلك فإن زيادة استهلاك أي نوع من أنواع الدهون يؤدي إلى زيادة الوزن.

وعمومًا فإن الدهون المشبعة صلبة، أما الدهون غير المشبعة فسائلة في درجة حرارة الغرفة. فالسمن النباتي (المارجرين) مثلاً في **الشكل 8–7** تحوي دهونًا مشبعة أقل من تلك الموجودة في الزبد. وتُهضم الدهون في الأمعاء الدقيقة، فينتج عنها حموض دهنية وجليسرول. ويتم امتصاص الأحماض الدهنية بوساطة الخملات المعوية التي تنقلها عبر الدم إلى جميع خلايا الجسم.

الشكل 8–7 تحتوي الفاكهة والخضراوات غير المصنّعة 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.

البروتينات Proteins

تُعدّ البروتينات المكوِّنات البنائية الأساسية في جميع الخلايا. والأحماض الأمينية هي وحدات بناء هذه البروتينات. وتُعدّ الإنزيمات ومعظم الهرمونات والنواقل العصبية والمستقبلات الغشائية من البروتينات المهمة في الجسم.

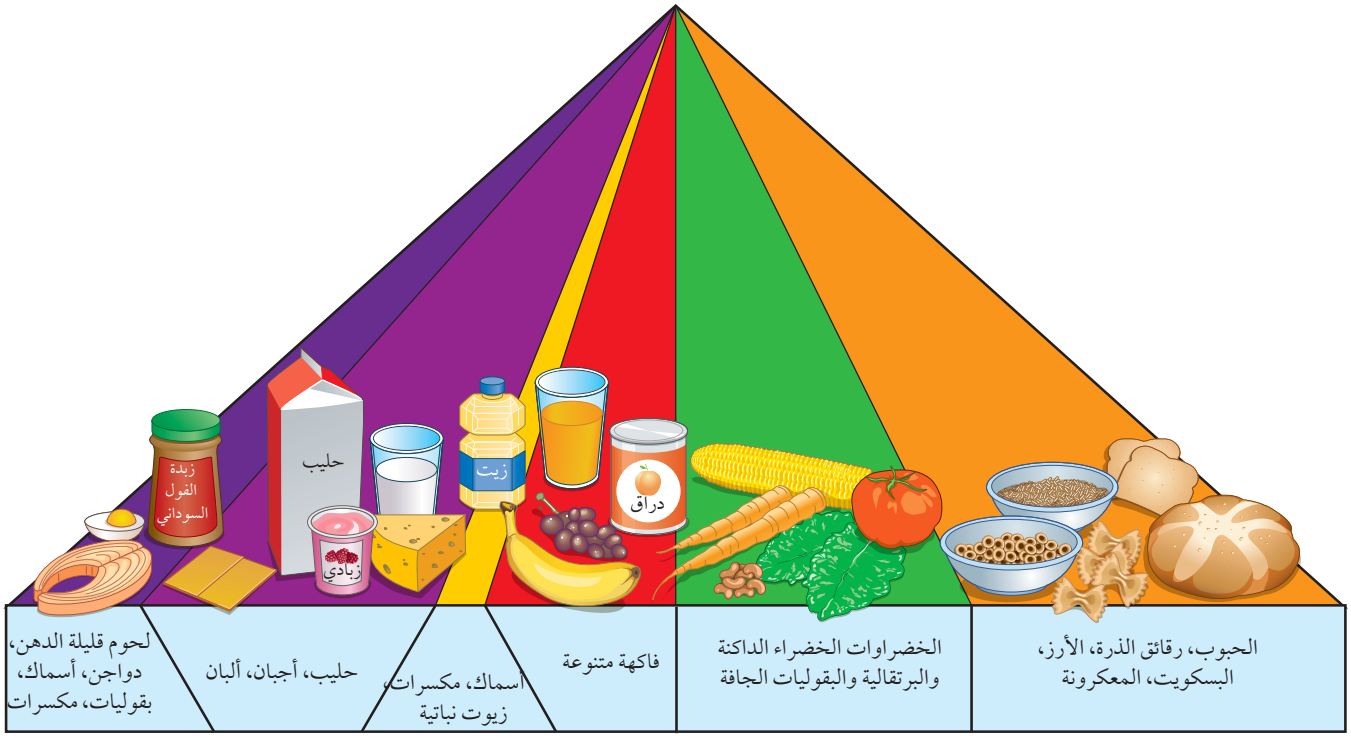
تتحلل البروتينات في الغذاء في أثناء عملية الهضم في المعدة والأمعاء الدقيقة إلى وحداتها البنائية، وهي الأحماض الأمينية التي يتم امتصاصها إلى مجرى الدم، وتُحمل إلى خلايا الجسم المختلفة التي تعمل بدورها من خلال عملية بناء البروتين على تجميع الأحماض الأمينية إلى بروتينات جديدة ضرورية لتراكيب الجسم ووظائفه.

يحتاج جسم الإنسان إلى 20 حمضًا أمينيًّا مختلفًا لبناء البروتينات، ويستطيع الجسم بناء 12 حمضًا أمينيًّا فقط من 20 حمضًا أمينيًّا ضروريًّا للوظائف الخلوية المختلفة. أما الأحماض الأمينية الأساسية الثمانية المتبقية فيجب أن تكون ضمن نظام الإنسان الغذائي، حيث تعتبر المنتجات الحيوانية ـ ومنها اللحوم والأسماك والدواجن والبيض ومنتجات الألبان ـ من المصادر الغنية بهذه الأحماض.

كما تحتوي الخضراوات والفاكهة والحبوب على الأحماض الأمينية، إلا أنه لا يوجد نبات واحد يحتوي على هذه الأحماض الأمينية الثمانية. ومع ذلك فإن الجمع بين البقوليات والأرز يزود الجسم بجميع الأحماض الأمينية الأساسية، **الشكل 9 – 7**.

الشكل 9–7 تزود البقوليات والأرز معًا الجسم بجميع الأحماض الأمينية الأساسية.

وضح. أهمية تناول الأطعمة الغنية بالأحماض الأمينية الضرورية.



■ **الشكل 10–7** مخطط "الهرم الغذائي الشخصي" الجديد تساعدك على اختيار طعامك وتناول الكمية التي تناسبك.

الهرم الغذائي Food Pyramid

استبدل الهرم الغذائي القديم الذي كان يُعدّ رمزًا للتغذية الجيدة منذ عام 1992م بهرم غذائي جديد أطلق عليه اسم "الهرم الغذائي الشخصي" ويوضح **الشكل 10–7** 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).

الفيتامينات والأملاح المعدنية Vitamins and Minerals

يحتاج الجسم إلى الفيتامينات والأملاح المعدنية، بالإضافة إلى الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ليعمل بصورة صحيحة. **فالفيتامينات** vitamins مركبات عضوية يحتاج إليها الجسم بكميات قليلة لإتمام نشاطاته الحيوية (الأيضية). ويساعد العديدُ 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 بعضًا 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 و D وK 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.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي التغذية

Registered Dietician يوجِّه اختصاصي التغذية المؤهل الناسَ إلى الأمور الصحية المتنوعة، بمساعدتهم على اتخاذ قرارات صحية تتعلق بنظامهم الغذائي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الأملاح المعدنية minerals مركبات غير عضوية يستعملها الجسم بوصفها مواد بنائية، وترتبط بوظائف الجسم الأيضية.

فعلى سبيل المثال يحتاج الجسم إلى معدن الحديد لبناء الهيموجلوبين. لقد تعلمت سابقًا أن الأكسجين يرتبط مع الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء، ليصل إلى خلايا الجسم بوساطة الدورة الدموية. والكالسيوم ملح معدني آخر، ومكوِّن 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 خطرًا على الجسم. لذا يجب استشارة الطبيب في ذلك.

ملصقات مكونات الغذاء Nutrition Labels

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 تقريبًا في اليوم الواحد. وتفيد هذه الملصقات في مراقبة كمية الدهون والصوديوم المستهلكة، وهما مادتان غذائيتان يجب تناولهما باعتدال. ويجب أن تحتوي الملصقات على المعلومات الآتية:

- اسم المنتج الغذائي.
- الوزن الصافي أو الحجم.
- اسم المصنِّع والموزِّع، وعنوان كلٍّ منهما.
- المكوّنات.
- المحتوى الغذائي.

الشكل 11–7 لاحظ عدد الحصص الغذائية الموجودة على عبوات الأغذية. تعتمد قيمة النسبة اليومية على حصة الفرد، لا على العبوة كاملة.

الجدول 3–7	الوظائف الرئيسة لبعض الفيتامينات والأملاح المعدنية			
الفيتامين	الدور الرئيس في الجسم	المصادر المحتملة	الاملاح المعدنية	الدور الرئيس في الجسم
A	• الرؤية. • صحة الجلد والعظام.		Ca	• تقوية الأسنان والعظام • نقل المعلومات العصبية • انقباض العضلات.
D	• صحة العظام والأسنان.		p	• تقوية الأسنان والعظام.
E	• تقوية الغشاء البلازمي لخلايا الدم الحمراء.		Mg	• بناء البروتينات.
الريبوفلافين B_2	• أيض الطاقة.		Fe	• بناء الهيموجلوبين.
حمض الفوليك	• تكوين خلايا الدم الحمراء. • تكوين DNA و RNA .		Cu	• بناء الهيموجلوبين.
الثيامين	• أيض الكربوهيدرات.		Zn	• التئام الجروح.
النياسين B_3	• أيض الطاقة.		Cl	• اتزان الماء.
البايريدوكسين B_6	• أيض الأحماض الأمينية.		I	• بناء الهرمون الدرقي (الثيروكسين).
B_{12}	• تكوين خلايا الدم الحمراء.		Na	• نقل المعلومات العصبية. • اتزان الرقم الهيدروجيني (pH) .
C	• تكوين ألياف الكولاجين.		K	• نقل المعلومات العصبية • انقباض العضلات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

مختبر تحليل البيانات 1-7

بناءً على بيانات حقيقية

مقارنة البيانات

ما مدى صحة ملصقات الأغذية؟ في دراسة تمت في مركز أبحاث متخصص بغذاء الإنسان قام العلماء بقياس كتلة 99 منتجًا غذائيًّا معبأً كحصص لشخص واحد.

حصة الشخص الواحد من الغذاء	الكتلة على الملصق (g)	الكتلة الفعلية (g)
رقائق الذرة، رقائق نخالة القمح مع الزبيب (علبة واحدة)	39	54.2
رقائق الذرة، حبوب محمصة مع مكملات غذائية (علبة واحدة)	23	39.6
بسكويت، شوكولاتة (كرتونة واحدة)	57	67
فطيرة التفاح (عبوة واحدة/ حصة)	35	44.8
دونات (4 حبات/ حصة)	100	116.5

البيانات والملاحظات

يقارن الجدول بين كتل المواد المسجلة على ملصق 5 عبوة غذائية والكتلة الفعلية للمنتج الغذائي.

التفكير الناقد

1. **احسب.** الفرق في النسبة بين الكتلة المسجلة على الملصق والكتلة الفعلية للبسكويت.
2. **قارن.** بين النسبة المئوية للكتلتين في الجدول.

أخذت البيانات في هذا المختبر من: Conway, J.M., D. G. Rhodes, and W.V. Rumpler.2004. Commercial portion – controlled foods in research studies: how accurate are label weights? Journal of the American Dietetic Association. 104: 1420 – 1424.

التقويم 2-7

الخلاصة

- يُقاس محتوى الغذاء من الطاقة بالسعرات الحرارية.
- الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ثلاث مجموعات رئيسة 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 ترسّخ عادات الأكل الصحية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **فسر.** لماذا يعد حساب السعرات الحرارية –التي تدخل الجسم بتناول الوجبات الغذائية، والسعرات الحرارية التي يحرقها الجسم– مهمًّا للحفاظ على وظائف الجسم؟
2. **صف.** كيف تتغير الكربوهيدرات والبروتينات في أثناء عملية الهضم؟
3. **انصح.** ما المواد الغذائية التي يجب على النباتيين إضافتها إلى نظامهم الغذائي؟
4. **وضّح.** دور كل من الفيتامينات والأملاح المعدنية في الحفاظ على اتزان الجسم.

التفكير الناقد

5. **لخّص.** 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.
6. الكتابة في علم الأحياء

اكتب مقالة قصيرة تصف فيها ما نحتاج إليه من أجل نظام غذائي متوازن.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

7-3

الأهداف

- **تعرّف** وظائف الغدد التي تكوّن جهاز الغدد الصم وتصفها.
- **توضح** دور جهاز الغدد الصم في الحفاظ على اتزان الجسم الداخلي.
- **تصف** آلية التغذية الراجعة التي تنظم مستوى الهرمون في الجسم.

مراجعة المفردات

الاتزان الداخلي Homeostasis: تنظيم الظروف البيئية الداخلية للمخلوق الحي لاستمرار حياته.

المفردات الجديدة

الغدد الصم
الهرمون
الغدة النخامية
الثيروكسين
الكالسيتونين
الهرمون الجاردرقي (باراثايرويد)
الأنسولين
الجلوكاجون
الألدوستيرون
الكورتيزول
الهرمون المانع لإدرار البول

جهاز الغدد الصم

The Endocrine System

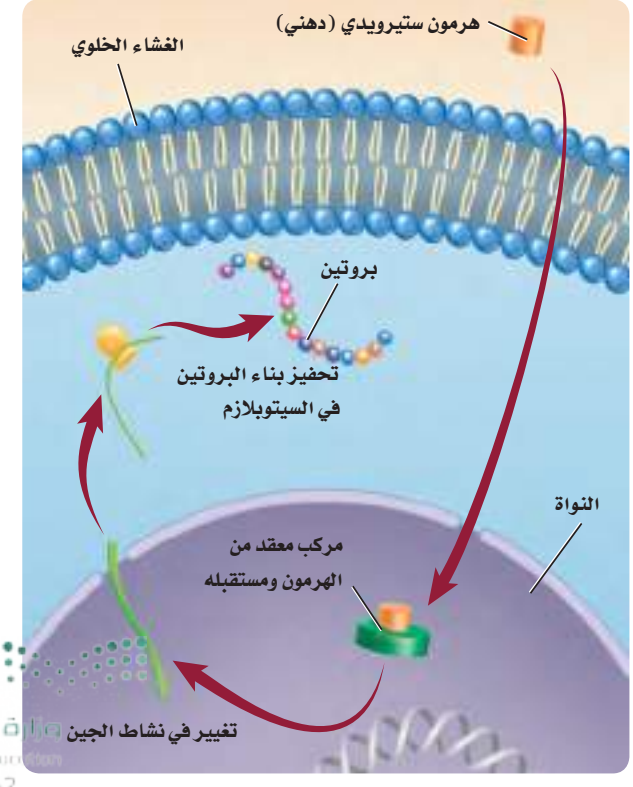
الفكرة الرئيسة **تنظم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.**

الربط مع الحياة يضغط الشخص على زر إرسال ليرسل رسالة إلكترونية، فتُنقل الرسالة إلكترونيًّا 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

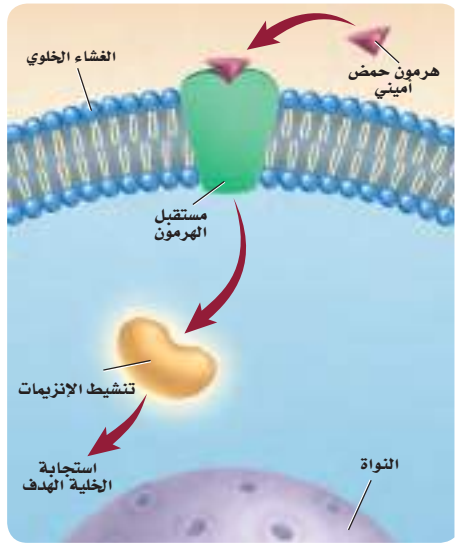
يتكون جهاز الغدد الصم من غدد تعمل عمل نظام اتصال. ويُنتج جهاز **الغدد الصم** endocrine glands الهرمونات التي تُطلق إلى مجرى الدم، ويتم توزيعها إلى خلايا الجسم. **الهرمون** hormone مادة كيميائية تؤثر في خلايا وأنسجة مستهدفة معينة؛ لتعطي استجابة محددة. وتُصنّف الهرمونات إلى هرمونات ستيرويدية (دهنية)، وهرمونات 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 12–7**.



الشكل 12–7 ينتقل الهرمون الستيرويدي عبر الغشاء الخلوي، ويرتبط مع مستقبل داخل الخلية، فيحفز عملية بناء البروتين.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



■ **الشكل 13 – 7** يرتبط الهرمون غير الستيرويدي (هرمون الحمض الأميني) مع مستقبل على الغشاء البلازمي قبل دخوله الخلية.

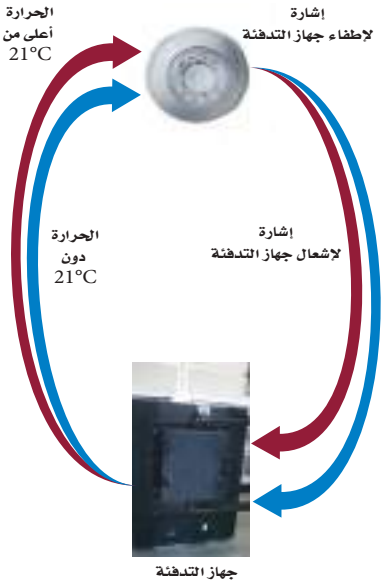
وضح. الفرق بين هرمونات الأحماض الأمينية والهرمونات الستيرويدية.

تذوب الهرمونات الستيرويدية في الدهون. ولهذا تستطيع الانتشار عبر الغشاء البلازمي للخلية الهدف. وبمجرد دخولها الخلية الهدف ترتبط مع المستقبل في الخلية، ثم يعمل الهرمون والمستقبل المتحدان معًا على الارتباط مع المادة 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**.

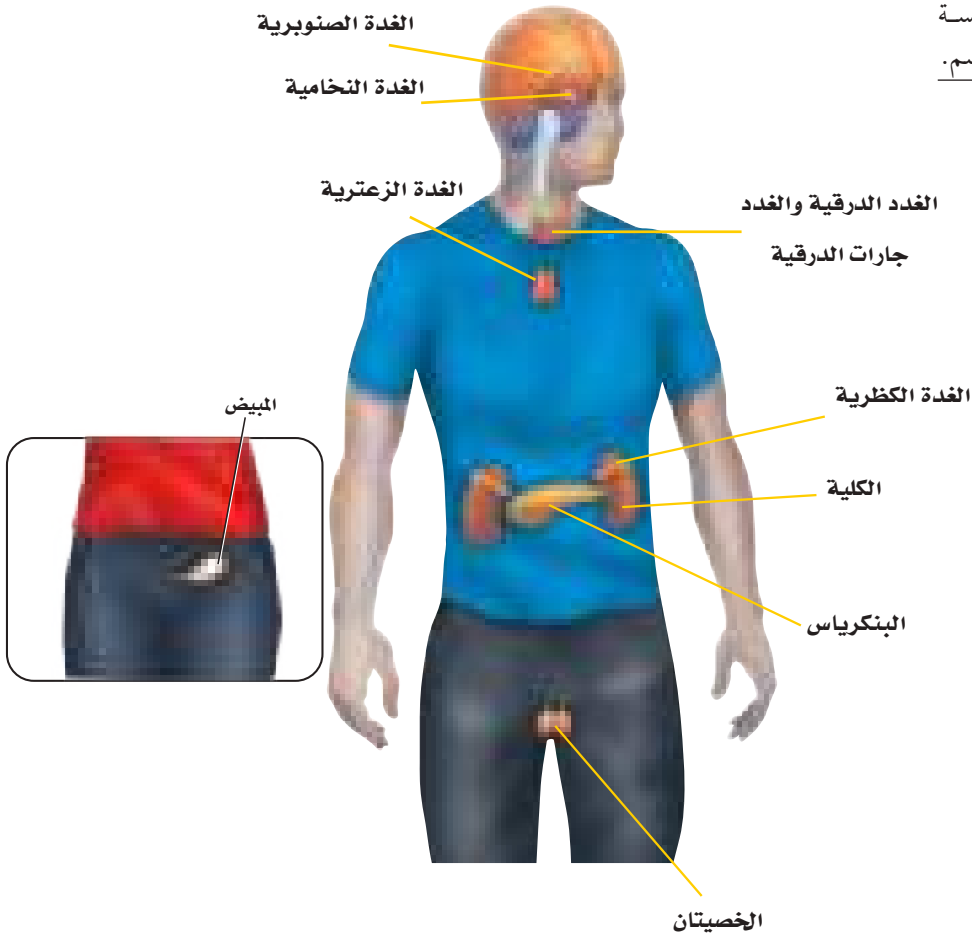
التغذية الراجعة السلبية Negative Feedback

يتم الحفاظ على اتزان الجسم بوساطة 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 مثلًا؛ إذ يستشعر منظم الحرارة في هذا النظام الحرارة. فعندما تنخفض دون 21 °C يرسل المنظم إشارة إلى مصدر الحرارة ليبدأ 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 بوساطة منظم الحرارة. وتُشبه هذه العمليةُ التغذيةَ الراجعة السلبية.



■ **الشكل 14–7** ينطفئ نظام التدفئة المركزية أو يشتعل بناءً على العلاقة بين درجة الحرارة التي يتم رصدها ودرجة الحرارة المرجعية (التي تم ضبطها).

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



■ **الشكل 15–7** تقع الغدد الرئيسة لجهاز الغدد الصم في جميع أنحاء الجسم.

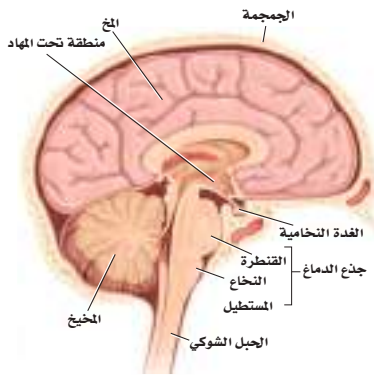
الغدد الصم وهرموناتها

Endocrine Glands and Their Hormones

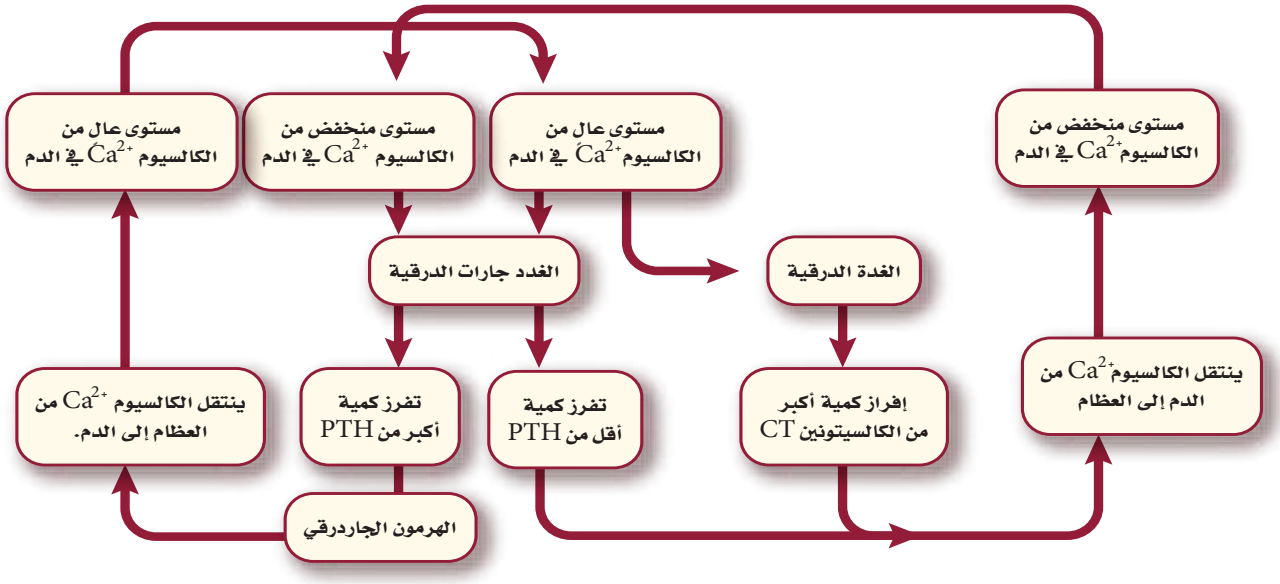
يضم جهاز الغدد الصم جميع الغدد التي تفرز الهرمونات، ومنها الغدة النخامية، والدرقية، وجارات الدرقية، والكظرية، والصنوبرية، والغدة الزعترية والبنكرياس والمبيضان والخصيتان، **الشكل 15–7**.

الغدة النخامية Pituitary Gland تقع الغدةالنخامية pituitary gland في قاعدة الدماغ، كما في **الشكل 16–7**. وتُسمى سيدة الغدد الصم؛ لأنها تنظم العديد من وظائف الجسم. وبغض النظر عن حجمها فهي أهم الغدد الصم. وتفرز هذه الغدة هرمونات تنظم العديد من وظائف الجسم، وكذلك تنظم عمل الغدد الصم الأخرى، ومنها الغدة الدرقية والغدة الكظرية والخصيتان والمبيضان. وتعمل بعض هرمونات الغدة النخامية على الأنسجة بدلاً من العمل على أعضاء محددة. فهرمون النمو (HG) الذي تفرزه الغدة النخامية يساعد على تنظيم نمو كتلة الجسم، عن طريق تحفيز انقسام الخلايا في العضلات والنسيج العظمي. ويَنشط هذا الهرمون خصوصًا في أثناء الطفولة ومرحلة البلوغ.

■ **الشكل 16 – 7** تقع الغدة النخامية في أسفل قاعدة الدماغ، ويبلغ قطرها نحو 1 cm، وتزن ما بين 0.5–1g.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



■ **الشكل 17–7** الهرمون 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 والغدد جارات الدرقية Thyroid and Parathyroid Glands

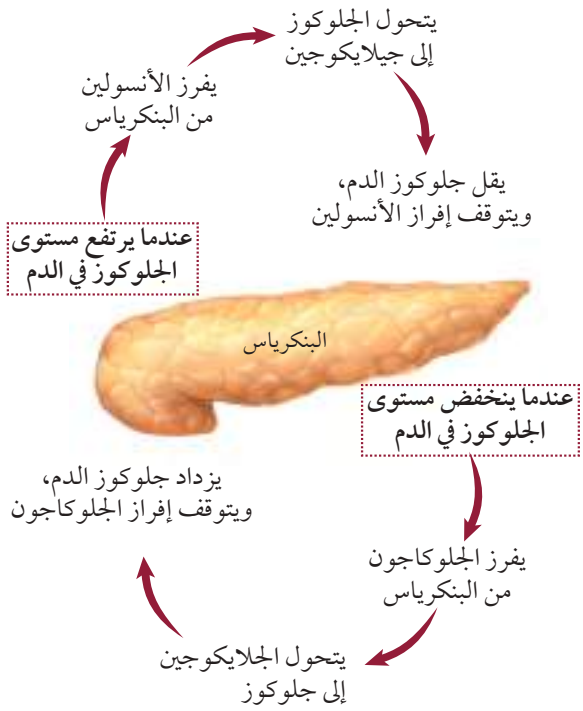
تعرّف على آلية عمل الغدة الدرقية وجارات الدرقية في **الشكل 17–7**. تفرز الغدة الدرقية هرمونًا يُسمى الثيروكسين، وكما في هرمون النمو، لا يقتصر عمل **الثيروكسين** thyroxine على أعضاء محددة، بل يؤدي إلى زيادة معدل الأيض في خلايا الجسم. كما تفرز الغدة الدرقية هرمون **الكالسيتونين** calcitonin (CT) وهو مسؤول جزئيًّا عن تنظيم أيونات الكالسيوم في الجسم، وهو معدن مهم جدًّا في تكوين العظام وتجلط الدم، وفي القيام بوظائف الخلايا العصبية، وانقباض العضلات. ويؤدي الكالسيتونين إلى خفض مستوى الكالسيوم في الدم من خلال إرسال إشارات إلى العظام لتزيد من امتصاص الكالسيوم، وإشارة إلى الكليتين لإفراز المزيد منه مع البول.

عندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم تعمل الغدد جارات الدرقية على زيادة إنتاج **الهرمون الجاردرقي** parathyroid hormone (PTH) الذي يزيد من 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.

وللغدد الدرقية وجارات الدرقية تأثيرات متضادة في مستوى الكالسيوم في الدم، وبعملهما معًا يحافظان على اتزان الجسم الداخلي، انظر **الشكل 18–7**.

ماذا قرأت؟ **وضح** أهمية التغذية الراجعة السلبية في المحافظة على اتزان الجسم.

■ **الشكل 18–7** الغدة الدرقية وجارات الدرقية.



■ **الشكل 19–7** الجلوكاجون والأنسولين يعملان معًا 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 معًا 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، وخصوصًا في الكبد والعضلات لتسريع عملية تحويل الجلوكوز إلى جلايكوجين الذي يخزن في الكبد. وعندما ينخفض مستوى الجلوكوز في الدم يُفرز هرمون الجلوكاجون من البنكرياس. يرتبط **الجلوكاجون** glucagon بخلايا الكبد، فيرسل إليها إشارة ببدء تحويل الجلايكوجين إلى جلوكوز وإطلاقه في الدم.

يَنتج 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 ـ عن عدم إفراز الجسم للأنسولين. أما النوع الثاني من السكري فيصيب نحو 70–80% 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 الغددَ التي تفرز الهرمونات، والأمراض المرتبطة معها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الغـدد الكظريـة (فوق الكلويـة) Adrenal Glands تقع الغـدد الكظرية في أعلـى الكليتين – ارجع إلى **الشـكل 15–7**. ويسـمى الجزء الخارجـي من الغدد الكظريـة القشـرة، وهـي التـي تقـوم ببنـاء الهرمـون السـتيرويدي ألدوسـتيرون، ومجموعـة أخـرى من الهرمونات تُسـمى الهرمونات القشـرية السـكرية، ومنها: الكورتيـزول. ويؤثـر هرمـــون **ألدوسـتيرون** aldosterone فـي الكليتيـن، وهـو ضـروري جـدًّا لإعـادة امتصـاص أيونـات الصوديـوم. أمـا **الكورتيـزول** cortisol فيسـاعد على زيادة مسـتوى الجلوكوز في الدم، ويقلّل من الالتهابات. وللجسـم آليـات مختلفـة فـي الاسـتجابة للضغوطـات النفسـية، مثل "اسـتجابة المواجهـة أو الهـروب" فـي الجهـاز العصبـي. ويرتبط جهـاز الغدد الصـم أيضًا بهـذه الأنـواع مـن الاسـتجابات (ردود الفعـل)، "فإفـراز الأدرينالين" يحـدث عندمـا تنطلق كميـة من الطاقة في موقف يدعو إلى التوتـر. ويفرز الجزء الداخلي من الغـدد الكظرية إبينفريـن (أدرينالين)، ونورإبينفرين (نـور أدرينالين)، ويعمل هـذان الهرمونان معًا على زيادة معدل نبـض القلب، وضغط الدم ومعدل التنفس ومستوى السكر في الدم. وجميع هذه العوامل مهمة في زيادة نشاط خلايا الجسم في أثناء المواقف العصيبة.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

عمل نموذج لجهاز الغدد الصم

كيف تساعد الهرمونات في الحفاظ على اتزان الجسم الداخلي؟ إن الأنشـطة المتنوعة ـ ومنها الخضوع لاختبار أو المشـاركة في سباق ما ـ تتطلب من الجسم ردود فعل خاصة. واستجابة الجسم لهذه الحاجات يسـبب حـدوث تغـيرات فيه. ويعمـل جهاز الغـدد الصـم والجهاز العصبي معًا لضمان استقرار البيئة الداخلية في الجسم.

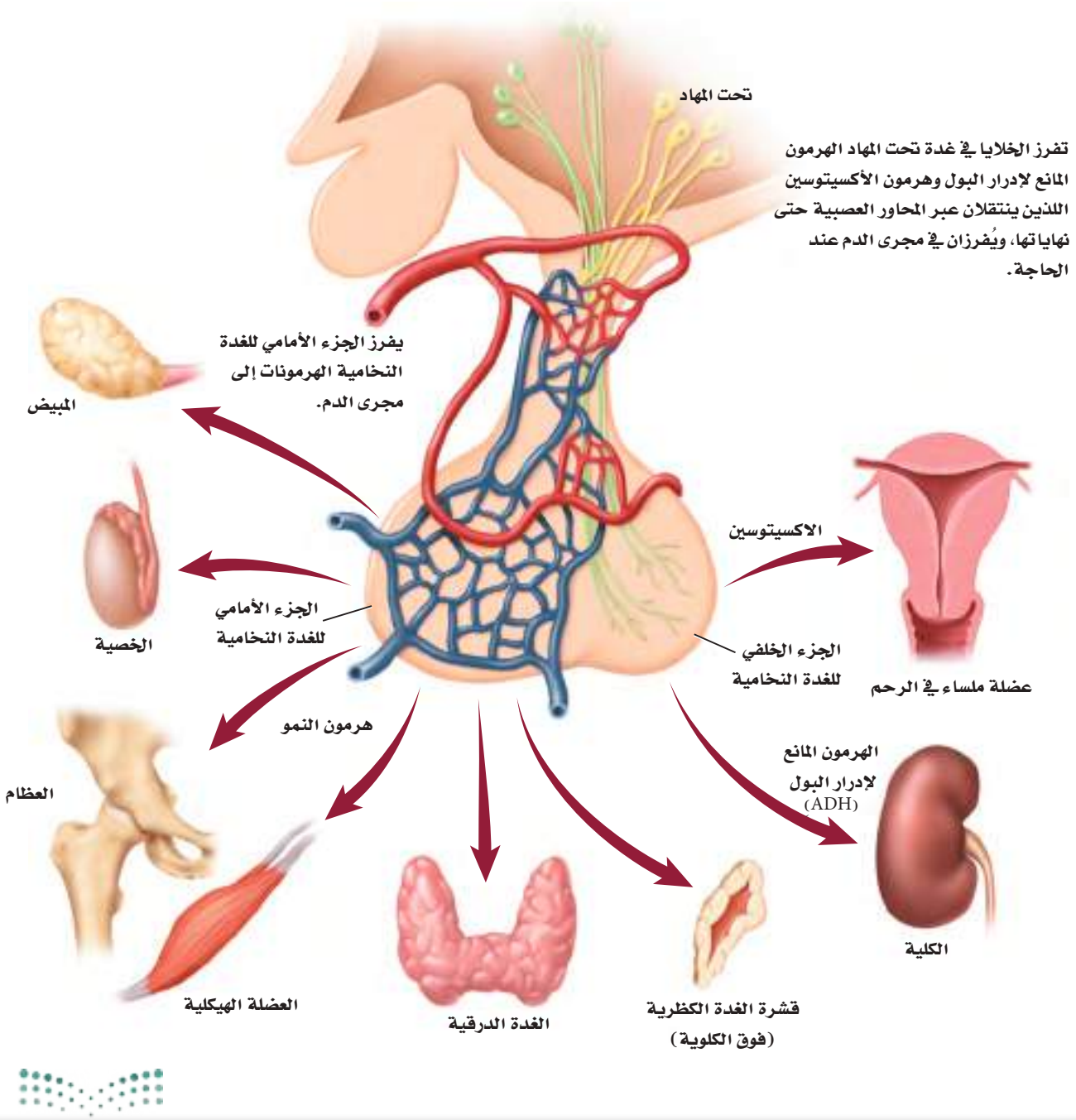
خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. حدد نشاطًا معينًا. ماذا يحدث للجسم في أثناء التحضير للنشاط، ثم عند القيام به، وبعد الانتهاء منه.
3. تخيّل أنك تكتب برنامجًا حاسـوبيًّا، وأن جسـمك سيتابع النشاط إلى حين انتهائه. تتبع الخطوات التي تحدث كما في الخطوة 2 .
4. راجـع برنامجك. أدخل الخطـوات، حيث يبدأ جهاز الغدد الصم لديـك إفـراز الهرمونات للحفاظ عـلى اتزان جسـمك الداخلي. اسـتعمل معرفتك والمصـادر المتوافـرة لتحديـد الهرمونات التي ارتبطـت مع ذلك. وضمِّن ردود فعل الجسـم لهذه الهرمونات في خطوة منفصلة.
5. قارن برنامجك بالبرامج الأخرى التي صممها زملاؤك.

التحليل

1. **التفكـير الناقـد.** هـل تكـرر ظهـور الهرمونات نفسـها في معظم البرامج التي درستها في الخطوة 5؟ ولماذا؟
2. **اسـتخلص النتائـج.** اعمـل قائمـة بأجهزة الجسـم الرئيسـة التي مثّلتها في برنامجك. علامَ يدل هذا بالنسـبة لعدد وظائف الجسـم 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 معًا بواسطة جزء وسطي). ويخزن الجزء الخلفي من الغدة النخامية هرمونين هما: المانع لإدرار البول، والأكسيتوسين اللذان تفرزهما منطقة تحت المهاد لحين الحاجة إليهما وتعمل الغدة النخامية أيضًا على إنتاج وإفراز الهرمونات التي تنظم عمل الخصيتين والمبيضين والغدة الدرقية والغدد الكظرية.



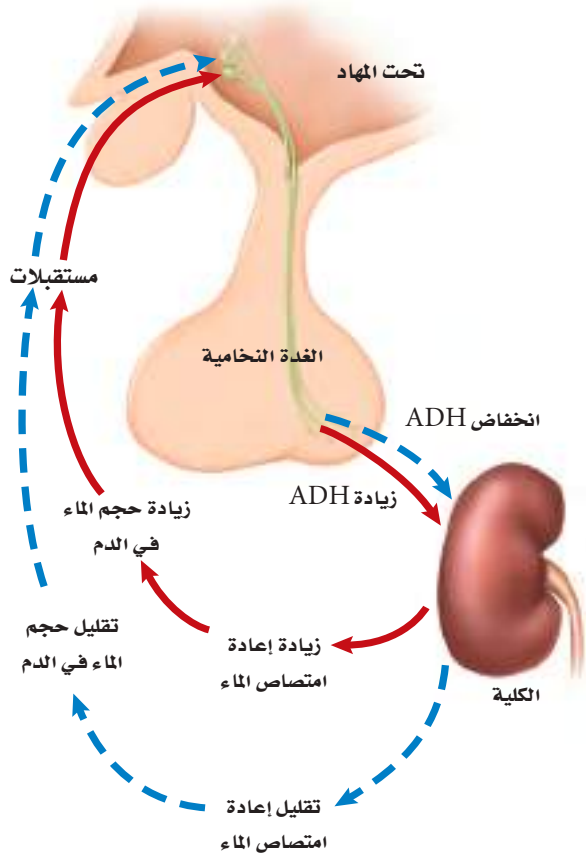
الربط مع الجهاز العصبي

Link to the Nervous System

ينظـم كل مـن الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم نشـاطات الجسـم، ويحافظان على اتزانه. ارجع إلى **الشـكل 20–7** لدراسـة دور تحت المهاد في اتزان الجسم. تُنتج تحت المهاد هرمونين، هما هرمون الأكسيتوسـين، والهرمون المانع لإدرار البـول. وينتقل هذان الهرمونان عبر المحاور العصبية، ويتم تخزينهما في نهايات المحاور التي تقع في الغدة النخامية.

تتمثـل وظيفة **الهرمون المانع لإدرار البـول** antidiuretic hormone ADH في الحفاظ على اتزان الجسم عن طريق تنظيم اتزان الماء.

ويؤثـر هرمـون ADH جزئيًّا فـي الأنابيـب الجامعة فـي الكليتيـن. فعندما تعمل خـارج المنزل في أيام الصيف الحارقة، وينتج جسـمك كميـات كبيرة من العرق قـد يجعلك عرضـه للإصابة بالجفاف، فعندها تستشـعر الخلايا الموجودة تحت المهـاد تعرضـك للجفاف وانخفاض مسـتوى الماء في الدم، فتسـتجيب الخلايا بإفـراز الهرمون المانع لإدرار البول مـن المحاور العصبية في الغدة النخامية التي اختزنـت هذا الهرمون. ويبين **الشـكل 21–7** انتقال الهرمـون المانع لإدرار البول مع الدم ليصل إلى الكلية.



■ **الشكل 21–7** يتحكم الهرمون المانع لإدرار البـول ADH في تركيـز المـاء في الدم.

حيث يتحد الهرمون المانع لإدرار البول مع مستقبلات خاصة توجد في خلايا الكلية، فيساعد على إعادة امتصاص الماء في الكلية، وتقليل كمية الماء في البول، وزيادة مستوى الماء في الدم. أما في حالة وجود كمية كبيرة من الماء في دم الشخص فتعمل غدة تحت المهاد على منع إفراز الهرمون المانع لإدرار البول، فيجعله أقل تركيزًا. ويحفز أيضًا الغثيان والقيء إنتاج الهرمون المانع لإدرار البول، فكلاهما يسبب الجفاف، كما أن فقدان ما نسبته 15–20% من الدم في أثناء النزف يؤدي إلى إفراز الهرمون المانع لإدرار البول.

تنتج الخلايا في منطقة تحت المهاد هرمون الأكسيتوسين الذي ينتقل ليُخزن في الجزء الخلفي من الغدة النخامية، وتفرزه عند الحاجة، وهو يؤثر في العضلات الملساء للرحم، مما يساعد على زيادة تقلصاتها وحدوث الطلق الذي يؤدي إلى سرعة عملية الولادة.

التقويم 3–7

الخلاصة

- تفرز الغدد الصم مواد تُسمى الهرمونات.
- تنتقل الهرمونات في الجسم عن طريق مجرى الدم.
- تُصنَّف الهرمونات إلى هرمونات ستيرويدية وهرمونات الأحماض الأمينية.
- يتأثر مستوى الهرمونات بنظام التغذية الراجعة.
- يساعد جهاز الغدد الصم في المحافظة على الاتزان الداخلي للجسم عبر إرسال الإشارات بوساطة آلية تُسمى التغذية الراجعة السلبية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة قوّم.** الأسباب التي أدت إلى تسمية نظام التغذية الراجعة للهرمونات بالتغذية الراجعة السلبية.
2. **توقّع.** متى تتوافر مستويات عالية من الأنسولين والجلوكاجون في دم الإنسان.
3. **وضح.** آلية عمل الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.
4. **حدد.** صف وظيفة كل من: الغدة النخامية، والدرقية، وجارات الدرقية، والبنكرياس، والغدد الكظرية.

التفكير الناقد

5. **ابحث.** اليود عنصر مهم جدًّا لوظيفة الغدة الدرقية. ويُعدّ نقص اليود عند الأجنة وفي مرحلة الطفولة سببًا رئيسًا 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. **حلّل.** كيف يؤدي الخلل في آلية التغذية الراجعة السلبية إلى وفاة المخلوق الحي؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

مهنة في علم الأحياء: الاختصاصي في الطب الشرعي، والاختصاصي في علم السموم

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.

الأدلة من التشريح إن الهدف من التشريح هو عمل تسجيل قانوني ودائم لخصائص الجسم. خلال عملية التشريح يفحص الاختصاصي ويزن كلًّا من الرئتين والدماغ والقلب والكبد والمعدة، ويستعمل المشرط لأخذ مقاطع رقيقة جدًّا من هذه الأعضاء، مثل صورة شريحة الدماغ في الشكل العلوي، ثم تحفظ هذه الشرائح كيميائيًّا 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 تمامًا 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؟

قطاع عرضي في الدماغ يمكن أن يستعمل لبيان أسباب الوفاة.

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 ـ ومنها بعض المنتجات المنزلية والسموم والعقاقير ـ بالوفاة. واختصاصي الطب الشرعي متخصص في تعرّف وتحديد المواد الكيميائية الغريبة التي قد تؤدي إلى الوفاة.

يتم تدريب اختصاصي الطب الشرعي على ملاحظة التفاصيل الدقيقة التي قد تضيف أحيانًا معلومات جديدة تساعد على رواية قصة الساعات الأخيرة من حياة الشخص.

الكتابة في علم الأحياء هناك وظيفة لاختصاصي علم الأمراض في مدينتك. اكتب إعلانا عن هذه الوظيفة، وتأكد من اشتمال الإعلان على التقنيات والإجراءات التي يجب أن يُلمّ 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؟

الخلفية النظرية: يبدأ هضم النشا في الفم، حيث يحطم إنزيم الأميليز الموجود في اللعاب النشا إلى جزيئات سكر أصغرها الجلوكوز الذي يعد مصدرًا مهمًّا 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 بوساطة إنزيم الأميليز في الأنواع المختلفة من البسكويت؟

المواد والأدوات

- أنواع مختلفة من البسكويت
- هاون (مِدق)
- أنابيب اختبار
- حامل أنابيب اختبار
- ورق ترشيح
- قمع
- مقياس حرارة
- كأس زجاجية
- مصدر حراري، لهب بنزن
- مخبار مدرج
- محلول اليود
- قطارات
- زجاجة ساعة (جفنة شفافة)
- محلول الأميليز
- أقلام تخطيط على الزجاج أو أقلام شمعية

احتياطات السلامة

تحذير: اليود مادة مُهيّجة وتصبغ الجلد

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. افحص ثلاثة أنواع من قطع البسكويت المختلفة، وصمّم تجربة للمقارنة بين الأوقات التي يتطلبها هضم النشا في كل نوع منها. واستعمل إنزيم الأميليز لتحفيز عملية هضم النشا. ويُعدّ اليود مادة كيميائية تستعمل للكشف عن وجود النشا في الطعام. إذ يتحول إلى اللون الأزرق أو الأسود عند وجود النشا، ويستخدم في الدلالة على انتهاء عملية هضمه.
3. اعمل مخطط بيانات لتسجيل ملاحظاتك.
4. خذ بعين الاعتبار الآتي مع أفراد مجموعتك وعدل خطتك كلما كان ذلك ضروريًّا.
   - 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 سيلائم 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. ونظّف الأواني الزجاجية والمعدات، وأعدها إلى مكانها، ثم اغسل يديك جيدًا بعد التعامل مع المواد الكيميائية والأواني الزجاجية.

حلل ثم استنتج

1. **حلّل.** ما تأثير إنزيم الأميليز في النشا الموجود في قطع البسكويت؟
2. **لاحظ واستنتج.** أي أنواع البسكويت كان فيه هضم النشا أسرع؟ وإلامَ 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 لتحدد تأثير الظروف المتغيرة ومنها درجة الحرارة أو الرقم الهيدروجيني pH في عملية هضم النشا بوساطة إنزيم الأميليز في واحدة من قطع البسكويت.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

دليل مراجعة الفصل

المطويات **توقّع.** مـاذا يحدث إذا لم يُنتج عضو ما في جهاز الغدد الصم هرمونًا معينًا، وتوقف نظام التغذية الراجعة عن العمل؟

المفردات	المفاهيم الرئيسة

7–1 الجهاز الهضمي

الهضم الميكانيكي، البيسين، أنزيم الأميليز، الأمعاء الدقيقة، الهضم الكيميائي، الكبد، المريء، الخملات المعوية، الحركة الدودية، الأمعاء الغليظة

الفكرة الرئيسة **يُحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة؛ ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذّية.**

- للجهاز الهضمي ثلاث وظائف رئيسة.
- الهضم نوعان: ميكانيكي، وكيميائي.
- يتم امتصاص معظم المواد المغذّية في الأمعاء الدقيقة.
- تفرز الأعضاء الملحقة بالجهاز الهضمي إنزيمات ومادة صفراء تساعد على الهضم.
- يتم امتصاص الماء من الكيموس في الأمعاء الغليظة (القولون).

7–2 التغذية

التغذية، السعر الحراري، الفيتامين، الأملاح المعدنية

الفكرة الرئيسة **بعض المواد المغذّية ضرورية جدًّا ليؤدي الجسم وظائفه بصورة طبيعية.**

- يقاس محتوى الغذاء من الطاقة بالسعرات الحرارية.
- الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ثلاث مجموعات رئيسة 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.

7–3 جهاز الغدد الصم

الغدد الصم، الأنسولين، الهرمون، الجلوكاجون، الغدة النخامية، ألدوستيرون، الثيروكسين، الكورتيزول، الكالسيتونين، الهرمون المانع لإدرار البول، الهرمون الجاردرقي (بـاراثايرويد)

الفكرة الرئيسة **تنظم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.**

- تفرز الغدد الصم مواد تسمى الهرمونات.
- تنتقل الهرمونات في الجسم عن طريق مجرى الدم.
- تُصنف الهرمونات إلى: هرمونات ستيرويدية، وهرمونات الأحماض الأمينية.
- يتأثر مستوى الهرمونات بنظام التغذية الراجعة.
- يساعد جهاز الغدد الصم في المحافظة على الاتزان الداخلي للجسم عبر إرسال الإشارات بوساطة آلية تسمى التغذية الراجعة السلبية.

7–1

مراجعة المفردات

حدد المصطلح الذي لا ينتمي إلى كل مجموعة من المفردات الآتية، مبينًا السبب:

1. المريء – البنكرياس – الأمعاء الغليظة.
2. الببسين – الجلايكوجين – الجلوكوز.
3. المادة الصفراء – الأميليز – الحركة الدودية.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

4. ماذا يحدث في المعدة؟
   a. هضم جزيئات الدهون الكبيرة وتحويلها إلى جزيئات صغيرة.
   b. تحليل البروتينات.
   c. يُحلل الأميليز النشا إلى جزيئات سكر صغيرة.
   d. يُفرز الأنسولين ليستعمل في الأمعاء الدقيقة.

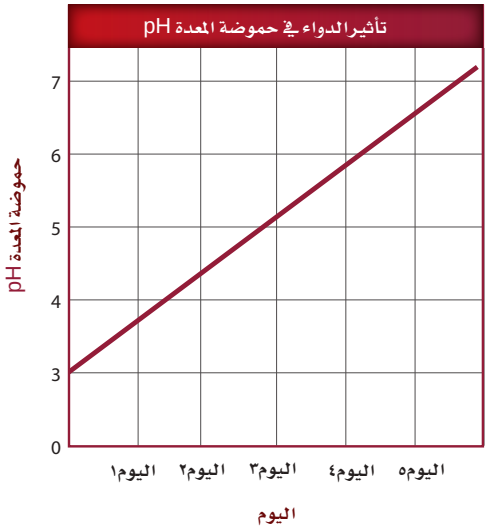
5. أيُّ صفٍّ من الجدول الآتي يحوي الكلمة المناسبة لإكمال العبارة؟ الرقم (1) يُنتج الرقم (2) الذي يُفرز إلى الرقم (3).

العمود	1	2	3
A	الكبد	المادة الصفراء	الأمعاء الدقيقة
B	الحوصلة الصفراوية	الببسين	المعدة
C	البنكرياس	الحمض	الأمعاء الغليظة
D	الخملات المعوية	الأميليز	الفم

a. الصف A.
b. الصف B.
c. الصف C.
d. الصف D.

6. يشكو شخص من مشاكل في هضم الدهون جيدًا. ما الذي يُفسِّر هذه الحالة؟
   a. لا تسمح العضلة العاصرة في نهاية المعدة بمرور المادة الصفراء إلى الأمعاء الدقيقة.
   b. انسداد القناة التي تربط بين الكبد والحوصلة الصفراوية.
   c. الشخص يفرز مادة صفراء أكثر.
   d. 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؟
   a. لن يتمكن الببسين من تحليل البروتينات.
   b. لن يتمكن الأميليز من تحليل النشا.
   c. لن يتم إفراز المادة الصفراء.
   d. لن تؤدي الإنزيمات التي تُفرز من البنكرياس عملها بصورة جيدة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تقويم الفصل 7

أسئلة بنائية

8. إجابة قصيرة. فسّر لماذا يُعتبر مصطلح حرقة المعدة وصفًا غير صحيح.

9. إجابة قصيرة. ارجع إلى **الجدول 1-7** لتُلخص 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.

التفكير الناقد

11. فسر. لماذا يضيف مصنّعو الأدوية فيتامين (K) لبعض أقراص المضادات الحيوية؟

12. كوّن فرضية. لماذا يملك الإنسان الزائدة الدودية إذا لم يكن لها وظيفة مفيدة في الجسم؟

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. أيّ 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؟

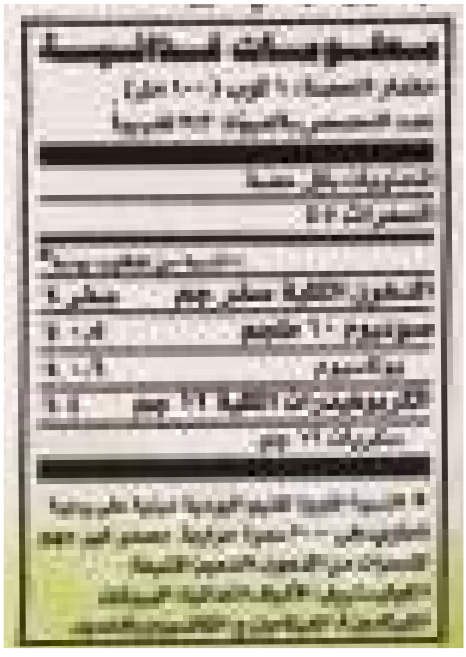
a. الرقم الهيدروجيني المنخفض والببسين.

b. الرقم الهيدرجيني المرتفع والمادة الصفراء.

c. الرقم الهيدروجيني المرتفع والببسين.

d. الرقم الهيدروجيني المنخفض والمادة الصفراء.

استخدم الصورة الآتية للإجابة عن السؤال 19.



19. إذا شربت كوب واحد (100 mL) من العصير، فما نسبة ما استهلكته من القيمة المسموح بها يوميًّا من الكربوهيدرات؟

a. 0.5 % **b.** 28 %

c. 4 % **d.** 35 %

أسئلة بنائية

20. **مهن 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. **فسّر.** 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 فسّر الارتباط بينها:

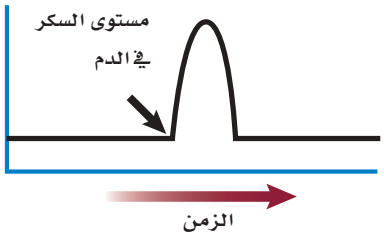
24. الأنسولين – الجلوكاجون.

25. الإستروجين – هرمون النمو.

26. الكورتيزول – الإبينفرين.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

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.
d. ألدوستيرون والكورتيزول.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

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 الكالسيتونين؟ حلّل أثر ذلك في اتزان الأنظمة الأخرى في الجسم عدا 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 الكالسيتونين والهرمون الجاردرقي وبين الميزان ذي الكفتين.

34. كوّن فرضية. لماذا يُعطى الأنسولين عن طريق الحقن بدلاً من الفم؟

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 إجابتك جميع مجموعات الغذاء الرئيسة.

أسئلة المستندات

السعرات الحرارية المقدّرة 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 الجنسين يحتاج إلى سعرات حرارية أكثر؟

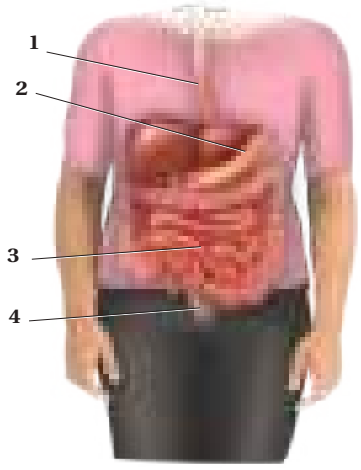
37. صف الاستنتاج العام لهذه البيانات بغض النظر عن عدد السعرات المطلوبة للحفاظ على توازن الطاقة المرتبطة مع العمر.

38. لماذا يحتاج الأفراد في الفئة العمرية بين 30–19 عامًا إلى عدد أكبر من السعرات الحرارية؟

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 1.



1. أيّ أجـزاء الجهـاز الهضمي يحدث فيـه عمليتا الهضم الكيميائي والميكانيكي أولًا؟

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

2. أيّ العمليـات الآتيـة تحـدث أولاً في الخليـة العصبية عندما تصل شدة المؤثر لعتبة التنبيه؟

a. تفتح قنوات البوتاسيوم في غشاء الخلية.
b. تُفرز النواقل العصبية إلى التشابك العصبي.
c. تنتقـل أيونـات الصوديـوم إلـى داخـل الخليـة العصبية.
d. تصبح الخلية مشحونة بشحنة سالبة.

3. جميـع العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالهرمونات الستيرويدية ما عدا:

a. تنتشر خلال الغشاء البلازمي للخلية الهدف.
b. تدخل إلى النواة.
c. تحفز جينات فـي المادة الوراثيـة لبناء بروتينات محددة.
d. تنشط إنزيمات موجودة داخل الغشاء البلازمي.

4. أيّ أنواع المواد المغذية الآتية يبدأ هضمها في المعدة؟

a. الأرز. **b.** شريحة من اللحم.
c. قطعة من الحلوى. **d.** المعكرونة.

5. أيّ الغـدد الآتيـة تفـرز الهرمون الرئيس المسـؤول عن عمليات الأيض في جسم الإنسان؟

a. الغدة النخامية. **b.** الغدة الزعترية.
c. الغدة الدرقية. **d.** الغدد الكظرية.

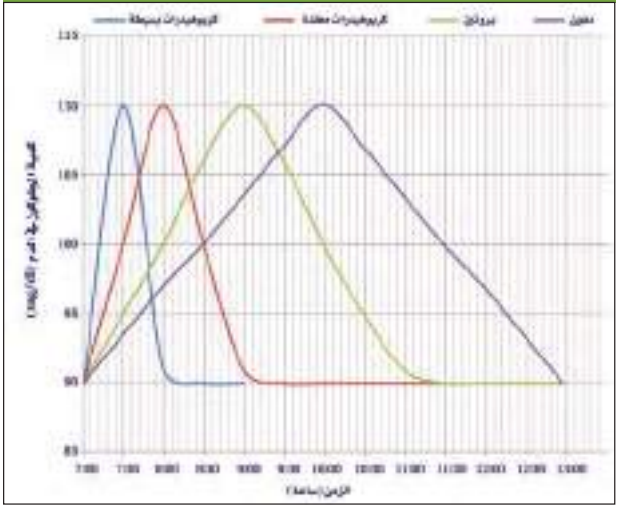
6. أين تُخزن الدهون في العظام؟

a. العظم المتراص.
b. الخلايا العظمية.
c. النخاع الأحمر.
d. النخاع الأصفر.

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الرسم البياني الآتي في الإجابة عن السؤالين 7 و8.

أثر المواد المغذية (وجبة الإفطار) في نسبة السكر (الجلوكوز) في الدم عند الإنسان



7. اسـتنتج أي المـواد المغذيـة أعـلاه ترفـع مـن نسـبة الجلوكوز في الدم بعد ساعة و45 دقيقة من تناول وجبة الإفطار.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

8. فسِّر 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 قليلًا نتيجة إستئصال جزء من امعائه بسبب إصابته بمرض سرطان الأمعاء؟ وضِّح 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؟ فسّر إجابتك.

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 تُحدث ضررًا.

مستعينًا 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. ووضّح طريقة واحدة لاختبار هذه الفرضية.

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

السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
الفصل/ القسم	7–1	5–1	7–3	7–2	7–3	4–1	7–2	7–2	7–2	7–1	7–2	7–1	7–3	7–2
الصف	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

التكاثر والنمو في الإنسان
Human Reproduction and Growth

8 الفصل

الفكرة العامة يتضمن تكاثر الإنسان اندماج الحيوان المنوي والبويضة معًا.

1 – 8 جهازا التكاثر في الإنسان

الفكرة الرئيسة تنظم الهرمونات جهازي التكاثر في الإنسان بما في ذلك إنتاج الأمشاج.

2 – 8 مراحل نموّ الجنين قبل الولادة

الفكرة الرئيسة من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه أن جعل الانسان ينمو من خلية مخصّبة 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 5 أسابيع.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تجربة استهلالية

خصائص الخلية الجنسية

كيف تُنتج الخلايا الجنسية وتتخصص في تكوين اللاقحة؟ يتم التكاثر وفق عمليات تسير في نمط محدد. وإنتاج الخلايا الجنسية خطوة مهمة وحرجة 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. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. افحص بالمجهر شريحة للبويضة، وحدد خصائصها، وارسمها.
3. افحص بالمجهر شريحة للحيوان المنوي، وحدد خصائصه، وارسمه.

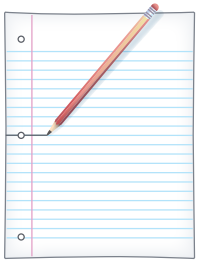
التحليل

1. **قارن** بين الحيوان المنوي والبويضة؟
2. **حدد** التراكيب والخصائص التي تؤثر في دور كل من الحيوان المنوي والبويضة في عملية التكاثر؟

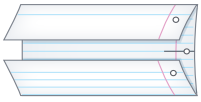
المطويات
منظمات الأفكار

جهازا التكاثر اعمل هذه المطوية لتساعدك على المقارنة بين إنتاج البويضات والحيوانات المنويّة.

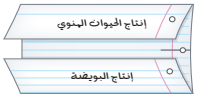
الخطوة 1: ارسم خطًا أفقيًا على طول منتصف ورقة كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثن الورقة من أعلى ومن أسفل ليلتقي طرفاها في المنتصف، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: اكتب عنوانًا لكل شريط من المطويّة كما في الشكل الآتي:



المطويات **استخدم هذه المطويّة في أثناء دراستك جهازا التكاثر في الإنسان في القسم 1-8**، وسجل وأنت تقرأ الدرس ما تعلّمته عن إنتاج كل من الحيوان المنوي في الخصية، والبويضة في المبيض.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

8-1

الأهداف

- **تلخص** وتناقش تركيب جهازي التناسل الذكري والأنثوي.
- **توضح** كيف تنظم الهرمونات جهازي التناسل الذكري والأنثوي.
- **تناقش** مراحل دورة الحيض.

مراجعة المفردات

منطقة تحت المهاد Hypothalamus: جزء من الدماغ يربط بين الغدد الصمّ والجهاز العصبي، ويسيطر على الغدة النخامية.

المفردات الجديدة

الأنابيب المنويّة
البربخ
الوعاء الناقل (الأسهر)
الإحليل
السائل المنوي
البلوغ
الخلية البيضية الأولية
قناة البيض (قناة فالوب)
دورة الحيض
الجسم القطبي

جهازا التكاثر في الإنسان

Human Reproductive Systems

الفكرة الرئيسة **تنظّم الهرمونات جهازي التكاثر في الإنسان بما في ذلك إنتاج الأمشاج.**

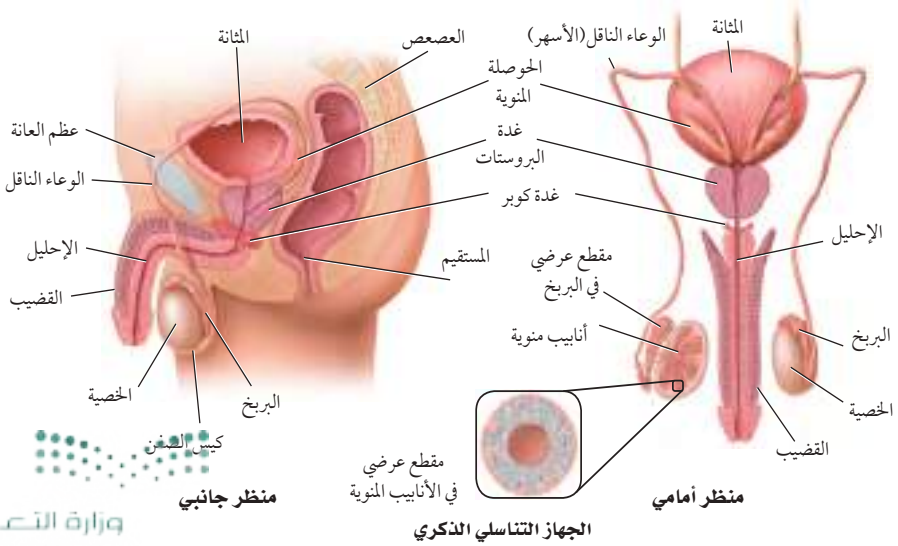
الربط مع الحياة لربما لاحظت كيف تؤثر درجة حرارة الغرفة في التحكم في مقياس منظم درجة الحرارة لجهاز التكييف، فإذا كانت الغرفة باردة فإن مقياس منظّم الحرارة لا يعطي إشارة إلى جهاز التكيف ليعمل، وهكذا تقوم الهرمونات الجنسية في جسم الإنسان بالتأثير في تركيبه وتكاثره.

الجهاز التناسلي الذكري في الإنسان

Human Male Reproductive System

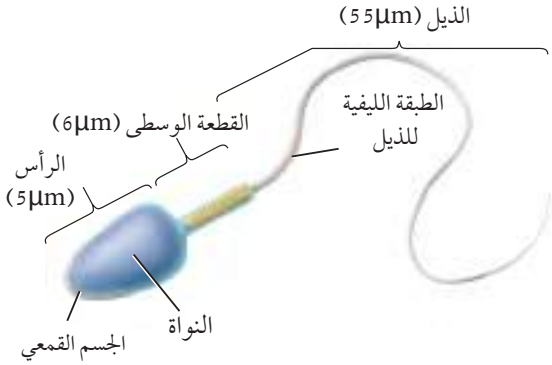
التكاثر ضروري لبقاء الأنواع المختلفة من المخلوقات الحية. وتحدث عمليات التكاثر في الإنسان بإخصاب الحيوان المنوي للبويضة، ثم تكوّن الجنين ونموّه، ثم ولادته. أما الأجهزة والأعضاء والغدد والهرمونات للجهاز التناسلي الذكري أو الأنثوي فجميعها لها دور فعال في التكاثر. يوضح **الشكل 1-8** تركيب الجهاز التناسلي الذكري، وتسمى الغدة التناسلية الذكرية بالخصية testis، وتوجد خارج الجسم في كيس يُسمى الصفن scrotum. ويحتاج تكوين الحيوانات المنوية إلى درجة حرارة أقل من درجة حرارة الجسم البالغة 37°C. ونظرًا إلى وجود الصفن خارج تجويف الجسم حيث درجة الحرارة أقل من درجة حرارة الجسم، فإن هذا يوفر بيئة مناسبة لتكوين الحيوانات المنوية.

الخلايا المنوية Sperm Cells تسمى الخلايا التكاثرية الذكرية عند الإنسان بالخلايا أو الحيوانات المنوية، والتي يتم انتاجها في الخصية. يتم إنتاج الحيوانات المنويّة في **الأنابيب المنويّة** seminiferous tubules في الخصية، وتستطيع هذه



الشكل 1-8 يُنتج الجهاز التناسلي الذكري في الخصية أمشاج تسمى الحيوانات المنوية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

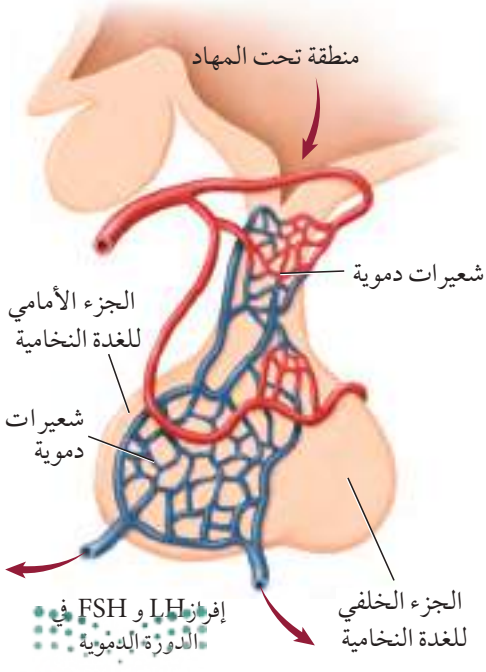


■ **الشكل 2–8** الحيوان المنوي خلية سوطية تتكون من رأس، ومنطقة وسطى وذيل .

سلسل. اكتب بالتسلسل التراكيب التي ينتقل فيها الحيوان المنوي من داخل الجسم إلى خارجه.

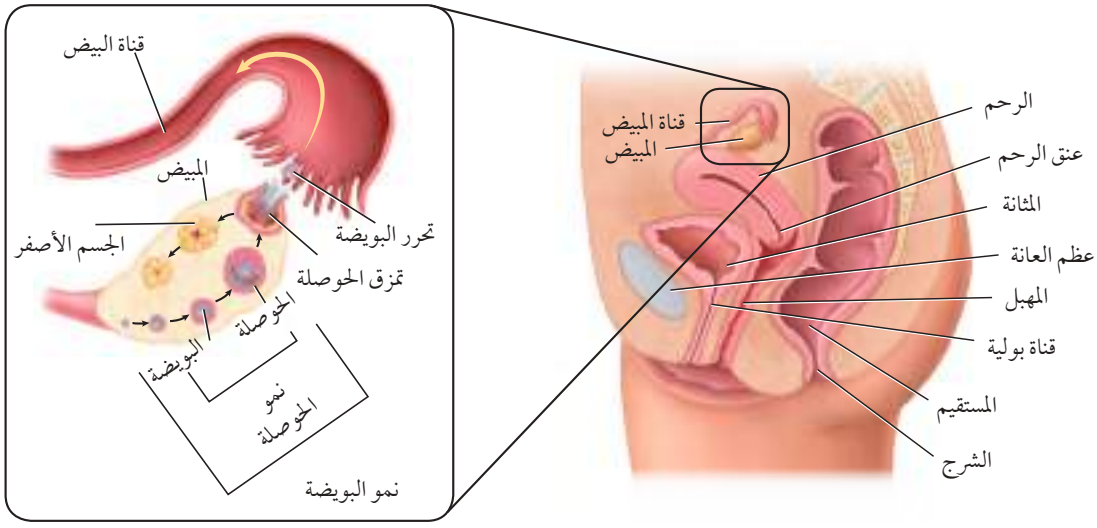
الأنابيب أن تنتج ما بين 200 –100 مليون حيوان منوي كل يوم. انظر **الشكل 2–8**. وبعد تكوين الحيوانات المنوية تنقل إلى **البربخ** epididymis الموجود فوق كل خصية، حيث يكتمل نضج الحيوانات المنوية وتخزن فيه. وعندما تنطلق الحيوانات المنوية إلى خارج جسم الإنسان تمر في قناتان تسمى **الوعاء الناقل (الأسهر)** vas deferens، الذي ينتهي بقناة بولية تناسلية مشتركة تُسمى **الإحليل** urethra . وتحتاج الحيوانات المنوية إلى سائل تغذية يساعدها على البقاء حية حتى تخصب البويضة. يتكوّن **السائل المنوي** semen من الحيوانات المنوية، ومواد مغذية، وسوائل تفرزها الغدد الجنسية الذكرية. وتسهم الحوصلة المنوية في إفراز نصف حجم السائل المنوي، بالإضافة إلى إفراز السكر الذي يزوّد الحيوانات المنوية بالطاقة، وكذلك تزودها بالمواد المغذّية والبروتينات والإنزيمات، وتفرز غدة البروستات وغدة كوبر محلولًا قلويًا لمعادلة أي ظروف حمضية قد يواجهها الحيوان المنوي في طريقه لإخصاب البويضة في الجهاز التناسلي الأنثوي.

■ **الشكل 3–8** تفرز منطقة تحت المهاد هرمونًا ينتقل إلى الغدة النخامية، ويؤثر في معدل إنتاج هرموني FSH و LH ، 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، وخشونة الصوت. والبلوغ مرحلة نمو يصل فيها الإنسان إلى النضج الجنسي، ويتحكم في إنتاج التستوسترون منطقة تحت المهاد في الدماغ والتي تفرز هرمونًا يؤثر في الجزء الأمامي للغدة النخامية، فتفرز هرمونين ينتقلان بوساطة الدم إلى الخصية فيحفزانها على إنتاج الحيوانات المنوية، **الشكل 3–8**. وهذان الهرمونان هما: الهرمون المنشّط للحوصلة Follicle Stimulating Hormone (FSH) الذي ينظم إنتاج الحيوانات المنوية، والهرمون المنشّط للجسم الأصفر Luteinizing Hormone (LH) الذي ينشط إفراز هرمون التستوسترون، وتوجد آلية لتنظيم مستوى إفراز الهرمونات الجنسية في الدم تُسمى 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 فإنّ الجسم يستجيب لذلك بإفراز كميات زائدة من هرموني LH و FSH. لكي يكون هناك ثبات لتركيز الهرمونات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



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، ويشكّل ما تبقى من الحوصلة الجسم الأصفر.

توقّع. ماذا يحدث إذا نضجت أكثر من حوصلة خلال دورة الحيض؟

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 البيضية الأولية** oocytes ، وتنتج في المبيضين – **الشكل 4–8**– ويبلغ حجم المبيض حجم بذرة اللوز. ويوجد داخل كل مبيض خلايا بيضية غير ناضجة، وعادة ما تنمو خلية بيضية واحدة كل 28 يومًا، وتنمو لتكوّن بويضة ناضجة ovum، وتُحاط البويضة الناضجة بحوصلة توفر لها الحماية والغذاء، وبعد تكونها في المبيض، تنتقل إلى **قناة البيض** (قناة فالوب) oviduct وهي أنبوب يتصل بالرحم. وحجم الرحم يماثل 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.

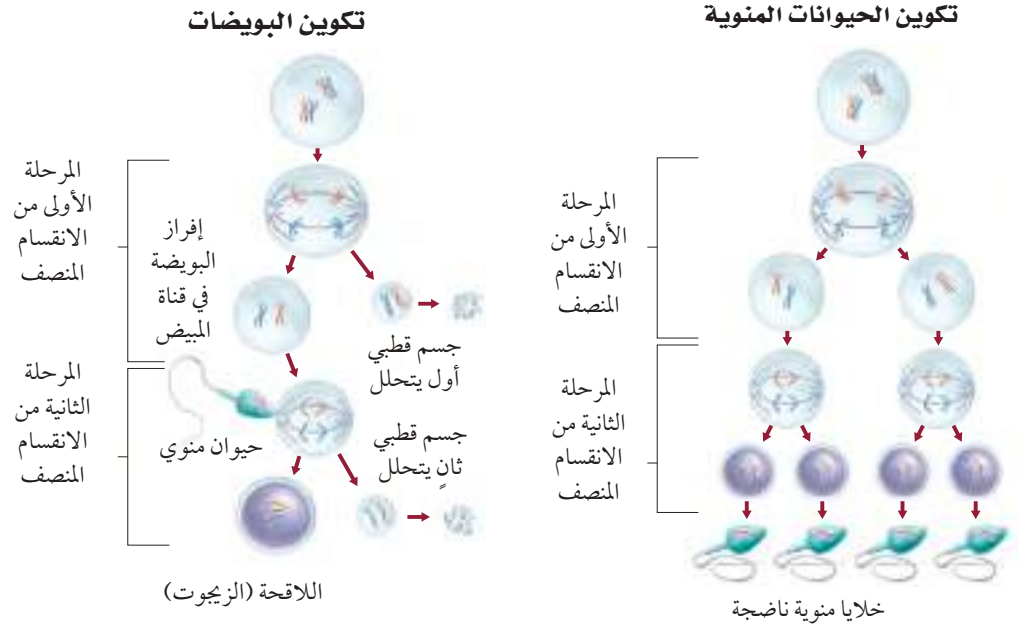
الهرمونات الأنثوية Female Hormones البروجستيرون والإستروجين هرمونان ستيرويديان يفرزان من خلايا المبيض. ويفرز الجزء الأمامي للغدة النخامية هرمونين، هما: الهرمون المنشّط للحوصلة FSH، والهرمون المنشّط للجسم الأصفر LH، اللذان يؤثران في مستويات كل من هرموني الإستروجين والبروجستيرون بوساطة التغذية الراجعة السلبية. الهرمون المنشّط للحوصلة، والهرمون المنشّط للجسم الأصفر لهما تاثير 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 تقريبًا، وتساعد في تهيئة جسم الأنثى للحمل.

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 تقريبًا. 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 المنصّف (الاختزالي) طوال فترة الطفولة وحتى سن البلوغ، ثم يُستكمل نمو خلية بيضية واحدة فقط عند بداية كل دورة حيض لتنتج خليتين: إحداهما كبيرة تُسمى البويضة (خلية بيضية ثانوية ناضجة)، والأخرى صغيرة تُسمى **الجسم القطبي** polar body. تنفصل الكروموسومات ويحدث انقسام غير متساوٍ 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 مرحلتي الانقسام المنصف بويضة واحدة بدلًا من أربعة.



الشكل 5–8

اليمين: يتبع إنتاج الحيوانات المنوية نمط الانقسام المنصف، ويؤدي إلى تكوين العديد من الحيوانات المنوية.

اليسار: يؤدي الانقسام المنصف في الأنثى إلى تكوين بويضة واحدة، ولايتم الانقسام المنصف الثاني إلا بعد إخصاب البويضة.

تجربة 1 - 8

إنتاج الخلايا الجنسية

لماذا يُنتج الانقسام المنصّف أربعة حيوانات منوية وبويضة واحدة فقط؟ إن الاختلاف في انقسام السيتوبلازم هو السبب الرئيس لاختلاف الانقسام المنصّف عند كل من الذكر والأنثى في الإنسان. استخدم الصلصال لتوضيح إنتاج الخلايا الجنسية خلال الانقسام المنصّف.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اختر **قطعتي صلصال مختلفتي اللون**، الأولى: تمثل الخلية المنوية الأولية، والثانية تمثل الخلية البيضية الأولية.
3. استخدم قطعة الصلصال الأولى لتمثل الانقسام المنصّف الذي يحدث في الخلية المنوية الأولية في الذكر.
4. مثِّل عملية النضج من خلال إزالة نصف كمية الصلصال من كل حيوان، واترك كمية بسيطة لتمثل الذيل.
5. مثِّل مرحلة الانقسام المنصّف الأولى في الإناث.
6. استخدم حيوانًا منويًا، وألصقه بجانب خلية كبيرة، لتمثل المرحلة الثانية من الانقسام المنصّف.

التحليل

1. **استخدم النماذج.** ارسم كل مرحلة، واكتب أسماء الأجزاء التالية، وألصقها في مواقعها: الخلية المنوية الأولية، الخلية البيضية الأولية، البويضة، الحيوان المنوي، الجسم القطبي الأول، الجسم القطبي الثاني، البويضة المخصّبة، اللاقحة (الزيجوت).
2. **وضح.** ما فائدة تركيز الانقسام المنصف على سيتوبلازم البويضة الواحدة؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

دورة الحيض The Menstrual Cycle

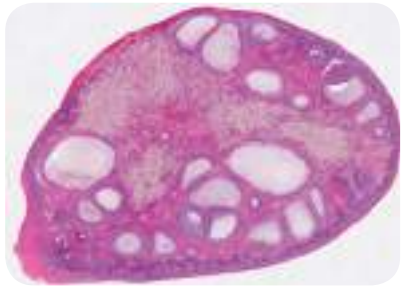
تتراوح مدة دورة الحيض ما بين 35–23 يومًا، وفي الغالب مدتها 28 يومًا. وتمر في ثلاثة أطوار، هي :

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 تُزوده 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 5–3 أيام، ويبدأ بعدها الرحم في تكوين بطانة جديدة سميكة لتستمر الدورة.

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 لإنضاج 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 12من الدورة تقريبًا يحفّز 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 حويصلات 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.



■ **الشكل 6–8** يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجستيرون وقليلاً من هرمون الإستروجين.

المفردات

أصل الكلمة

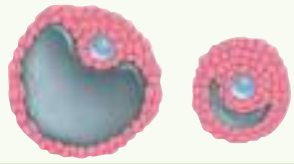
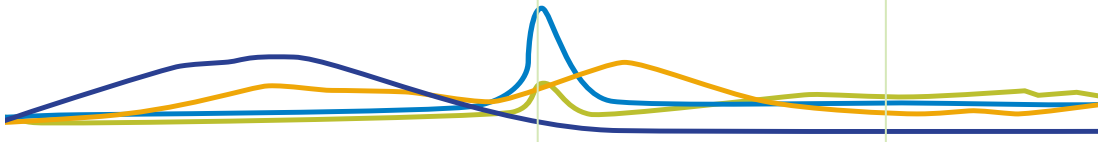
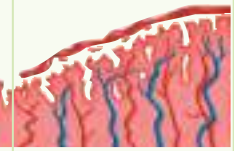
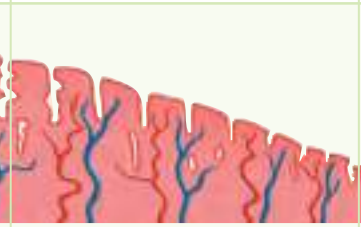
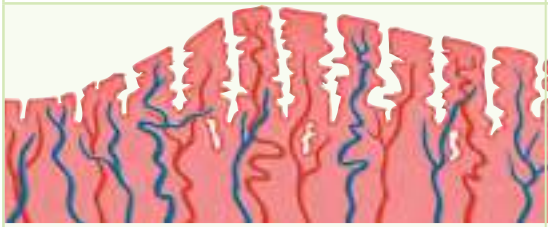
الجسم الأصفر Corpus Luteum

Corpus معناها باللاتيني جسم

Luteum وتعني أصفر.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الجدول 1–8 دورة الحيض

	طور تدفق الطمث	طور الحوصلة	طور الجسم الأصفر
الأيام	1–5	6–14	15–28
نشاطات المبيض			
تركيز الهرمونات			
بطانة الرحم			

وعند إخصاب البويضة تحدث مجموعة من التغيرات المختلفة، وتحول دون أن تبدأ دورة حيض جديدة، ويبقى تركيز البروجستيرون مرتفعًا، ويزداد تدفق الدم إلى بطانة الرحم. ولا يضمحل الجسم الأصفر، ولا تنخفض مستويات تركيز الهرمون، وتتراكم الدهون في بطانة الرحم، وتبدأ في إفراز سوائل غنية بالمواد المغذّية للجنين.

التقويم 1–8

الخلاصة

- 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 بوساطة الانقسام المنصّف في كل من الذكر والأنثى.
- للأنثى دورة تكاثر تُسمى دورة الحيض.
- دورة الحيض لها ثلاثة أطوار هي: تدفق الطمث، وطور الحوصلة، وطور الجسم الأصفر.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة صف.** كيف تساعد الهرمونات على تنظيم إنتاج الحيوانات المنوية والبويضة.
2. **لخّص.** تركيب كلٍّ من جهازي التكاثر الأنثوي والذكري ووظائفهما.
3. **صف** أصل المواد التي توجد في السائل المنوي وأهميتها.
4. وضح ماذا يحدث لبطانة الرحم والمبيض في أثناء دورة الحيض.

التفكير الناقد

5. **استنتج.** في اليوم الثاني عشر يسبّب 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 إطلاقًا خلال هذه الفترة، علمًا بأن مدة دورة الحيض 28 يومًا؟

وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

8-2

الأهداف

- **تناقش** التغيرات التي تحدث في الأسبوع الأول بعد الإخصاب.
- **تصف** التغيرات الرئيسة التي تحدث في المراحل الثلاث لتكوين الجنين.
- **توضح** تغير مستويات الهرمونات خلال الحمل.

مراجعة المفردات

الليسوسوم Lysosome: عضية تحوي إنزيمات هاضمة.

المفردات الجديدة

التوتة (الموريولا)

الكبسولة البلاستولية

السائل الرهلي (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 مخصّبة، تتحول الى مليارات من الخلايا المتخصصة في وظائفها.**

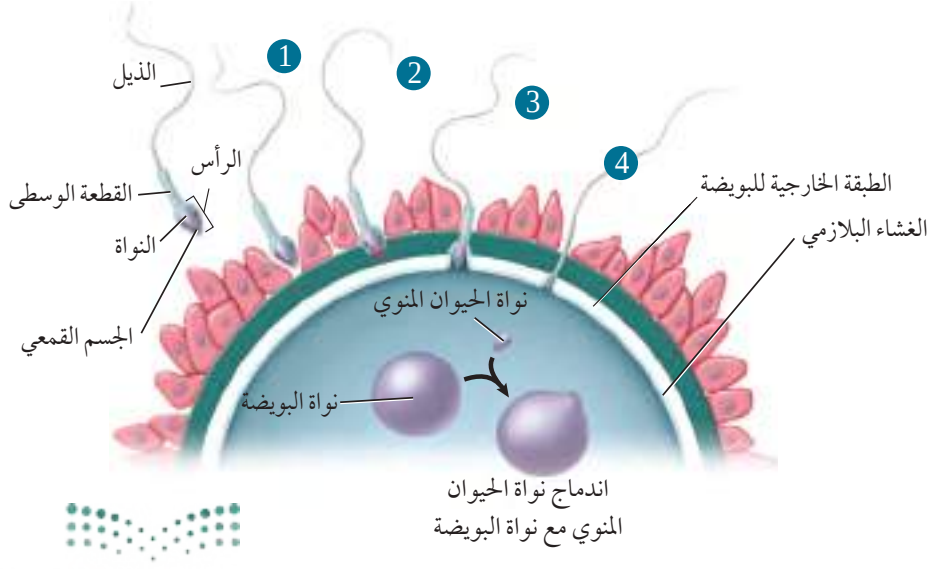
الربط مع الحياة يبدأ تكون جسم الإنسان ونموه – بقدرة الله سبحانه وتعالى – بإخصاب حيوان منوي لبويضة.

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 أحاديَّ المجموعة الكروموسومية، وعادة ما يحتوي كل منهما على 23 كروموسومًا. وعند الإخصاب تتجمع الكروموسومات لتصبح اللاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية، ويصبح عدد الكروموسومات 46 كروموسومًا.

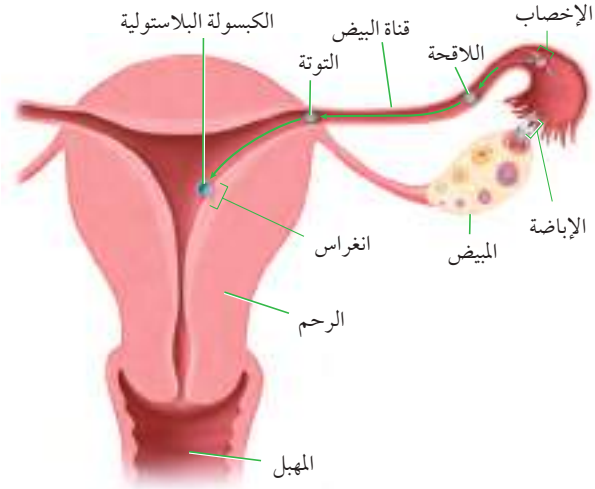
تدخل الحيوانات المنوية إلى المهبل عند قذفها بوساطة قضيب الذكر في أثناء الاتصال الجنسي.

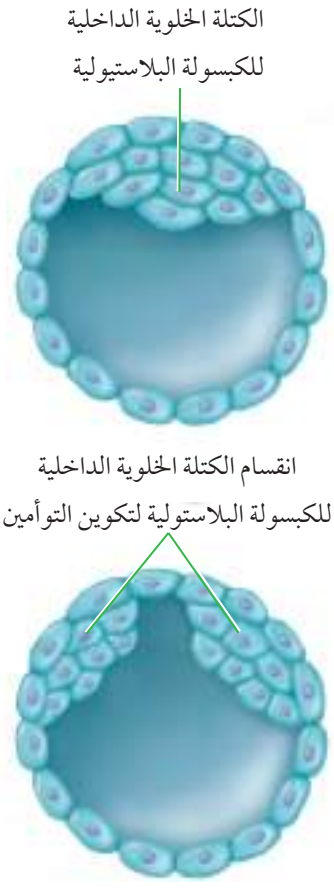
يستطيع الحيوان المنوي البقاء في الجهاز التناسلي الأنثوي مدة 48 ساعة، ولكن البويضة غير المخصّبة لا تستطيع البقاء أكثر من 24 ساعة. لذا يمكن حدوث الإخصاب في الفترة الممتدة من قبل الإباضة بأيام قليلة إلى ما بعدها بيوم واحد فقط، وبشكل عام، توجد فترة قصيرة جدًا لحدوث الإخصاب، ولكن من المهم معرفة أن مدة دورة الحيض تختلف، وأن إفراز البويضة "الإباضة" يحدث في أي وقت.



الشكل 7–8 يتم إضعاف الطبقة المحيطة بالبويضة بوساطة العديد من الحيوانات المنوية، بينما ينجح حيوان منوي واحد في اختراقها ثم إخصابها كما في المراحل (4–1)، يتم الإخصاب عندما تندمج نواة الحيوان المنوي مع نواة البويضة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442





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 الأعلى يتكون جنين، أما في الاسفل واذا انقسمت الكتلة الخلوية الداخلية فإنه ينتج منها التوأم.

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 تهاجمه 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 تكوّن البويضة حاجزًا منيعًا يمنع الحيوانات المنوية الأخرى من اختراقها.

ماذا قرأت **وضح** لماذا يحتاج الإخصاب إلى مئات الحيوانات المنوية؟

المراحل الأولى لنمو الجنين Early Development

يوضح **الشكل 8–8** التغيرات التي تحدث للبويضة المخصبة (اللاقحة) في الأسبوع الأول. فبقدرة الله وحكمته، تتحرك البويضة المخصَّبة في قناة البيض بفعل انقباضات العضلات الملساء لهذه القناة، وبفعل الأهداب التي تبطّنها. وبعد 30 ساعة من الإخصاب تدخل البويضة المخصّبة في سلسلة من الانقسامات المتساوية، وفي اليوم الثالث تغادر البويضة المخصّبة قناة البيض، وتدخل الرحم وعندها **تُسمى التوتة (الموريولا)** morula (وهي كرة مصمتة من الخلايا)، وتنمو في اليوم الخامس لتصبح كرة مجوفة 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 توأمًا.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

أختصاصيو التكاثر والغدد الصمّ
Reproductive Endocrinologist

أطباء حاصلون على درجة عالية من التدريب الخاص بالتعامل مع حالات العقم واضطرابات الهرمونات الجنسية. وقد يقوم هذا الاختصاصي بإجراء البحوث، أو تدريب طلاب يدرسون الطب.

ويصف الخالق سبحانه وتعالى الرحلة الجنينية التي يمر بها خلق الانسان، وفي إيجاز بليغ فيقول:

﴿وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَٰنَ مِن سُلَٰلَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَٰهُ نُطْفَةً فِى قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا ٱلنُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا ٱلْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا ٱلْمُضْغَةَ عِظَٰمًا فَكَسَوْنَا ٱلْعِظَٰمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَٰهُ خَلْقًا ءَاخَرَ ۚ فَتَبَارَكَ ٱللَّهُ أَحْسَنُ ٱلْخَٰلِقِينَ ﴿١٤﴾ ثُمَّ إِنَّكُم بَعْدَ ذَٰلِكَ لَمَيِّتُونَ ﴿١٥﴾ ثُمَّ إِنَّكُمْ يَوْمَ ٱلْقِيَٰمَةِ تُبْعَثُونَ ﴿١٦﴾﴾ المؤمنون.

■ **الشكل 9–8** هناك أربعة أغشية إضافية تحيط بالجنين هي: غشاء الكوريون، والغشاء الرهلي، وكيس المح، والممبار وهي أغشية مهمة لنمو الجنين.

حدد. ما أهمية كيس المح في الإنسان؟

الأغشية الجنينية Extraembryonic Membranes ينمو جنين الإنسان داخل رحم الأم، محاطًا بمجموعة من الأغشية لها وظائف مختلفة، لاحظ **الشكل 9–8**. وخلال مراحل النمو الأولى تتكون أربعة أغشية تحيط بالجنين، وهي: الغشاء الكوريوني **chorion**، الغشاء الرهلي (الأمنيوني) **amniotic** ، وكيس المح **yolk sac**، والممبار **allantois**. والغشاء الرهلي طبقة رقيقة تشكّل كيسًا يحيط بالجنين، ويوجد داخل هذا الكيس سائل يُسمى **السائل الرهلي amniotic fluid**، الذي يحمي الجنين من الصدمات ويعزله عن باقي أجزاء جسم الام. ويوجد الغشاء الكوريوني خارج الغشاء الرهلي، ويسهم كل من الغشاء الكوريوني والممبار في تكوين المشيمة. أما كيس المح فإنه لا يحتوي على مح (صفار)، ولكنه أول موقع يعمل لتكوين خلايا الدم الحمراء للجنين.

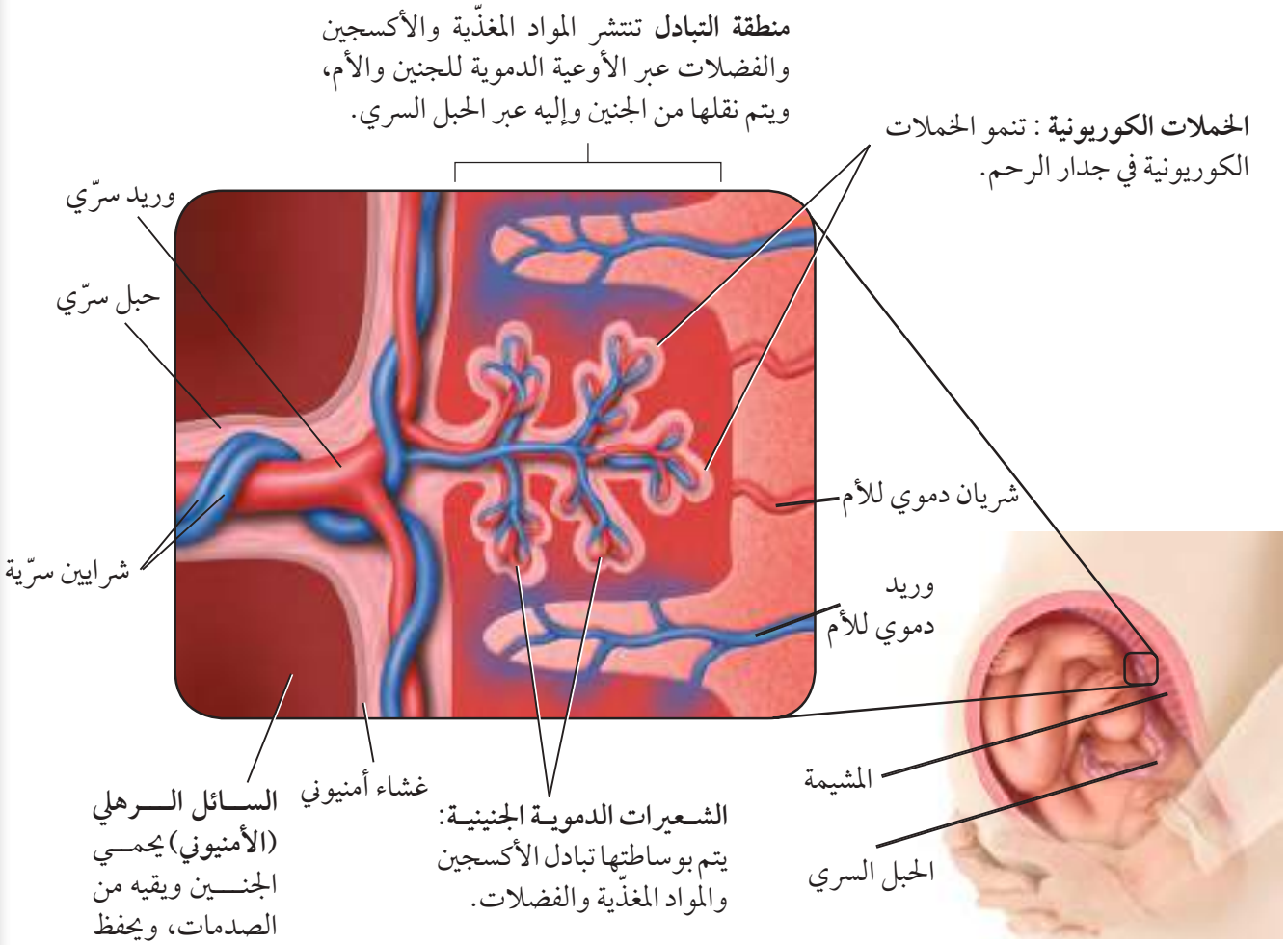
المشيمة The Placenta بعد أسبوعين من الإخصاب تتكون امتدادات صغيرة من الغشاء الكوريوني تُسمى الخملات الكوريونية، وتبدأ بالنمو في جدار الرحم، وتبدأ المشيمة بالتكوّن حتى تُوفر الغذاء والأكسجين للجنين، وتتخلص من الفضلات، ويكتمل نموها في الأسبوع العاشر. وللمشيمة سطحان: سطح من الجنين، والآخر من الأم. وعندما يكتمل نموها يصبح قطرها **cm** 15–20، وسمكها **cm** 2.5، وكتلتها **kg** 0.45 تقريبًا. يربط الحبل السري – وهو أنبوب يحتوي على الكثير من الأوعية الدموية – بين الجنين والأم ويوضح **الشكل 10–8** 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 وثاني أكسيد الكربون من الجنين إلى الأم. ونظرًا إلى عدم وجود اتصال بين جهازي 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.

إرشادات الدراسة

خط الزمن ارسم خط زمن يوضح نمو الإنسان من لحظة الإخصاب إلى مرحلة البلوغ، مستخدمًا أعمارًا تقريبية لكل مرحلة، ووضح خصائصها الرئيسة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

■ **الشكل 10–8** يتبادل الجنين المواد المغذّية 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 هرمونًا يسمى الهرمون الكوريوني الموجه للغدد التناسلية (hCG) يحافظ على الجسم الأصفر ويمنع تحلله، ويبقى تركيز هذا الهرمون عاليًا، وبالتالي يحافظ على تركيز البروجستيرون عاليًا 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.

المراحل الثلاث لتكوّن الجنين

Three Trimesters of Development

تستغرق مدة الحمل عند الإنسان 266 يومًا تقريبًا منذ لحظة الإخصاب وحتى لحظة الولادة، أو 280 يومًا من آخر دورة حيض، قال تعالى: ﴿ وَوَصَّيْنَا ٱلْإِنسَٰنَ بِوَٰلِدَيْهِ إِحْسَٰنًا ۖ حَمَلَتْهُ أُمُّهُۥ كُرْهًا وَوَضَعَتْهُ كُرْهًا ۖ وَحَمْلُهُۥ وَفِصَٰلُهُۥ ثَلَٰثُونَ شَهْرًا ۚ ﴿١٥﴾ ﴾ الأحقاف.

تحربة علمية
كيف ينمو جسم الإنسان؟
ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

ويمكن تقسيم هذه المدة إلى ثلاث مراحل، كل منها ثلاثة أشهر تقريبًا. وخلال مدة الحمل تنمو اللاقحة المكوّنة من خلية واحدة، ليصبح طفلاً يتكوّن جسمه من مليارات الخلايا. وتنتظم 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 للتأثر 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 2–8** بعض تشوهات الولادة التي يمكن تجنب حدوثها.

الشكل 11–8 تنمو البويضة المخصبّة، فتصبح جنينًا. ومع نهاية مرحلة الأشهر الثلاثة الأولى يستطيع الجنين أن يتحرك قليلًا.

4 أسابيع

5–6 أسابيع

7–8 أسابيع

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

الجدول 2–8	مسبّبات تشوّهات الولادة
السبب	التشوه
تدخين السجائر	نقص وزن المولود ، وعدم اكتمال نموه
نقص حمض الفوليك	عدم اكتمال نمو الدماغ والرأس. العصب المفلوج (تَكَشُّفْ بعض الخلايا العصبية للحبل الشوكي، مما قد يسبب الإصابة بالشلل)
الكوكايين	نقص وزن المولود، الولادة المبكرة، ضرر بالدماغ واضطرابات سلوكية.

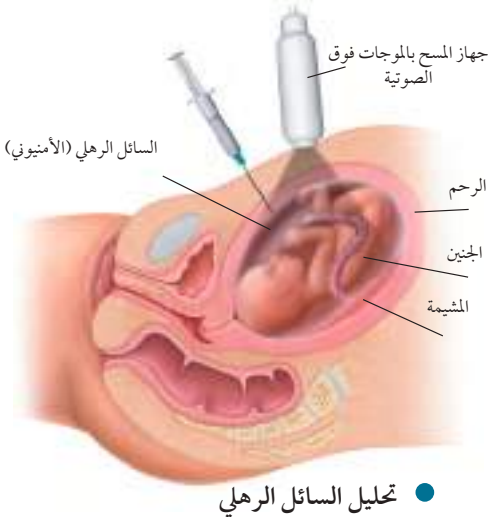
وفي نهاية الأسبوع الثامن يبدأ تشكّل الأجهزة جميعها، ويسمى هذا الطور بالجنين، وفي نهاية هذه المرحلة يستطيع الجنين أن يحرك ذراعه وأصابع يديه وأصابع قدميه، ويمكن مشاهدة بعض التعبيرات على الوجه، وظهور بصمات الأصابع.

مرحلة الشهور الثلاثة الثانية The second trimester تُسمى هذه المرحلة مرحلة النمو. حيث يمكن سماع نبض القلب في الأسبوع العشرين تقريبًا باستخدام السماعة الطبية، ويصبح الجنين قادرًا 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 بقاءه حيًا 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 تحت جلده 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.

9–10 أسابيع

12 أسبوعًا



● تحليل السائل الرهلي

■ **الشكل 12–8** تؤخذ الخلايا التي يفقدها الجنين وتعزل من السائل الرهلي ويتم تحليلها بعملية تحليل السائل الرهلي.

تشخيص الاختلالات عند الجنين

Diagnosis in the Fetus

يمكن تشخيص العديد من الظروف التي تحيط بالجنين قبل ولادته، وكلما كان التشخيص مبكرًا كانت فرصة توفير الرعاية والمعالجة الطبية أكثر ملاءمة وفاعلية، 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 أيضًا معرفة جنس الجنين.

تجربة 2 - 8

ترتيب المراحل الاولى من نمو الانسان

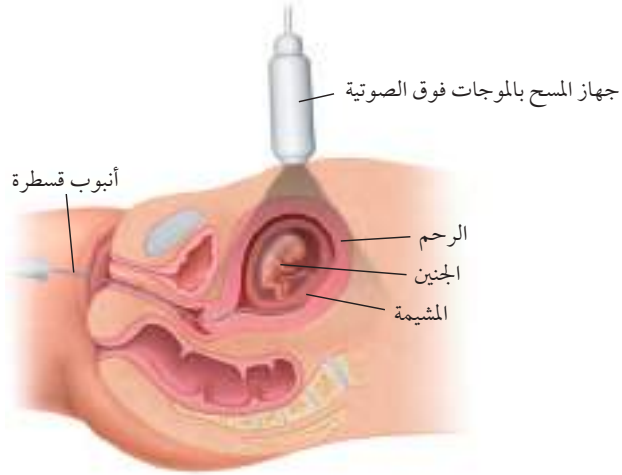
ما التغيرات التي تحدث في الاسابيع العشرة الاولى من حياة جنين الإنسان؟ يبدأ الإخصاب عندما يخترق حيوان منوي البويضة وتندمج نواته بنواتها، فتتكون اللاقحة التي تدخل في سلسلة من التغيرات. حيث يبدأ الانقسام الخلوي لزيادة عدد الخلايا. ثم تتحرك الخلايا وتترتب لتكون أعضاء خاصة مما يجعلها تقوم بوظائفها الخاصة على أكمل وجه.

خطوات العمل

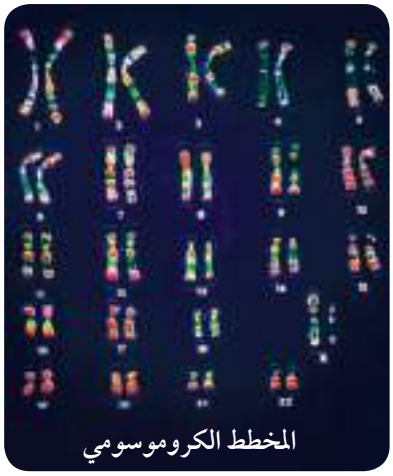
1. استخدم مجموعة من المجلات أو مصادر الإنترنت لمشاهدة صور تكوّن الأجنة ونموها.
2. ادرس الصور وتعليقاتها للأسابيع العشرة الأولى بعد الإخصاب. اختر عاملًا واحدًا لمتابعته خلال فترة النمو هذه. يجب أن تتضمن العوامل حجم الأجنة، تمايز الخلايا، التغيرات التركيبية العامة، الأعضاء المتخصصة وتكوّنها، وغيرها.
3. مثل بيانيًّا نمو العامل الذي اخترته مع الزمن خلال فترة الأسابيع العشرة الأولى بعد الإخصاب.

التحليل

1. **حلل** الرسم البياني الذي رسمته، وحدد التغيرات في النمو والمرتبطة بالعامل الذي اخترته خلال فترة الأسابيع العشرة الأولى من عمر الجنين.
2. **لخص** مستوى النمو للعامل الذي فحصته في نهاية الأسبوع العاشر من نمو الجنين.



● تحليل عينة الخملات الكوريونية


المخطط الكروموسومي

■ **الشكل 13–8**

اليمين: تشمل عملية أخذ عينات من الخملات الكريونية بإزالة خلايا من الغشاء الكوريونية وتحليلها.

اليسار: يساعد المخطط الكروموسومي على تشخيص حالة الجنين.

تحليل السائل الرهلي والخملات الكوريونية

Aminocentesis and chorionic villus sampling

يتم إجراء تحليل عينات من السائل الرهلي والخملات الكوريونية في مرحلة الأشهر الثلاثة الثانية، وتتم عادة بغرس إبرة في بطن الأم الحامل، كما هو موضح في **الشكل 12–8**، ويسحب بوساطتها جزء بسيط من السائل الرهلي لفحصه، وتشمل الفحوصات قياس مستويات الإنزيمات، وفحص الخلايا لتحديد المخطط الكروموسومي للجنين، ومعرفة الكروموسومات غير الطبيعية، وتحديد جنس الجنين. ويتم فحص الخملات الكوريونية في الأشهر الثلاثة الأولى، بإدخال أنبوب قسطرة في المهبل، **الشكل 13–8**، وأخذ عينات من الخملات الكوريونية لتحليلها، وتحديد المخطط الكروموسومي للجنين **الشكل 13–8**. حيث إن كروموسومات الخملات تشابه تمامًا كروموسومات الجنين.

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. **الفكرة الرئيسة** **صف** التغيرات التي تحدث للاقحة في الأسبوع الأول بعد الإخصاب.
2. **صف.** ماذا يحدث لعملية الإخصاب إذا توقف عمل الجسم القمعي في الحيوان المنوي.
3. **لخّص** 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 أخصبت في اليوم الأول من كانون الثاني (يناير).

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

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؛ لإنها تعتقد أن طوله لا يتيح له المشاركة في الألعاب الرياضية التي تحتاج إلى طول فارع، وتقترح عليه أن يستخدم هرمون النمو لزيادة طوله. وقد فكرت في أن هذا قد يساعده على ممارسة الألعاب الرياضية، ويحسّن 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.

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 الفحوصات 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.

مناظرة 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

الإنترنت: كيف تستخدم الموجات فوق الصوتية في تتبع مراحل نمو الجنين؟

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 حاليًّا. التقنية قادرة الآن على إنتاج صور ثلاثية الأبعاد للجنين، كما أنّ الصور الرباعية الأبعاد أو الصور المتحركة متوافرة حاليًّا.**

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**.

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 كليًّا؟ برر إجابتك.
2. **حلّل.** ما الخصائص الجسمية التي تستخدم غالبًا في تحديد مستوى نمو الجنين؟ وضح ذلك.
3. **قارن** بين صور الموجات فوق الصوتية ثنائية وثلاثية الأبعاد. أيهما أسهل تفسيرًا؟
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؟

الكتابة في علم الأحياء

ملصق اعمل مخططًا يوضح عملية التكاثر في الإنسان، ابدأ بتكوين الخلايا الجنسية منتهيًا بالمرحلة الأخيرة من نمو الجنين.

المطويات **ابحث وقوم:** مـا الأثر التنظيمي والتحفيزي للهرمونات في كل مـن: التكاثر، وعمليات الأيض في الإنسان؟

المفردات	المفاهيم الرئيسة
8–1 جهازا التكاثر في الإنسان	
الأنابيب المنويّة البربخ الوعاء الناقل (الأسهر) الإحليل السائل المنوي البلوغ الخلية البيضية الأولية قناة البيض (قناة فالوب) دورة الحيض الجسم القطبي	**الفكرة الرئيسة** **تنظّم الهرمونات جهازي 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 بوساطة الانقسام المنصّف في كل من الذكر والأنثى. • للأنثى دورة تكاثر تُسمى دورة الحيض. • دورة الحيض لها ثلاثة أطوار هي: تدفق الطمث، وطور الحوصلة، وطور الجسم الأصفر.
8–2 مراحل نمو الجنين قبل الولادة	
التوتة (الموريولا) الكبسولة البلاستولية السائل الرهلي (الأمنيوني)	**الفكرة الرئيسة** **من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه أن جعل الإنسان ينمو من خلية مخصّبة، تتحول الى مليارات من الخلايا المتخصصة في وظائفها.** • 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

8–1

مراجعة المفردات

ما العلاقة بين المفردات الآتية:

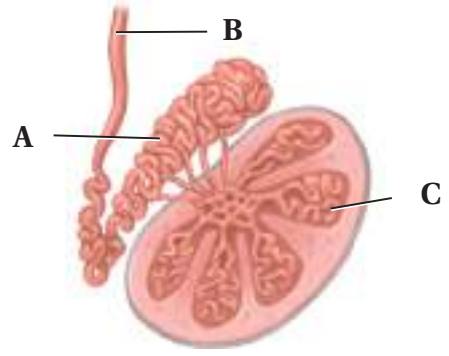
1. الإحليل – السائل المنوي.
2. الخلية البيضية الأولية – قناة البيض.
3. دورة الحيض – الجسم القطبي.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

4. مـاذا تتوقـع أن يحدث لو خُلق الرجـل 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 الى 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 المنشّط للحوصلة.

6. ما وظيفة الجزء A؟

a. تخزين الحيوانات المنوية ونضجها.
b. إنتاج الخلايا الحيوانية.
c. إفراز السكر.
d. إنتاج الهرمون المنشّط للحوصلة.

أسئلة بنائية

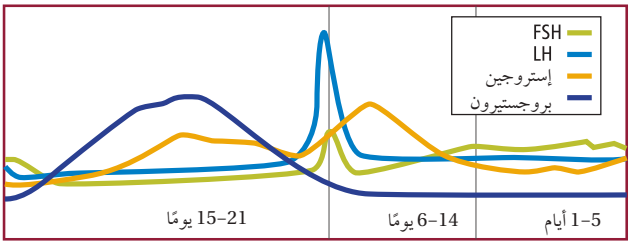
7. **إجابة مفتوحة.** ما أهمية إفراز الغدد التناسلية الذكرية للحيوانات المنوية؟

8. **إجابـة قصيـرة.** قارن بين أثر كل مـن FSH و LH في المبيض والخصية.

9. **إجابـة قصيرة.** ما مزايا إنتاج بويضة واحدة وأجسـام قطبية بدلاً من إنتاج البويضات فقط؟

التفكير الناقد

اقرأ الرسم البياني الآتي، وأجب عن السؤال 10:



10. **السبب والنتيجة.** وضـح، اعتمـادًا علـى التنظيـم الهرمونـي، لمـاذا لا تحمـل المـرأة مرة أخـرى وهي حامل؟

11. **كوّن فرضية.** توجد الهرمونات الجنسية جميعها لدى الذكر منذ ولادته، كوّن فرضية توضح فيها لماذا يكون للهرمونات أثر كبير عند البلوغ.

8–2

مراجعة المفردات

وضح المقصود بالمفردات الآتية:

12. التوتة.

13. الكبسولة البلاستولية.

14. السائل الرهلي (الأمنيوني).

تثبيت المفاهيم الرئيسة

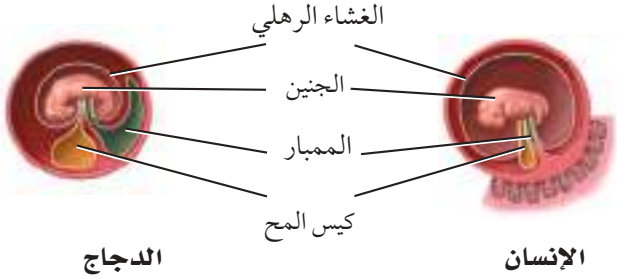
15. يحدث الإخصاب في الجهاز التناسلي الأنثوي في:

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:



17. لماذا يكون كيس المح عند الإنسان أصغر منه عند الدجاج؟

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 أطباء مختصين في الغدد الصم الجنسية لوجود صعوبات في الحمل. ترى، ما أسباب تلك الصعوبات؟

21. نهاية مفتوحة. لماذا يكون الجنين أكثر عرضة للخطر إذا تعاطت الأم العقاقير خلال الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

التفكير الناقد

22. قارن بين انقسام الكتلة الخلوية الداخلية خلال النمو العادي وتكوين التوائم.

23. اقترح نموذجًا. تحمل امرأة جنينًا ولكن لا يوجد إفراز كافٍ لهرمون hCG في جسمها. اقترح علاجًا محتملاً يساعد في حماية الجنين وثباته.

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 تقريبًا؟

تقويم إضافي

25. الكتابة في علم الأحياء اكتب نشرة لإمرأة حامل توضح فيها نظام التغذية ونمط الحياة الواجب عليها اتباعه، ضمّن النشرة جدولاً يوضح أهم التغيرات في نمو الجنين.

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 و27

26. ارسم رسمًا بيانيًا يوضح الجدول أعلاه، وصف العلاقات بين المتغيرات التي لاحظتها.

27. ما الاتجاه العام لأعداد حالات الإصابة الموضحة في الجدول خلال هذه الفترة؟

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

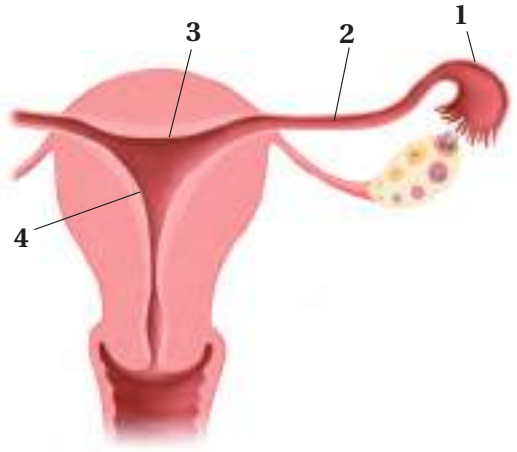
1. ما الدور الذي تؤديه الهرمونات في الجسم؟

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. أيّ 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. أيّ الهرمونات التالية مسؤول عن استجابة المواجهة أو الهروب؟

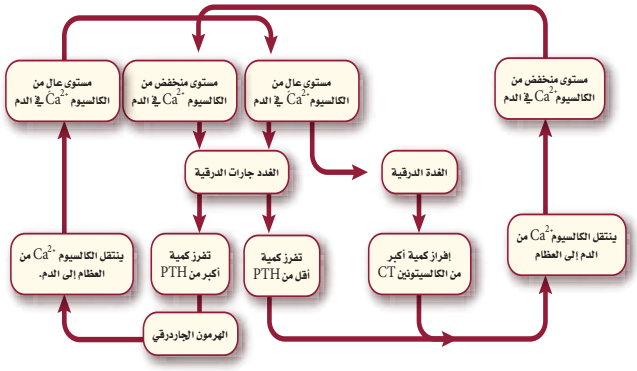
a. الكالسيتونين.
b. الجلوكاجون.
c. الإبينفرين.
d. الثيروكسين.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤالين 9 ، 10:



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. وضّح 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؟

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.

سؤال مقالي

مع الوقت تطورت آليات فحص الحمل، لتصبح أكثر سرعة وتعطي نتائج دقيقة في زمن أقل. فيستخدم جهاز فحص الحمل المنزلي في الكشف عن الحمل بدلاً من التحليل الروتيني للدم أو البول للكشف عن الحمل. ويحتوي جهاز فحص الحمل المنزلي (شريط اختبار الحمل) على مواد تكشف عن وجود الهرمون الكوريوني الموجه للغدد التناسلية (hCG) في البول أو الدم، والذي يفرزه الجنين خلال الأسبوع الأول من الحمل.

استخدم المعلومات الواردة في النص أعلاه للإجابة عن السؤال الآتي:

18. لماذا يعد اختبار الحمل المنزلي باستخدام أجهزة الفحص المنزلية فاعلاً في بداية الحمل، لا في المراحل اللاحقة منه؟ وما أهميته بالنسبة للحمل؟

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

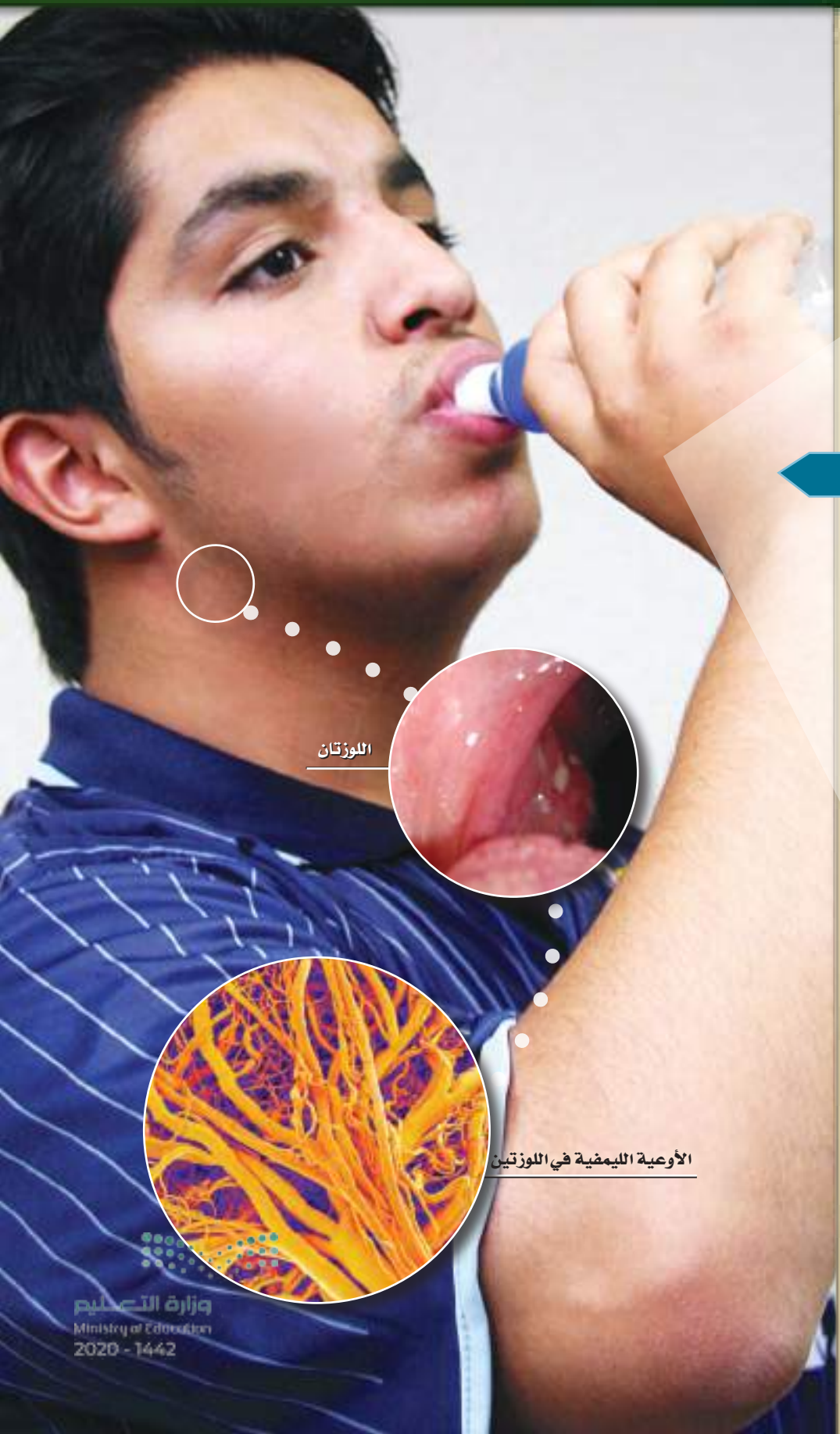
الصف	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
الفصل/ القسم	7-3	8-2	8-2	8-2	8-1	7-3	8-1	8-2	7-3	7-3	7-3	8-1	7-3	8-1	8-2	8-2	8-2	8-2
السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

جهاز المناعة

The Immune System

الفصل 9



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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

تجربة استهلالية

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. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. حضّر مجموعة من الأسئلة لطرحها على زملائك حول آخر مرّة أصيبوا فيها بالزكام، مثل: الأعراض التي عانوا منها هم وأفراد أسرهم وأصدقاؤهم، 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.

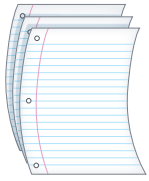
التحليل

1. **صِفْ.** 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.

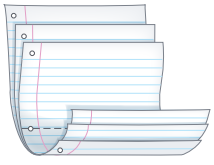
المطويات
منظمات الأفكار

وصف المناعة اعمل المطوية الآتية لتساعدك على تنظيم الأفكار المتعلقة بالمناعة.

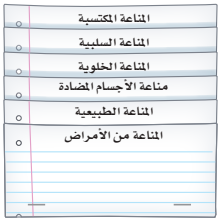
الخطوة 1: ضع ثلاث ورقات من دفتر الملاحظات بعضها فوق بعض على أن تبعد إحداها عن الأخرى بمقدار 2.5 cm كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الأوراق من منتصفها لتكوين ألسنة يبعد بعضها عن بعض المسافات نفسها، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: ثبت أوراق المطوية معًا بالدبابيس على طول الطرف، واكتب على كل لسان أحد العناوين الآتية: المناعة المكتسبة، المناعة السلبية، المناعة الخلوية، مناعة الأجسام المضادة، المناعة الطبيعية، المناعة من الأمراض، كما في الشكل أدناه.



المطويات **استعمل هذه المطوية في أثناء دراستك لجهاز المناعة.** صف وأنت تقرأ الدرس كل نوع من أنواع المناعة، واستعن بالمطوية لمراجعة ما تعلمته عن المناعة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

9-1

الأهداف

- **تقارن** بين المناعة غير المتخصصة (العامة) والمتخصصة (النوعية).
- **تلخص** تركيب الجهاز الليمفي ووظيفته.
- **تميز** بين المناعة السلبية والمناعة الإيجابية.

مراجعة المفردات

خلايا الدم البيضاء White Blood Cells: خلايا كبيرة تحتوي على نواة، وتلعب دورًا كبيرًا في حماية الجسم من المواد الغريبة، والمخلوقات الدقيقة.

المفردات الجديدة

البروتين المتمم (المُكمّل)

الإنترفيرون — الخلايا التائية القاتلة

الخلايا الليمفية — الخلية الذاكرة

الجسم المضاد — التطعيم (التحصين)

الخلايا البلازمية البائية (B)

الخلايا التائية (المساعدة) (T)

جهاز المناعة The Immune System

الفكرة الرئيسة **لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما: المناعة غير المتخصصة (العامة) 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

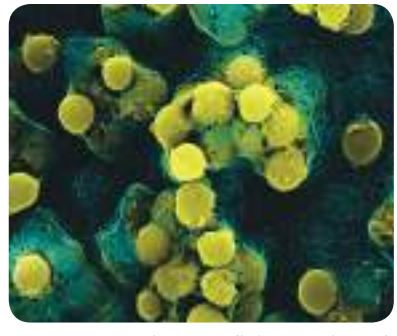
وهب الله عز وجل للجسم القدرة ليكوِّن عند الولادة عددًا من الدفاعات في جهاز المناعة لمحاربة مسببات الأمراض. وتُسمى هذه الدفاعات المناعة غير المتخصصة؛ لأنها لا تستهدف نوعًا محددًا من مسببات الأمراض، فهي تحمي الجسم من مسببات المرض التي يواجهها. وتساعد المناعة غير المتخصصة التي يحتويها الجسم على منع المرض، كما تساعد على إبطاء تقدمه أيضًا، إلى أن تبدأ المناعة المتخصصة عملها. والمناعة المتخصصة من أكثر استجابات المناعة فاعلية، في حين تعد المناعة غير المتخصصة خط الدفاع الأول.

الحواجز Barriers تُستعمل 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 اليسيرة التي يقي بها الجسم نفسه من الأمراض المعدية هي منع المخلوقات الغريبة من دخول الجسم. ويتمثل خط الدفاع الرئيس هذا في الجلد السليم وإفرازاته. تساعد الخلايا الميتة في الجلد على الحماية ضد غزو المخلوقات الحية الدقيقة. ويعيش العديد من البكتيريا تكافليًا على سطح الجلد، فتهضم الزيوت الجلدية لتنتج الأحماض التي تثبط العديد من مُسببات الأمراض. ويبين **الشكل 1-9** بعض البكتيريا الطبيعية التي تعيش على الجلد، وتحميه من الهجوم.

الحواجز الكيميائية chemical barriers يحتوي اللعاب والدموع والإفرازات الأنفية على إنزيم محلّل 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 1-9 توجد هذه البكتيريا بشكل طبيعي على جلد الإنسان.



تكبير المجهر الإلكتروني الماسح 1400X

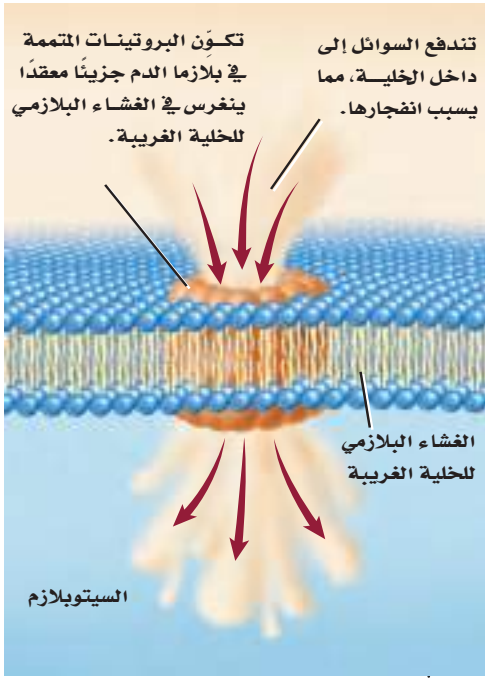
وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

وتؤدي حركتها إلى دفع البكتيريا التي التصقت بالمخاط بعيدًا عن الرئتين. 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. ويتمثل الدفاع الكيميائي الرابع في حمض الهيدروكلوريك (HCl) الذي يُفرز في المعدة. فبالاضافة 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 مُسببات 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 1–9** 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 المحلّلة (الليسوسومات) فيها تقضي على المخلوق الدقيق. ويساهم نحو 20 نوعًا من البروتينات الموجودة في بلازما الدم في عملية البلعمة، وتُسمى هذه البروتينات **البروتينات المتممة** complement proteins التي تعزز عملية البلعمة، من خلال مساعدة الخلايا الأكولة على الارتباط بشكل أفضل مع مسبب المرض فتنشّط الخلايا الأكولة وتعزز عملية تحليل غشاء الخلية المسببة للمرض، **الشكل 2–9**. ويتم تنشيط هذه الخلايا بوساطة مواد في الجدار الخلوي للبكتيريا.



■ **الشكل 2–9** تكوِّن البروتينات المتممة فجوة في الغشاء البلازمي للخلية الغريبة.

تجربة علمية

من يحتاج إلى قشرة الموز؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

الجدول 1–9 خلايا جهاز المناعة

نوع الخلية	مثال	الوظيفة
الخلايا المتعادلة (Neutrophile)	تكبير المجهر المركب بعد الصبغ 2150 X	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا.
الخلايا الأكولة الكبيرة (Macrophagen)	تكبير المجهر المركب بعد الصبغ 380 X	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا، وتتخلص من الخلايا المتعادلة الميتة وبقايا مكوناتها.
الخلايا الليمفية (Lymphocyte)	تكبير المجهر المركب بعد الصبغ 1800 X	المناعة المتخصصة (أجسام مضادة، تقتل مسببات المرض): خلايا الدم التي تنتج الأجسام المضادة ومواد كيميائية أخرى.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

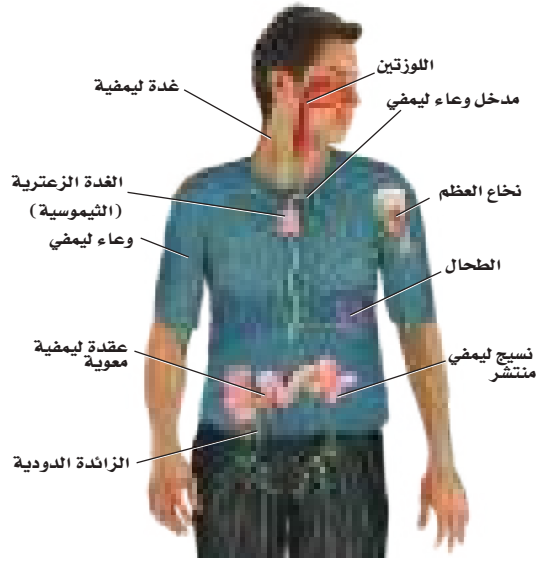
الإنترفيرون Interferon عندما يدخل فيروس إلى الجسم يساعد خط دفاع خلوي آخر على منع الفيروس من الانتشار؛ حيث تُفرز الخلايا المصابة بالفيروس بروتينًا يُسمى **إنترفيرون** interferon يرتبط بدوره مع الخلايا المجاورة، ويحفزها على إنتاج بروتينات مضادة للفيروس، فتمنع تضاعف الفيروس في هذه الخلايا.

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 عمومًا. فعندما يدمر مسبب المرض نسيجًا معينًا تُفرز مواد كيميائية من مسبب المرض وخلايا الجسم معًا. 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 معدٍ.

المناعة المتخصصة (النوعية) Specific Immunity

تتمكن مسببات المرض أحيانًا من تخطي آليات الدفاع غير المتخصصة، إلا أن الجسم يملك خطًّا دفاعيًّا ثانيًا يعمل على مهاجمة هذه المسببات. وتمتاز المناعة المتخصصة بفاعليتها ولكنها تأخذ وقتًا 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 بوساطة الأوعية الليمفية ويعود مرة أخرى إلى الأوردة بالقرب من القلب.



■ **الشكل 3–9** يحتوي الجهاز الليمفي أعضاء ترتبط باستجابة المناعة النوعية.

حَدّد. موقع العضو الليمفي الضروري لإنتاج الخلايا التائية وتمايزها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

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 النخاع الأحمر للعظم. وتضم الأعضاء الليمفية: العقد الليمفية واللوزتين والطحال والغدة الزعترية (الثيموسية) ونسيجًا ليمفيًا منتشرًا في الأغشية المخاطية للقنوات الهضمية والتنفسية والبولية والتناسلية. تُرشح 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 والهرمة، 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.

المفردات

أصل الكلمة

الغدة الزعترية (الثيموس) Thymus: مشتقة من الكلمة اليونانية thymos وتعني الثؤلول النامي.

استجابة الخلايا البائية B - Cell Response

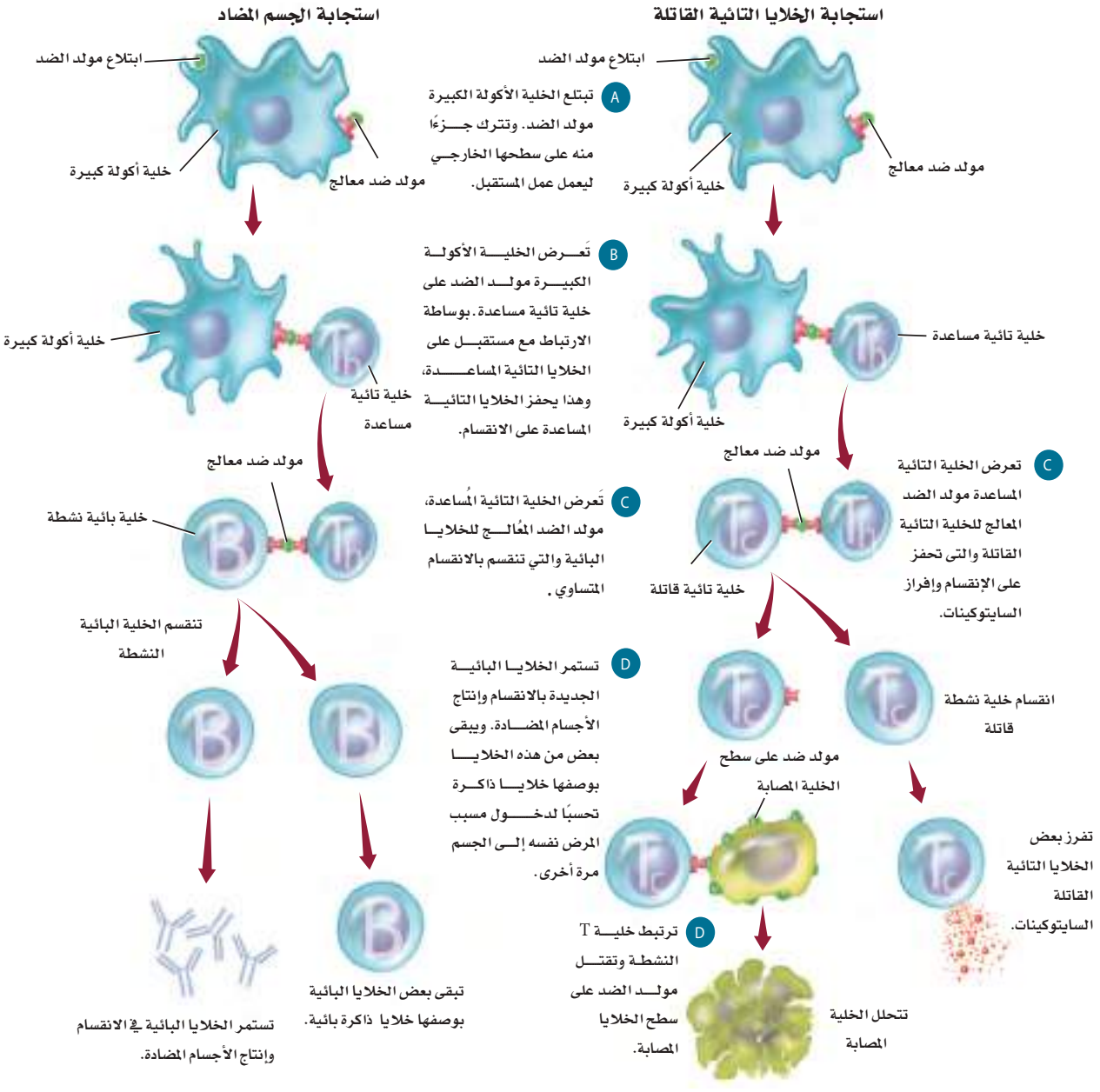
الأجسام المضادة antibodies بروتينات تنتجها الخلايا الليمفية البائية (البلازمية) التي تتفاعل بشكل خاص مع مولدات الضد الغريبة. ومولد الضد antigen مادة غريبة عن الجسم تؤدي إلى الاستجابة المناعية، ويمكنها الارتباط مع الجسم المضاد أو الخلية التائية.

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. تتبّع **الشكل 4–9** لتتعرف كيفية تنشيط الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة. فعندما تحيط الخلية الأكولة الكبيرة بمسبب المرض وتهضمه تَعرض قطعة من مسبب المرض – تُسمى مولد الضد المُعالَج– 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 المُساعدة** helper T cells مما يؤدي إلى تنشيطها. ويُسمى هذا النوع من الخلايا "المساعدة"؛ لأنها تنشط 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:

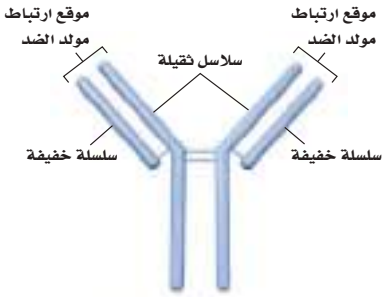
- تتكاثر الخلية التائية المُساعدة وترتبط بمولد الضد المُعالج والخلية البائية.
- تستمر الخلايا التائية الجديدة المساعدة في عملية الاتحاد مع مولدات الضد، وترتبط مع الخلايا البائية وتتكاثر.

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.



- بمجرد اتحاد خلية تائية 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.
- تعززالأجسام المضادة الاستجابة المناعية بالارتباط مع المخلوقات الحية الدقيقة، معرضة إياها أكثر لعملية البلعمة، كما تساعد على حدوث الاستجابة غير المتخصصة بوساطة تحفيز الاستجابة الالتهابية.

تصنّع 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 نوعٍ من السلاسل الخفيفة فستتمكن من إنتاج 16,000×1200 أو 19,200,000 نوعٍ مختلفٍ من الأجسام المضادة.



الشكل 5–9 يتكون الجسم المضاد من نوعين من السلاسل البروتينية هما: السلاسل الثقيلة والسلاسل الخفيفة.

لخصّ أنواع الخلايا التي تنتج الأجسام المضادة.

استجابة الخلية التائية T – Cell Response

يمكن للخلية التائية المُساعدة بعد تنشيطها – نتيجة وجود مولد الضد على سطح الخلية الأكولة الكبيرة– أن ترتبط مع مجموعة من الخلايا الليمفية تُسمى **الخلايا التائية القاتلة** cytotoxic T cells وتنشيطها. 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. ويُلخصْ **الشكل 4– 9** آلية تنشيط الخلايا التائية القاتلة.

ماذا قرأت؟ لخّص الدور الذي تؤديه الخلايا الليمفية في المناعة.

المفردات

مفردات أكاديمية

سلبي Passive:
غير فاعل (خامل)
حدق القرد الخامل غير مبالٍ بزوار حديقة الحيوان

المناعة السلبية والإيجابية
Passive and Active Immunity

تُسمى استجابة الجسم الأولى لأي غزو من مسببات الأمراض بالاستجابة الأولية. فعلى سبيل المثال، إذا دخل الفيروس المسبب لجدري الماء إلى الجسم تستجيب المناعة المتخصصة وغير المتخصصة، وتتمكن في النهاية من قتل الفيروس الغريب، وتخليص الجسم من مسبب المرض.

ومن نتائج الاستجابة المناعية المتخصصة إنتاج الخلايا الذاكرة التائية والبائية. **والخلايا الذاكرة** memory cells تعيش فترات طويلة بعد تعرضها لمولد الضد في أثناء الاستجابة الأولية للمناعة. وتستجيب هذه الخلايا بسرعة إذا تعرض الجسم لغزو مسبب المرض نفسه مرَّة أخرى. وتحمي خلايا الذاكرة الجسم عن طريق تقليل احتمال تطور المرض إذا تعرض الجسم لمسبب المرض نفسه مرَّة أخرى.

المناعة السلبية Passive immunity يحتاج الجسم أحيانًا إلى حماية مؤقتة ضد مرض معدٍ. 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 أوالحيوان 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 معدٍ معين. كما يتوافر العلاج بالمناعة السلبية للأشخاص الذين تعرضوا لالتهاب الكبد الوبائي A،B والتيفوئيد والكَلَب (السُعَار). كما تتوافر أجسام مضادة لإبطال مفعول سُم الأفعى أو العقرب.

مختبر تحليل البيانات 1-9

بناءً على بيانات حقيقية

استخلص النتائج

هل تعد المناعة السلبية فعالة في علاج عدوى HIV؟

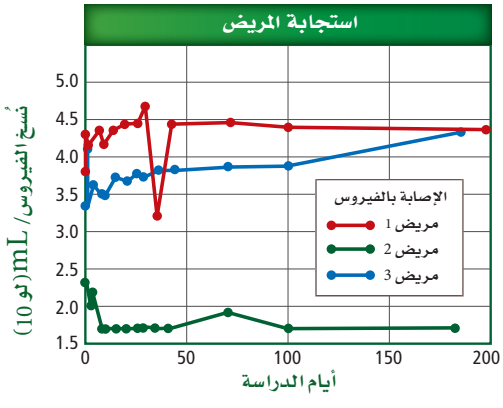
إن العلاج التقليدي لمريض يعاني من الإصابة بفيروس HIV هو بإعطائه دواءً مضادًا للفيروس. ولسوء الحظ فإن الآثار الجانبية وزيادة مقاومة الفيروس للدواء تتطلب إيجاد علاجات إضافية. لذا فقد تمت دراسة العلاج بالمناعة السلبية.

البيانات والملاحظات

يبين الرسم البياني استجابات مريض HIV للعلاج بالمناعة السلبية. وتقاس كمية الفيروس في دم المريض بعدد نسخ الفيروس لكل mL.

التفكير الناقد

1. **قارن**. بين استجابات المريض للعلاج بالمناعة السلبية.
2. **استخلص النتائج**. هل يمكن للباحثين أن يستنتجوا أن العلاج بالمناعة السلبية فعّال؟ فسر إجابتك.



أخذت البيانات في هذا المختبر من: Stiegler G., et al. 2002. Antiviral activity of the neutralizing antibodies 2FS and 2F12 in asymptomatic HIV-1-infected humans: a phase I evaluation. AIDS 16: 2019-2025.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

المناعة الإيجابية Active immunity تحدث المناعة الإيجابية بعد تعرض جهاز المناعة لمولدات ضد المرض وإنتاج الخلايا الذاكرة. وتحدث المناعة الإيجابية نتيجة حدوث مرض معدٍ 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.

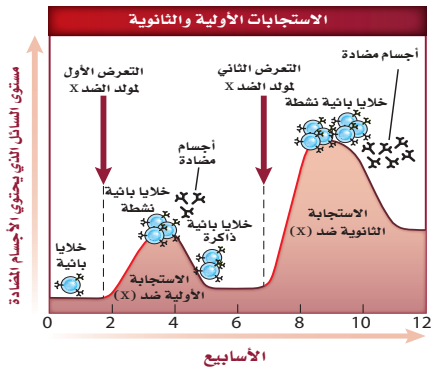
كما تحتوي معظم التطعيمات على أكثر من محفِّز لجهاز المناعة، وتُعطى عادة بعد التطعيم الأول (الجرعة الأولى). وهذه الجرعات تزيد من الاستجابة المناعية، إذ تزود الجسم بحماية أكبر من المخلوقات الحية الدقيقة المسببة للمرض.

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 العديد من الخصائص المختلفة:

أولاً: تحدث الاستجابة بشكل أسرع من الاستجابة الأولية، كما يبين الانحراف الحاد للمنحنى ذي اللون الأحمر.

ثانيًا: تكون الاستجابة الكلية لكل من الخلايا التائية والبائية أكبر في أثناء التعرض الثاني لمولد الضد.

ثالثًا: تستمر الخلايا الذاكرة الكلية في العمل لوقت أطول بعد التعرض الثاني لمسبب المرض.



الشكل 6 – 9 يبين الرسم البياني الآتي الفرق بين استجابات المناعة الأولية والثانوية عند التعرض لمولد ضد.

حلّل. ما أوجه الاختلاف بين الاستجابة المناعية الأولية والاستجابة المناعية الثانوية.

الجدول 2–9 **التطعيمات العامة (الشائعة)**

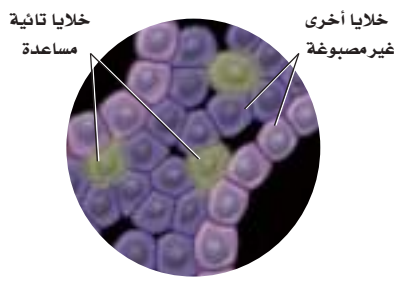
التطعيم	المرض	المحتويات
DPT التطعيم الثلاثي	دفتيريا "الخناق" (D)، التيتانوس "الكزاز" (T)، السعال الديكي (P)	D: سم غير فعال، T: سم غير فعال P: بكتيريا غير فعالة
الشلل غير الفعال Polio	شلل الأطفال	فيروس غير فعال
MMR	الحصبة، النكاف، الحصبة الألمانية	جميعها فيروسات غير فعالة
فاريسيلا (الحُماق)	جدري الماء	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 فاعلية جهاز المناعة، ومنها مرض نقص المناعة المكتسبة AIDS الذي ينتج عن الإصابة بفيروس HIV. ويعد الإيدز من المشاكل الصحية الخطيرة جدًا في العالم.

تذكّر الدور المهم الذي تؤديه الخلايا التائية المُساعدة في المناعة النوعية؛ حيث يصيب فيروس HIV بشكل رئيس الخلايا

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442



الشكل 7–9 للخلايا التائية المُساعدة مستقبلات على سطحها تستعمل لتعرفها في المختبر.

التائية المساعدة والتي تُسمى أيضًا خلايا $CD4^+$، بسبب وجود مستقبل لهذه الخلايا على السطح الخارجي لغشائها البلازمي.

ويُستخدم مستقبل $CD4^+$ على يد اختصاصي الطب لتعرف هوية هذه الخلايا، **الشكل 7–9**. HIV فيروس يحتوي RNA (ارتجاعي) يصيب الخلايا التائية المُساعدة، فتصبح الخلية التائية المُساعدة مصنعًا لـ HIV، إذ ينتج فيروسات جديدة تنطلق وتصيب خلايا تائية مُساعدة أخرى. ومعَ الزمن تقل أعداد الخلايا التائية المساعدة في الشخص المصاب، مما يجعله أقل قدرة على محاربة المرض. ولعدوى HIV عادة مرحلة مُبكرة في الفترة ما بين الأسبوع السادس والأسبوع الثاني عشر؛ حيث يتضاعف فيها الفيروس في الخلايا التائية المساعدة. يعاني المريض بالإيدز من أعراض، منها التعرق الليلي والحمى، ولكنها تقل بعد نحو 10–8 أسابيع. ثم يتعرض المريض لأعراض قليلة لفترة زمنية تصل إلى 10 سنوات، ويكون قادرًا على نقل العدوى عن طريق الاتصال الجنسي، أو نقل الدم إلى شخص أخر. وبدون العلاج بالأدوية المضادة للفيروس قد يموت المريض عادة من عدوى ثانوية بمسبب مرض آخر بعد 10 سنوات تقريبًا من إصابته بـHIV. ويهدف العلاج بالأدوية المضادة للفيروس حاليًا إلى التحكم بتضاعف HIV في الجسم. والعلاج مكلف جدًّا، ولا زالت نتائجه على المدى الطويل غير معروفة.

التقويم 1–9

الخلاصة

- تضم الاستجابة المناعية غير المتخصصة حواجز دفاعية، منها الجلد وإفراز المواد الكيميائية والمسارات الخلوية التي تنشط عملية البلعمة.
- تضم استجابة المناعة المتخصصة تنشيط الخلايا البائية التي تُنتج الأجسام المضادة، والخلايا التائية التي تضم الخلايا التائية المساعدة والقاتلة.
- تتضمن المناعة السلبية استقبال الأجسام المضادة ضد الأمراض.
- ينتج عن المناعة الإيجابية خلايا ذاكرة ضد الأمراض.
- يهاجم فيروس HIV الخلايا التائية المُساعدة مسببًا فشل جهاز المناعة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **قارن** بين استجابات المناعة المتخصصة وغير المتخصصة.
2. **صِفْ** خطوات تنشيط استجابة الجسم المضاد لمولد ضد ما.
3. **اعمل** شكلاً توضيحيًّا يمثل المناعة الإيجابية والمناعة السلبية.
4. **صِفْ** تركيب الجهاز الليمفي ووظائفه.
5. **استنتج** لماذا يعد تدمير الخلايا التائية المساعدة بوساطة عدوى HIV مدمرًا للمناعة النوعية؟

التفكير الناقد

6. **صغ فرضية** ماذا يحدث إذا حصلت طفرة في فيروس HIV بحيث تصبح الأدوية التي تقلل تضاعف الفيروس غير فاعلة.
7. **قوّم.** يوجد مرض يُسمى النقص المناعي المركب الحاد. والذي يولد فيه طفل لا يحوي جهازه المناعي الخلايا التائية، قوم أثر هذا المرض.
8. 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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

مستجدات في علم الأحياء

التلقيح ضد الجدري

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

مرض الجدري لا شفاء منه ويسببه نوع من الفيروسات. وعلى الرغم من ذلك، قام إدوارد جنر 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 خيارًا بسبب المعاناة التي سيعانيها العديد من الأشخاص من الآثار الناتجة عن التطعيم.

فمثلاً، يعاني 25% من السكان على الأقل من تثبيط في الجهاز المناعي ناتج عن الأدوية أو المرض. وتلقيهم لتطعيم الجدري قد ينتج عنه مضاعفات خطيرة بسبب ضعف جهازهم المناعي.

يشير مصطلح الجدري إلى البثور التي تظهر على الوجه والجسم نتيجة للعدوى بفيروس الجدري.

مناظرة في 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.

مختبر الأحياء

الطب الشرعي: كيف تجد أول مريض مصاب؟

الخلفية النظرية: تخيل أن مدرستك تعرضت لمرض يعرف "بمتلازمة الهاتف النقال". ومن أعراضه الحاجة الملحة لاستخدام الهاتف النقال في أثناء الدراسة. يَسهُل 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.

احتياطات السلامة

تحذير: اليود مادة مهيجة وتصبغ الجلد.

خطوات العمل:

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدولاً لتسجل فيه الاتصالات التي تمت، واختر أنبوب اختبار، وسجل رقمه.
3. استخدم ماصة باستور لنقل كمية قليلة من السائل من أنبوب الاختبار إلى الكأس الورقية.
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 اللعاب أثناء شرب الماء.
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. وتأكد من اختيارك شخصًا آخر كلما حدث التبادل.
7. عند اكتمال التبادل، يؤدي المعلم دور اختصاصي علم الأوبئة ويستخدم الكاشف ليعرف من أُصيب بالمرض.
8. ناقش أنت وزملاؤك المعلومات مع بقية المجموعات لتتمكن من تحديد هوية أول مريض مصاب.
9. عند انتهاء كل مجموعة من وضع فرضيتها، افحص السائل الأصلي في كل كأس لمعرفة أول إصابة.
10. أعد أنابيب الاختبار، وتخلص من المواد الأخرى المستخدمة بناءً على تعليمات المعلم.

حلل ثم استنتج

1. **حلّل.** استخدم بياناتك لرسم شكل لأول إصابة محتملة، مستخدمًا الأسهم لتوضيح من اصيب مع المريض الأول.
2. **قارن.** كيف يشبه انتشار "أعراض الهاتف النقال" في هذه المحاكاة، انتشار المرض في الحياة الواقعية؟ وفيم يختلفان؟
3. **التفكير الناقد.** لِمَ لا ينتقل المرض في التبادلات الأخيرة إذا أُجريت 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. وأعدَّ نشرة إخبارية حول آلية بحث اختصاصي علم الأوبئة عن مصدر المرض، ثم اعرضها على زملاء صفك.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

المطويات **استنتج.** الحالات التي يتم فيها استعمال كل نوع من أنواع المناعة لإعاقة مسببات المرض.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
9–1 جهاز المناعة	
البروتين المتمم (المكمل) الإنترفيرون الخلايا الليمفية الجسم المضاد الخلايا البلازمية البائية (B) الخلايا التائية المساعدة (T) الخلايا التائية القاتلة الخلية الذاكرة التطعيم (التحصين)	**الفكرة الرئيسة** **لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما: المناعة غير المتخصصة (العامة) والمناعة المتخصصة (النوعية).** • تضم الاستجابة المناعية غير المتخصصة حواجز دفاعية، منها الجلد وإفراز المواد الكيميائية والمسارات الخلوية التي تنشط عملية البلعمة. • تضم استجابة المناعة المتخصصة تنشيط الخلايا البائية التي تُنتج الأجسام المضادة، والخلايا التائية التي تضم الخلايا التائية المساعدة والقاتلة. • تتضمن المناعة السلبية استقبال الأجسام المضادة ضد الأمراض. • ينتج عن المناعة الإيجابية خلايا ذاكرة ضد الأمراض. • يهاجم فيروس HIV الخلايا التائية المُساعدة مسببًا فشل جهاز المناعة.

9–1

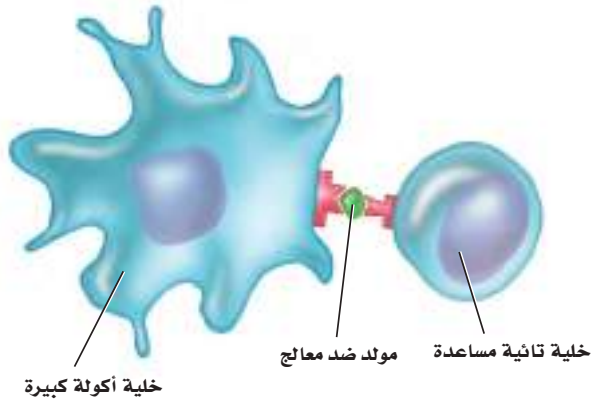
مراجعة المفردات

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.
2. خلية تنشط الخلايا البلازمية (B) والخلايا التائية القاتلة (T).
3. نوع من خلايا الدم البيضاء ينتج في النخاع العظمي، ويشمل الخلايا البلازمية (B) والخلايا التائية (T).

تثبيت المفاهيم الرئيسة

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. تعرّض 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. يُعزز البلعمة.
   b. يُنشط الخلايا البلعمية.
   c. يُعزز تدمير مسبب المرض.
   d. جميع ما ذكر.

8. تُنتَجُ الخلايا الليمفية في:

   a. نخاع العظم.
   b. الغدة الزعترية.
   c. الطحال.
   d. العقد الليمفية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

أسئلة بنائية

9. إجابة قصيرة. صف كيف ترتبط الغدة الزعترية (الثيموسية) مع تطوير المناعة؟

10. نهاية مفتوحة. قوّم لماذا يحتاج الجسم إلى كلٍّ من الاستجابة المناعية المتخصصة وغير المتخصصة.

التفكير الناقد

11. نظّم. سلسلة من الخطوات التي تحدث لتنشيط استجابة الأجسام المضادة لبكتيريا الكزاز.

12. قارن. بين دور الخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة في استجابة المناعة المتخصصة.

تقويم إضافي

13. الكتابة في علم الأحياء اكتب حوارًا تقارن فيه بين جهاز المناعة وبين قلعةٍ 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

14. أي الأمراض أكثر انتشارًا من حيث نسبة التغير الكبرى؟

15. أظهر مرض الكزاز هبوطًا منذ بدأ التطعيم ضده. فسر عدم القدرة على التخلص من هذا المرض نهائيًّا.

16. مثّل بيانيًّا نسبة التغير في عدد الحالات نتيجة التطعيم لكل مرض من الأمراض.

اختبار مقنن

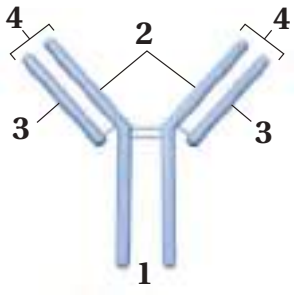
تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

1. تتحلل الكربوهيدرات المعقدة في الجهاز الهضمي إلى:

a. حموض أمينية.
b. حموض دهنية.
c. سكريات بسيطة.
d. نشا.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. يمثل الشكل أعلاه التركيب الأساسي للجسم المضاد. فأي أجزاء هذا الشكل يتوافق مع موقع ارتباط مولد الضد؟

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

3. يُعد الجزءان 2 و 3 ضروريين لتكوين الأجسام المضادة لأنهما:

a. يسمحان بتكون عدد هائل من الأجسام المضادة المحتملة.
b. يتكونان بوساطة الخلايا التائية في الجهاز المناعي.
c. يساعدان على تقليل عدد الأجسام المضادة المتكونة.
d. يساعدان على تحفيز الاستجابة الالتهابية.

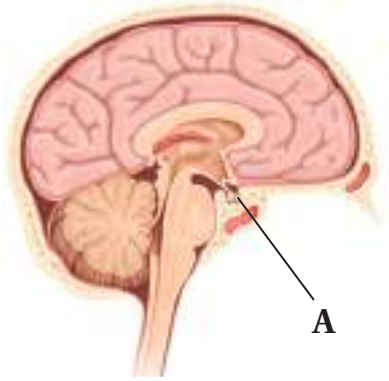
4. يؤدي هرمون الإستروجين في أثناء بلوغ الإناث إلى:

a. تغيرات في جسم الأنثى.
b. نضج البويضات في المبيضين.
c. الانقسام المنصف لإنتاج البويضة.
d. إطلاق البويضات الناضجة.

5. أي الجمل الآتية صحيحة فيما يتعلق بالزائدة الدودية؟

a. تمتص كربونات الصوديوم الهيدروجينية لمعادلة الحموضة.
b. ليس لها وظيفة معروفة في الجهاز الهضمي.
c. تساعد على تحليل الدهون.
d. تفرز الأحماض لتساعد على تحليل الغذاء.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 6.



6. أي من التراكيب الآتية تمثل الرمز A في الرسم أعلاه؟

a. الغدة النخامية.
b. الغدد فوق الكظرية.
c. الغدة الدرقية.
d. الغدد جارات الدرقية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

7. أي التحولات الآتية من مراحل الحياة التي يحدث فيها البلوغ؟

a. من المراهقة إلى البلوغ.
b. من الطفولة إلى المراهقة.
c. من الجنين إلى الرضيع.
d. من البويضة المخصّبة 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 الانسان أثناء الانقسام المنصف.

سؤال مقالي

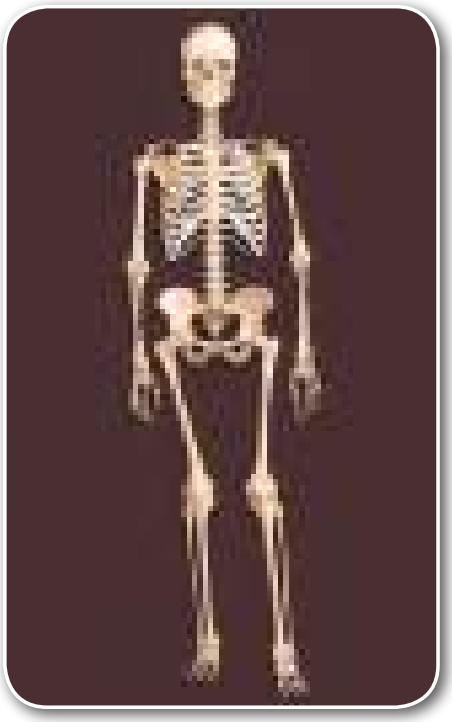
كتب العالم مارك لابي Mark Lappe ، عام 1981، في كتاب يسمى "الجراثيم التي ترفض الموت" ما يأتي:
"لسوء الحظ، فقد قمنا بحيلة على العالم الطبيعي بسيطرتنا على هذه المواد الكيميائية (الطبيعية) وجعلها كاملة بصورة غيرت تكوين الميكروبات في الأقطار النامية. فلدينا الآن مخلوقات متكاثرة لم توجد من قبلُ في الطبيعة.

ولدينا الآن مخلوقات كانت تسبب عُشرًا في المئة من أمراض الإنسان في الماضي، لكنها تسبب الآن 20 أو 30 في المئة 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، اصبح 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.

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

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



هيكل عظمي لإنسان

هيكل عظمي لأرنب

هيكل عظمي لدجاجة

هيكل عظمي لضفدع

المصطلحات

(أ)

الإخصاب fertilization: عملية يتحد بها مشيجان أحاديا المجموعة الكروموسومية لينتج لاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).

الأُذين 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 وانبساطها.

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 تركيزًا إلى المكان الأقل تركيزًا.

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 دورًا في الحركة.

(ب)

الببسين Pepsin: إنزيم هاضم مرتبط مع هضم البروتينات كيميائيًا في المعدة.

البطين ventricle: حجرتا القلب السفليتان، تضخ إحداهما الدم من القلب إلى الرئتين، والأخرى من القلب إلى جميع أنحاء الجسم.

بيضة أمنيونية amniotic egg: بيضة توفر بيئة كاملة لنمو الجنين؛ فبالإضافة إلى كيس المح الذي يغذي الجنين هناك أغشية داخلية، وكذلك قشرة خارجية للحماية.

البروتين protein: مركّب عضوي يتكون من حموض أمينية تتحد معًا برابطة بتيدية، 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 الشجيرية لخلية عصبية أُخرى.

تصلب الشرايين atherosclerosis: أحد اختلالات جهاز الدوران؛ إذ يحدث انسداد في الشرايين، مما يعيق مرور الدم في جسم الإنسان.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

التعظم ossification: عملية تكوين العظم بوساطة 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 يطور 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 داخليًّا 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 صغارًا مكتملة النمو لا تحتاج إلى النمو داخل كيس (جراب).

(ج)

جسم الخلية cell body: جزء رئيس من الخلية العصبية، يحوي نواة الخلية وعضيات عديدة.

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 نشاطًا عندما يكون جسم الإنسان في حالة راحة.

الجهاز العصبي الجسمي 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 السيال العصبي 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 والحبل الشوكي، 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 rntibody: بروتين ينتج بوساطة الخلايا الليمفية البائية التي تتفاعل بشكل محدد مع مولّد ضد غريب عن الجسم.

الجلوكاجون glucagon: هرمون ينتجه البنكرياس، ويعطي إشارة لخلايا الكبد لتحويل الجلايكوجين إلى جلوكوز وإطلاقه إلى الدم.

(ح)

حبل ظهري notochord: 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 جدًّا، توجد في الرئتين، ومحاطة بشعيراتٍ دموية.

الحركة الدودية peristalsis: انقباضات عضلية متموجة ومنتظمة، تحرك الطعام عبر القناة الهضمية.

(خ)

خلية الدم البيضاء white blood cell: نوع من خلايا الدم، كبيرة الحجم، تحوي نواة، تَنتج 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، وتنقل الأكسجين إلى خلايا الجسم وتخلصه من الفضلات.

الخلية العصبية neuron: الخلايا التي تنقل السيالات العصبية في الجسم، وتتكون من جسم الخلية، والمحور والزوائد الشجيرية.

الخلية العظمية البانية osteoblast: الخلايا التي تكوّن العظم وتبنيه.

الخلية العظمية الهادمة osteoclast: الخلايا التي تحطم خلايا العظم.

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: T، B.

الخلية التائية القاتلة cytotoxic T Cell: خلية ليمفية تدمر مُسببات 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 الواقي 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

ريش زغبي down feather: ريش طري تحت ريش الطائر المحيطي، وظيفته العزل عن طريق حجز الهواء.

ريش محيطي 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 الشجيرية dendrites: أجزاء من الخلية العصبية تستقبل السيالات العصبية القادمة من الخلايا العصبية الأُخرى، وتنقلها إلى جسم الخلية العصبية.

(س)

السُعر الحراري calorie: وحدة تُستخدم لقياس محتوى الغذاء من الطاقة، وهو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 mL الماء درجة سيليزية واحدة.

(ش)

الشريان artery: وعاء دموي مرن، له جدار سميك، يحمل الدم المؤكسج إلى أجزاء الجسم كافة بعيدًا 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 يبطن تجويف الفم والمريء.

(ص)

الصفائح الدموية platelets: قطع مسطحة من الخلايا تؤدي دورًا مهمًّا 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 العصبي لتكوين السيال العصبي.

عرف عصبي neural crest: مجموعة من الخلايا تتكون من الطبقة الخارجية للجنين وتساهم في تكوين العديد من تراكيب الفقاريات.

العضلات الإرادية voluntary muscles: العضلات الهيكلية التي يستطيع الجسم التحكم في حركتها.

العضلات القلبية cardiac muscles: عضلات لاإرادية 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.

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 وطيرانها.

العظم الكثيف compact bone: طبقة العظم الخارجية القوية والكثيفة التي تحوي أنظمة هافرس.

العقدة node: فجوة في الغشاء الميليني الموجود على طول المحور العصبي، تنتقل السيالات العصبية وثبًا 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 صّماء تقع عند قاعدة الدماغ، وتُسمى سيدة الغدد بسبب تنظيمها للعديد من وظائف الجسم.

الغشاء الرامش nictitaing membrane: جفن شفاف يتحرك على سطح العين، يحميها من الجفاف على اليابسة، ويحميها أيضًا تحت الماء، ويوجد في البرمائيات.

غشاء الطبلة ear drum: غشاء بيضوي الشكل، رقيق شبه شفاف، يفصل الأذن الوسطى عن الأذن الداخلية، ويسمى أيضًا طبلة الأذن.

الغضروف cartilage: مادة مرنة قاسية، تكوّن هياكل الفقاريات أو أجزاء منها.

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 التعلّم.

القشور scales: تراكيب صغيرة، منبسطة، تشبه الصفيحة توجد قريبة من سطح الجلد عند معظم الأسماك، يمكن أن تكون دائرية أو معيَّنية أو لوحِيّة أو مشطية الشكل.

القصبة الهوائية trachea: أنبوب يحمل الهواء من الحنجرة إلى القصيبات الهوائية.

القطعة العضلية sacromere: 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 جريانًا للهواء المؤكسج فقط خلال الرئتين.

الكالسيتونين calcitonin: أحد هرمونات الغدة الدرقية ينظم مستوى الكالسيوم في الدم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

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 ويقلّل الالتهاب.

(ل)

اللافقاري الحبلي invertebrate chordate: حيوان حبلي بدون دعامة ظهرية.

الليف العضلي myofibril: ألياف عضلية صغيرة جدًّا 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، والبيوض أو الحيوانات المنوية قبل أن تغادر الجسم، يكون في البرمائيات.

المحور axon: جزء من الخلية العصبية ينقل السيالات العصبية من جسمها إلى الخلايا العصبية الأُخرى أو العضلات.

المخ cerebrum: الجزء الأكبر من الدماغ؛ ويقسم إلى نصفي كرة. ويعد المسؤول عن عمليات التفكير العليا التي تتضمن اللغة والتعلم والذاكرة وحركات الجسم الإرادية.

المُخيخ 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 المُغذية 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.

مسبّب المرض pathogen: عامل مثل البكتيريا والفيروس والطلائعيات والفطريات، يسبب مرضًا مُعديًا.

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.

(ن)

الناقل العصبي neurotransmitter: مواد كيميائية تنتشر عبر التشابك العصبي لتتحد بالمستقبلات الموجودة على شجيرات الخلايا العصبية المجاورة، فتفتح قنوات على سطح الخلايا الأُخرى، 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: تحلل كيميائي للغذاء بوساطة الإنزيمات الهاضمة – ومنها الأميليز – إلى جزيئات صغيرة تستطيع الخلايا امتصاصها.

الهضم الميكانيكي mechanical digestion: تحلل 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.

(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 وذكورها أمشاجها بعضها بالقرب من بعض في الماء.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442

وزارة التعليم
Ministry of Education
2020 - 1442