وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education
المملكة العربية السعودية

الأحيـــاء ٤

المستوى الرابع

المسار العلمي

النظام الفصلي للتعليم الثانوي

McGraw Hill Education
العبيكان Obeikan

طبعة ١٤٣٦ هـ - ٢٠١٥ م

قررت وزارة التربية والتعليم بالمملكة العربية السعودية
تدريس هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

يوزع مجانًا ولا يباع

Original Title:

BIOLOGY

By:

Alton Biggs
Whitney Crispen Hagins
William G. Holliday
Chris L. Kapicka
Linda Lundgren
Ann Haley Mackenzie
William D. Rogers
Marion B. Sewer
Dinah Zike

الأحياء ٤

أعدّ النسخة العربية
شركة العبيكان للتعليم

التحرير والمراجعة والمواءمة
د. صالح بن إبراهيم النفيسة
د. منصور بن عبد العزيز بن سلمة
أمجد أحمد الخرشة
سامي يوسف قاقيش

التعريب والتحرير اللغوي
نخبة من المتخصصين

إعداد الصور
د. سعود بن عبد العزيز الفراج

الإشراف
د. أحمد محمد رفيع

المشرف على لجان المراجعة
د. محمد بن عبد الله الزغيبي

المراجعة والاعتماد النهائي
وفاء بنت عبدالحميد البريكان
أحمد بن ناصر السعدون

www.macmillanmh.com

www.obeikaneducation.com

English Edition Copyright © 2009 the McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

Arabic Edition is published by Obeikan under agreement with
The McGraw-Hill Companies, Inc. © 2008.

حقوق الطبعة الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل©، ٢٠٠٩م.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقًا لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل© ٢٠٠٨م/ ١٤٢٩هـ.

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواءً أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

المقدمة

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحيمِ

يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها ضمن الخطة العامة للمملكة التي تسعى إلى مواكبة التطورات العالمية على مختلف الصُّعد.

ويأتي كتاب الأحياء ٤ المستوى الرابع في إطار مشروع تطوير الرياضيات والعلوم الطبيعية في المملكة، الذي يهدف إلى إحداث تطور نوعي في هاتين المادتين، بحيث يكون الطالب فيهما هو محور العملية التعليمية التعلّمية.

والأحياء فرع من العلوم الطبيعية يتعامل مع المخلوقات الحية المتنوعة. وقد جاء هذا الكتاب في ستة فصول هي: جهازا الهضم والغدد الصم، والتكاثر والنمو في الإنسان، وجهاز المناعة، ومقدمة في النباتات، وتركيب النبات ووظائف أجزاءه، والتكاثر في النباتات. وقد عالجَت الفصولُ الثلاثة الأولى بعض أجهزة جسم الإنسان، التي وهبها الله له، والتقنيات الصحية المرتبطة بها. وتهدف هذه الفصول إلى تعريفك المبادئ والمفاهيم والمهارات الضرورية لفهم تركيب هذه الأجهزة، وكيفية أدائها لوظائفها، وتكيفها مع بيئاتها وتوضيح مدى الارتباط بين وظائفها. أما الفصول الثلاثة التالية فقد تخصصت في دراسة النباتات من حيث تركيبها، وتكيفاتها التي تساعدها على العيش في البيئات المختلفة، وأهميتها للإنسان؛ فالفصل الرابع يناقش النباتات وأقسامها – كمقدمة في النباتات –. ويتناول الفصل الخامس تركيب النبات ووظائف أجزاءه. أما الفصل السادس فيهتم بالتكاثر في النباتات.

وقد جاء تنظيم وبناء محتوى كتاب الطالب بأسلوب مشوّق وبطريقة تشجع الطالب على القراءة الواعية والنشطة، وتسهل عليه بناء تنظيم أفكاره وترتيبها، وممارسة العلم كما يمارسه العلماء، 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 عن محتواه. ثم ينفّذ الطالب "التجربة الاستهلالية" التي تساعد على تكوين نظرة شاملة عن محتوى الفصل. وتمثل التجربة الاستهلالية أحد أشكال الاستقصاء (المبني)، كما تتيح في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء (الموجّه) من خلال سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمن النشاطات التمهيدية للفصل إعداد مطوية تلخص أبرز الأفكار والمفاهيم التي سيتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية التي يمكن تنفيذها في أثناء دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو حل المشكلات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الأحياء الذي يرد في نهاية كل فصل ويتضمَّن 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 يتضمن القسم أدواتٍ أخرى تساعد على تعزيز فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحًا وتفسيرًا للمفردات الجديدة التي تظهر مظللة باللون الأصفر، وأمثلة محلولة يليها مسائل تدريبية تعمق معرفة الطالب بمحتوى الكتاب واستيعاب المفاهيم والمبادئ العلمية الواردة فيه. ويدعم عرض المحتوى في الكتاب مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية المختارة والمعدة بعناية لتوضيح المادة العلمية وتعزيز فهم مضامينها. ويتضمن الكتاب مجموعة من الشروح والتفسيرات، تقع في هوامش الكتاب، منها ما يتعلق بالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، وبعضها إرشادات للتعامل مع المطوية التي يعدها الطالب في بداية كل فصل.

وقد وظفت 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 قبليًّا 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 يتضمن أفكار المحتوى وأسئلةً تساعد على تلمس جوانب التعلم وتعزيزه، وما قد يرغب الطالب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل يأتي دليل دراسة الفصل متضمنًا 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 المفردات، وتثبيت المفاهيم الرئيسة، والأسئلة البنائية، والتفكير الناقد، ومهارات الكتابة في علم الأحياء، وأسئلة المستندات المتعلقة بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية. كما يتضمن الكتاب في نهاية كل فصل اختبارًا مقننًا يتضمن أسئلة وفقرات اختبارية تساهم في إعداد الطلاب للاختبارات الوطنية والدولية، بالإضافة إلى تقويم تحصيلهم في الموضوعات التي سبق دراستها.

ويرافق هذا الكتاب دليل للتجارب العملية، يهدف إلى تطوير مهارات الاستقصاء العلمي لدى الطلاب، وتنمية الاتجاهات الإيجابية لديهم نحو العلم والعلماء. وقد تمت الإشارة إلى هذه التجارب في المتن، ليتم تنفيذها بشكلٍ يتكامل مع محتوى الكتاب.

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

قائمة المحتويات

دليل الطالب

كيف تستفيد من كتاب الأحياء 7

الفصل 1

جهازا الهضم والغدد الصم 10

1-1 الجهاز الهضمي 12

1-2 التغذية 19

1-3 جهاز الغدد الصم 26

إثراء علمي: الأدوات والتقنيات التي يستعملها اختصاصي الطب الشرعي 35

مختبر الأحياء 36

دليل مراجعة الفصل 37

مراجعة الفصل 38

الفصل 2

التكاثر والنمو في الإنسان 44

2-1 جهازا التكاثر في الإنسان 46

2-2 مراحل نمو الجنين قبل الولادة 52

إثراء علمي: هرمون النمو 60

مختبر الأحياء 61

دليل مراجعة الفصل 62

مراجعة الفصل 63

الفصل 3

جهاز المناعة 68

3-1 جهاز المناعة 70

إثراء علمي: التلقيح ضد الجدري 79

مختبر الأحياء 80

دليل مراجعة الفصل 81

مراجعة الفصل 82

الفصل 4

مقدمة في النباتات 86

4-1 النباتات اللاوعائية 88

4-2 النباتات الوعائية اللابذرية 93

4-3 النباتات الوعائية البذرية 97

إثراء علمي: علم حبوب اللقاح الجنائي 104

مختبر الأحياء 105

دليل مراجعة الفصل 106

مراجعة الفصل 107

الفصل 5

تركيب النبات ووظائف أجزاءه 112

5-1 خلايا النبات وأنسجته 114

5-2 هرمونات النباتات واستجاباتها 122

إثراء علمي: النباتات ودفاعاتها 127

مختبر الأحياء 128

دليل مراجعة الفصل 129

مراجعة الفصل 130

الفصل 6

التكاثر في النباتات 136

6-1 الأزهار 138

6-2 النباتات الزهرية 144

إثراء علمي: النباتات المعدَّلة وراثيًّا 151

مختبر الأحياء 152

دليل مراجعة الفصل 153

مراجعة الفصل 154

مرجعيات الطالب

المصطلحات 159

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

هـذا الكتـاب ليس كتابًا أدبيًّا أو رواية خيالية، بل هو كتاب علمي يصف مخلوقات حية، وعمليات حيوية، وتطبيقات تقنية، لذا فأنت تقرؤه طلبًا للعلم والمعلومات.
وفيما يلي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته.

قبـل أن تقـرأ

اقـرأ كلًّا مـن الفكرة العامة و الفكرة الرئيسة قبـل قـراءة الفصل؛ فهي تزّودك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

لـكل فصل فكرة عامة تقدم صورة شـاملة عنه، ولكل قسم من أقسام الفصل فكرة رئيسة تدعم فكرته العامة.

لتحصل على رؤية عامة عن الفصل

- اقرأ عنوان الفصل لتتعرَّف موضوعاته.
- تصفّح الصور والرسوم والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة والمظلّلة باللون الأصفر.
- اعمل مخططًا للفصل باستخدام العناوين الرئيسة والعناوين الفرعية.

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

عندما تقرأ

في كل قسم من الفصل ستجد أساليب لتعميق فهمك للموضوعات التي تدرسها، وأساليب لاختبار مدى استيعابك لها.

1-2

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
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.

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 2–1** بين السعرات الحرارية المستهلكة في النشاطات المختلفة.

الجدول 2–1 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	410 – 240	الهرولة (الركض ببطء)	740 – 920
التزلج على الجليد	700	كرة القدم	540

19

الربط مع الحياة: يصف كيف يرتبط محتوى القسم مع الواقع الذي نعيشه.

ماذا قرأت؟ أسئلة تقوّم مدى فهمك لما درسته.

• 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.

• تعزز الأجسام 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 – 3**. وتستطيع أي سلسلة ثقيلة أن تتحد مع أي سلسلة خفيفة. فإذا تمكنت خلية بائية من إنتاج 16,000 نوع مختلف من السلاسل الثقيلة و1200 نوع من السلاسل الخفيفة فستتمكن من إنتاج 16,000×1200 أو 19,200,000 نوع مختلف من الأجسام المضادة.

استجابة الخلية التائية T – Cell Response

يمكن للخلية التائية المُساعدة بعد تنشيطها – نتيجة وجود مولد الضد على سطح الخلية 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. ويُلخص **الشكل 4– 3** آلية تنشيط الخلايا التائية القاتلة.

ماذا قرأت؟ **لخّص** الدور الذي تؤديه الخلايا الليمفية في المناعة.

المناعة السلبية والايجابية

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 مرّة أخرى. وتحمي خلايا الذاكرة الجسم عن طريق تقليل احتمال تطور المرض إذا تعرض الجسم لمسبب المرض نفسه مرّة أخرى.

75

الشكل 5–3 يتكون الجسم المضاد من نوعين من السلاسل البروتينية هما: السلاسل الثقيلة والسلاسل الخفيفة.

لخّص أنواع الخلايا التي تنتج الأجسام المضادة.

المفردات

مفردات أكاديمية

سلبي Passive، غير فاعل (حامل)

حدق القرد الحامل غير مبالٍ بزوار حديقة الحيوان.

مهارات قرائية

- اسأل نفسك: ما **الفكرة العامة**؟ وما **الفكرة الرئيسة**؟
- فكّر في المخلوقات الحية والمواقع والمواقف التي مررت بها، هل بينها وبين دراستك لمادة الأحياء علاقة؟
- ادرس أهداف القسم لتوفّر لك مسحًا سريعًا للمعلومات المتوافرة فيه.
- اربط معلومات مادة الأحياء مع المجالات العلمية الأخرى التي سبق أن درستها.
- توقع النتائج بتوظيف المعلومات التي لديك.
- غيّر توقعاتك حينما تقرأ وتجمع معلومات جديدة.

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

بعد ما قرأت

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

يتضمّن كل قسم في الفصل خلاصة وأسئلة؛ حيث تقدم الخلاصة مراجعة للمفاهيم الرئيسة، بينما تختبر الأسئلة فهمك لما درسته.

الفصل 1 دليل مراجعة الفصل

المطويات توقع. ماذا يحدث إذا لم يُنتج عضو ما في جهاز الغدد الصم هرمونًا معينًا، وتوقف نظام التغذية الراجعة عن العمل؟

المفردات	المفاهيم الرئيسة
1–1 الجهاز الهضمي	
الهضم الميكانيكي، أنزيم الأميليز، الهضم الكيميائي، المرىء، الحركة الدودية، البيبسين، الأمعاء الدقيقة، الكبد، الحملات المعوية، 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).
2–1 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.
3–1 جهاز الغدد الصم	
الغدد الصم، الهرمون، الغدة النخامية، الثيروكسين، الكالسيتونين، الهرمون الجاردرقي (باراثايرويد)، الأسترولين، الجلوكاجون، ألدوستيرون، الكورتيزول، الهرمون المانع لإدرار البول	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.

37

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

حيث يتحد 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 العثيان 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 3–1

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 **قوم**. الأسباب التي أدت إلى تسمية نظام التغذية الراجعة للهرمونات بالتغذية الراجعة السلبية.
2. **توقع**. متى تتوافر مستويات عالية من الأنسولين والجلوكاجون في دم الإنسان.
3. **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 آية مشاكل صحية أخرى. استخدم مكتبة مدرستك أو الشبكة الإلكترونية للبحث عن طرائق للتخفيف من هذه الآثار. واذكر بعض المصادر الغنية بعنصر اليود.
6. **حلل**. كيف يؤدي الخلل في آلية التغذية الراجعة السلبية إلى وفاة المخلوق الحي؟

34 الأحياء لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

طرائق أخرى للمراجعة

- وضّح الفكرة العامة.
- اربط الفكرة الرئيسة مع الفكرة العامة
- استخدم كلماتك الخاصة لتوضيح ما قرأت.
- وظّف المعلومات التي تعلمتها في المنزل، أو في موضوعات أخرى تدرسها.
- حدد المصادر التي يمكن أن تستخدمها للبحث عن مزيد من المعلومات حول الموضوع.

الفصل 1

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 – 1 الجهاز الهضمي

الفكرة الرئيسة يحلّل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذّية.

1 – 2 التغذية

الفكرة الرئيسة بعض المواد المغذّية ضرورية جدًّا ليؤدي الجسم وظائفه بصورة طبيعية.

1 – 3 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.

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 الببسين والرقم الهيدروجيني (pH) في هضم البروتينات.

لمراجعة محتوى الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع الإلكتروني

www.obeikaneducation.com

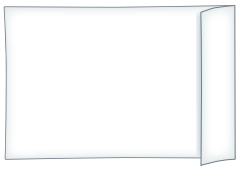
المطويات

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 – 1.**

وسجّل وأنت تقرأ هذا القسم ما تعلمته حول أهمية نظام التغذية الراجعة لإنتاج الهرمونات التي وضعتها في مخططك.

1-1

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

الجهاز الهضمي

The Digestive System

الفكرة الرئيسة **يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذّية.**

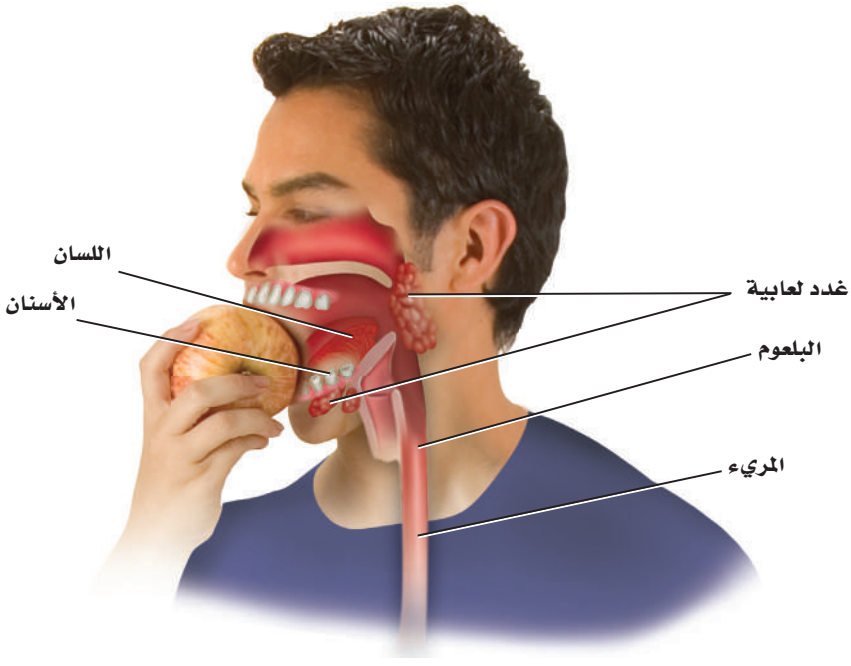
الربط مع الحياة في أثناء حياة الإنسان يمر 45000 kg تقريبًا من الغذاء عبر جهازه الهضمي. وينتقل هذا الغذاء مسافة 3 m تقريبًا في القناة الهضمية. ماذا يحدث في أثناء مرور الطعام في هذا الأنبوب الطويل؟

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 – 1 و2 – 1** 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.



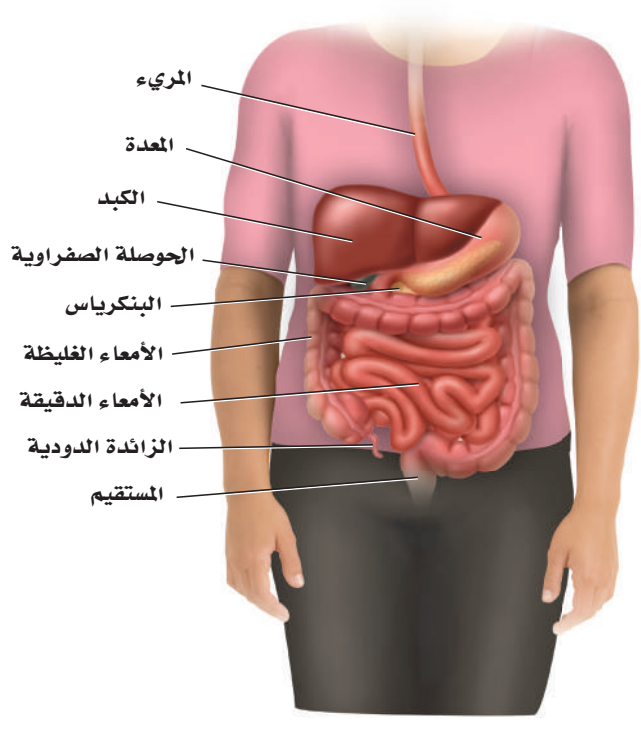
الشكل 1 – 1 يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم، حيث ترطب إفرازات الغدد اللعابية الطعام، ثم تبدأ عملية الهضم الكيميائي، فينتقل الطعام عبر البلعوم إلى المريء.

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 أو الحنجرة بالمعدة، **الشكل 2–1**. 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. وتسمى العضلة العاصرة الموجودة بين المريء والمعدة العضلة العاصرة الفؤادية. تتكون جدران المعدة من ثلاث طبقات متداخلة من العضلات الملساء تدخل في عملية الهضم الميكانيكي.



الشكل 2–1 يمتد المريء من البلعوم إلى المعدة، ويبلغ طوله 25 cm تقريبًا.

صف. لماذا يصنف الإنسان على أنه حقيقي التجويف الجسمي.

تجربة علمية

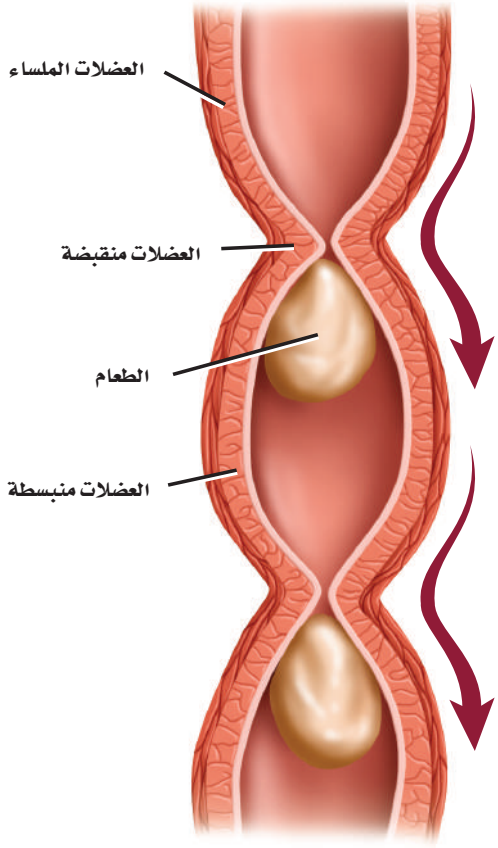
كيف تهضم البروتين؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية

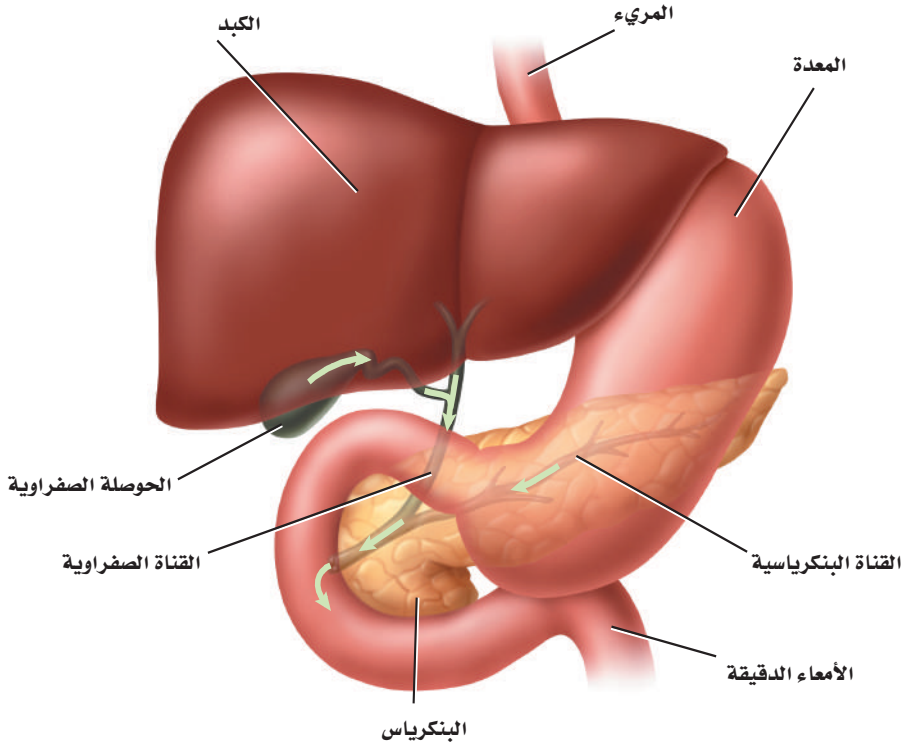
فعندما تنقبض العضلات يتفتت الطعام ويختلط بإفرازات الغدد التي تبطن الجدار الداخلي للمعدة. ويتغير الطعام في المعدة ليصبح سائلًا كثيفًا يشبه معجون الطماطم يسمى الكيموس Chyme ويتحرك ببطء خارج المعدة عبر العضلة العاصرة البوابية الى الأمعاء الدقيقة.

الربط 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 3–1 تنقبض العضلات الملساء في جدران القناة الهضمية بآلية الحركة الدودية.



■ **الشكل 4–1** يعتمد الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على نشاط كل من الكبد والبنكرياس والحوصلة الصفراوية.

ناقش. أهمية هـذه الأعضاء فـي عملية الهضم الكيميائي.

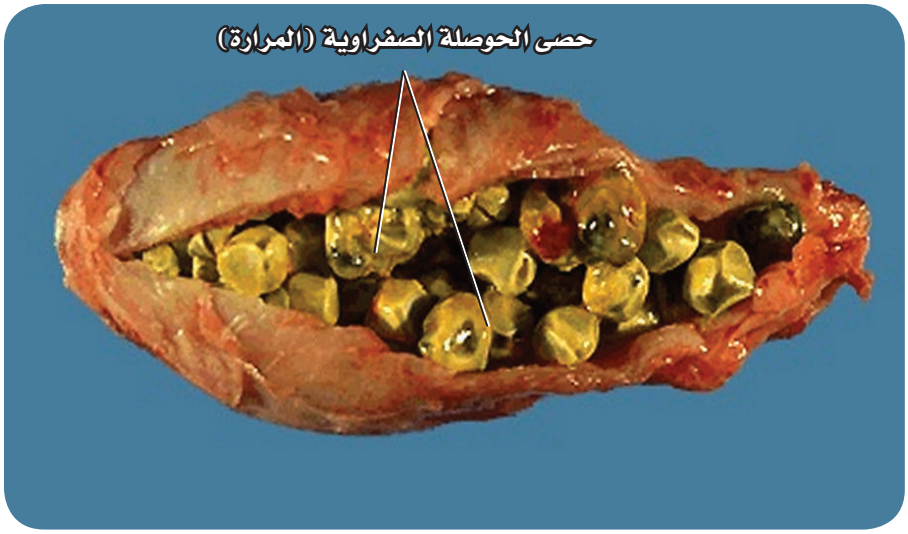
الأمعـــاء الدقيقـــة Small Intestine يبلـغ طـول **الأمعـــاء الدقيقـــة** small intestine حوالـي 6 m، وهـي أطـول جـزء في القناة الهضمية، وتسـمى الأمعـاء الدقيقة؛ لأن قطرها يبلغ 2.5 cm، مقارنة بقطر الأمعاء الغليظة الذي يبلغ 6.5 cm. تكمل العضلات الملسـاء المبطنـة لجدار الأمعاء الدقيقة عملية الهضم الميكانيكي ودفع الطعام عبر القناة الهضمية بوسـاطة الحركة الدودية، الموضحة **بالشكل 3–1**.

يعتمد إتمام الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على ثلاثة أعضاء ملحقة بالجهاز الهضمـي، هي البنكريـاس والكبد والحوصلـة الصفراوية، **الشـكل 4–1**. 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 5–1** 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 5–1** تعيق حصى الصفراء تدفق المادة الصفراء من الحوصلة الصفراوية. لاحظ الحصى التي تظهر في صورة الحوصلة الصفراوية.

تجربة 1-1

استقصِ هضم الدهون

كيف تؤثر أملاح الصفراء ومحلول البنكرياس في عملية الهضم؟

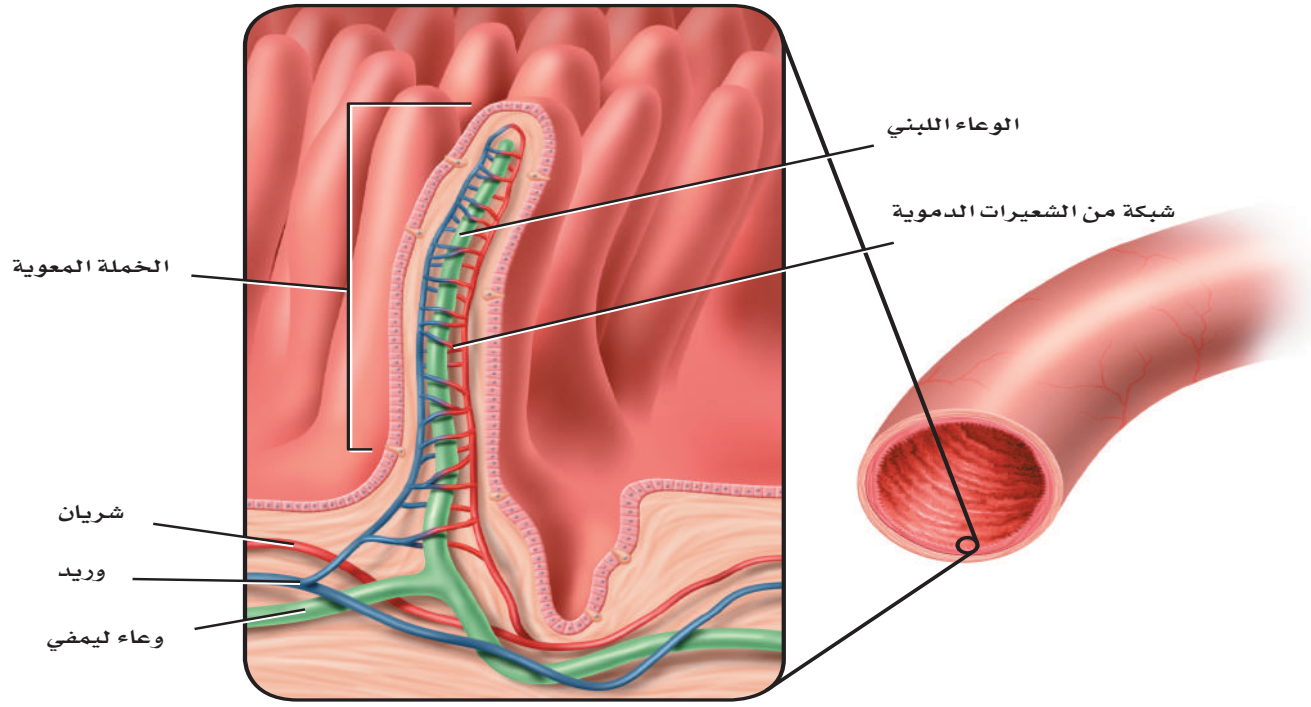
الشحوم أو الدهون مواد لا تذوب في الماء، لذلك يقوم الجسم بإنتاج المادة الصفراء، وهي مادة كيميائية تعمل على تحليل الدهون وتساعد على خلط جزيئاتها بالمحلول المائي في الأمعاء الدقيقة. وسوف تتحقق في هذه التجربة من هضم الدهون.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ادرس خطوات العمل، واعمل مخططًا للبيانات.
3. عنون ثلاثة أنابيب اختبار، 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.



■ **الشكل 6–1** 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 6–1**، 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 1–1** و **2–1** 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 – 1** لمراجعة الوظيفة الرئيسة لكل عضو من أعضاء الجهاز الهضمي، والمدة الزمنية التي يبقى فيها الطعام داخل كل عضو حتى يُهضم.

الجدول 1–1 **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 1–1

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.

الأحياء دليل المواقع الإلكترونية لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

1-2

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

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.

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 2–1** بين السعرات الحرارية المستهلكة في النشاطات المختلفة.

الجدول 2–1 **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 7–1** 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، أو ثنائية، ومنها: السكروز، 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 7–1**، وكذلك بعض الخضراوات على كميات كبيرة من النشا. وتتحلل الكربوهيدرات المعقدة التركيب إلى سكريات بسيطة في القناة الهضمية؛ 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.

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 8–1** 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 8–1** 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.

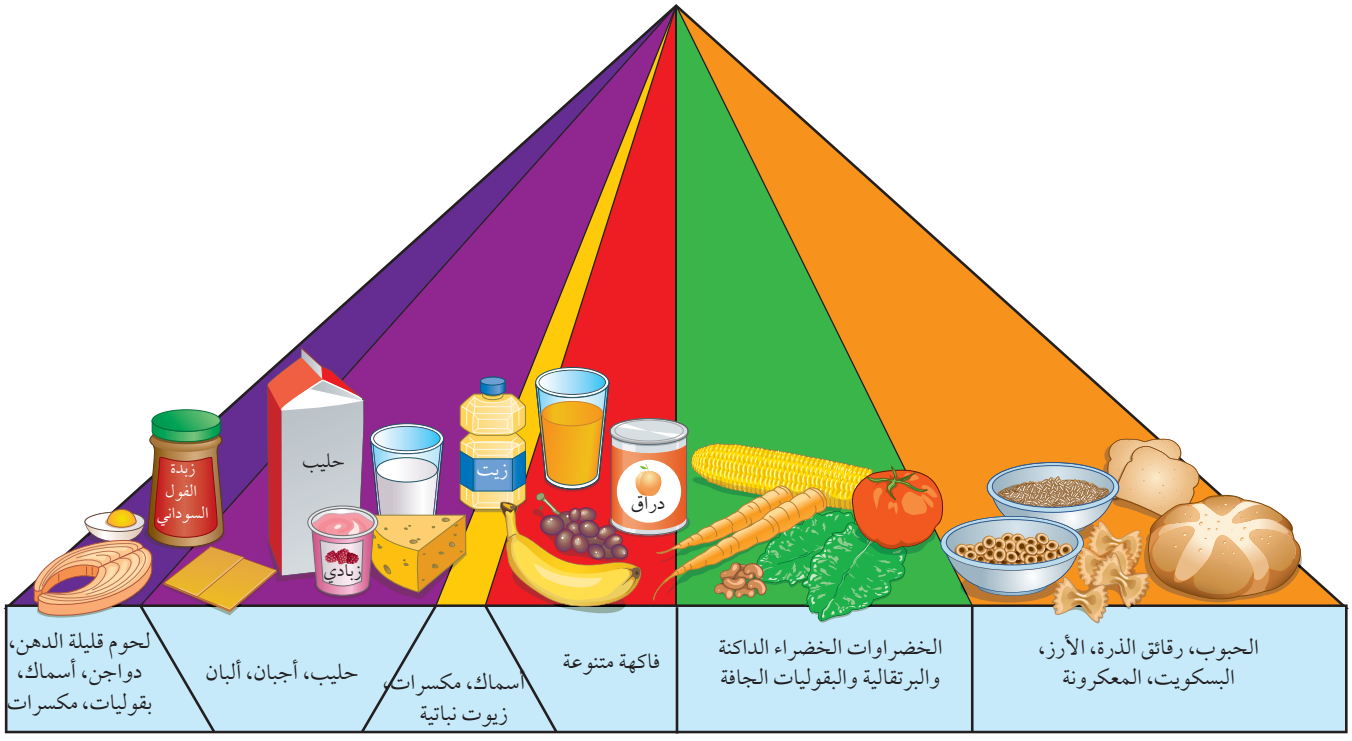
تتحلل البروتينات في الغذاء في أثناء عملية الهضم إلى وحداتها البنائية، وهي الأحماض الأمينية التي يتم امتصاصها إلى مجرى الدم، وتُحمل إلى خلايا الجسم المختلفة التي تعمل بدورها من خلال عملية بناء البروتين على تجميع الأحماض الأمينية إلى بروتينات جديدة ضرورية لتراكيب الجسم ووظائفه.

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 – 1**.

■ **الشكل 9–1** تزود البقوليات والأرز معًا الجسم بجميع الأحماض الأمينية الأساسية.

وضح. أهمية تناول الأطعمة الغنية بالأحماض الأمينية الضرورية.



■ **الشكل 10–1** 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 10–1** 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 وD يمكن أن تُخزن بكميات صغيرة في الكبد والأنسجة الدهنية في الجسم، وبعضها الآخر يذوب في الماء، ومنها فيتامينات B، C ولا يمكن تخزينه في الجسم، فيزودنا الغذاء بكميات مناسبة من هذه الفيتامينات، إذا اشتمل عليها النظام الغذائي بصورة منتظمة.

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.

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 3–1** 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 11–1**، 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 11–1 لاحظ عدد الحصص الغذائية الموجودة على عبوات الأغذية. تعتمد قيمة النسبة اليومية على حصة الفرد، لا على العبوة كاملة.

الجدول 3–1	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	• تقويـة الغشـاء 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.
النياسيـــن B_3	• أيض الطاقة.		Cl	• اتزان الماء.
البايريدوكسين B_6	• أيض الأحماض الأمينية.		I	• بنـاء الهرمـــون 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.

مختبر تحليل البيانات 1-1

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 غذائيًا 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 2-1

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.

1-3

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

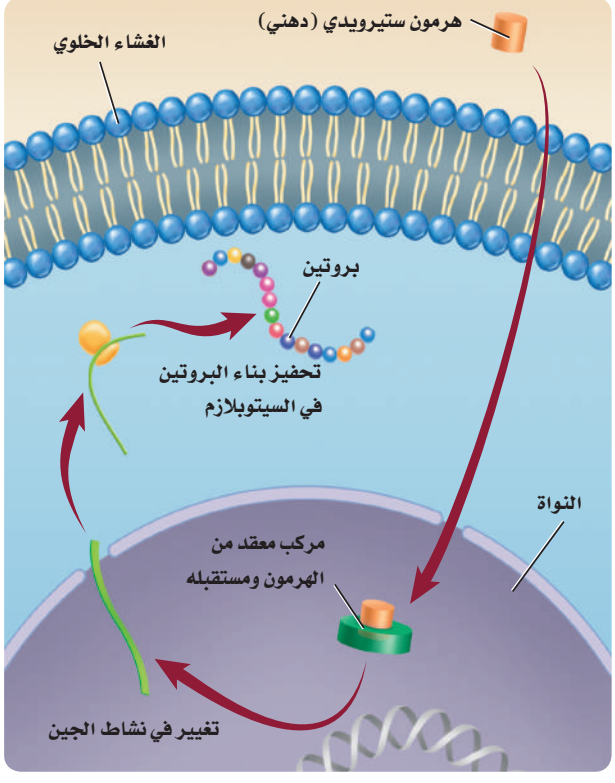
الفكرة الرئيسة **تنظم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.**

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.

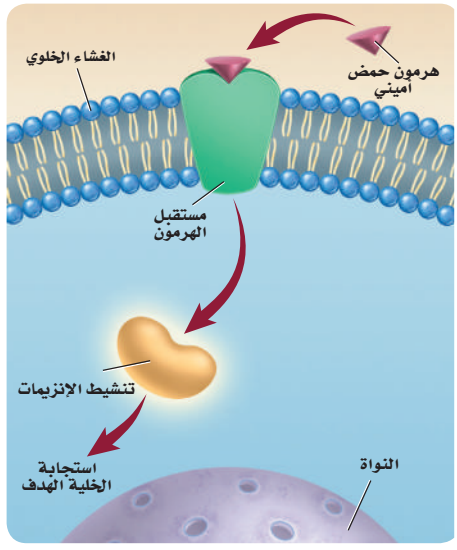
آلية عمل الهرمونات Action of Hormones

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 هرمونَا الإستروجين 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 12–1**.



الشكل 12–1 ينتقل الهرمون الستيرويدي عبر الغشاء الخلوي، ويرتبط مع مستقبل داخل الخلية، فيحفز عملية بناء البروتين.



■ **الشكل 13 – 1** يرتبط الهرمون غير الستيرويدي (هرمون الحمض الأميني) مع مستقبل على الغشاء البلازمي قبل دخوله الخلية.

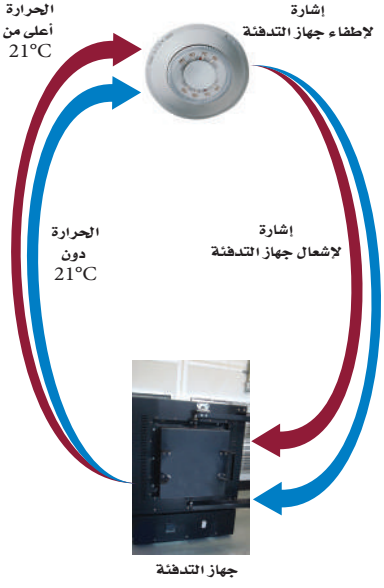
وضح. الفرق بين هرمونات الأحماض الأمينية والهرمونات الستيرويدية.

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.

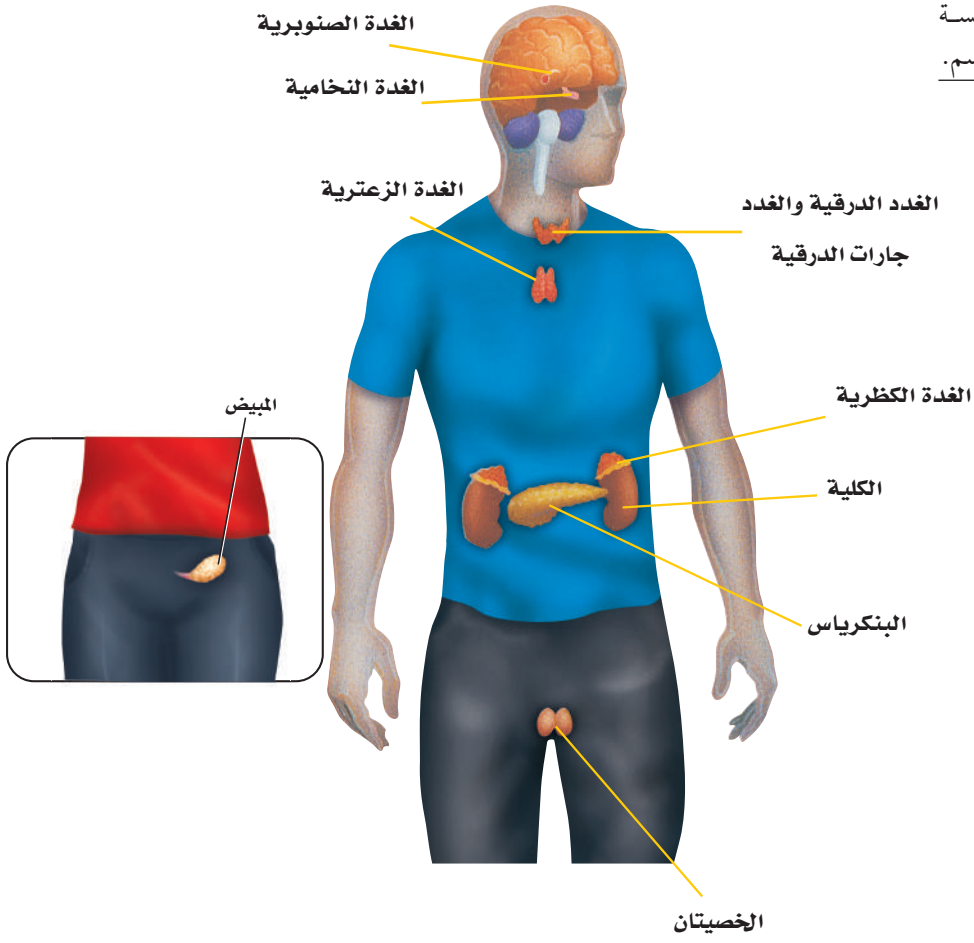
هرمونات الأحماض الأمينية Amino Acid Hormones هرمون الأنسولين وهرمونات النمو من الهرمونات غير الستيرويدية أو هرمونات الأحماض الأمينية. وتتكون هذه الهرمونات من أحماض أمينية. لذا يتعين على هرمونات الأحماض الأمينية أن ترتبط مع مستقبلات موجودة على سطح الغشاء البلازمي للخلية الهدف؛ بسبب عدم قدرتها على الانتشار 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 13–1**.

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 – 1**. 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 14–1** ينطفئ نظام التدفئة المركزية أو يشتعل بناءً على العلاقة بين درجة الحرارة التي يتم رصدها ودرجة الحرارة المرجعية (التي تم ضبطها).



■ **الشكل 15–1** تقع الغدد الرئيسة لجهاز الغدد الصم في جميع أنحاء الجسم.

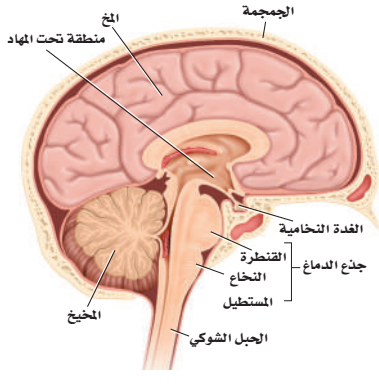
الغدد الصم وهرموناتها

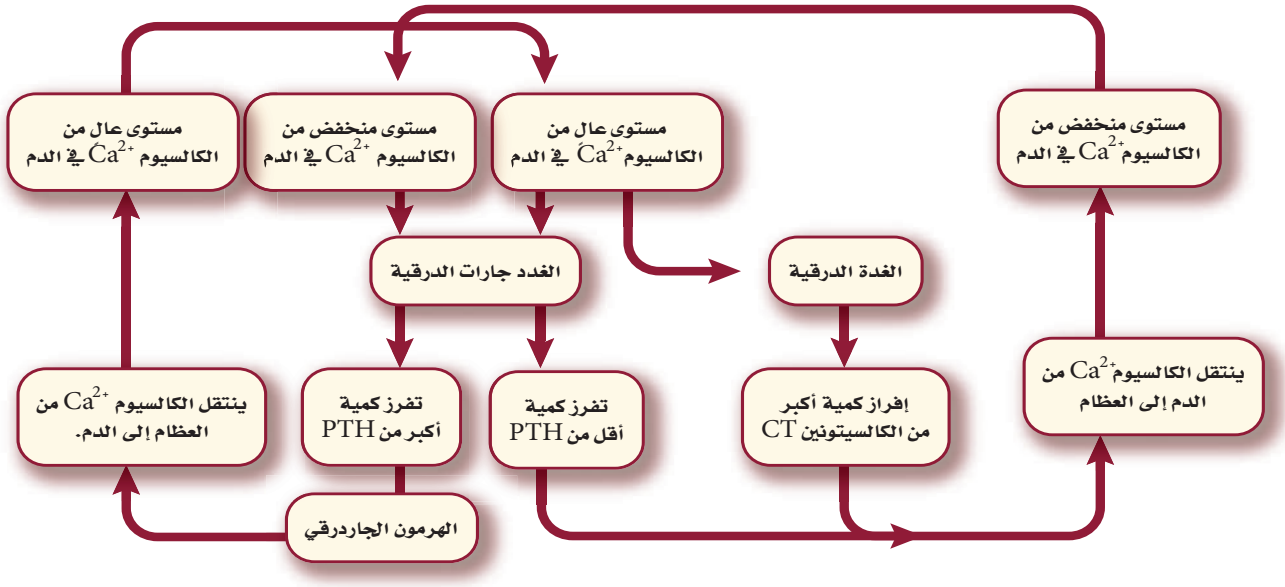
Endocrine Glands and Their Hormones

يضم جهاز الغدد الصم جميع الغدد التي تفرز الهرمونات، ومنها الغدة النخامية، والدرقية، وجارات الدرقية، والكظرية، والصنوبرية، والغدة الزعترية والبنكرياس والمبيضان والخصيتان، **الشكل 15–1**.

الغدة النخامية Pituitary Gland تقع الغدةالنخامية pituitary gland في قاعدة الدماغ، كما في **الشكل 16–1**. 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 – 1** تقع الغدة النخامية في أسفل قاعدة الدماغ، ويبلغ قطرها نحو 1 cm، وتزن ما بين 1g–0.5.





■ **الشكل 17–1** 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؟

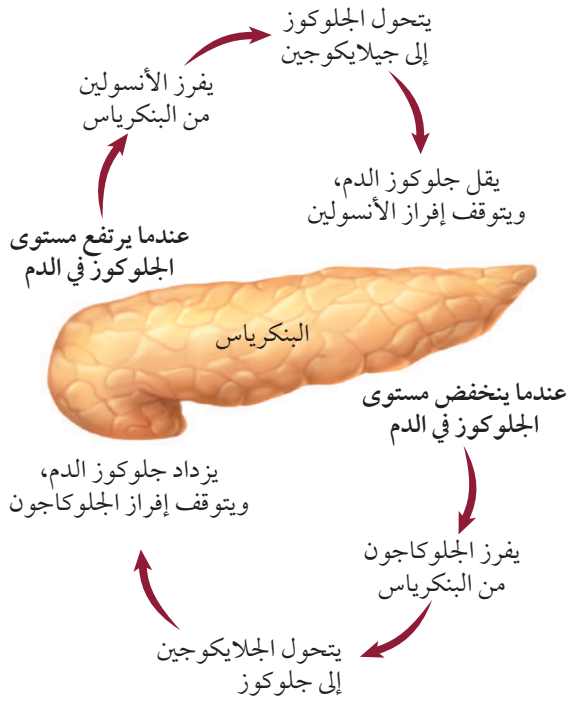
الغدة الدرقية والغدد جارات الدرقية Thyroid and Parathyroid Glands

تعرّف على آلية عمل الغدة الدرقية وجارات الدرقية في **الشكل 17–1**. 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 جزئيًا عن تنظيم الكالسيوم في الجسم، وهو معدن مهم جدًا 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 17–1**.

ماذا قرأت؟ وضح أهمية التغذية الراجعة السلبية في المحافظة على اتزان الجسم.



■ **الشكل 18–1** 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 18–1**. 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.

الغـدد الكظريـة (فوق الكلويـة) Adrenal Glands تقع الغـدد الكظرية في أعلـى الكليتين – ارجع إلى **الشـكل 15–1**. ويسـمى الجـزء الخارجي 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 في 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 بهذه الأنواع من الاسـتجابات (ردود الفعل)، "فإفـراز الأدرينالين" يحدث عندما تنطلـق كميـة مـن الطاقة في موقف يدعـو إلى التوتـر. ويفرز الجـزء الداخلي من الغـدد الكظريـة إبينفرين (أدرينالين)، ونورإبينفرين، ويعمـل هذان الهرمونان معًا على زيادة معدل نبض القلب، وضغط الدم ومعدل التنفس ومسـتوى السـكر في الدم. وجميع هذه العوامل مهمة في زيادة نشـاط خلايا الجسـم في أثناء المواقف العصيبة.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تجربة 1-2

عمل نموذج لجهاز الغدد الصم

كيـف تساعد الهرمونـات في الحفاظ على اتزان الجسـم 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.

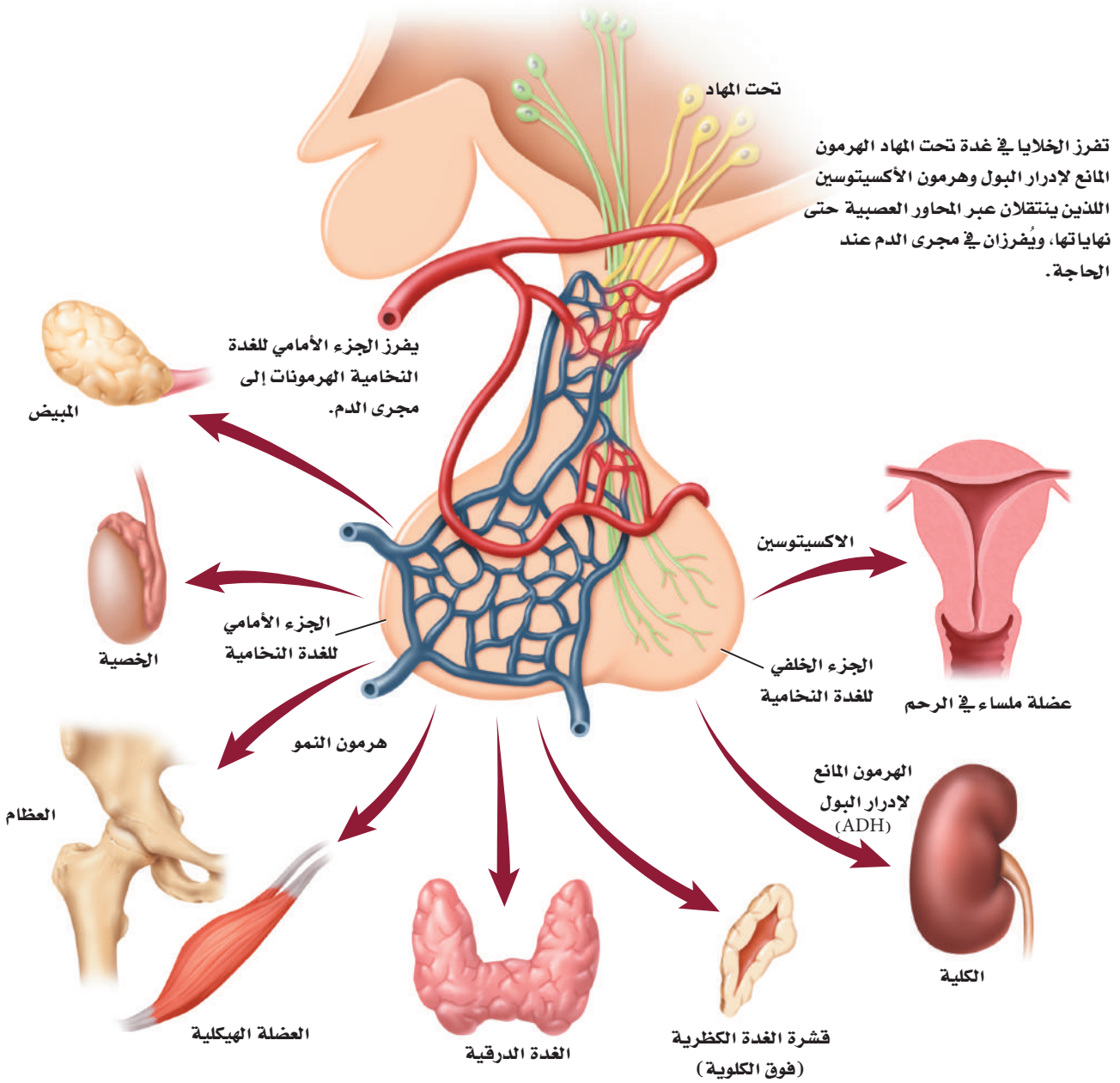
خطوات العمل

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 19 – 1** 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.



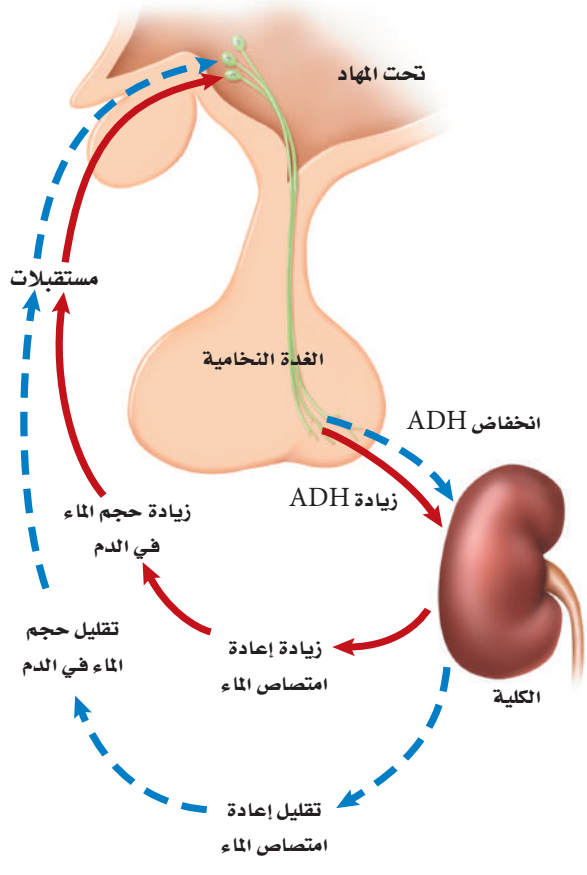
الربط مع الجهاز العصبي

Link to the Nervous System

ينظـم كل مـن الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم نشـاطات الجسـم، ويحافظان على اتزانه. ارجع إلى **الشـكل 19–1** 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 20–1** انتقال الهرمـون المانع لإدرار البول مع الدم ليصل إلى الكلية.



■ **الشكل 20–1** يتحكم الهرمون المانع لإدرار البـول ADH في تركيـز المـاء في الدم.

حيث يتحد 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 3–1

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؟

إثراء علمي

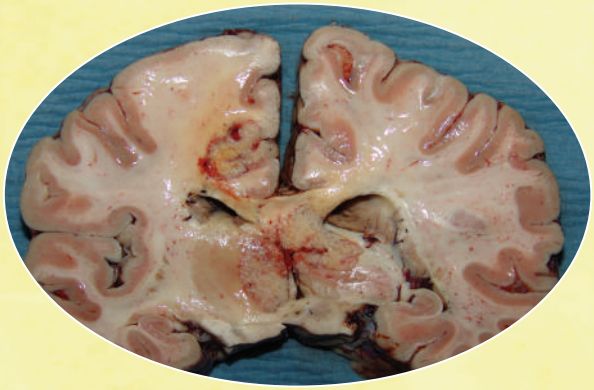
مهنة في علم الأحياء: الاختصاصي في الطب الشرعي، والاختصاصي في علم السموم

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.

الفصل 1

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

1–1 الجهاز الهضمي

الهضم الميكانيكي
أنزيم الأميليز
الهضم الكيميائي
المريء
الحركة الدودية
البيسين
الأمعاء الدقيقة
الكبد
الخملات المعوية
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).

1–2 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.

1–3 جهاز الغدد الصم

الغدد الصم
الهرمون
الغدة النخامية
الثيروكسين
الكالسيتونين
الهرمون الجاردرقي (بـاراثايرويـد)
الأنسولين
الجلوكاجون
ألدوستيرون
الكورتيزول
الهرمون المانع لإدرار البول

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.

1–1

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.

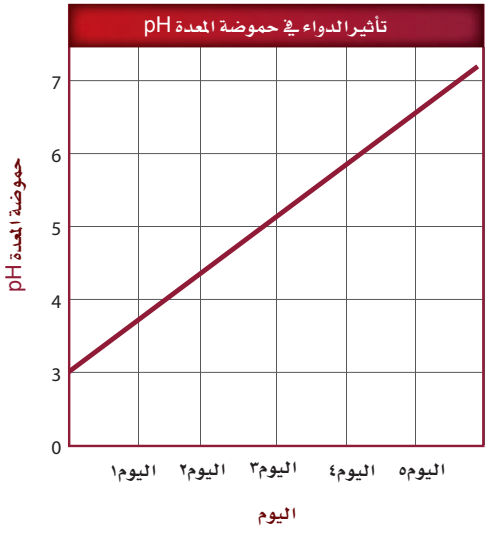
5. أيُّ صفٍّ من الجدول الآتي يحوي الكلمة المناسبة لإكمال العبارة؟ الرقم (1) يُنتج الرقم (2) الذي يُفرز إلى الرقم (3).

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.

1 تقويم الفصل

أسئلة بنائية

8. إجابة قصيرة. فسّر لماذا يُعتبر مصطلح حرقة المعدة وصفًا غير صحيح.

9. إجابة قصيرة. ارجع إلى **الجدول 1–1** 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؟

1–2 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. **c.** الجلايكوجين.
b. النشا. **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 % **c.** 4 %
b. 28 % **d.** 35 %

الأحياء دليل المواقع الإلكترونية لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

تقويم الفصل 1

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.

1–3

مراجعة المفردات

وضّح الفرق بين كل مصطلح من المصطلحات الآتية، ثم فسّر الارتباط بينها:

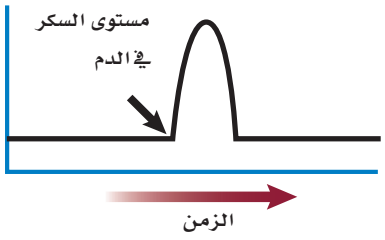
24. الأنسولين – الجلوكاجون.

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. **c.** الجلوكاجون

b. هرمون النمو. **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.

1 تقويم الفصل

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). c. كلا الشخصين.

b. الشخص في الصورة (B). 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.

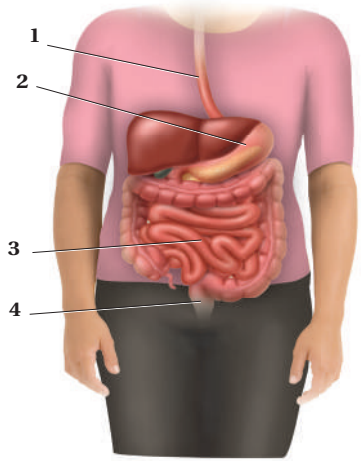
38. لماذا يحتاج الأفراد في الفئة العمرية بين 19–30 عامًا إلى عدد أكبر من السعرات الحرارية؟

اختبار مقنن

تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 1.



1. أي أجزاء الجهاز الهضمي يحدث فيه عمليتا الهضم الكيميائي والميكانيكي أولًا؟

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

2. أي العمليات الآتية تحدث أولاً في الخلية العصبية عندما تصل شدة المؤثر لعتبة التنبيه؟

a. تفتح قنوات البوتاسيوم في غشاء الخلية.
b. تُفرز النواقل العصبية إلى التشابك العصبي.
c. تنتقل أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية العصبية.
d. تصبح الخلية مشحونة بشحنة سالبة.

3. جميع العبارات التالية صحيحة فيما يتعلق بالهرمونات الستيرويدية ما عدا:

a. تنتشر خلال الغشاء البلازمي للخلية الهدف.
b. تدخل إلى النواة.
c. تحفز جينات في المادة الوراثية لبناء بروتينات محددة.
d. تنشط إنزيمات موجودة داخل الغشاء البلازمي.

4. أي أنواع المواد المغذية التالية يبدأ هضمها في المعدة؟

a. الأرز. **c.** قطعة من الحلوى.
b. شريحة من اللحم. **d.** المعكرونة.

5. أي الغدد التالية تفرز الهرمون الرئيس المسؤول عن عمليات الأيض في جسم الإنسان؟

a. الغدة النخامية. **c.** الغدة الدرقية.
b. الغدة الزعترية. **d.** الغدد الكظرية.

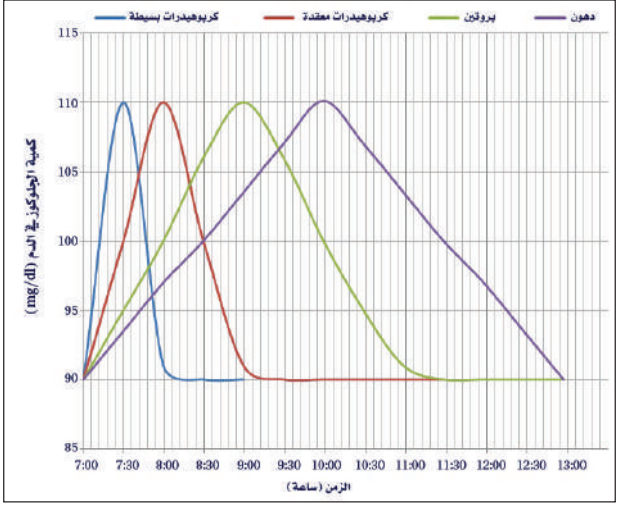
6. أين تُخزن الدهون في العظام؟

a. العظم المتراص.
b. الخلايا العظمية.
c. النخاع الأحمر.
d. النخاع الأصفر.

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الرسم البياني التالي في لإجابة عن السؤالين 7 و8.

أثر المواد المغذية (وجبة الافطار) في نسبة السكر (الجلوكوز) في الدم عند الإنسان



7. استنتج أي المواد المغذية أعلاه ترفع من نسبة الجلوكوز في الدم بعد ساعة و45 دقيقة من تناول وجبة الافطار.

8. فسر سبب الاختلاف في نسبة جلوكوز الدم بالنسبة للزمن بين المواد المغذية في الرسم السابق.

9. لماذا يكون النظام الغذائي الذي لا يحتوي على البروتين غير صحي؟

10. توقع كيف سيكون وزن شخص عدد الخملات المعوية في أمعائه قليلًا نتيجة إستئصال جزء من امعائه بسبب إصابته بمرض سرطان الأمعاء؟ وضح اجابتك.

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 فافرزت كمية كبيرة من الهرمون الذي ينشط افراز هرمونات الغدة الدرقية؟ وماذا يحدث إذا قل افراز الهرمونات المحفزة للغدة الدرقية؟

13. وجبتان غذائيتان مكونتان من الكمية نفسها من اللحم، تناول شخص عدة لقيمات من الوجبة الأولى، بينما تناول شخص آخر الوجبة الثانية كاملة. على فرض أن الظروف معيارية وثابتة في كلا الحالتين. هل سيهضم الشخصان اللحم بنفس المعدل؟ فسر اجابتك.

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. ووضح 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	1–1	5–1	4–1	1–2	1–3	1–1	1–1	2–1	1–2	1–1	1–2	1–3	1–1	1–2
المستوى	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

الفصل 2

التكاثر والنمو في الإنسان

Human Reproduction and Growth

الفكرة العامة يتضمن تكاثر الإنسان اندماج الحيوان المنوي والبويضة معًا.

1 – 2 جهازا التكاثر في الإنسان

الفكرة الرئيسة تنظم الهرمونات جهازي التكاثر في الإنسان بما في ذلك إنتاج الأمشاج.

2 – 2 مراحل نموّ الجنين قبل الولادة

الفكرة الرئيسة من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه ان 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).

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؟

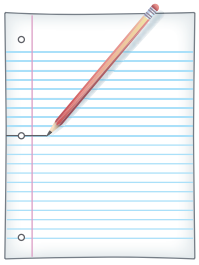
لمراجعة محتوى الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع الإلكتروني

www.obeikaneducation.com

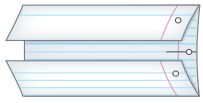
المطويات
منظمات الأفكار

جهاز التكاثر اعمل هذه المطوية لتساعدك على المقارنة بين إنتاج البويضات والحيوانات المنويّة.

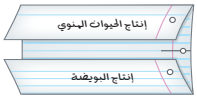
الخطوة 1: ارسم خطًا أفقيًا على طول منتصف ورقة كما في الشكل الآتي:



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 1-2**، وسجل وانت تقرأ الدرس ما تعلّمته عن إنتاج كل من الحيوان المنوي في الخصية، والبويضة في المبيض.

2-1

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.**

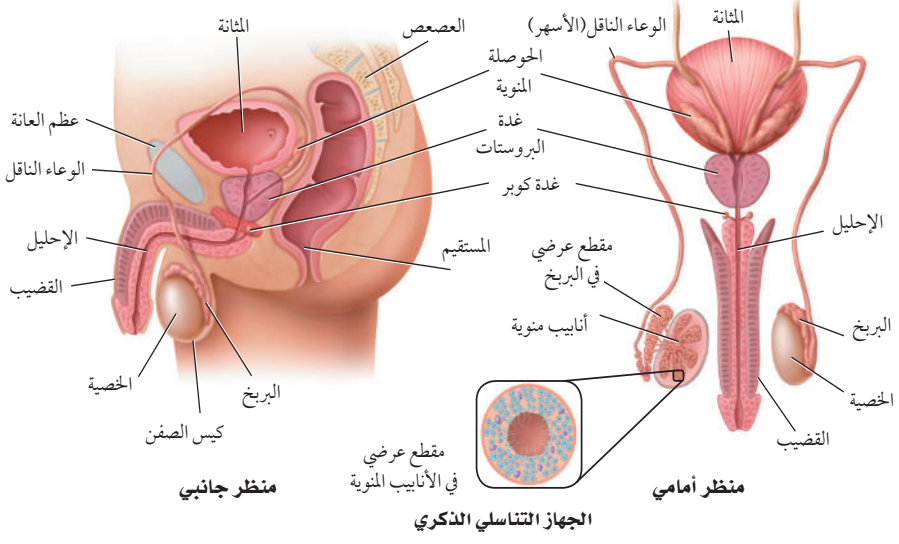
الربط مع الحياة لربما لاحظت كيف تؤثر درجة حرارة الغرفة في التحكم في مقياس منظم درجة الحرارة لجهاز التكييف، فإذا كانت الغرفة باردة فإن مقياس منظّم الحرارة لا يعطي إشارة إلى جهاز التكيف ليعمل، وهكذا تقوم الهرمونات الجنسية في جسم الإنسان بالتأثير في تركيبه وتكاثره.

الجهاز التناسلي الذكري في الإنسان

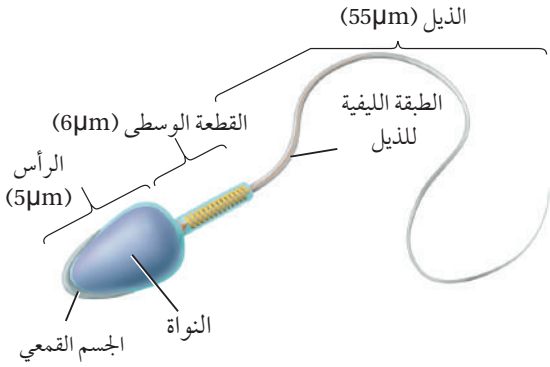
Human Male Reproductive System

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 1–2** 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 1–2 يُنتج الجهاز التناسلي الذكري في الخصية أمشاج تسمى الحيوانات المنوية.



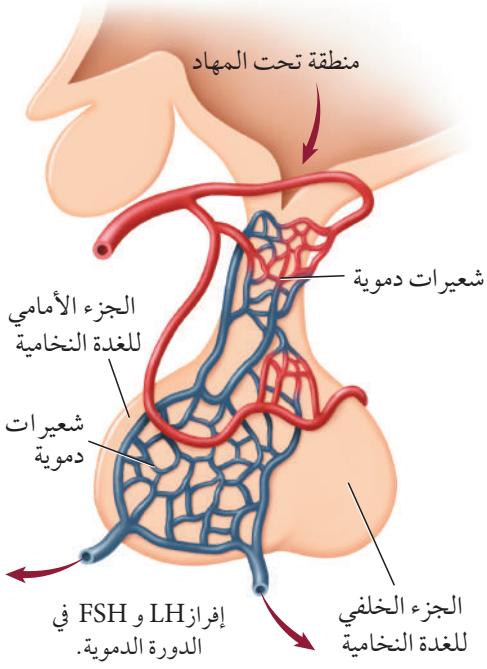
■ **الشكل 2–2** الحيوان المنوي خلية سوطية تتكون من رأس، ومنطقة وسطى وذيل .

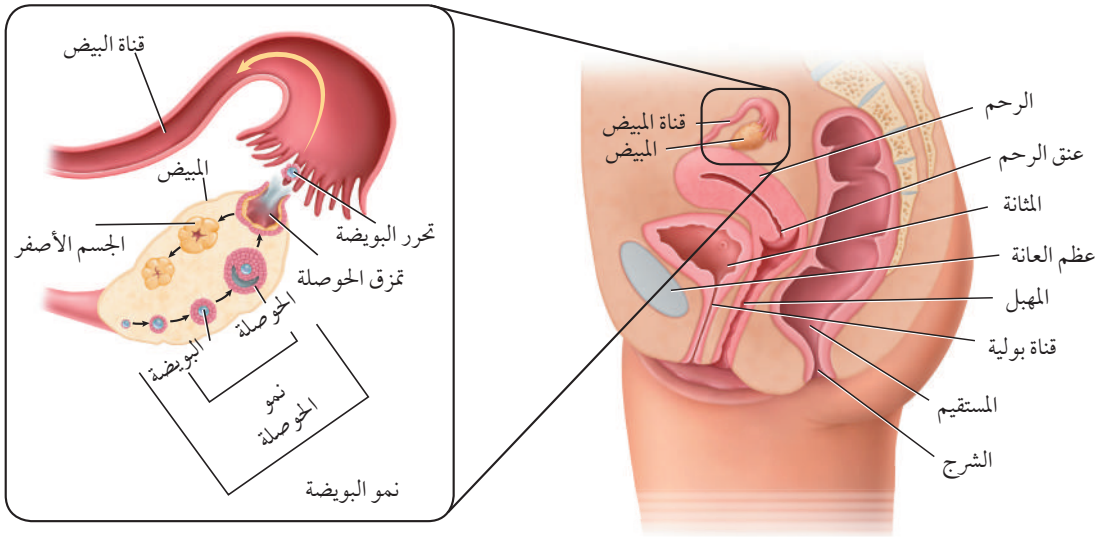
سلسل. اكتب بالتسلسل التراكيب التي ينتقل فيها الحيوان المنوي من داخل الجسم إلى خارجه.

الأنابيب أن تنتج ما بين 200 –100 مليون حيوان منوي كل يوم. انظر **الشكل 2–2**. 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.

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 3–2**. 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 افراز 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 انتاج 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.

■ **الشكل 3–2** 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.





الشكل 4–2

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 الانسان

Human Female Reproductive System

يتخصص الجهاز التناسلي الأنثوي في إنتاج البويضات، كما يوفر بيئة مناسبة لإخصاب البويضة ونمو الجنين. ارجع إلى **الشكل 4–2** وأنت تقرأ تركيب هذا الجهاز.

خلايا البويضة Egg Cells تسمى الخلايا التناسلية الأنثوية غير المكتملة النمو **بالخلايا البيضية الأولية** oocytes ، وتنتج في المبيضين – **الشكل 4–2**– 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 البروجسترون والإستروجين هرمونان ستروييدان 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

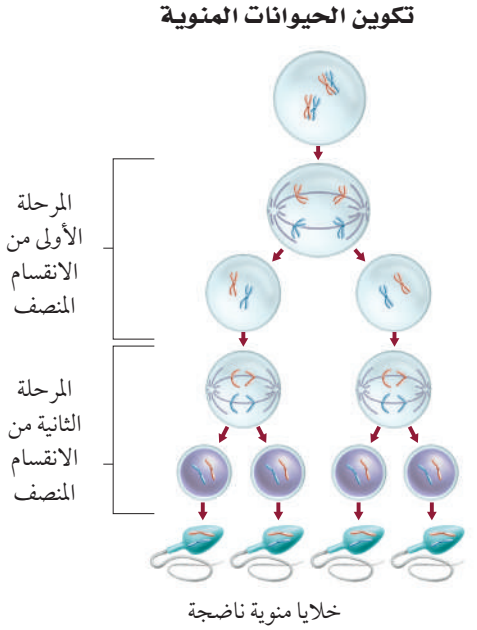
يتم إنتاج الخلايا الجنسية لدى الإنسان في كل من الخصية والمبيض، حيث يتم إنتاج الحيوانات المنوية عند الذكر من خلايا منوية أولية. ويبدأ في مرحلة البلوغ، ويستمر إنتاجها طوال حياة الذكر تقريبًا. ويختلف إنتاج البويضات عند الأنثى – كما يوضح **الشكل 5–2** – حيث تولد الأنثى ولديها جميع البويضات التي ستنتجها، 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.

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 نزيف 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 1–2**. 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



الشكل 5–2

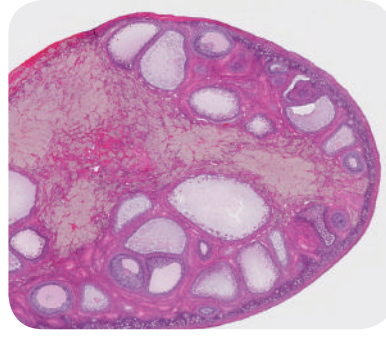
أعلى: يتبع إنتاج الحيوانات المنوية نمط الانقسام المنصف، ويؤدي إلى تكوين العديد من الحيوانات المنوية.

أسفل: يؤدي الانقسام المنصف في الأنثى إلى تكوين بويضة واحدة، ولا يتم الانقسام المنصف الثاني إلا بعد إخصاب البويضة.

(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 6–2**. 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 6–2** يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجستيرون وقليلاً من هرمون الإستروجين.

المفردات

أصل الكلمة

الجسم الأصفر Corpus Luteum

Corpus معناها باللاتيني جسم

Luteum وتعني أصفر.

تجربة 1 - 2

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.

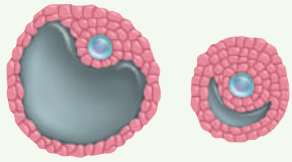
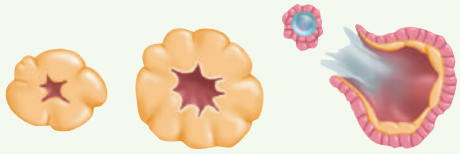
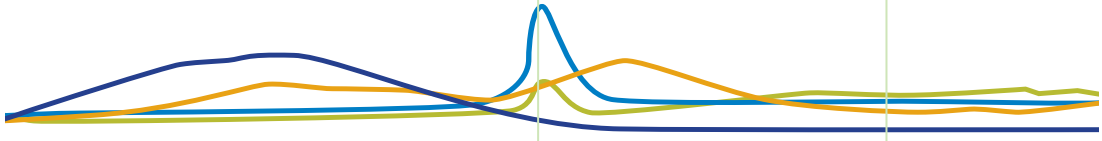
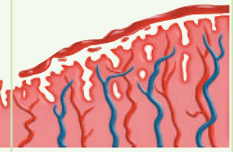
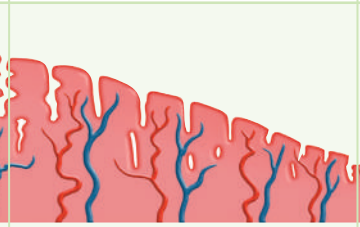
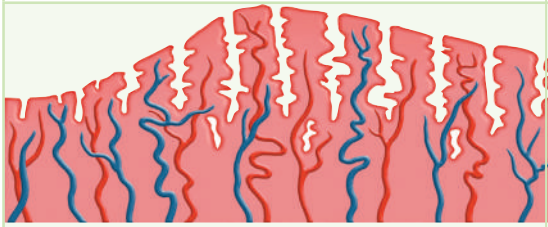
خطوات العمل

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؟

الجدول 1–2 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 1–2

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؟

2-2

مراحل نمو الجنين قبل الولادة

Human Development Before Birth

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)

الفكرة الرئيسة **من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه أن جعل الإنسان ينمو من خلية مخصّبة، تتحول الى مليارات من الخلايا المتخصصة في وظائفها.**

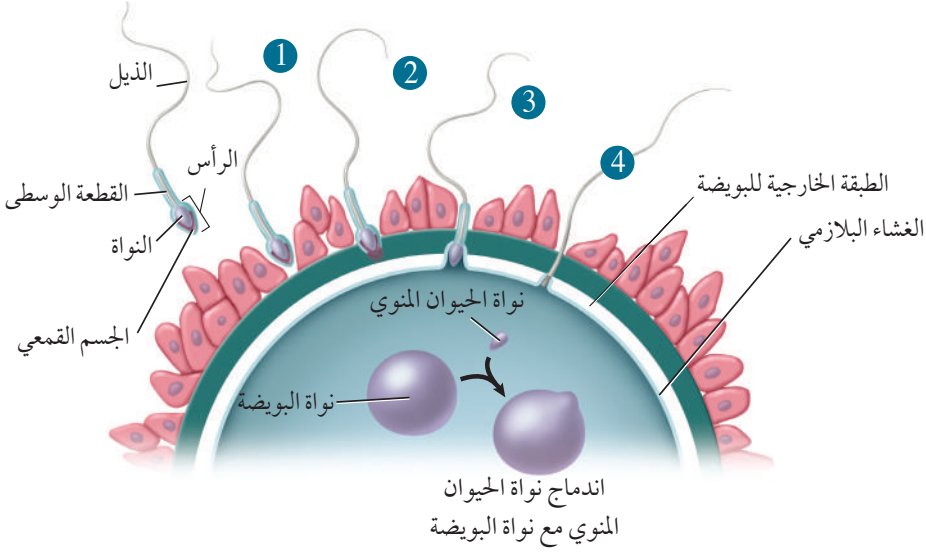
الربط مع الحياة يبدأ تكون جسم الإنسان ونموه – بقدرة الله سبحانه وتعالى– بإخصاب حيوان منوي لبويضة.

الإخصاب Fertilization

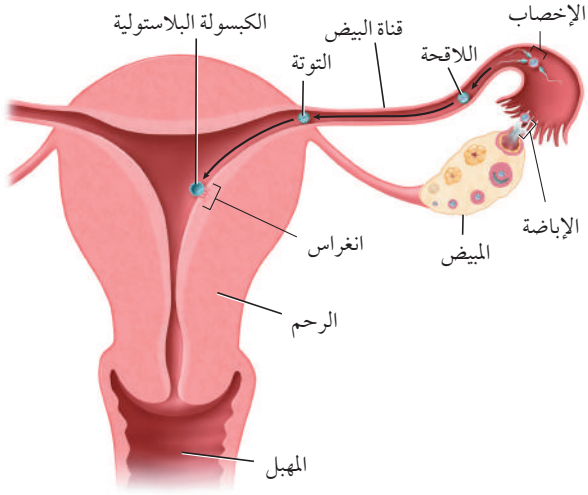
تحدث عملية الإخصاب في أعلى قناة البيض، وذلك بالتقاء الحيوان المنوي بالبويضة. لاحظ **الشكل 7–2**، يكون كل من الحيوان المنوي والبويضة في الإنسان أحاديَّ المجموعة الكروموسومية، وعادة ما يحتوي كل منهما على 23 كروموسومًا. وعند الإخصاب تتجمع الكروموسومات لتصبح اللاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية، ويصبح عدد 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 7–2 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.



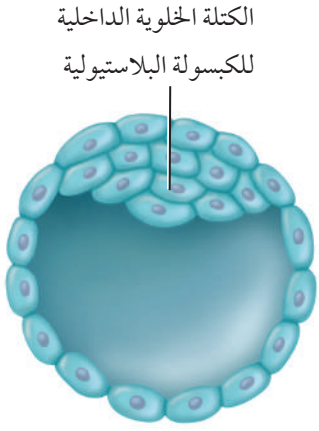
من بين 300 مليون حيوان منوي يتم قذفها في المهبل، تنجح عدة مئات منها فقط في الوصول إلى البويضة، والعديد منها لا يكمل رحلته في المهبل، وبعضها تهاجمه كريات الدم البيضاء، وبعضها الآخر يموت في طريقه، وهناك حيوان منوي واحد يخصب البويضة من ضمن مئات من الحيوانات المنوية تحاول أن تقوم بعملية الإخصاب.

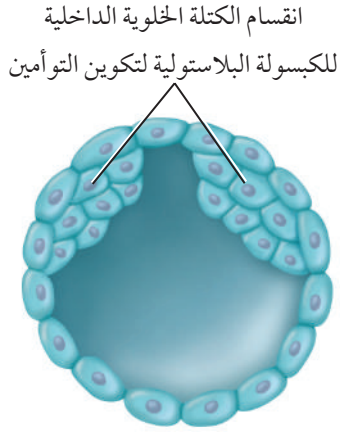
الربط مع الكيمياء لا يستطيع حيوان منوي أن يخترق الغشاء البلازمي للبويضة وحده. إلا أن الله خلق في الحيوان المنوي جسمًا قمعيًا داخله عضيات الليسوسوم التي تحوي إنزيمات هاضمة، لاحظ **الشكل 7–2**. يفرز الجسم القمعي في رأس الحيوان المنوي إنزيمات هاضمة تقوم بإضعاف الغشاء البلازمي للبويضة، لدرجة أنها تسمح لحيوان 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 8–2** 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.





الشكل 8–2

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 الاعلى يتكون جنين، أما في الاسفل واذا انقسمت الكتلة الخلوية الداخلية فإنه ينتج منها التوأم.

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 9–2** 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؟

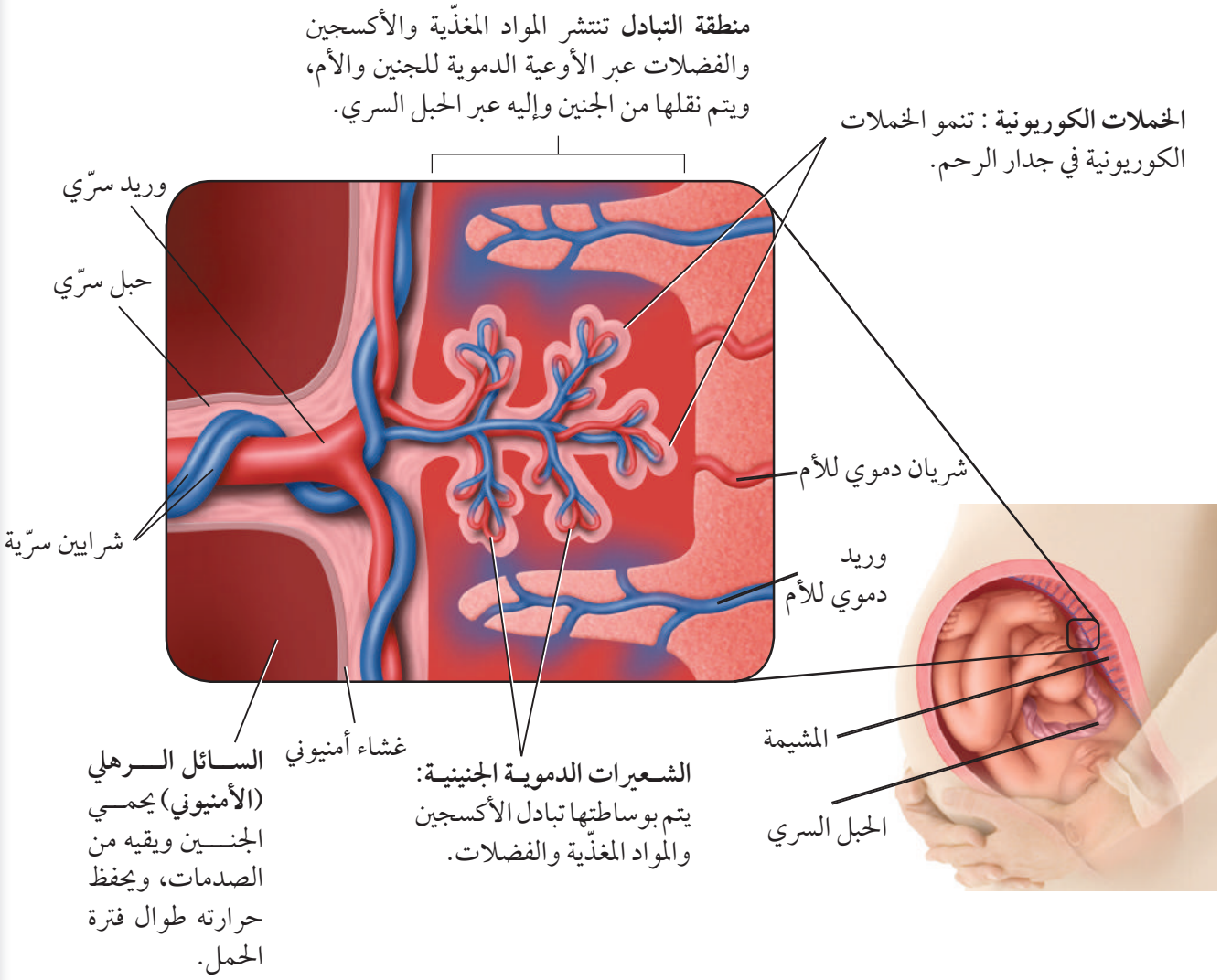
الأغشية الجنينية Extraembryonic Membranes ينمو جنين الإنسان داخل رحم الأم، محاطًا بمجموعة من الأغشية لها وظائف مختلفة، لاحظ **الشكل 9–2**. وخلال مراحل النمو الأولى تتكون أربعة أغشية تحيط بالجنين، وهي: الغشاء الكوريوني chorion، الغشاء الرهلي (الأمنيوني) amniotic، وكيس المح yolksac، والممبار allantois. 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 اجزاء 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 15–20 cm، وسمكها 2.5 cm، وكتلتها 0.45 kg تقريبًا. يربط الحبل السري – وهو أنبوب يحتوي على الكثير من الأوعية الدموية – بين الجنين والأم ويوضح **الشكل 10–2** 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.

■ **الشكل 10–2** 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.

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 11–2**، 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 2–2** بعض تشوهات الولادة التي يمكن تجنب حدوثها.

تجربة علمية

كيف ينمو جسم الإنسان؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية

■ **الشكل 11–2** تنمو البويضة المخصبّة، فتصبح جنينًا. ومع نهاية مرحلة الأشهر الثلاثة الأولى يستطيع الجنين أن يتحرك قليلًا.

4 أسابيع

5–6 أسابيع

7–8 أسابيع

الجدول 2–2	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.

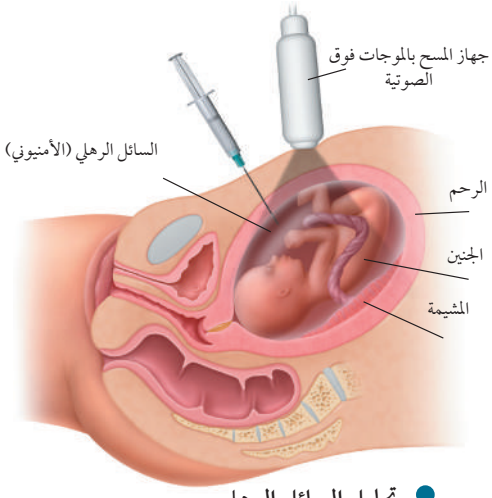
وفي نهاية الأسبوع الثامن يبدأ تشكّل الأجهزة جميعها، ويسمى هذا الطور بالجنين، وفي نهاية هذه المرحلة يستطيع الجنين أن يحرك ذراعه وأصابع يديه وأصابع قدميه، ويمكن مشاهدة بعض التعبيرات على الوجه، وظهور بصمات الأصابع.

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



■ **الشكل 12–2** تؤخذ الخلايا التي يفقدها الجنين وتعزل من السائل الرهلي ويتم تحليلها بعملية تحليل السائل الرهلي.

● **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 12–2**. 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 - 2

ترتيب المراحل الاولى من نمو الانسان

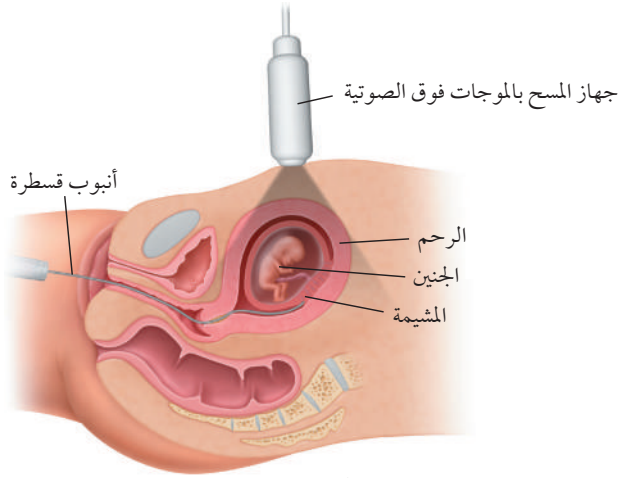
ما التغيرات التي تحدث في الاسابيع العشرة الاولى من حياة جنين الإنسان؟ يبدأ الإخصاب عندما يخترق حيوان منوي البويضة وتندمج نواته بنواتها، فتتكون اللاقحة التي تدخل في سلسلة من التغيرات. حيث يبدأ الانقسام الخلوي لزيادة عدد الخلايا. ثم تتحرك الخلايا وتترتب لتكون أعضاء خاصة مما يجعلها تقوم بوظائفها الخاصة على أكمل وجه.

خطوات العمل

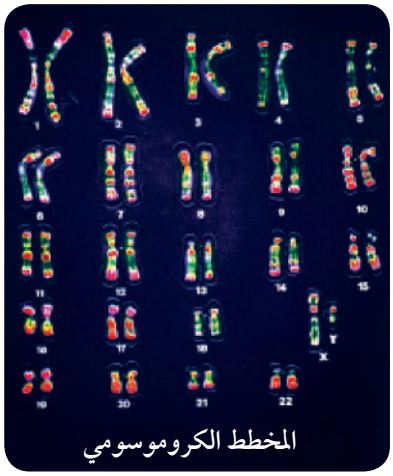
1. استخدم مجموعة من المجلات أو مصادر الإنترنت لمشاهدة صور تكوّن الأجنة ونموها.
2. ادرس الصور وتعليقاتها للأسابيع العشرة الأولى بعد الإخصاب. اختر عاملًا واحدًا لمتابعته خلال فترة النمو هذه. يجب أن تتضمن العوامل حجم الأجنة، تمايز الخلايا، التغيرات التركيبية العامة، الأعضاء المتخصصة وتكوّنها، وغيرها.
3. مثل بيانيًّا نمو العامل الذي اخترته مع الزمن خلال فترة الاسابيع 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 13–2**

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 12–2**، 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 13–2**، وأخذ عينات من الخملات الكوريونية لتحليلها، وتحديد المخطط الكروموسومي للجنين **الشكل 13–2**. حيث إن كروموسومات الخملات تشابه تمامًا كروموسومات الجنين.

التقويم 2–2

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 الأجسام القمعية في الحيوان المنوي.
3. **لخص** التغيرات التي تحدث في المراحل الثلاث للحمل.
4. **قارن** بين تنظيم الهرمونات خلال الحمل ودورة الحيض.

التفكير الناقد

5. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب فقرة توضح فيها وظيفة الأغشية الجنينية عند الإنسان، وقارنها بمثيلاتها عند بعض الحيوانات.
6. **الرياضيات في علم الأحياء** حدد اليوم المتوقع لولادة طفل إذا علمت أن البويضة التي تكوّن منها أخصبت في اليوم الأول من كانون الثاني (يناير).

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 12–10 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 7–4 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 اثبتت الفحوصات استخدام احد اللاعبين له فإنه يعاقب بالمنع من المشاركة في دورات الالعاب. 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 الى 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 2-2**.

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 الثنائية والثلاثية 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.

الفصل 2

دليل مراجعة الفصل

المطويات **ابحث وقوم:** مـا الاثر التنظيمي والتحفيزي للهرمونات في كل مـن: التكاثر، وعمليات الأيض في الانسان؟

المفردات	المفاهيم الرئيسة
2–1 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.
2–2 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.

الفصل 2 التقويم

2-1

مراجعة المفردات

ما العلاقة بين المفردات التالية:

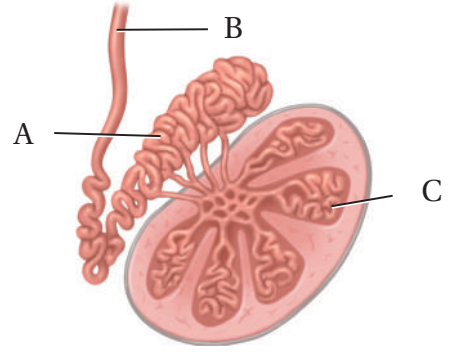
1. الإحليل – السائل المنوي.
2. الخلية البيضية الأولية – قناة البيض.
3. دورة الحيض – الجسم القطبي.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

4. ماذا تتوقع أن يحدث لو خُلق الرجل وخصيتاه داخل جسمه؟

   a. لا تنتج الحيوانات المنوية بسبب ارتفاع درجة الحرارة.
   b. يرتفع تركيز التستوستيرون بسبب ارتفاع درجة الحرارة.
   c. لا حاجة إلى وجود الحوصلة المنوية.
   d. يصعب وصول الهرمونات من الخصية الى الدم.

استخدم الشكل التالي 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؟

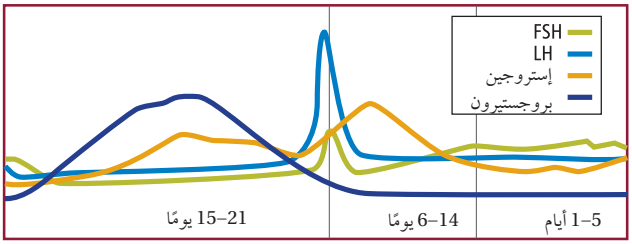
   a. تخزين الحيوانات المنوية ونضجها.
   b. إنتاج الخلايا الحيوانية.
   c. إفراز السكر.
   d. إنتاج الهرمون المنشّط للحوصلة.

أسئلة بنائية

7. **إجابة مفتوحة.** ما أهمية إفراز الغدد التناسلية الذكرية للحيوانات المنوية؟
8. **إجابة قصيرة.** قارن بين أثر كل من FSH و LH في المبيض والخصية.
9. **إجابة قصيرة.** ما مزايا إنتاج بويضة واحدة وأجسام قطبية بدلاً من إنتاج البويضات فقط؟

التفكير الناقد

اقرأ الرسم البياني التالي، وأجب عن السؤال 10:



10. **السبب والنتيجة.** وضح، اعتمادًا على التنظيم الهرموني، لماذا لا تحمل المرأة مرة أخرى وهي حامل؟
11. **كوّن فرضية.** توجد الهرمونات الجنسية جميعها لدى الذكر منذ ولادته، كوّن فرضية توضح فيها لماذا يكون للهرمونات أثر كبير عند البلوغ.

www.obeikaneducation.com لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: الأحياء عبر المواقع الإلكترونية

تقويم الفصل 2

2-2

مراجعة المفردات

وضح المقصود بالمفردات التالية:

12. التوتة.

13. الكبسولة البلاستولية.

14. السائل الرهلي (الأمنيوني).

تثبيت المفاهيم الرئيسة

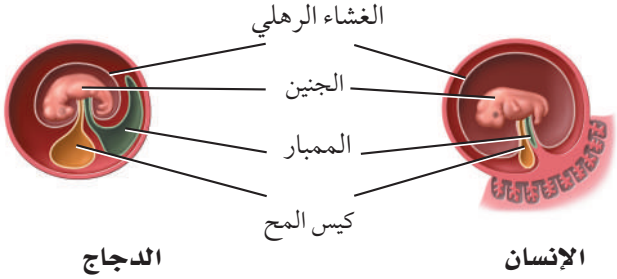
15. يحدث الإخصاب في الجهاز التناسلي الأنثوي في:

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 التالي 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. لان جنين الإنسان يحصل على غذائه من المشيمة.
d. لان 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؟

2 تقويم الفصل

التفكير الناقد

22. قارن بين انقسام الكتلة الخلوية الداخلية خلال النمو العادي وتكوين التوائم.

23. اقترح نموذجًا. تحمل امرأة جنينًا ولكن لا يوجد افراز 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

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

تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

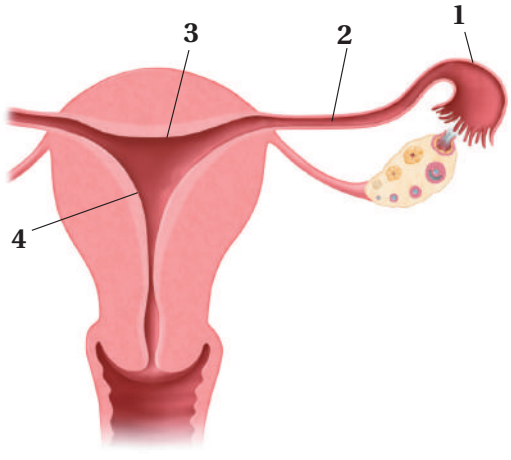
1. ما الدور الذي تؤديه الهرمونات في الجسم؟

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 التالي للإجابة عن السؤالين 3،4:



3. أين يحدث الإخصاب؟

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

4. أين ينمو الجنين حتى ولادته؟

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

5. أي الأجزاء التالية 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 تبداء خلية البويضة في أنثى الإنسان بالانقسام المنصف؟

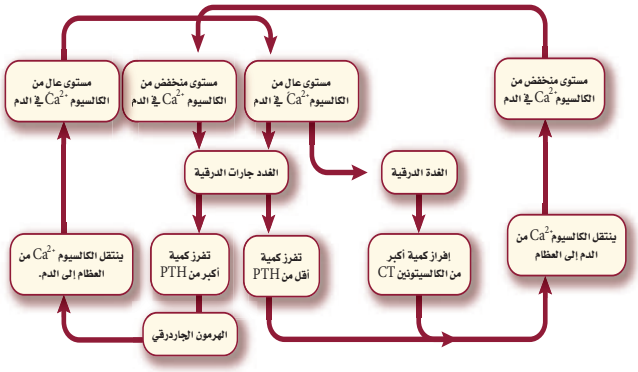
a. قبل ولادتها.
b. بداية سن البلوغ.
c. خلال عملية الإباضة.
d. خلال دورة الحيض.

8. أي الهرمونات التالية مسؤول عن استجابة المواجهة أو الهروب؟

a. الكالسيتونين.
b. الجلوكاجون.
c. الإبينفرين.
d. الثيروكسين.

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل المخطط التالي للإجابة عن السؤالين 9، 10:



9. قوم كيف يؤثر هرمون الباراثورمون في النسيج العظمي؟

10. قوم كيف تتأثر مستويات الكالسيوم في الدم عندما يتوقف عمل الغدة الدرقية في شخص ما؟

11. كيف يؤثر عدم حدوث الهضم الميكانيكي في الجسم؟

12. وضح كيف تؤدي الخملات المعوية في الأمعاء الدقيقة دورها المهم في امتصاص المواد المغذية.

13. كيف يتم فحص الجنين داخل الرحم؟

14. ما دور كيس المح في جنين الإنسان؟

15. كيف يتم زيادة طول الإنسان؟ وما الفترة المناسبة لذلك؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

16. أثناء دورة الحيض في أنثى الإنسان تزداد سماكة بطانة الرحم، ثم تنسلخ، كيف تسيطر الهرمونات على هذه العملية؟

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 التالي:

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.

السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
الفصل/ القسم	1-3	2-2	2-2	2-2	2-1	1-3	2-1	1-3	1-3	1-3	1-1	1-1	2-2	2-2	2-2	2-1	2-1	2-2
المستوى	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

جهاز المناعة

The Immune System

الفصل 3

الفكرة العامة خلق الله سبحانه وتعالى جهاز المناعة ليحمي الجسم من الإصابة بمسببات الأمراض.

1 – 3 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.

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.

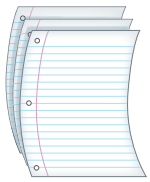
لمراجعة محتوى الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع الإلكتروني

www.obeikaneducation.com

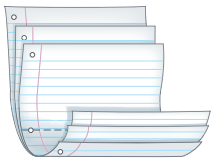
المطويات
منظمات الأفكار

وصف المناعة اعمل المطوية الآتية لتساعدك على تنظيم الأفكار المتعلقة بالمناعة.

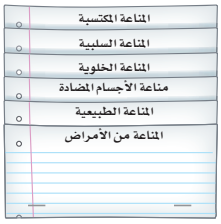
الخطوة 1: ضع ثلاث ورقات من دفتر الملاحظات بعضها فوق بعض على أن تبعد إحداها عن الأخرى بمقدار 2.5 cm كما في الشكل الآتي:



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، المناعة الخلطية، 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.

3-1

جهاز المناعة The Immune System

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

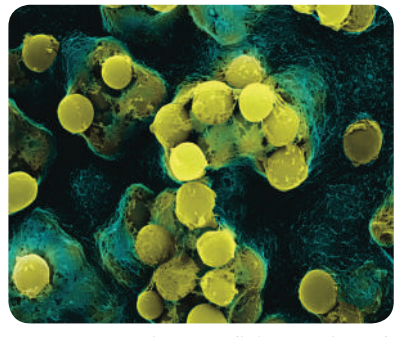
البروتين المتمم (المُكمّل)	الخلايا التائية (T) المساعدة
الإنترفيرون	الخلايا التائية القاتلة
الخلايا الليمفية	الخلية الذاكرة
الجسم المضاد	التطعيم (التحصين)
الخلايا البلازمية (B)	

تجربة علمية

من يحتاج إلى قشرة الموز؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية

الشكل 1–3 توجد هذه البكتيريا بشكل طبيعي على جلد الإنسان.



تكبير المجهر الإلكتروني الماسح 1400X

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 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 1–3** بعض البكتيريا الطبيعية التي تعيش على الجلد، وتحميه من الهجوم.

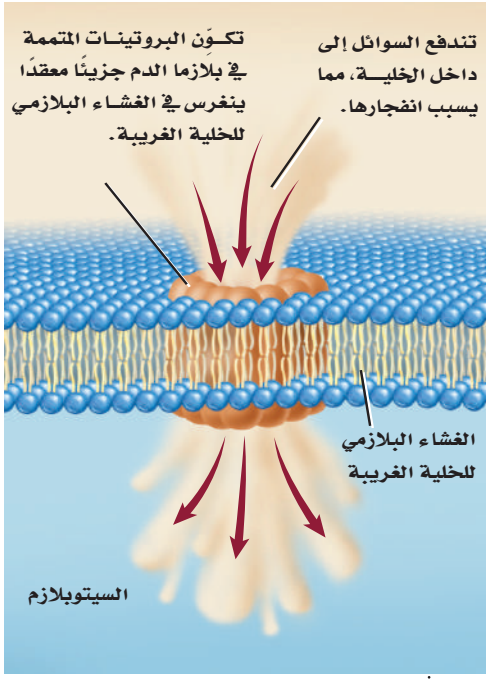
الحواجز الكيميائية chemical barriers يحتوي اللعاب والدموع والإفرازات الأنفية على إنزيم محلّل لجدار الخلية البكتيرية، فيسبب موت المخلوقات المسببة للمرض. ويعد المخاط شكلاً آخر من أشكال الدفاع الكيميائي، ويُفرز بواسطة العديد من السطوح الداخلية في الجسم ويعمل بوصفه حاجز حماية يمنع البكتيريا من الالتصاق بالخلايا الطلائية الداخلية. كما تغطي الأهداب سطوح ممرات التنفس الهوائية.

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

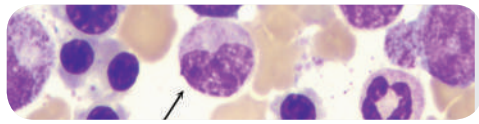
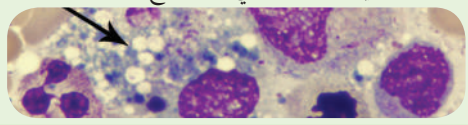
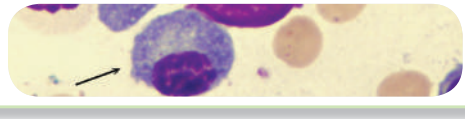
Nonspecific responses to invasion لا تتوقف المقاومة حتى لو تمكن أي من الأعداء من اقتحام جدران حصن المدينة. وكذلك الجسم؛ فاستجابات المناعة غير المتخصصة لمسببات المرض تتخطى الحواجز.

الدفاع الخلوي cellular defense إذا دخلت المخلوقات الدقيقة الغريبة إلى الجسم فإن خلايا جهاز المناعة المبينة في **الجدول 1–3** 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 2–3**. ويتم تنشيط هذه الخلايا بوساطة مواد في الجدار الخلوي للبكتيريا.



■ **الشكل 2–3** تكوِّن البروتينات المتممة فجوة في الغشاء البلازمي للخلية الغريبة.

الجدول 1–3 خلايا جهاز المناعة

نوع الخلية	مثال	الوظيفة
الخلايا المتعادلة (Neutrophile)	تكبير المجهر الضوئي بعد الصبغ 2150 X 	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا.
الخلايا الأكولة الكبيرة (Macrophagen)	تكبير المجهر الضوئي بعد الصبغ 380 X 	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا، وتتخلص من الخلايا المتعادلة الميتة وبقايا مكوناتها.
الخلايا الليمفية (Lymphocyte)	تكبير المجهر الضوئي بعد الصبغ 1800 X 	المناعة المتخصصة (أجسام مضادة، تقتل مسببات المرض): خلايا الدم التي تنتج الأجسام المضادة ومواد كيميائية أخرى.

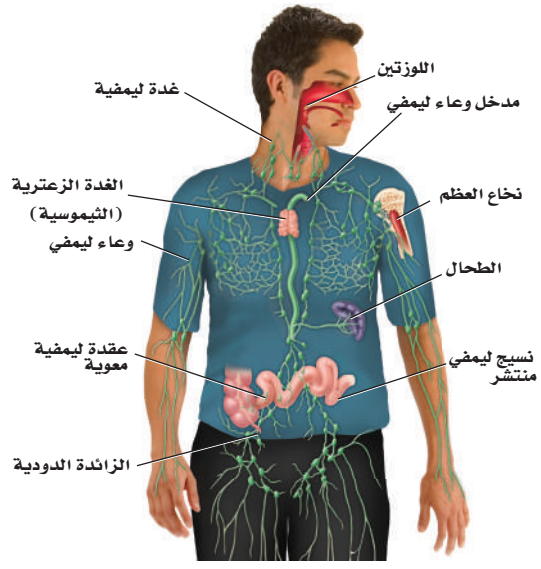
الإنترفيرون Interferon عندما يدخل فيروس إلى الجسم يساعد خط دفاع خلوي آخر على منع الفيروس من الانتشار؛ حيث تُفرز الخلايا المصابة بالفيروس بروتينًا يُسمى **إنترفيرون** interferon يرتبط بدوره مع الخلايا المجاورة، ويحفزها على إنتاج بروتينات مضادة للفيروس، فتمنع تضاعف الفيروس في هذه الخلايا.

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 3–3** 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 3–3 يحتوي الجهاز الليمفي أعضاء ترتبط باستجابة المناعة النوعية.

حَدِّد. موقع العضو الليمفي الضروري لإنتاج الخلايا التائية وتمايزها.

الأعضاء الليمفية Lymphatic organs تحتوي الأعضاء في الجهاز الليمفي على أنسجة ليمفية، وخلايا ليمفية، وأنواع أخرى من الخلايا ونسيج ضام. **والخلايا الليمفية** lymphocytes نوع من خلايا الدم البيضاء التي تُنتج في 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

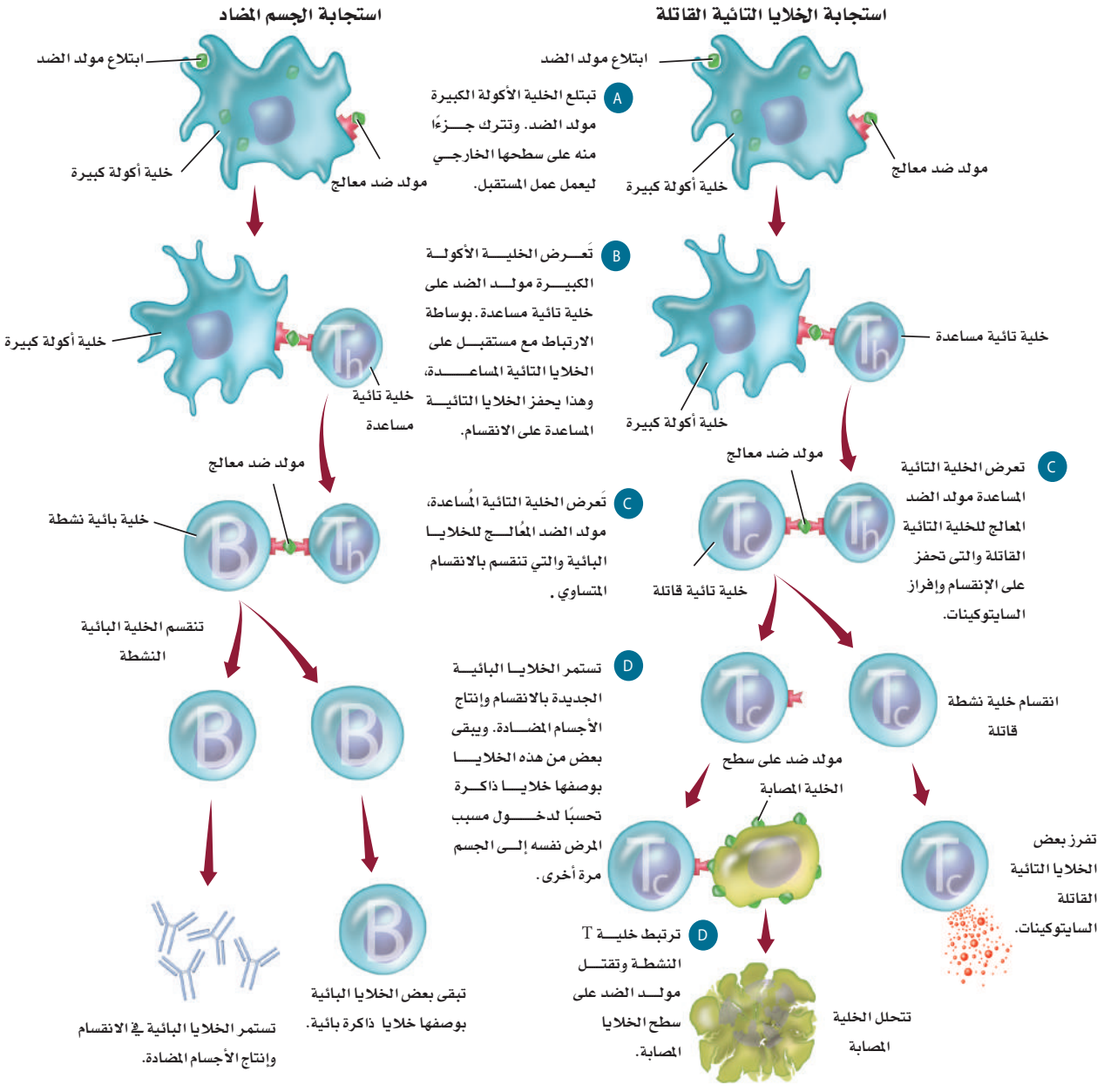
الأجسام المضادة antibodies بروتينات تنتجها الخلايا الليمفية البائية (البلازمية) التي تتفاعل بشكل خاص مع مولدات الضد الغريبة. ومولد الضد antigen مادة غريبة عن الجسم يؤدي إلى الاستجابة المناعية، ويمكنه الارتباط مع الجسم المضاد أو الخلية التائية.

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 4–3** 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 4–3**.

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:

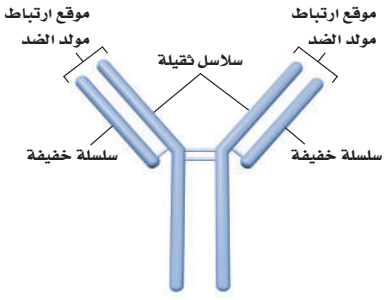
- تتكاثر الخلية التائية المُساعدة وترتبط بمولد الضد المُعالج والخلية البائية.
- تستمر الخلايا التائية الجديدة المساعدة في عملية الاتحاد مع مولدات الضد، وترتبط مع الخلايا البائية وتتكاثر.

■ **الشكل 4–3** 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 – 3**. 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 5–3 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– 3** 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.

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.

مختبر تحليل البيانات 3-1

بناءً على بيانات حقيقية

استخلص النتائج

هل تعد المناعة السلبية فعالة في علاج عدوى HIV؟

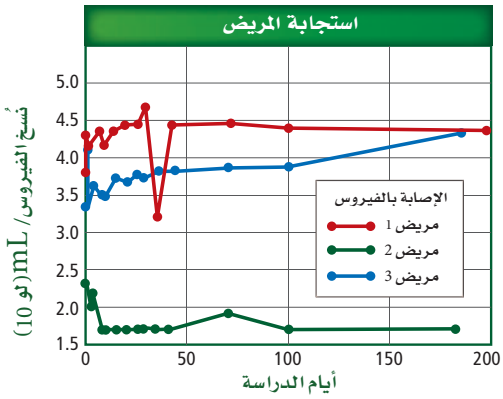
إن العلاج التقليدي لمريض يعاني من الإصابة بفيروس HIV هو بإعطائه دواءً مضادًا للفيروس. ولسوء الحظ فإن الآثار الجانبية وزيادة مقاومة الفيروس للدواء تتطلب إيجاد علاجات إضافية. لذا فقد تمت دراسة العلاج بالمناعة السلبية.

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.

وتحتوي التطعيمات على مسببات مرض ميتة أو ضعيفة غير قادرة على التسبب بالمرض.

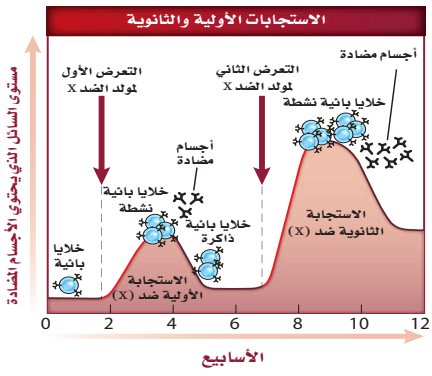
كما تحتوي معظم التطعيمات على أكثر من محفِّز لجهاز المناعة، وتُعطى عادة بعد التطعيم الأول (الجرعة الأولى). وهذه الجرعات تزيد من الاستجابة المناعية، إذ تزود الجسم بحماية أكبر من المخلوقات الحية الدقيقة المسببة للمرض.

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 –3** 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.

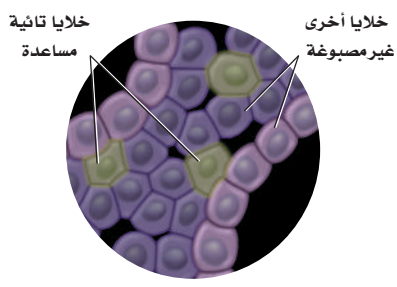
فشل جهاز المناعة Immune System Failure

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 الأيدز 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 التائية المساعدة والتي تُسمى أيضًا خلايا $CD4^+$، بسبب وجود مستقبل لهذه الخلايا على السطح الخارجي لغشائها البلازمي.

الجدول 2–3 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



الشكل 7–3 للخلايا التائية المُساعدة مستقبلات على سطحها تستعمل لتعرفها في المختبر.

ويُستخدم مستقبل $CD4^+$ على يد اختصاصي الطب لتعرف هوية هذه الخلايا، **الشكل 7–3**. 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 1–3

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؟

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 شخصاً 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.

الفصل 3

دليل مراجعة الفصل

المطويات **استنتج.** الحالات التي يتم فيها استعمال كل نوع من أنواع المناعة لإعاقة مسببات المرض.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
3–1 جهاز المناعة	
البروتين المتمم الإنترفيرون الخلايا الليمفية الجسم المضاد الخلايا البلازمية (B) الخلايا التائية(T) المساعدة 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.

3–1

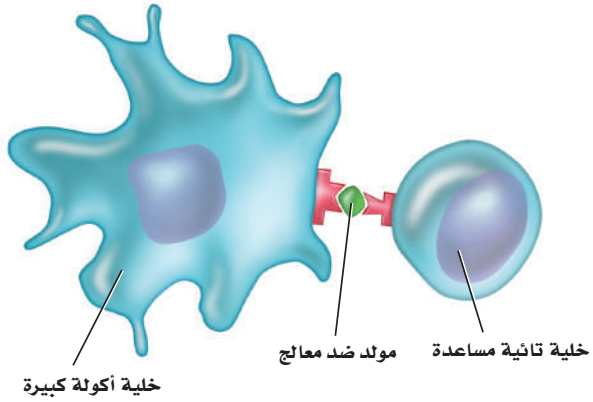
مراجعة المفردات

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.

3 تقويم الفصل

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

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

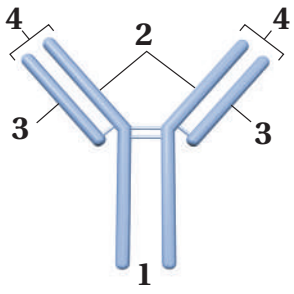
تراكمي

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 **c.** 3
b. 2 **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.

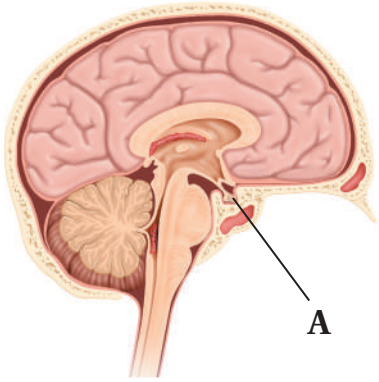
4. يؤدي هرمون الإستروجين في أثناء بلوغ الإناث إلى:

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 التالية تمثل الرمز A في الرسم أعلاه؟

a. الغدة النخامية.
b. الغدد فوق الكظرية.
c. الغدة الدرقية.
d. الغدد جارات الدرقية.

الأحياء بنك المواقع الإلكترونية لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

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 الألتهابات 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 يلي:
"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	1–1	3	3	2–1	1–1	1–3	2–1	1–1	3	2–1	3
المستوى	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

الفصل 4

مقدمة في النباتات

Introduction to plants

الفكرة العامة النباتات مجموعة متنوعة من المخلوقات الحية، أبدعها البارئ سبحانه وتعالى.

4 – 1 النباتات اللاوعائية

الفكرة الرئيسة النباتات اللاوعائية صغيرة، وتنمو عادة في البيئات الرطبة.

4 – 2 النباتات الوعائية اللابذرية

الفكرة الرئيسة النباتات الوعائية اللابذرية عمومًا أكبر حجمًا، وأفضل تكيفًا للعيش في البيئات الجافة من النباتات اللاوعائية؛ لأنها تحوي أنسجة وعائية.

4 – 3 النباتات الوعائية البذرية

الفكرة الرئيسة النباتات الوعائية البذرية من أكثر النباتات انتشارًا على الأرض.

حقائق في علم الأحياء

- عدد الأنواع النباتية ثلاثة أضعاف عدد الأنواع الحيوانية.
- تشكل النباتات ومنتجاتها نحو 98% من الكتلة الحيوية على الأرض.

تجربة استهلالية

ما الخصائص التي تختلف فيها النباتات؟

يستعمل العلماء صفات محددة لتصنيف النباتات ضمن المملكة النباتية. وستدرس في هذه التجربة بعضًا من صفات النباتات.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. عنّون خمس عينات نباتية باستعمال الأحرف A، B، C، D، E.
3. ادرس كل نبات بعناية. واغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من دراسة هذه النباتات.
4. سجّل بناءً على ملاحظاتك الخصائص التي تصف أوجه التشابه والاختلاف بين هذه النباتات.
5. رتب قائمة الخصائص تنازليًّا حسب أهميتها من وجهة نظرك.

التحليل

1. **قارن** قائمتك بقوائم زملائك في الصف.
2. **صف** درجة التنوع بين النباتات التي درستها.
3. **سجّل** قائمة بالصفات التي لم تستطع دراستها، والتي قد تكون مهمة في تنظيم النباتات في مجموعات.

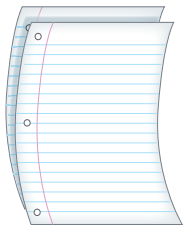
لمراجعة محتوى الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع الإلكتروني

www.obeikaneducation.com

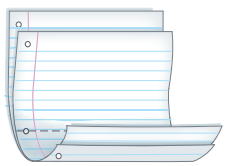
المطويات
منظمات الأفكار

تصنيف النبات اعمل المطوية الآتية لتساعدك على فهم تصنيف النباتات اللاوعائية.

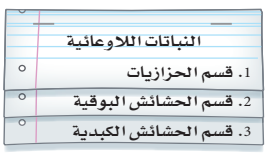
الخطوة 1: ضع ورقتين من دفتر ملاحظاتك بعضها فوق بعض متباعدة إحداها عن الأخرى بمقدار 1.5 cm، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الأطراف لتكوّن أربعة ألسنة متساوية المساحة، كما في الشكل الآتي:



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



المطويات **استعمل هذه المطوية في القسم 1–4.** سجل وأنت تقرأ هذا القسم ما تعلمته حول تصنيف النباتات.

4-1

الأهداف

- **تتعرّف** تراكيب النباتات اللاوعائية.
- **تقارن** بين خصائص أقسام النباتات اللاوعائية.

مراجعة المفردات

التكافل Symbiosis: العلاقة التي يعيش بوساطتها مخلوقان معًا وتربطهما علاقة وثيقة.

المفردات الجديدة

الثالوس

النباتات اللاوعائية
Nonvascular Plants

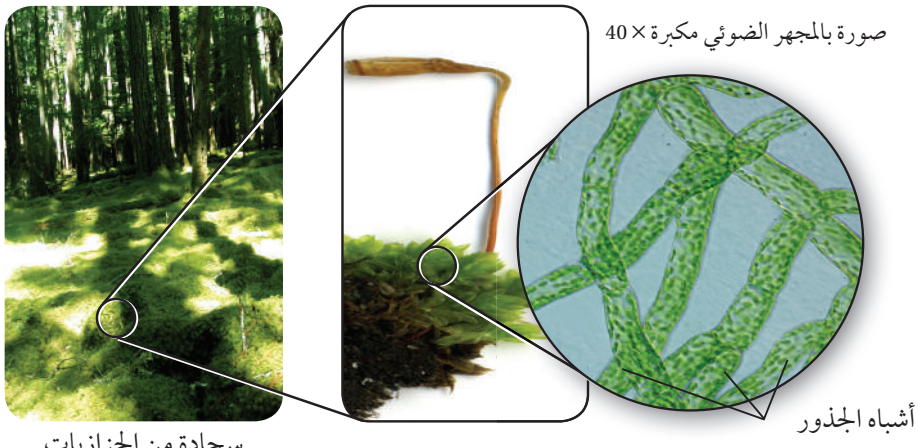
الفكرة الرئيسة **النباتات اللاوعائية صغيرة، وتنمو عادة في البيئات الرطبة.**

الربط مع الحياة هل استعملت يومًا خرطوم المياه لري نباتات الحديقة أو غسل سيارة؟ لماذا لا تنقل الماء من الصنبور بوساطة الدلو؟ إن استعمال الخرطوم لنقل الماء ـ كما ترى ـ طريقة أكثر فاعلية من استعمال الدلو. تفتقر النباتات اللاوعائية إلى تراكيب لنقل الماء والمواد الأخرى. ومع ذلك، فإن صغر حجم هذه النباتات يجعل نقل المواد بالانتشار والخاصية الأسموزية كافيًا لسد حاجاتها.

تنوع النباتات اللاوعائية Diversity of Nonvascular Plants

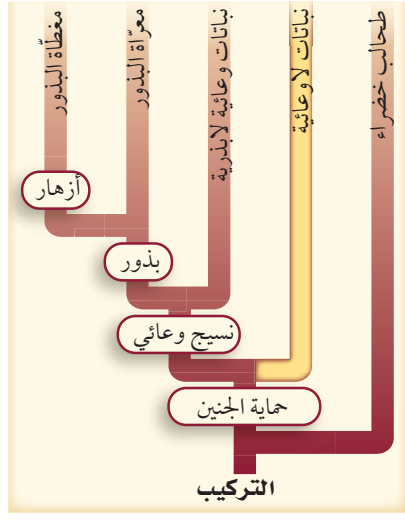
تُشكّل النباتات اللاوعائية واحدة من أربع مجموعات من النباتات التي تشترك مع الطحالب بعدة خصائص كما في **الشكل (A) 1–4**، ومنها: أن الجدار الخلوي في كليهما مكون من السيليلوز، وتخزن النباتات ومعظم الطحالب الغذاء على صورة نشا، وتستخدم النباتات ومعظم أنواع الطحالب نفس النوع من الكلوروفيل في عملية البناء الضوئي. وعمومًا، فإن النباتات اللاوعائية صغيرة الحجم، مما يمكّن المواد من الانتقال خلالها بسهولة. وتوجد هذه النباتات على الأغلب في المناطق الرطبة الظليلة، وهي بيئة تزودها بالماء الذي تحتاج إليه لنقل المواد الغذائية، وتساعدها على عملية التكاثر.

قسم الحزازيات Division Bryophyta أكثرها شيوعًا هي الحزازيات القائمة، انظر **الشكل 2–4**. وربما تكون قد شاهدت هذه النباتات اللاوعائية الصغيرة نامية على ساق شجرة ميتة أو على حافة جدول. وعلى الرغم من أن الحزازيات ليس لديها أوراق حقيقية إلا أن لها تراكيب شبيهة بالأوراق، وهذه التراكيب التي تقوم بعملية البناء الضوئي تتكون عادة من طبقة واحدة من الخلايا. تُنتج الحزازيات القائمة أشباه جذور عديدة الخلايا لتثبتها في التربة أو غيرها من السطوح، كما في **الشكل (B) 1–4**.



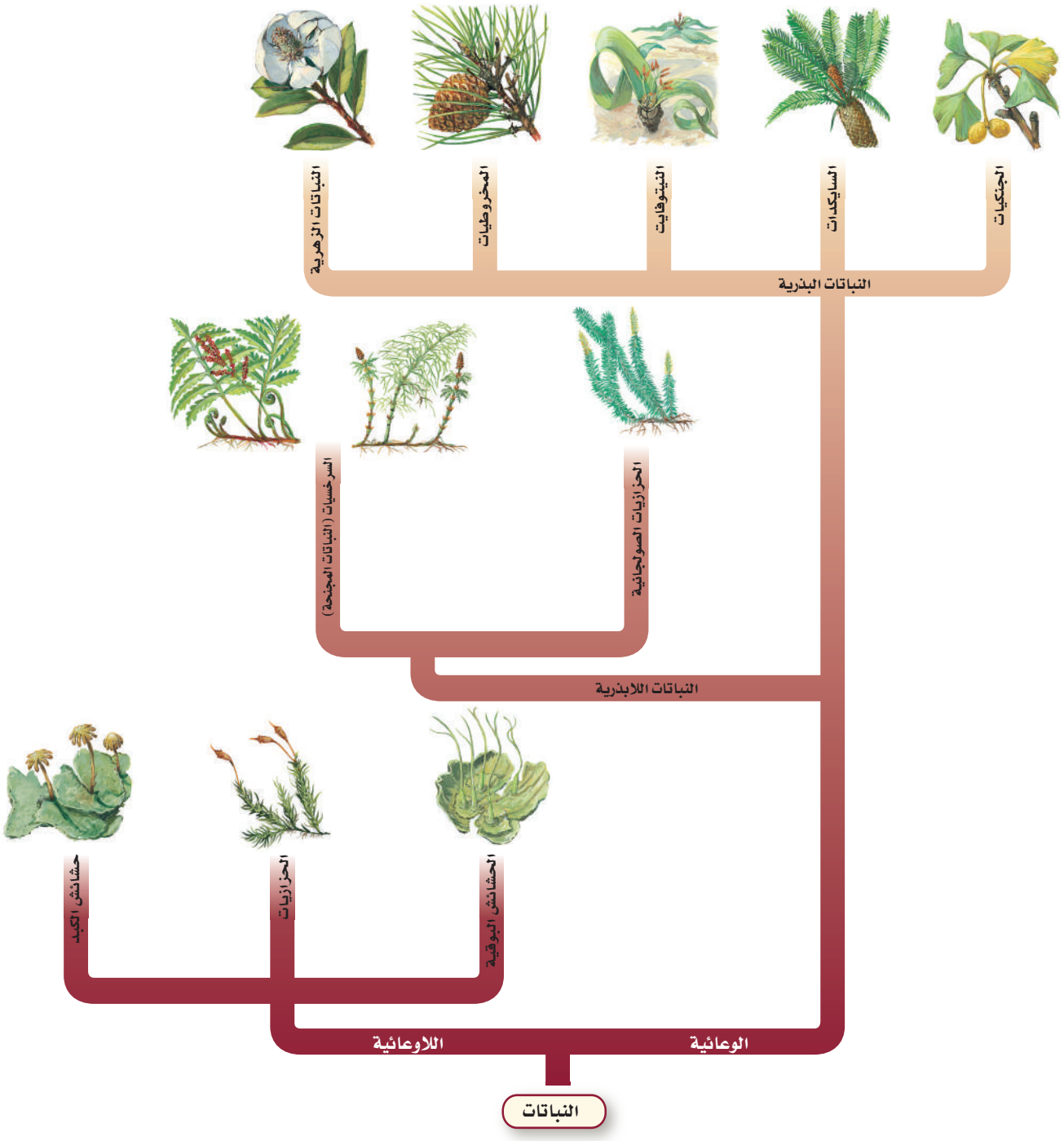
(B)

الشكل 1–4 حماية الجنين من خصائص النباتات الوعائية والنباتات اللاوعائية. السجادة الخضراء من الحزازيات القائمة وهي نباتات لاوعائية تتكون من مئات من النباتات الحزازية، كل منها له سيقان ورقية وأشباه جذور.



(A)

■ **الشكل 2 – 4** من طرائق تصنيف أقسام المملكة النباتية تصنيفها إلى: لاوعائية أو وعائية، وإضافة إلى ذلك يمكن أن تصنف النباتات الوعائية إلى نباتات لابذرية ونباتات بذرية.



ويمكـن للمـاء ومـا فيـه مـن مـواد مذابـة أن تنتشـر إلـى أشـباه الجـذور. وعلى الرغـم مـن أن للحزازيات أنسـجة تنقل المـاء والغذاء، إلاّ أن هـذه النباتات ليس لهـا أنسـجة وعائيـة حقيقيـة، حيـث تنقل المـاء والمـواد الأخرى خلال أجسـام الحزازيات بوسـاطة الخاصية الأسموزية والانتشـار. تُظهر الحزازيات تنوعًا في التركيـب والنمو. فبعضها له سـيقان تنمو عموديًّا، ولبعضها الآخر سـيقان متدلية كسـيقان العنب. وتشـكّل بعض الحزازيات سجادًا واسـعًا يساعد على منع تعرية التربـة فـي المنحدرات الصخرية. ومـع مرور الزمن تراكمت كميـات من الحزاز الطحلبي سـفاجنوم Sphagnum ومواد نباتية وتعفنت وشـكّلت ترسبات عميقة كوّنـت فحم الخث (فحم البيـت) peat. حيث يمكن تقطيعه وحرقه واسـتعماله وقودًا، كما يسـتعمله الذيـن يعتنون بالأزهـار للاحتفاظ بالرطوبـة. يقدر العلماء أن حوالـي 1% مـن سـطح الأرض مغطـى بالحزازيات. تنمو معظـم الحزازيات القائمـة، **الشـكل (B) 1–4**، في المناطق المعتدلة، ويمكـن لها أن تنمو في درجة حـرارة التجمد دون أن تتلف. كما يمكنها أن تعيش حتى بعد فقد الكثير من الماء وتستعيد نموها عند توافر الرطوبة.

ماذا قرأت؟ وضح كيف يتكون خث الحزازيات؟

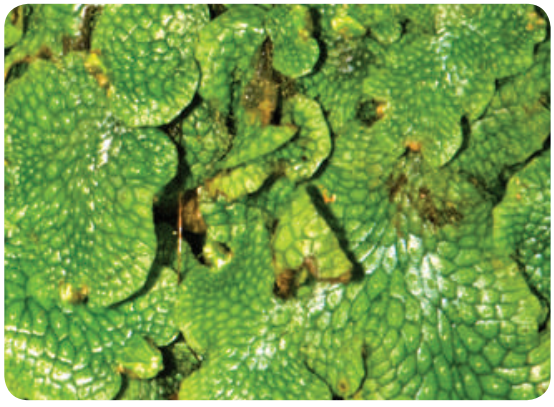
مختبر تحليل البيانات 1-4

بناءً على بيانات حقيقية

كون فرضية

كيف تستفيد البكتيريا الخضراء المزرقة من الحشائش البوقية؟

تكوّن البكتيريا الخضراء المزرقة من نوع *Nostoc* علاقات تعايش مع حشائش الكبد ومعظم الحشائش البوقية.



البيانات والملاحظات

تظهـر مسـتعمرات *Nostoc* عـلى صـورة بقع داكنـة ضمن نسـيج الطور المشيجي للنبات، كما في الصورة الآتية:

التفكير الناقد

1. **كـون فرضية** حول الفوائد التي تحصل عليهـا *Nostoc* من الحشـائش البوقية .
2. **صمّم تجربة** لاختبار الفرضية.

أخذت البيانات في هذا المختبر من: CostaJ – Let al. 2001. Genetic diversity of *Nostoc* symbionts endophytically associated with two bryophyte species. *Appl. Envir. Microbiol.* 67: 4393 – 4396

قسم الحشائش البوقية Division Anthocerophyta

يعد هذا القسم أصغر قسم في النباتات اللاوعائية، وقد سميت بهذا الاسم لأن الطور البوغي فيها يشبه البوق (القرن)، **الشكل 3–4**. ينتقل الماء والمواد المغذية في الحشائش البوقية بالخاصية الأسموزية والانتشار. إحدى الصفات المميزة لهذه النباتات هو وجود بلاستيدة خضراء واحدة كبيرة في كل خلية من خلايا الطور المشيجي والطور البوغي، ويمكن ملاحظة هذه الصفة بوساطة المجهر. وينتج النبات البوغي معظم الغذاء الذي يستعمله النبات المشيجي والنبات البوغي نفسه. تحوي أنسجة الحشائش البوقية فراغات تحيط بالخلية مملوءة بمادة مخاطية وليس بالهواء. وتنمو البكتيريا الخضراء المزرقة من الجنس نوستك Nostoc في هذا المخاط. وتظهر الحشائش البوقية والبكتيريا الخضراء المزرقة علاقة تعايش. كما في **تجربة تحليل البيانات 1–4**.

■ **الشكل 3–4** الطور البوغي في الحشائش البوقية، وهو يشبه البوق (القرن) ملتحم بالطور المشيجي.

قسم الحشائش الكبدية Hepaticophyta

سُمّيت الحشائش الكبدية نظرًا لمظهرها الخارجي؛ ولأنها كانت تستعمل قديمًا في علاج أمراض الكبد. توجد في مواطن مختلفة تتراوح بين المناطق الاستوائية وحتى القطبية. تميل الحشائش الكبدية إلى النمو موازية لسطح الأرض، وتعيش في مناطق تزداد فيها الرطوبة كالتربة الرطبة، وبالقرب من الماء، أو على أخشاب متعفنة رطبة. ويستطيع القليل من الأنواع العيش في مناطق جافة نسبيًّا. وينتقل الماء والمواد المغذية في الحشائش الكبدية بواسطة الخاصية الأسموزية والانتشار كغيرها من النباتات اللاوعائية. تصنف الحشائش الكبدية إلى **ثالوسية (جسمية)** thallose أو ورقية، **الشكل 4–4**.

■ **الشكل 4–4** يشبه شكل ثالوس الحشائش الكبدية أجزاء الكبد. للحشائش الكبدية الورقية تراكيب تشبه الأوراق ولكنها ليست أوراقًا حقيقية.

فجسم الحشائش الثالوسية له تركيب مجزأ ولين، وأما الورقية فلها سيقان تحمل تراكيب مسطحة رقيقة تشبه الورقة. والحشائش الكبدية لها أشباه جذور، وهي وحيدة الخلايا، ولذا فهي تختلف عن الحزازيات القائمة التي لها أشباه جذور متعددة الخلايا. وقد أثبت تحليل DNA أن الحشائش الكبدية تفتقر إلى تسلسل DNA الذي لمعظم نباتات اليابسة الأخرى. ويشير هذا إلى أن الحشائش الكبدية هي أكثر نباتات اليابسة بساطة في التركيب.

التقويم 1–4

الخلاصة

- توزيع النباتات اللاوعائية محدَّد بقدرتها على نقل الماء والمواد الأخرى داخلها.
- الحزازيات القائمة نباتات صغيرة تستطيع العيش في بيئات مختلفة.
- تعتمد الحزازيات على الخاصية الأسموزية والانتشار لنقل المواد.
- هناك نوعان من الحشائش الكبدية، هما الثالوسية والورقية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **لخص** خصائص الحزازيات القائمة.
2. **حدد** العوامل البيئية التي ربما أثرت في تكيف تراكيب النباتات اللاوعائية.
3. **ميّز** بين الحشائش الكبدية والحشائش البوقية.
4. **عمِّم** القيمة الاقتصادية للحزازيات.

التفكير الناقد

5. **طبّق** ما تعرفه عن الخاصية الأسموزية والانتشار لتفسير سبب صغر حجم النباتات اللاوعائية عادةً.
6. **توقع** التغيرات التي قد تحدث على المستوى الخلوي عندما يجف الحزاز القائم.
7. **قارن** بين مواطن الحزازيات القائمة والحشائش البوقية والحشائش الكبدية.

4-2

النباتات الوعائية اللابذرية
Seedless Vascular Plants

الأهداف

- **تحدّد وتحلّل** خصائص النباتات الوعائية اللابذرية.
- **تقارن** خصائص قسم النباتات الصولجانية وقسم السرخسيات.

مراجعة المفردات

البوغ Spore: خلية تكاثرية أحادية المجموعة الكروموسومية ولها غلاف خارجي صلب، ويمكن أن تنتج مخلوقًا حيًّا جديدًا دون أن تتحد بالمشيج.

المفردات الجديدة

الحامل البوغي
النبات الهوائي
الرايزوم
محفظة الأبواغ
الكيس البوغي

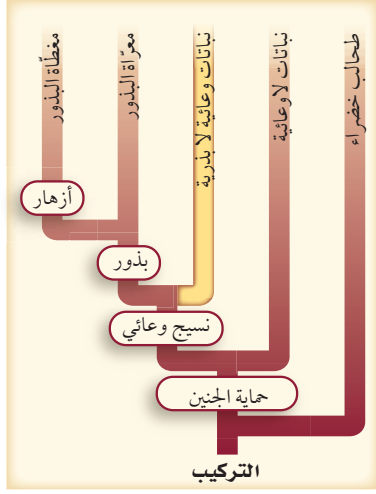
الفكرة الرئيسة **النباتات الوعائية اللابذرية عمومًا أكبر حجمًا، وأفضل تكيفًا للعيش في البيئات الجافة من النباتات اللاوعائية؛ لأنها تحوي أنسجة وعائية.**

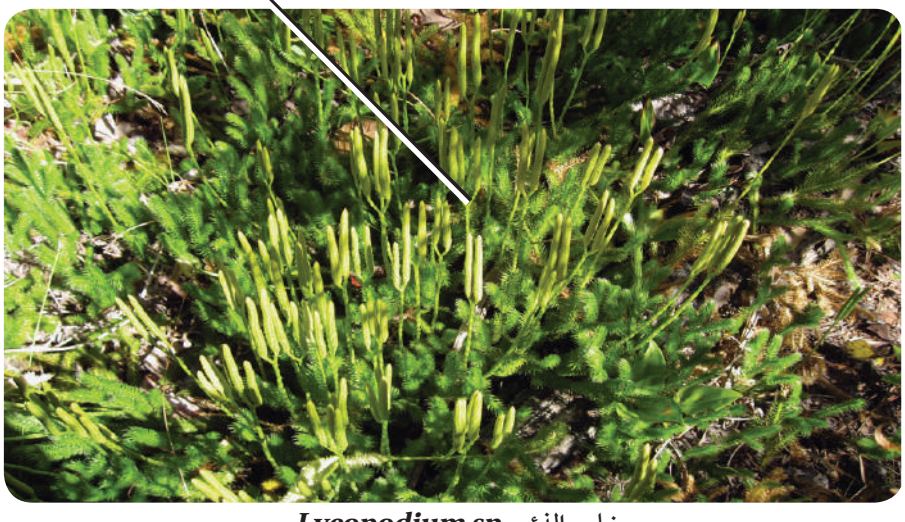
الربط مع الحياة يتدفق الماء من الصنبور عندما تفتحه، فتستعمله للشرب أو لتنظيف الأسنان أو لغسل الأشياء. إن نظام أنابيب الماء في المنزل يحمل إليك الماء من مناطق مختلفة. ويمكن النظر إلى الأنسجة الوعائية على أنها نظام أنابيب للنبات؛ لأنها تنقل الماء والمواد المذابة خلال جسم النبات.

تنوع النباتات الوعائية اللابذرية
Diversity of Seedless Vascular Plants

تشكل الحزازيات الصولجانية ـ التي تُسمى أيضًا حزازيات السنبلة ـ مع السرخسيات مجموعة النباتات الوعائية اللابذرية، وتختلف الحزازيات الصولجانية عن الحزازيات التي وردت في القسم السابق. وتشكل هذه المجموعة، **الشكل 5 – 4**، واحدة من ثلاث مجموعات نباتية لها أنسجة وعائية. حيث تظهر النباتات الوعائية اللابذرية تنوعًا كبيرًا في الشكل والحجم، تكون في العادة طولها أقل من 30 cm، وفي بعض الغابات الأستوائية تستطيع السرخسيات النمو إلى 25 cm. وبغض النظر عن الحجم، فإن الطور البوغي في بعض النباتات الوعائية اللابذرية حباه الله تكيفًا يُسمى **حاملًا بوغيًّا** strobilus وهو تجمّع متراصّ من التراكيب الحاملة للأبواغ. وتنتشر الأبواغ الصغيرة التي ينتجها الحامل البوغي عادة بوساطة الرياح، وعندما يستقر البوغ في بيئة مناسبة، فإنه ينمو ليشكّل النبات المشيجي.

الشكل 5 – 4 تُنتج النباتات الوعائية اللابذرية – مثل الحزاز الصولجاني المسمى مخلب الذئب – أبواغًا في مخاريط بدلًا من البذور.





مخلب الذئب *Lycopodium sp*

سيلانجينيلا

■ **الشكل 6–4** يتبع هذا الحزاز الصولجاني إلى جنس سيلانجينيلا.

قسم النباتات الصولجانية Division Lycophyta تشير الأدلة من الأحافير إلى أن النباتات الصولجانية شكّلت جزءًا كبيرًا من الغطاء النباتي للغابات، فبعضها يصل طوله إلى 30 m. وعندما مات هذا الغطاء النباتي تحولت بقاياه مع مرور الزمن وأصبحت في النهاية جزءًا من الفحم الحجري الذي يستخرجه الإنسان من أجل الوقود. إن الطور البوغي للنباتات الصولجانية هو السائد على عكس الحزازيات الحقيقية، وهو يشبه الطور البوغي للحزازيات. وتراكيبها التكاثرية التي تُنتج الأبواغ تكون صولجانية الشكل أو تشبه السنبلة، **الشكل 5 – 4**. للحزازيات الصولجانية جذور وسيقان، ولها تراكيب حرشفية صغيرة تشبه الأوراق (أشباه أوراق). وتسمى أيضًا الصنوبريات الأرضية لأنها تشبه أشجار صنوبر صغيرة. وتكون سيقانها إما متفرعة أو غير متفرعة، وتنمو إما عموديًّا أو زاحفة على سطح التربة. وجذورها تنمو من قاعدة الساق. كما يمتد عرق من النسيج الوعائي في منتصف كل ورقة حرشفية. تنتمي معظم الحزازيات الصولجانية إلى جنسين، هما: *Lycopodium* و *Selanginella*، **الشكلين 5–4، 6–4**. ففي الجنس *Selanginella* يحتوي حامل الأبواغ على نوعين من الأبواغ (الكبيرة والصغيرة)، أما الجنس الثاني *Lycopodium* فالأبواغ الكبيرة والصغيرة محمولة على حوامل بوغية منفصلة. ومعظم أنواع الحزازيات الصولجانية نباتات هوائية. **والنبات الهوائي** epiphyte نبات يعيش متعلقًا بنبات آخر أو جسم آخر. وعندما تنمو النباتات الهوائية عند قمم الأشجار تصبح بيئة أخرى مناسبة للحشرات والحيوانات الصغيرة عند قمة أشجار الغابة.

ماذا قرأت؟ حدّد أهمية النباتات الصولجانية الاقتصادية.

قسم السرخسيات (النباتات المجنحة) Division Pterophyta يضم هذا القسم الخنشاريات والنباتات المجنحة. لقد وضعت النباتات المجنحة (ذيل الحصان) ذات مرة في قسم خاص بها، لكن الدراسات الكيميائية الحيوية الحديثة بينت أنها ذات علاقة قوية بالسرخسيات، لذا يجب أن تجمع معها.

■ **الشكل 7–4** الخنشاريات مجموعة متنوعة من النباتات تعيش في بيئات عديدة.

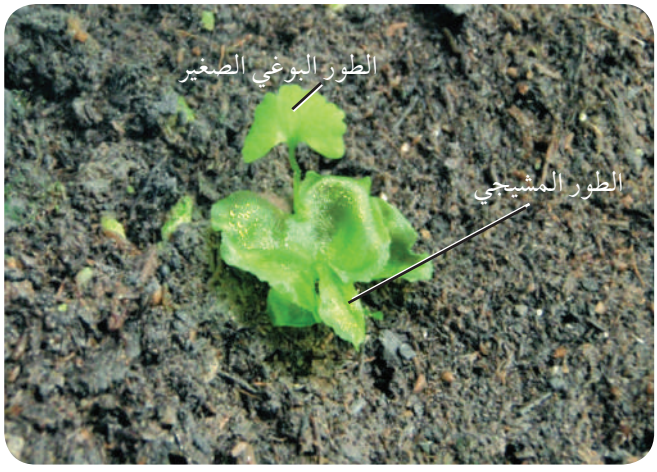
الخنشار المائي *Azolla* يعيش تكافليًّا مع البكتيريا الخضراء المزرقة.

تنتشر أشجار الخنشار بشكل كبير ضمن الغابات الاستوائية.

ينمو الخنشار *Dryopteris* على أفضل صورة في البيئات الجافة الظليلة.

ينمو نبات قرن الأيل بوصفه نباتًا هوائيًّا على النباتات الأخرى.

الطور البوغي المكتمل النمو للخنشار



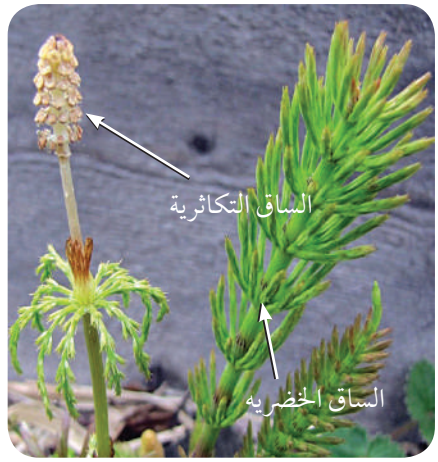
الطور البوغي والطور المشيجي للخنشار

الربط مع علوم الأرض كانت الخنشاريات خلال الحقبة الطباشيرية ـ منذ 359 – 300 مليون سنة ـ أكثر نباتات اليابسة وفرة. فقد وجدت غابات واسعة من الخنشاريات التي تشبه الأشجار، وقد أنتج بعضها تراكيب تشبه البذور. ينمو الخنشار في بيئات مختلفة وعديدة. وعلى الرغم من أنه غالبًا يعيش في البيئات الرطبة، إلا أنه يستطيع العيش في الظروف الجافة. وعندما يكون الماءُ نادرًا، تتباطأ العمليات الحيوية لبعض أنواع الخنشار لدرجة يبدو معها ميتًا. وعندما يتوافر الماء مرة أخرى يستأنف الخنشار نموه. ويبين **الشكل 7–4** أمثلة لخنشاريات تنمو في بيئات متباينة.

يكون الطور المشيجي الدقيق أصغر من الدبوس عادة، فهو ينمو من بوغ، وله تراكيب تكاثرية ذكرية وأخرى أنثوية. وبعد الإخصاب ينمو الطور البوغي من الطور المشيجي، ويكون معتمدًا عليه لفترة وجيزة. أحد تكيفات الخنشار التي تمكنه من العيش في المناطق الجافة إنتاج الطور البوغي دون إخصاب. وأخيرًا يكوّن الطور البوغي جذورًا وساقًا سميكة تحت الأرض تسمى **الرايزوم** rhizome، وهو عضو لخزن الغذاء. تموت التراكيب الواقعة فوق سطح التربة لبعض أنواع الخنشار في نهاية فصل النمو. وعندما يبدأ النمو يتحلل الرايزوم المُخزن للغذاء ليُحرر الطاقة الضرورية اللازمة لهذا النمو. إن الجزء المألوف من الخنشار هو تراكيبه الورقية التي تقوم بعملية البناء الضوئي تُسمى الأوراق (السعفة)، **الشكل 8–4**. تشكل هذه الأوراق جزءًا من الطور البوغي للخنشار، وبها أنسجة وعائية متفرعة، وهي شديدة التباين في الحجم.

تتكون أبواغ الخنشار في تراكيب تُسمى **مَحفظة الأبواغ** sporangium، وتكوّن تكتلات المحافظ **كيسًا بوغيًّا** (بثرة) sorus. وتقع الأكياس البوغية عادة على السطح السفلي للأوراق، **الشكل 9–4**.

■ **الشكل 8–4** يختلف كل من الطور البوغي والطور المشيجي اختلافًا واضحًا في الحجم والمظهر. فالطور البوغي الناضج للخنشار أكبر مرات عديدة من الطور المشيجي.



ذيل الحصان

خنشار عش الطائر

■ **الشكل 9–4** تحتوي الأكياس البوغية في خنشار عش الطائر على أبواغ تشكل خطوطًا على السطح السفلي للورقة. وتنتج بعض نباتات ذيل الحصان نوعين مختلفين من السيقان في الطور البوغي: خضرية وتكاثرية.

ويبين **الشكل 9–4** كذلك التركيب النموذجي لذيل الحصان، وهو ساق جوفاء مضلعة عليها دوائر من أوراق حرشفية. ويُنتج ذيل الحصان الأبواغ في مخاريط عند قمة الساق التكاثرية، كما هو الحال في الحزازيات الصولجانية. وعندما تنطلق أبواغ ذيل الحصان في البيئة المناسبة فإنها تنمو إلى نبات مشيجي. ومن الأسماء الشائعة لذيل الحصان نباتات التنظيف؛ لأنها كانت تستعمل غالبًا في تنظيف القدور وأواني الطبخ في أزمنة الحروب القديمة. ويحتوي ذيل الحصان على مادة كاشطة تُسمى السيليكا، تستطيع أن تشعر بها عندما تحك إصبعك على طول ساق النبات. نبات ذيل الحصان صغير الحجم. وينمو معظمه في المناطق الرطبة كالسبخات والمستنقعات وضفاف الجداول. وتنمو بعض أنواعه في التربة الجافة في الحقول وجوانب الطرق فقط؛ لأن جذورها تنمو في التربة المشبعة بالماء الواقعة تحتها.

التقويم 2–4

الخلاصة

- للنباتات الوعائية اللابذرية أنسجة وعائية متخصصة، وتتكاثر بالأبواغ.
- النبات البوغي هو الطور السائد في النباتات الوعائية.
- النباتات الصولجانية والسرخسيات نباتات وعائية لابذرية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **اعمل جدولاً** تبين فيه خصائص مجموعات النباتات الوعائية اللابذرية.
2. **قارن** بين أفراد الطور البوغي وأفراد الطور المشيجي في النباتات الوعائية والنباتات اللاوعائية.
3. **استنتج** أهمية الاعتماد المبدئي للطور البوغي في الخنشار على الطور المشيجي.

التفكير الناقد

4. **صمّم تجربة** يمكن أن تختبر بها قدرة الطور المشيجي للخنشار على النمو في تُرب مختلفة.
5. **قوّم** فوائد تفرّع الأنسجة الوعائية في أوراق الخنشار.
6. **ارسم** مخطط ڤن تظهر فيه خصائص الحزازيات الصولجانية السرخسيات.

4-3

النباتات الوعائية البذرية
Vascular Seed Plants

الأهداف

- **تقارن** بين خصائص النباتات البذرية.
- **تحدّد** أقسام النباتات المعرّاة البذور.
- **تلخص** دورة حياة النباتات الزهرية.

مراجعة المفردات

التكيف Adaptation: صفة موروثة تنتج عن استجابة المخلوق الحي لعامل بيئي ما.

المفردات الجديدة

الفلقة
المخروط
السنوي
ثنائية الحول
المعرّ

الفكرة الرئيسة **النباتات الوعائية البذرية من أكثر النباتات انتشارًا على الأرض.**

الربط مع الحياة عندما تكتب رسالة فإنك تضعها في مغلف؛ أملاً في حمايتها. وكذلك تحمي البذرة النبات البذري الجديد إلى أن تصبح الظروف البيئية ملائمة للنمو.

تنوع النباتات البذرية Diversity of Seed Plants

تُنتج النباتات الوعائية البذرية بذورًا تحتوي كل واحدةٍ منها عادة على طور بوغي صغير يحيط به نسيج لحمايته. وللبذور فلقة cotyledon واحدة أو أكثر. والفلقة تركيب يخزن الغذاء أو يساعد النبات البوغي الصغير على امتصاص الغذاء. وتُسمى النباتات التي تشكّل بذورها جزءًا من الثمرة بالنباتات المُغطاة البذور. وتُسمى النباتات التي لا تشكّل بذورها جزءًا من الثمرة بالنباتات المعراة البذور. للنباتات البذرية مجموعة من التكيفات لانتشار البذور في البيئة كما في **الشكل 10–4**. ويُعدّ الانتشار مهمًّا؛ لأنه يمنع التنافس بين النباتات الجديدة وآبائها، أو بين الأبناء أنفسها. الطور البوغي هو السائد في النباتات البذرية، وهو الذي ينتج الأبواغ التي تنقسم انقسامًا منصفًا لتشكّل النبات المشيجي المذكر (حبوب اللقاح) والنبات المشيجي المؤنث. ويتكون كل نبات مشيجي مؤنث من بويضة واحدة أو أكثر تحيط بها أنسجة واقية. ويعتمد الطوران المشيجيان معًا على الطور البوغي في بقائهما.

الشكل 10–4 افحص هذه التكيفات التركيبية لانتشار البذور.

الكَوْكَل الشائك (Cocklebur) له خطاطيف يمكن أن تتعلق بفراء الحيوانات أو ملابس الإنسان.

يستطيع نبات بندق الساحرة (Witch hazel) أن يقذف بذرتيه أكثر من 12 m بعيدًا عن النبات الأم.

تستطيع ثمرة جوز الهند، والبذرة بداخلها، أن تطفو لمسافات كبيرة مع تيارات المحيط.

لبذور الصنوبر تراكيب تشبه الأجنحة تمكّنها من الانتقال بوساطة الرياح.

تساعد تراكيب تشبه المظلة على انتشار بذور حشائش الحليب (Milk weed).

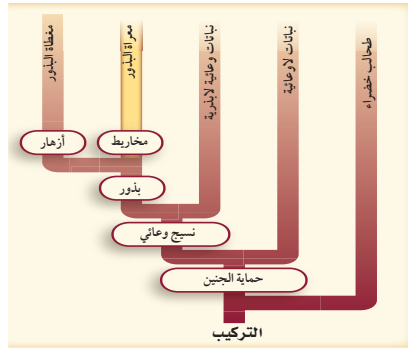
يُعد الماء ضروريًا لوصول المشيج المذكر إلى البويضة في كل من النباتات اللاوعائية والوعائية اللابذرية، في حين لا تحتاج معظم النباتات البذرية إلى وجود طبقة رقيقة من الماء لهذه العملية. وهذا فرق مهم بين النباتات البذرية والنباتات الأخرى. ويمكّن هذا التكيف النباتات البذرية من العيش في بيئات مختلفة، ومنها تلك المناطق التي يندر فيها وجود الماء.

قسم نباتات السيكادات Division Cycadophyta يحتوي **المخروط** cone على التراكيب التكاثرية الذكرية والأنثوية لنباتات السيكادا وللنباتات المعرّاة البذور الأخرى **الشكل 11–4**. وينتج المخروط الذكري غيمة من حبوب اللقاح التي تكوّن النباتات المشيجية الذكرية، في حين تحتوي المخاريط الأنثوية على النباتات المشيجية الأنثوية. فقد يصل طول مخاريط السيكادا 1m، وتزن حوالي 35 kg. وتنمو المخاريط الذكرية والمخاريط الأنثوية على نباتات سيكادا منفصلة.

يعتقد بعض الناس أن نباتات السيكادا قريبة من أشجار النخيل؛ لأن لها أوراقًا كبيرةً مقسمة، وبعضها قد ينمو حتى يصل طولها إلى أكثر من 18 m. لكن السيكادا لها تراكيب واستراتيجيات تكاثر مختلفة عن النخيل. فرغم أنها تشابه الأشجار الخشبية إلا أن لها ساقًا طرية تتكون غالبًا من نسيج خازن، **الشكل 12–4**.

البيئات الطبيعية للسيكادا هي المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. انتشرت نباتات السيكادا بوفرة منذ 200 مليون سنة، ولكن يوجد منها الآن حوالي 11 جنسًا و250 نوعًا فقط.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين مخروط السيكادا وحامل الأبواغ في النباتات اللابذرية.



الشكل 11–4 يبين مخطط العلاقات التركيبية أعلاه أن المخاريط كانت تكيفًا مبكرًا – وهبها الله لها – مع الظروف البيئية.

الشكل 12–4 يوضح الساق الطرية والاوراق المقسمة لنبات السيكادا.

قسم نباتات النيتوفايت Division Gnetophyta من النباتات المعراة البذور، وتستطيع النباتات في هذا القسم أن تعيش بين 2000 – 1500 سنة. وهناك ثلاثة أجناس فقط من هذه النباتات، يبدي كلٌّ منها تكيفات تركيبية غير عادية للبيئة. إذا كنت قد تناولت دواءً للرشح أو الحساسية فإنه قد يحتوي على مادة إفيدرين – وهو مركب يوجد بصورة طبيعية في جنس إفيدرا Ephedra من نباتات النيتوفايت. ويشمل الجنس Gnetum نحو 30 نوعًا من أشجار استوائية ونباتات متسلقة كسيقان العنب. أما الجنس الثالث المتبقي Welwitschia فله نوع واحد ومظهره غريب تمامًا، **الشكل 13–4**، ويوجد خصوصًا في صحاري جنوب غرب إفريقيا. ولهذا النبات جذور خازنة كبيرة وورقتان تستمران في النمو، وقد يصل طولهما إلى أكثر من 6 m. ويحصل نبات Welwitschia على الرطوبة من الضباب أو الندى أو المطر بوساطة أوراقه.

قسم النباتات الجنكيّة Division Ginkgophyta يشمل هذا القسم نوعًا واحدًا فقط، هو Ginkgo biloba؛ إذ اكتشف احفورة له في مطلع القرن التاسع عشر، وهي أحد أقسام النباتات المعراة البذور.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالم الأخشاب Wood Scientist

هو الشخص الذي يهتم بجانب أو أكثر في عملية تحويل الخشب إلى منتجات أخشاب أخرى. ويستطيع عالِم الأخشاب أن يجري البحوث ويعمل في الصناعة بوصفه مطورًا للمنتجات أو العمليات أو ضابطًا للنوعية أو الإنتاج أو مهندسًا أو مديرًا.

■ **الشكل 13–4** تحرك الريح أوراق نبات Welwitschia، مما يؤدي إلى تشققها عدة مرات، بحيث تبدو الورقتان كأنهما أوراق عديدة.

تجربة علمية

كيف تتكاثر السرخسيات والحزازيات والمخروطيات؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية

لهذه الشجرة المتميزة أوراق صغيرة تشبه المروحة، وهي مثل السيكادا لها أجهزة تكاثرية ذكرية وأنثوية على نباتات منفصلة. وتنتج الشجرة المذكّرة حبوب اللقاح في مخاريط تنمو من قاعدة تجمعات الأوراق، **الشكل 14–4**. في حين تنتج الشجرة المؤنثة مخاريط تعطي عند إخصابها بذرة ذات غلاف لحميّ ذي رائحة نتنة، **الشكل 14–4**. ولأنها تتحمل التلوث لذا فإنها مألوفة للمزارعين ومطوري الأراضي في المدن. لكن الشجرة المذكرة مفضلةٌ أكثر عادة؛ لأنها لا تعطي المخاريط اللحمية النتنة الرائحة.

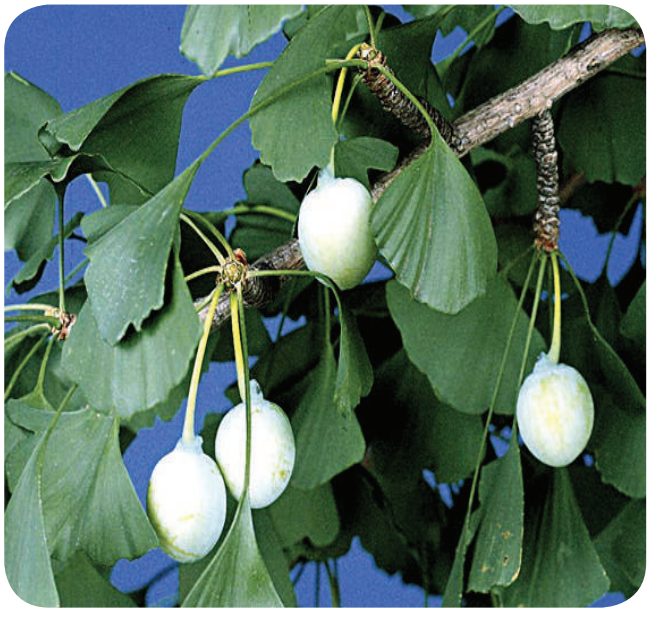
قسم النباتات المخروطية Division Coniferophyta تتباين المخروطيات في الحجم من شجيرات قصيرة طولها بضعة سنتمترات إلى أشجار باسقة يزيد طولها عن 50 m، ويعدّ الصنوبر والسرو والتنوب والخشب الأحمر أمثلة على المخروطيات. والمخروطيات أهم النباتات المعرّاة البذور من الناحية الاقتصادية؛ فهي مصدر للأخشاب ولبّ الورق والمواد الراتنجية مثل زيت التربنتين.

تنمو التراكيب التكاثرية لمعظم المخروطيات في مخاريط. ومعظم المخروطيات لها مخاريط مذكرة ومخاريط مؤنثة على أغصان مختلفة من الشجرة أو الشجيرة نفسها. وتُنتج المخاريط الذكرية الصغيرة حبوب اللقاح، في حين تبقى المخاريط الأنثوية الكبيرة على النبات إلى أن تنضج البذور. وتتكون المخاريط الذكرية من حراشف تكاثرية تحتوي على المئات من محامظ الأبواغ، حيث تنقسم الخلايا داخل هذه الأبواغ انقساماً منصّفًا لتكوّن أبواغ صغيرة. تتألف حبوب اللقاح – الطور المشيجي للنبات – من أربعة خلايا تنمو من البوغ الصغير. وتنتشر حبوب اللقاح هذه عن طريق الرياح.

■ **الشكل 14–4** تنمو التراكيب التكاثرية الذكرية والأنثوية للجينكو من قواعد تجمعات الأوراق ولكن على أشجار مختلفة.

توقع. كيف تنتقل حبوب اللقاح إلى التراكيب التكاثرية الأنثوية؟

تراكيب تكاثرية ذكرية



تراكيب تكاثرية أنثوية

ويمكـن اسـتعمال خصائـص المخاريـط الأنثويـة، **الشـكل 15–4**، لتحديـد المخروطيات؛ حيث تبدي هذه المخروطيات مثل النباتات كلها تكيفاتٍ لبيئاتها. فما العلاقة التي يمكن استنباطها من كون معظم المخروطيات لها أغصان متدلّية، والعديـد منها ينمو في المناخ الكثير الثلوج؟ ومن التكيفات الأخرى وجود طبقة شـمعية خارجية مـن الكيوتين تغطـي أوراق المخروطيات الإبرية أو الحرشـفية وتقلّل من فقد الماء.

عندمـا تسـمع عبـارة "دائم الخضـرة" فهـل تفكر فـي الصنوبـر أو المخروطيات الأخرى؟ معظم النباتات في المناطق المعتدلة الشمالية التي تسمى دائمة الخضرة مخروطيات. وفي المناطق الاسـتوائية وشبه الاستوائية هناك نباتات أخرى دائمة الخضرة ـ منها شـجرة نخيل جـوز الهند. ويعرِّف علماء النبـات النباتات الدائمة الخضـرة بأنها نباتات لها أوراق خضراء طوال أيام السـنة. ويتيح لها هذا التكيف أن تقـوم بعمليـة البنـاء الضوئـي عندما تكـون الظروف مناسـبة. ويُسـمى النبات الـذي يفقد أوراقه فـي نهاية فصل النمو أو عندما تقل الرطوبة كثيرًا نباتًا متسـاقط الأوراق. وبعـض المخروطيـات– ومنها اللاركس والسـرو الأصلع – متسـاقطة الأوراق. ويمكـن تحديد نوع النبات المخروطي من أوراقه إذا كان دائم الخضرة أو متساقط الأوراق، كما هو موضح في **التجربة 1–4**.

قسم النباتات الزهرية Division Anthophyta تعد النباتات الزهرية أوسـع النباتات انتشـارًا بسـبب تكيفاتها التي وهبها الله سـبحانه وتعالى لها لتتمكن من النمو في البيئات اليابسـة والمائية. وتسـمى النباتات الزهرية أيضًا مغطاة البذور، **الشكل 16–4**.

■ **الشـكل 15–4** يمكـن أن توصـف مخاريط المخروطيات الأنثوية بأنها خشبية أو لحمية أو عِنَبية.

التنوب (Pacific yew) – مخاريط لحمية

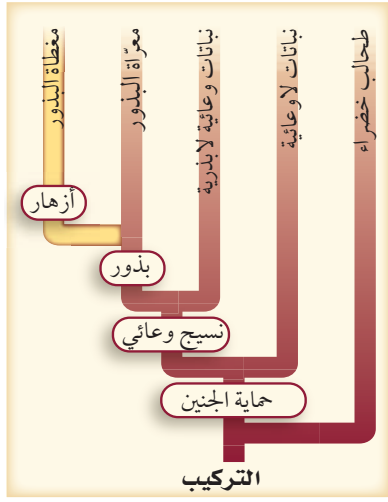
العرعر (Juniper) – مخاريط عنبية

الصنوبر (Pine) – مخاريط خشبية

وتشكّل النباتات الزهرية اليوم حوالي 75% من المملكة النباتية. صنَّف العلماء النباتات الزهرية بطريقة تقليدية إلى ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين. وتشير الأسماء إلى عدد الفلقات في بذورها؛ فالأحادية الفلقة لها فلقة واحدة، وأما الثنائية الفلقة فلها فلقتان.

دورات الحياة تتراوح دورات حياة النباتات الزهرية بين عدة أسابيع أو سنوات. فالنبات **السنوي** annual يكمل دورة حياته – أيْ ينمو من بذرة، ويكبر وينتج بذورًا جديدة ثم يموت – في فصل نمو واحد أو أقل، وتضم هذه المجموعة الكثير من نباتات الحديقة ومعظم الأعشاب.

تمتد دورة حياة النبات **ثنائي الحول** biennial على مدى عامين؛ فهو يُنتج الأوراق، وله نظام جذري قوي خلال السنة الأولى، **الشكل 17 – 4**. وتنتج بعض النباتات ثنائية الحول ـ ومنها الجزر واللفت والشمندر ـ جذورًا لحمية خازنة يمكن جمعها بعد فصل النمو الأول، فإذا لم تجمع فإن جزء النبتة الموجود فوق سطح التربة يموت، لكن الجذور وبعض الأجزاء تحت سطح التربة تبقى حية في حول ثاني لأنها تكيفت مع بيئاتها. وفي السنة الثانية تنمو السيقان والأوراق والأزهار والبذور، وهكذا تمتد حياة النبات إلى عام آخر وتنتهي بنهاية العام الثاني.



■ **الشكل 16–4** النباتات الزهرية من أكثر أقسام المملكة النباتية انتشارًا.

تجربة 1 - 4

استقصِ أوراق المخروطيات

ما أوجه الاختلاف والتشابه بين أوراق المخروطيات؟

تُعَدّ بعض أشجار المخروطيات من أطول المخلوقات الحية على الأرض وأقدمها. ولمعظم المخروطيات أوراق إبرية يختلف بعضها عن بعض. وتعد خصائص الأوراق مهمة في تعرُّف المخروطيات.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. احصل على واحدة من كل عينة من المخروطيات التي حددها معلمك، ثم سمها.
3. صمّم جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك.
4. قارن بين الأوراق، وأعدّ قائمة بالخصائص المهمة في وصف كل عينة من المخروطيات، وسجلها.
5. طوِّر نظامًا لتصنيف عينات المخروطيات وكن مستعدًّا للدفاع عن نظامك التصنيفي.
6. اغسل يديك جيدًا بعد التعامل مع عينات النبات.

التحليل

1. **وضح** المنطق في نظامك التصنيفي.
2. **قارن** نظامك التصنيفي بما وضعه زملاؤك. واشرح لماذا يُعد نظامك فعالاً في تصنيف عينات المخروطيات التي درستها.

النمو في السنة الأولى

النمو في السنة الثانية

تستطيع النباتات **المعمّرة** perennial العيش سنوات عديدة، بما وهبها الخالق سبحانه وتعالى من مميزات. وعادة ما تنتج أزهارًا وبذورًا كل عام. وتستجيب بعض النباتات المعمّرة للظروف القاسية بإسقاط أوراقها، وإلا فإن تراكيبها فوق سطح الأرض سوف تموت. وهي تستأنف النمو عندما تصبح الظروف البيئية مناسبة للنمو. وتعد أشجار الفواكه والشجيرات والسوسن والورد والعديد من أنواع النباتات العنبية نباتات معمّرة.

ويتم التحكم في دورة حياة النباتات جميعها وراثيًّا، وهي تعكس التكيفات لمقاومة الظروف القاسية. ومع ذلك فإن دورات حياة النباتات جميعها تتأثر بظروف البيئة.

■ **الشكل 17–4** زهرة الربيع المسائية (Evening primrose)ثنائية الحول وتنتج أوراقًا وساقًا تحت الأرض وجذورًا في فصل النمو الأول، وتزهر في السنة الثانية من النمو.

التقويم 3–4

الخلاصة

- تنتج النباتات الوعائية البذرية بذورًا تحوي الطور البوغي.
- تظهر النباتات الوعائية البذرية عددًا من التكيفات للعيش في بيئات مختلفة.
- هناك خمسة أقسام للنباتات الوعائية البذرية، ولكل قسم صفاته المميزة.
- النباتات الزهرية إما سنوية أو ثنائية الحول أو معمرة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة صف** مميزات النباتات التي تنتج البذور.
2. **قارن** بين بذور النباتات المعرّاة وبذور النباتات المغطاة.
3. **ميّز** بين المخروط الذكري والمخروط الأنثوي للمعرّاة البذور.
4. **حدّد** أقسام المعرّاة البذور.
5. **قارن** بين ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين.
6. **قارن** بين الأنواع الثلاثة لدورات حياة النباتات الزهرية.

التفكير الناقد

7. **أعد النظر.** رأى مزارع يبيع أشجار الزينة إعلانًا يقول "السرو الأصلع هو طريقك الأفضل لربح سريع. ازرع هذه الأشجار السريعة النمو واحصدها في خمس سنوات فقط". فهل تشكّل هذه الأشجار محصولاً مربحًا للمُزارع؟ وضح ذلك.
8. **الرياضيات في علم الأحياء** أصغر نبات مزهر طوله 1 mm فقط، في حين ينمو أطول نباتات المخروطيات حتى يصل إلى 90 m. فكم مرة يساوي طولُ هذا النبات طولَ أصغر النباتات الزهرية؟

إثراء علمي: مهنة في علم الأحياء: علم حبوب اللقاح الجنائي

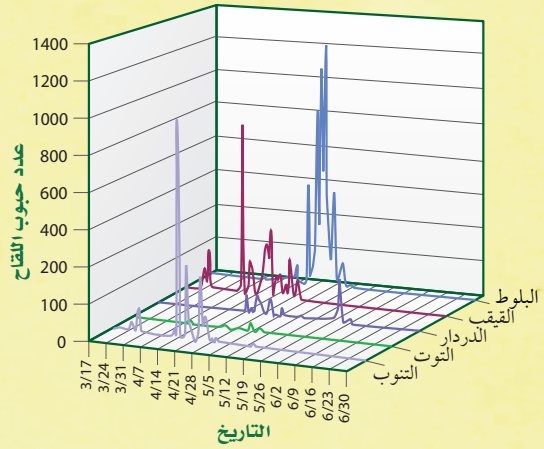
الدليل في حبوب اللقاح

يَستعمل علم حبوب اللقاح الجنائي – وهو علم حديث نسبيًّا – حبوبَ اللقاح والأبواغ دليلاً في القضايا الجنائية لمساعدة الشرطة على حل الجرائم. وفي إحدى القضايا، هوجم أحد الرياضيين وسُحب إلى منطقة حرجية ثم قُتل هناك. فاستجوبت الشرطة متهمًا رئيسًا أفاد بأنه كان في المنطقة، لكنه لم يرَ الرياضيّ، ولم يدخل المنطقة الحرجية حيث وجدت الجثة، فهل كان يقول الحقيقة؟

دليل الإدانة تحوي التربة المأخوذة من مسرح الجريمة كميات كبيرة من حبوب لقاح الصنوبر وأبواغ الخنشار. وأثبت المسح الميداني أنه لا يوجد أي موقع آخر قريب يحتوي على أشجار الصنوبر والخنشار. وعندما فتشت الشرطة شقة المتهم وجدت ملابس يعتقد أن المتهم كان يرتديها أثناء ارتكابه الجريمة. وأثبت الفحص، الذي قامت به عالمة حبوب لقاح وجود حبوب لقاح الصنوبر على ملابس المتهم. وفي النهاية حوكم المتهم، وأُدين بارتكاب الجريمة.

عالِم حبوب اللقاح في موقع الجريمة يجمع المحققون أنواعًا مختلفة من الأدلة من موقع الجريمة، ومن ذلك بصمات الأصابع. فهل يستطيع عالِم حبوب اللقاح أن يجمع بصمات الأصابع؟ الجواب، نعم، بطريقة ما. فكل نوع من النباتات البذرية ينتج حبوب لقاح فريدة يمكن النظر إليها على أنها "بصمات" مميزة للنوع، وتستعمل في تحديد هويته. وكذلك يحتوي الغبار والتربة في أغلب الأحيان على كميات كبيرة من حبوب اللقاح والأبواغ. كما تعمل الألياف في نسيج الملابس عمل مرشّحات تلتقط حبوب اللقاح والأبواغ. ويمكن أيضًا أن تحتجز خصلة من الشعر حبوب اللقاح التي تحملها الرياح.

عدد حبوب اللقاح في موقع الجريمة



علم حبوب اللقاح الجنائي يمكن أن تساعد دراسة حبوب اللقاح المحققين على اختصار قائمة المتهمين، مما يجعلها أداة استقصاء قيمة. ولأنها تتطلب معرفة واسعة وتدريبًا على جمع العينات وحفظها دون تلوث، لذا فإن علم حبوب اللقاح الجنائي يعد علمًا متخصصًا.

الرياضيات في علم الأحياء

فسّر الرسم البياني افحص الرسم البياني لعدد حبوب لقاح الأشجار. ما نوع حبوب اللقاح التي تتوقع وجودها في 4/ 14، وفي 5/ 19، وفي 6/ 2؟

مختبر الأحياء

استقصاء ميداني: كيف تتعرف هوية الأشجار وتصنّفها؟

الخلفية النظرية: يستعمل علماء النبات والمهتمون بالنباتات عادة دليلًا ميدانيًّا ومفتاح تصنيف ثنائي التفرع لتعرّف النباتات. وسوف تستعمل في هذا المختبر، دليلًا ميدانيًّا لتعرّف النباتات في منطقة ما، ثم ستعد بعد ذلك مفتاحك التصنيفي الثنائي التفرع لتحدد النباتات في منطقتك.

سؤال: ما الخصائص التي يمكن استعمالها لتعرّف الأشجار وبناء مفتاح ثنائي التفرع لها؟

المواد والأدوات

- دليل ميداني للأشجار (في منطقتك).
- مسطرة مترية.
- عدسة مكبرة.

احتياطات السلامة

***تحذير:** ابق ضمن منطقة الدراسة واحذر النباتات والحشرات والمخلوقات الحية الأخرى التي يمكن أن تشكل خطرًا.*

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ادرس الدليل الميداني الذي زوّدك به معلمك، وحدّد طريقة تنظيمه.
3. اكتب قائمة بالخصائص التي تساعدك على تعرّف الأشجار في منطقتك بناءً على قراءتك للدليل الميداني، وما تعلمته عن خصائص النباتات في هذا الفصل.
4. اعمل جدول بيانات بناءً على القائمة التي أعددتها في الخطوة 3.
5. استعمل الدليل الميداني في تعرّف إحدى الأشجار في منطقتك. وتحقق من ذلك مع معلمك.
6. سجل في جدول بياناتك خصائص الشجرة التي حددتها.
7. أعد الخطوتين 6، 5 إلى أن تحدد الأشجار المطلوبة كلها في هذا المختبر.
8. راجع جدول البيانات، ثم اختر الخصائص الأكثر فائدة في تعرّف الأشجار. حيث ستشكل هذه الخصائص أساسًا لمفتاحك التصنيفي الثنائي التفرع.
9. حدد أي ترتيب في المفتاح التصنيفي الثنائي يبين خصائص الاشجار، ثم صف كل خاصية منها كتابيًّا.
10. اعمل مفتاحًا تصنيفيًّا ثنائي التفرع. إن الخصائص التي تصفها في كل خطوة من المفتاح الثنائي هي عادة خصائص مزدوجة متضادة. فمثلاً، قد تقارن في الخطوة الأولى الأوراق الإبرية والحرشفية بالأوراق العريضة.

حلّل ثم استنتج

1. **فسّر البيانات.** صف بناءً على بياناتك التي جمعتها، تنوع النباتات في المنطقة التي درستها.
2. **انقد.** تبادل المفتاح التصنيفي مع زميلك، واستعمله في تعرّف الأشجار في منطقة الدراسة. ثم قدّم اقتراحات لزميلك لتحسين مفتاح التصنيف الخاص به.
3. **توقع.** كم يكون مفتاحك التصنيفي الثنائي مفيدًا لشخص يحاول تعرّف الأشجار في منطقة الدراسة؟ وضح ذلك.
4. **تحليل الخطأ.** ما التغييرات التي يمكن أن تقوم بها لتحسين فاعلية مفتاحك التصنيفي الثنائي.

مشاركة البيانات

قارن بياناتك ببيانات أخرى جمعها زملاؤك. ما النباتات المشتركة في مفاتيح التصنيف كلها؟

الفصل 4

دليل مراجعة الفصل

المطويات اختر أحد أنواع النباتات السائدة في المملكة العربية السعودية، موضحًا خواصه، ثم ناقشها.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
4–1 النباتات اللاوعائية	
الثالوس	**الفكرة الرئيسة** **النباتات اللاوعائية صغيرة وتنمو عادة في البيئات الرطبة.** • توزيع النباتات اللاوعائية محدَّد بقدرتها على نقل الماء والمواد الأخرى داخلها. • الحزازيات القائمة نباتات صغيرة تستطيع العيش في بيئات مختلفة. • تعتمد الحزازيات على الخاصية الأسموزية والانتشار لنقل المواد. • هناك نوعان من الحشائش الكبدية، هما الثالوسية والورقية.
4–2 النباتات الوعائية اللابذرية	
الحامل البوغي النبات الهوائي الرايزوم محفظة الأبواغ الكيس البوغي	**الفكرة الرئيسة** **النباتات الوعائية اللابذرية عمومًا أكبر حجمًا، وأفضل تكيفًا للعيش في البيئات الجافة من النباتات اللاوعائية لأنها تحوي أنسجة وعائية.** • للنباتات الوعائية اللابذرية أنسجة وعائية متخصصة، وتتكاثر بالأبواغ. • النبات البوغي هو الطور السائد في النباتات الوعائية. • النباتات الصولجانية والسرخسيات نباتات وعائية لابذرية.
4–3 النباتات الوعائية البذرية	
الفلقة المخروط السنوي ثنائية الحول المعمَّر	**الفكرة الرئيسة** **النباتات الوعائية البذرية من أكثر النباتات انتشارًا على الأرض.** • تُنتج النباتات الوعائية البذرية بذورًا تحوي الطور البوغي. • تُظهر النباتات الوعائية البذرية عددًا من التكيفات للعيش في بيئات مختلفة. • هناك خمسة أقسام للنباتات الوعائية البذرية، ولكل قسم صفاته المميزة. • النباتات الزهرية إما سنوية أو ثنائية الحول أو معمرة.

الفصل 4 التقويم

4–1

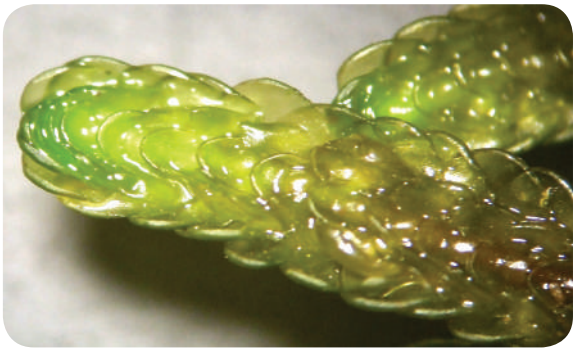
مراجعة المفردات

اكتب جملة تستعمل فيها المصطلح أدناه بصورة صحيحة.

1. الثالوس

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 2.



2. أي الكلمات التالية لا تصف النبات في الصورة أعلاه؟
   a. متعدد الخلايا.
   b. لاوعائي.
   c. لابذري.
   d. ثالوس.
3. أي من الآتي يُعدّ من خصائص الحزازيات؟
   a. الأنسجة الوعائية.
   b. الأزهار.
   c. البذور.
   d. أشباه الجذور.

أسئلة بنائية

4. **إجابة قصيرة.** ارجع إلى **الشكل 3–4**، وحلِّل حاجة النبات البوغي اللاوعائي إلى الاستمرار في اعتماده على الطور المشيجي.
5. **نهاية مفتوحة.** صف البيئة التي يمكن أن تدعم نمو النباتات اللاوعائية وهل هذه البيئة متوافرة في منطقتك.

التفكير الناقد

6. **ابحث** عن مجموعة من النباتات اللاوعائية، ثم اكتب قائمة بما ينمو منها في منطقتك إن وجد.

4–2

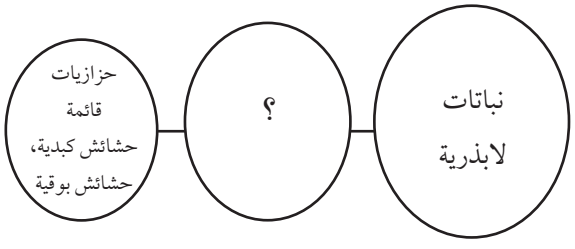
مراجعة المفردات

اربط كل تعريف في الأسئلة الآتية مع المصطلح الذي يناسبه من صفحة دليل مراجعة الفصل:

7. تراكيب حاملة للأبواغ تشكِّل تجمعًا متراصًّا.
8. ساق سميكة تحت الأرض.
9. نبات يعيش متعلقًا بنبات آخر أو جسم آخر.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل خريطة المفاهيم أدناه للإجابة عن السؤال 10.



10. أي المصطلحات الآتية تناسب ملء الفراغ في الشكل أعلاه؟
    a. لاوعائية.
    b. زهرية.
    c. وعائية.
    d. منتجة للبذور.

الأحياء دليل المواقع الإلكترونية لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

11. أي التراكيب الآتية يحوي تجمعًا من محافظ الأبواغ؟

a. الكيس البوغي.
b. السعفة.
c. الساق.
d. النصل.

12. أيّ الآتي لا يشكِّل جزءًا من الخنشار؟

a. الرايزوم.
b. البثرة.
c. ورقة الخنشار أو السعفة.
d. شبه الجذر.

13. أي الصور التالية تظهر البثرة (الأكياس البو غية)؟

A

C

B

D

أسئلة بنائية

14. إجابة قصيرة. لخص خصائص الخنشار.

15. إجابة قصيرة. ميز بين قسم النباتات المجنحة وقسم النباتات الصولجانية.

التفكير الناقد

16. استنتج المزايا التي يمنحها وجود بثرات الخنشار على السطح السفلي لأوراق الخنشار بدلًا من السطح العلوي.

4–3

مراجعة المفردات

ضع المصطلح المناسب من صفحة دليل مراجعة الفصل بدل كل كلمة تحتها خط في الأسئلة الآتية.

17. جذر البذرة يزوّدها بالغذاء عندما تنمو.

18. النبات الذي ينمو لعدة فصول هو الرايزوم.

19. تحوي الزهرة في المعرّاة البذور تراكيب التكاثر الذكرية والأنثوية.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

20. أي الآتي يضم النباتات التي لها أوراق إبرية أو حرشفية؟

a. نباتات النيتوفايت.
b. النباتات الزهرية.
c. النباتات المخروطية.
d. النباتات السيكادية.

استعمل الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 21.

21. أي النباتات الآتية تنتج تراكيب تكاثر أنثوية كما في الصورة؟

a. المخروطيات.
b. النباتات الزهرية.
c. النيتوفايت.
d. النباتات الجِنكية.

22. ما الذي يصف أهمية انتشار البذور؟

a. تنتج جميع أنواع النباتات.
b. تنشرها في الهواء فقط.
c. يحدّ من التنافس فيما بين الآباء، وبينها وبين النباتات الناتجة الأخرى (الأبناء).
d. تنتشر في الصحراء فقط.

أسئلة بنائية

23. نهاية مفتوحة. ما الميزة التكيفية المحتملة لاعتماد النبات المشيجي الوعائي على النبات البوغي؟

24. إجابة قصيرة. اكتب قائمة بالصفات التي قد تستعملها في التمييز بين المخروطيات والنباتات الزهرية.

التفكير الناقد

25. قارن بين المخاريط وحامل الأبواغ.

26. استنتج. لماذا تتكاثر المخروطيات على نحو أكبر من النباتات الزهرية في البيئات الباردة؟

تقويم إضافي

27. الكتابة في علم الأحياء تخيل نفسك واحدًا من النباتات التي تعرضت للظروف البيئة القاسية على اليابسة . فما القصص التي يمكن أن تخبرها لأحفادك حول الصعوبات التي واجهتها؟

اختبار مقنن

تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤال 1.

1. في أي أقسام النباتات البذرية تتوقع وجود التركيب الموضح أعلاه؟

a. النباتات الزهرية.
b. النباتات المخروطية.
c. النباتات السيكادية.
d. النباتات الجِنكية.

2. افترض أن خلية من ورقة خنشار تحوي 24 كروموسومًا. فكم تتوقع أن يكون عدد الكروموسومات في الأبواغ؟

a. 6
b. 12
c. 24
d. 48

3. أي تركيب في النباتات اللاوعائية تساعد على امتصاص المواد المغذية من التربة؟

a. البلاستيدات الخضراء.
b. الصمغ النباتي.
c. أشباه الجذور.
d. الطور البوغي.

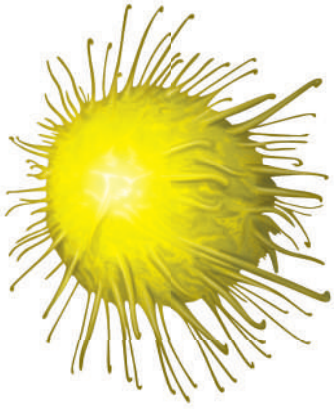
4. في أثناء الطقس الجاف تتطاير قطع من الحزاز الحقيقي بوساطة الرياح. وعندما تمطر تنمو هذه القطع فتكون نباتًا جديدًا. ما العملية التي تمثل هذه الظاهرة :

a. تعاقب الأجيال.
b. تكاثر الطور المشيجي.
c. الطور البوغي.
d. التكاثر الخضري.

5. كيف تختلف الحشائش الكبدية عن النباتات اللاوعائية الأخرى؟

a. ينتقل الماء والمواد المغذية في خلاياها بوساطة الانتشار والخاصية الأسموزية.
b. تحوي خلاياها نوعًا من البكتيريا الخضراء المزرقة.
c. تصنف إلى حشائش ثالوسية أو ورقية.
d. تحوي البلاستيدات الخضراء في بعض خلاياها.

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤال 6.



6. طريقة انتشار هذه البذور هي :

a. الحيوانات.
b. الجاذبية الأرضية.
c. الماء.
d. الرياح

أسئلة الإجابات القصيرة

7. قارن بين الطور البوغي في النباتات اللاوعائية والطور البوغي في النباتات الوعائية اللابذرية.

8. فسر سبب انتشار معظم النباتات المنتجة للأبواغ في المناطق الرطبة؟

9. اذكر طريقتين تتكيف بهما النباتات الوعائية اللابذرية أفضل من النباتات اللاوعائية للعيش في البيئات المتغيرة.

10. ما أهمية الجيل المشيجي في النباتات البذرية؟

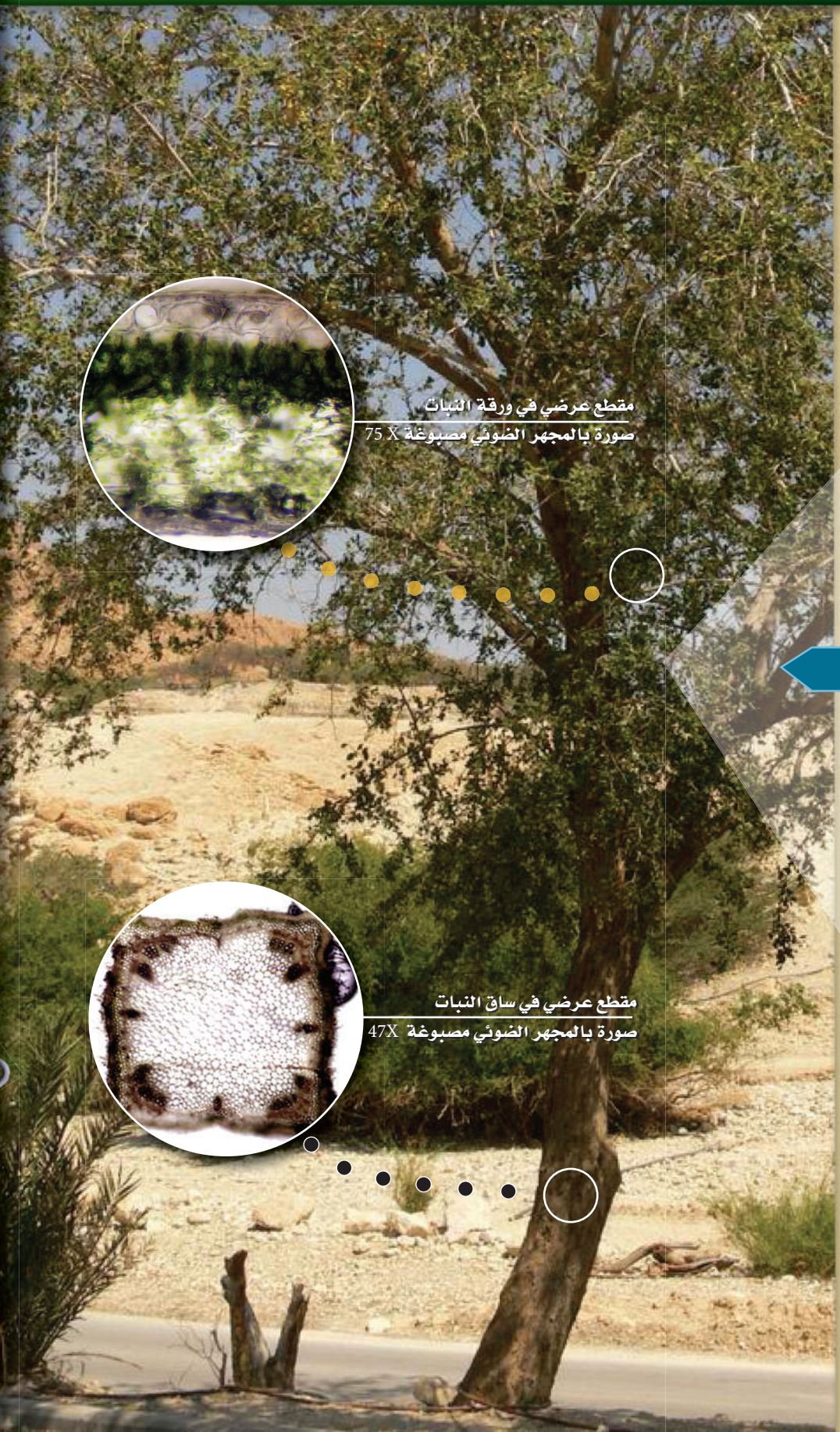
يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

المستوى	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
الفصل/ القسم	4–3	4–3	4–1	4–2	4–1	4–3	4 (1+2)	4–2	3 (1+2)	4–3
السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

الفصل 5

تركيب النبات ووظائف أجزاءه

Plant Structure and Function



مقطع عرضي في ورقة النبات
صورة بالمجهر الضوئي مصبوغة 75X

مقطع عرضي في ساق النبات
صورة بالمجهر الضوئي مصبوغة 47X

الفكرة العامة تعود طبيعة التنوع في النباتات إلى اختلاف تراكيبها التي خلقها الله سبحانه وتعالى.

5 – 1 خلايا النبات وأنسجته

الفكرة الرئيسة تتكون أنسجة النباتات من خلايا مختلفة.

5–2 هرمونات النباتات واستجاباتها

الفكرة الرئيسة يمكن أن تؤثر الهرمونات في استجابات النبات لبيئته.

حقائق في علم الأحياء

- يحتوي التوت على تراكيز عالية من مادة الانثوسيانين، التي تساعد على محاربة سرطان القولون، سرطان المريء، وسرطان الجلد.
- زرع الإنسان النباتات منذ أكثر من 2000 سنة من أجل الألياف التي توجد في الساق التي تنسج ليصنع منها الأقمشة.
- ما عدا نسبة قليلة من هذه الجذور هناك 80–90 % من جذور النباتات تنمو في الثلاثين سنتمترًا العليا من التربة.

تجربة استهلالية

ما التراكيب التي لدى النباتات؟

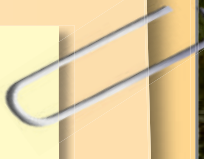
لدى معظم النباتات تراكيب تمتص الضوء، وأخرى لتحصل على الماء والمواد المغذية. وستفحص في هذا المختبر نباتًا، وتلاحظ تراكيبه التي تساعده على العيش والبقاء، ثم تصفها.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. افحص بلطف **النبات المزروع في الأصيص** الذي زوّدك به معلمك. واستعمل **عدسة يدوية** لتفحص النبات. وضع قائمة بكل نوع تلاحظه من التراكيب.
3. انزع النبات برفق من الأصيص، ولاحظ تراكيب النبات التي في التربة، واحذر من تفتيت التربة حول جذور النبات. وسجل ملاحظاتك، ثم أعد النبات إلى الأصيص.
4. ارسم رسمًا تخطيطيًّا لأجزاء النبات، واكتب عليه اسم كل جزء.

التحليل

1. **قارن** قائمتك بقوائم الطلاب الآخرين. ما التراكيب المشتركة في كل النباتات؟
2. **استنتج**. كيف يمكن أن يرتبط كل تركيب مع وظيفةٍ من وظائف النبات؟
3. **توقع** أنواع التكيفات التركيبية لنبات يعيش في بيئة جافة.



الأحياء عبر المواقع الإلكترونية

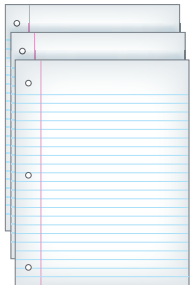
لمراجعة محتوى الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع الإلكتروني

www.obeikaneducation.com

المطويات
منظمات الأفكار

الهرمونات النباتية وعملها اعمل المطوية الآتية لتساعدك على استقصاء الهرمونات النباتية وعملها.

الخطوة 1: ضع ثلاث أوراق من دفتر الملاحظات بعضها فوق بعض على أن تكون حوافها على المستوى نفسه، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ مجموعة الأوراق عند المنتصف، ثم ثبتها جيدًا بالمكبس لتصنع منها كتيبًا من ست صفحات، كما في الشكل الآتي:

الخطوة 3: ارسم الخطوط الخارجية لنبات ما على الصفحة الأولى، وعنون هذه الصفحة بالهرمونات النباتية. كما في الشكل الآتي:

الخطوة 4: اكتب عناوين الصفحات الخمس الباقية للمطوية مرتبة على النحو الآتي: هرمون الأكسين، هرمون الجبريلين، هرمون الإثيلين، هرمون السايتوكاينين.

المطويات **استعمل هذه المطوية في القسم 2–5.** وأنت تقرأ هذا القسم اكتب وصفًا لكل هرمون ووظيفته على الصفحة الخاصة به.

5-1

خلايا النبات وأنسجته

Plant Cells and Tissues

الأهداف

- **تصف** الأنواع الرئيسة لخلايا النبات.
- **تحدد** الأنواع الرئيسة لأنسجة النبات.
- **تميز** بين وظائف خلايا النبات وأنسجته.

مراجعة المفردات

الفجوة Vacuole: حويصلة محاطة بغشاء، وتقوم بوظيفتي النقل وتخزين الغذاء.

المفردات الجديدة

الخلية البرنشيمية
الخلية الكولنشيمية
الخلية الإسكلرنشيمية
النسيج المولد (المرستيمي)
الكامبيوم الوعائي
الكامبيوم الفليني
البشرة
الخلية الحارسة
الخشب
الأوعية الخشبية
القصيبات
اللحاء
الأنابيب الغربالية
الخلايا المرافقة
النسيج الأساسي

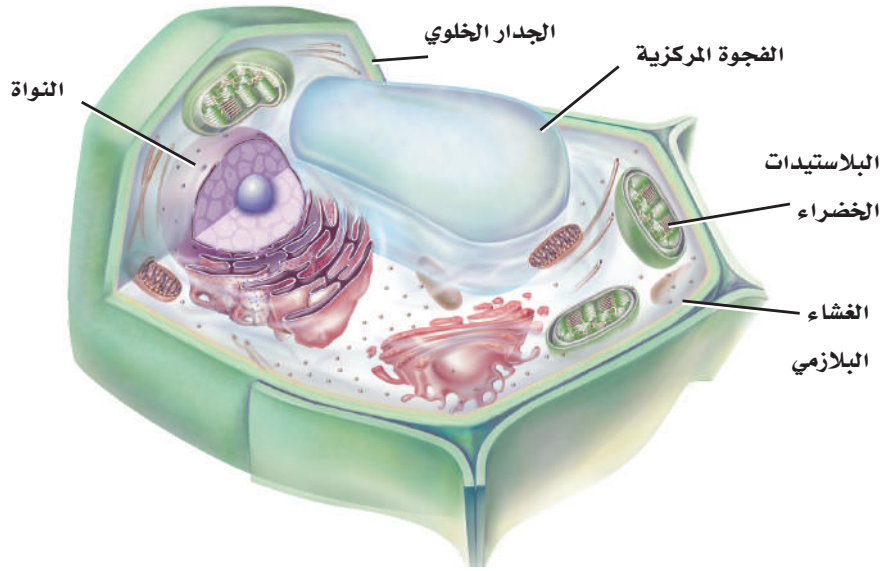
الفكرة الرئيسة **تتكون أنسجة النباتات من خلايا مختلفة.**

الربط مع الحياة تتكون المباني من مواد متنوعة، ومنها الدرج والأنابيب والأبواب وأنظمة الكهرباء التي تُبنى من مواد مختلفة؛ ولكل منها وظيفة مختلفة. وبالطريقة نفسها فإن تراكيب النبات المختلفة لها خلايا وأنسجة تعمل بكفاءة تامة لإنجاز وظائف محددة.

خلايا النبات Plant Cells

تستطيع أن تتعرف الخلية النباتية في **الشكل 1– 5**؛ بسبب وجود جدار خلوي وفجوة مركزية كبيرة لها. كما تحوي خلايا النبات بلاستيدات خضراء، مع العلم بأن هناك أنواعًا مختلفة من خلايا النبات – وكل منها له واحد أو أكثر من التكيفات التي تمكّنه من إنجاز وظائف محددة. وتشكّل ثلاثة أنواع من خلايا النبات معظم الأنسجة النباتية، تؤدي وظائف التخزين وإنتاج الغذاء وتوفر قوة ودعامة ومرونة للنبات.

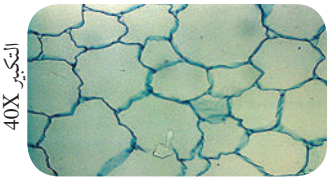
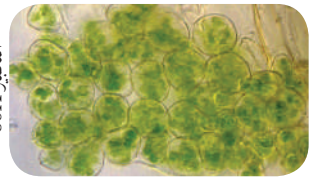
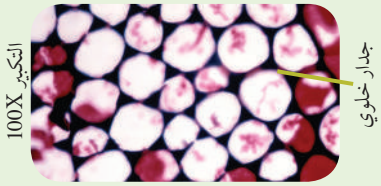
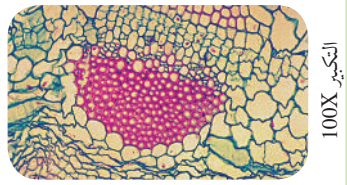
الخلايا البرنشيمية Parenchyma cells خلايا رقيقة الجدران توجد بكثرة في النبات، وتمتاز بمرونتها. وتشكّل الأساس لمعظم تراكيب النبات، وهي قادرة على إنجاز عدد كبير من الوظائف، ومنها التخزين والبناء الضوئي وتبادل الغازات والحماية. وهذه الخلايا كروية الشكل، ولكن جُدرها مسطحة قليلاً عندما تكون هذه الخلايا متراصّة بعضها إلى بعض، **الجدول 1–5**. ومن صفاتها المهمة أنها قادرة على الانقسام عندما يكتمل نموّها. فعندما يتلف جزء من النبات تنقسم **الخلايا البرنشيمية** parenchyma cells فتساعد على إصلاح الجزء التالف.



■ **الشكل 1–5** من الصفات الفريدة للخلية النباتية الجدار الخلوي والفجوة المركزية الكبيرة. وتحوي خلايا النبات كذلك بلاستيدات خضراء يتم فيها عملية البناء الضوئي.

استنتج. لماذا لا تعد البلاستيدات الخضراء من مكوّنات الخلايا النباتية كلها؟

الجدول 1–5 خلايا النبات ووظائفها

نوع الخلية	مثال	الوظائف
البرنشيمية	 تخلو من البلاستيدات  تحتوي على البلاستيدات	• التخزين. • البناء الضوئي. • تبادل الغازات. • الحماية. • تعويض الأنسجة التالفة أو استبدالها.
الكولنشيمية	 الجدار الخلوي	• دعامة الأنسجة المحيطة. • اعطاء النبات المرونة. • تعويض الأنسجة التالفة أو استبدالها.
الإسكلرنشيمية	 ألياف خلايا حجرية	• الدعامة. • النقل.

للخلايا البرنشيمية سمات خاصة، بناءً على الوظيفة التي تقوم بها؛ فبعض الخلايا البرنشيمية تحوي العديد من البلاستيدات الخضراء، **الجدول 1–5**. وتوجد مثل هذه الخلايا على الأغلب في الأوراق والسيقان الخضراء، ويمكن أن تقوم بعملية البناء الضوئي فتنتج الجلوكوز. وبعض الخلايا البرنشيمية ـ ومنها تلك الموجودة في الجذور والثمار ـ لها فجوات مركزية واسعة تستطيع خزن المواد المختلفة، ومنها النشا أو الماء أو الزيوت.

الخلايا الكولنشيمية Collenchyma cells إذا كنت قد أكلت يومًا نبات الكَرَفْس فإن الخلايا الكولنشيمية مألوفة لديك بلا شك. إنها تشكّل تلك الخيوط الطويلة التي يمكن أن تسحبها من ساق الكَرَفْس. و**الخلايا الكولنشيمية** collenchyma cells خلايا نباتية تكون غالبًا طولية الشكل، وتوجد على صورة سلاسل أو أسطوانات طويلة تدعم الخلايا المجاورة لها. وكما يبين **الجدول 1–5**، فإن للخلايا الكولنشيمية جدرانًا خلوية سميكة على نحو غير متساوٍ. وعندما تنمو الخلايا الكولنشيمية فإن أجزاءها الرقيقة المرنة تتمدد، مما يجعل النبات قادرًا على الانثناء دون أن ينكسر. والخلايا الكولنشيمية كالخلايا البرنشيمية لديها القدرة على الانقسام عندما يكتمل نموّها.

الشكل 2–5 استعملت خلايا الألياف في الصناعة منذ القدم، في الأقمشة وغيرها من الادوات.

الخلايا الإسكلرنشيمية Sclerenchyma cells تفتقر إلى السيتوبلازم والمكوّنات الحية الأخرى عندما يكتمل نموّها، على عكس النوعين السابقين، لكن جدرانها الخلوية السميكة الصلبة تبقى. ويوفر بعض هذه الخلايا الدعامة للنبات، في حين يقوم بعضها الآخر بوظيفة النقل داخل النبات. وهي تكوّن النسبة العظمى من الخشب الذي نستعمله في البناء ومنتجات الورق، ونتخذه وقودًا. هناك نوعان من **الخلايا الإسكلرنشيمية** sclerenchyma cells ، هما: الخلايا الحجرية، والألياف، **الجدول 1–5**. وربما تكون قد أكلت بعض الخلايا الحجرية؛ فهي تشكّل القوام الخشن لثمار الإجّاص. ويمكن أن تتوزع الخلايا الحجرية على نحو عشوائي خلال النبات، وتكون عادة أقصر من الألياف وذات شكل غير منتظم. إن قساوة غلاف البذور وصلابة قشور الجوز والمكسّرات تنتج عن وجود الخلايا الحجرية. وتقوم الخلايا الحجرية بالنقل أيضًا. أما الألياف فتكون إبرية الشكل، ولها جدار سميك وذات فراغ داخلي صغير. وعندما تلتصق نهايات الألياف معًا تشكّل نسيجًا مرنًا وقويًّا. وقد استعمل الإنسان الألياف في صناعة الحبال والأقمشة والخيام والأشرعة منذ قرون، كما في **الشكل 2–5**.

تجربة 1-5

ملاحظة خلايا النبات

كيف يمكن استعمال المجهر لتمييز أنواع خلايا النبات؟

تفحص الأنواع الثلاثة المختلفة من خلايا النبات بتحضير شرائح لبعض أجزاء النبات الشائعة ودراستها.

خطوات العمل

تحذير: *اليود مادة سامة إذا ابتلعت، بالإضافة إلى أنه يصبغ الأيدي والملابس.*

1. املاء بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. احصل على **شريحة بطاطس** رقيقة ومقطع **عرضي لساق الكَرَفْس** من معلمك.
3. ضع شريحة البطاطس على **شريحة زجاجية**، وأضف إليها قطرة من **اليود** ثم غطّها **بغطاء الشريحة**. استعمل **المجهر** لملاحظة شريحة البطاطس، ودوِّن ملاحظاتك.
4. ضع شريحة الكرفس على شريحة زجاجية وأضف إليها قطرة من **الماء**، وغطّها بغطاء الشريحة.
5. ضع قطرة من **الصبغة** عند إحدى حافتي غطاء الشريحة، ثم ضع **منشفة ورقية** عند الحافة المقابلة من غطاء الشريحة لسحب الصبغة من تحت الغطاء. استعمل المجهر لدراسة شريحة الكرفس ودوّن ملاحظاتك.
6. احصل على كمية صغيرة من **نسيج ثمرة الإجّاص**، وضعها على الشريحة وغطها بغطاء الشريحة.
7. اضغط بحذر ولكن بقوة، مستعملا ممحاة قلم على غطاء الشريحة، إلى أن يُصبح نسيج الإجّاص طبقة رقيقة جدًّا، واستعمل المجهر لملاحظته. ثم سجل ملاحظاتك.

التحليل

1. **حدّد** نوع خلية النبات المتخصصة التي تلاحظها في كل شريحة.
2. **استنتج.** لماذا توجد أنواع مختلفة من الخلايا في أنسجة البطاطس والكرفس والإجّاص؟

الأنسجة النباتية Plant Tissues

تعلمت سابقًا أن النسيج مجموعة من الخلايا تعمل معًا للقيام بوظيفة معينة. والنسيج النباتي يمكن أن يتكوّن من نوع أو أكثر من الخلايا، بناءً على وظيفته. هناك أربعة أنواع مختلفة من الأنسجة في النبات – المولّدة (المرستيمية)، والخارجية والوعائية والأساسية.

النسيج المولد Meristematic tissue تستمر النباتات خلال حياتها في إنتاج خلايا جديدة في أنسجتها المولّدة. وتكوّن **الأنسجة المولّدة** meristem tissue مناطق تنقسم خلاياها بسرعة. الخلايا المولّدة ذات نوى كبيرة وفجوات صغيرة، ولا توجد في بعض الحالات، فجوات على الإطلاق. وتتحول هذه الخلايا في أثناء نموها إلى أنواع عديدة ومختلفة من خلايا النبات. وتوجد الأنسجة المولّدة في مناطق مختلفة من جسم النبات.

الأنسجة المولّدة القمّية Apical meristems نسيج مولد موجود عند قمم الجذور والسيقان، يُنتج خلايا تسبب زيادة في طول النبات، **الشكل 3–5**، ويسمى هذا بالنمو الابتدائي. ولأن النباتات ثابتة في مكانها فإنه يمكن للسيقان والجذور دخول بيئات مختلفة أو مناطق مختلفة من البيئة نفسها.

الأنسجة المولدة البينية Intercalary meristems يرتبط أثر هذا النوع من الأنسجة بقص حشائش الحديقة. ويوجد هذا النسيج في موقع أو أكثر على طول سيقان العديد من ذوات الفلقة الواحدة. ويُنتج خلايا جديدة تسبب زيادة في طول الساق أو الأوراق. فلو كان للحشائش نسيج مولد قمي فقط فسوف تتوقف عن النمو بعد عملية القص الأولى، ولكنها تستمر في النمو؛ لأن لها أكثر من نوع واحد من الأنسجة المولدة.

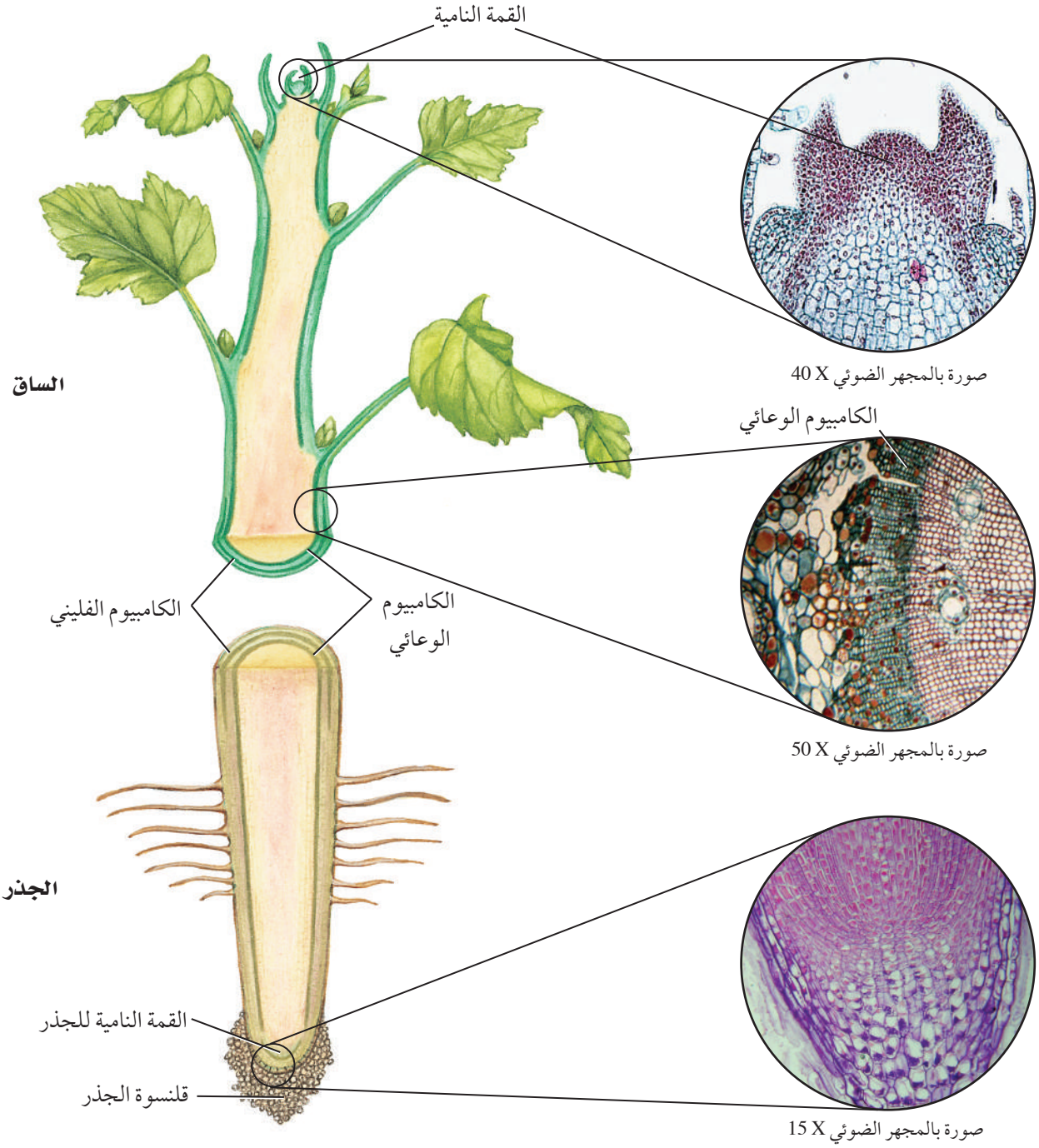
الأنسجة المولدة الجانبية Lateral meristems تنتج الزيادة في قطر الساق والجذر من النمو الثانوي الذي ينتج عن نوعين من النسيج المولد الجانبي. ويحدث النمو الثانوي في النباتات البذرية اللازهرية (معراة البذور) وذوات الفلقتين وقليل من ذوات الفلقة الواحدة فقط. يوضح **الشكل 3–5** **الكامبيوم الوعائي** vascular cambium، وهو أسطوانة رقيقة من النسيج المولد تمتد على طول الساق والجذر. وهو يُنتج خلايا جديدة تختص بالنقل في بعض الجذور والسيقان. ويوجد في بعض النباتات نسيج مولد جانبي آخر هو **الكامبيوم الفليني** cork cambium الذي يُنتج خلايا تكوّن جُدرًا قاسية. وتشكّل هذه الخلايا طبقة خارجية واقية على السيقان والجذور. في حين يشكّل نسيج الفلين القلف الخارجي على النباتات الخشبية، ومنها البلوط. تذكّر أن خلايا نسيج الفلين هي تلك التي لاحظها روبرت هوك عندما شاهدها بمجهره البسيط.

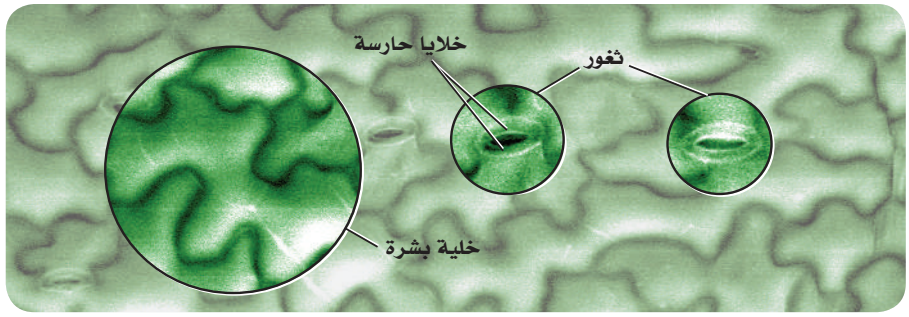
مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالِم المروج Turf Scientist

تحتاج ملاعب الجولف والمتنزهات وملاعب الرياضة مهارات عالِم المروج لكي يحافظ على الحشائش التي تنمو فيها. وتشتمل خلفيته التعليمية على دراسة العلوم وإدارة الأعمال.

■ **الشكل 3–5** يحدث معظم نمو النبات من إنتاج خلايا جديدة بوساطة الأنسجة المولدة. فالسيقان والجذور تزداد في الطول بسبب إنتاج خلايا جديدة بوساطة النسيج المولد القمّي غالبًا. أما الكامبيوم الوعائي للنبات فينتج خلايا تعمل على زيادة قطر الساق والجذر.





■ **الشكل 4–5** يتكون سطح الورقة من خلايا بشرة متراصّة تساعد على حماية النبات، وتمنع تبخر الماء. وتُفتح الثغور وتُغلق للسماح للغازات بالدخول والخروج.

الأنسجة الخارجية – البشرة Dermal Tissue – The Epidermis الأنسجة الخارجية ـ والتي تُسمى **البشرة** epidermis أيضًا ـ طبقة من الخلايا التي تكوّن الغطاء الخارجي للنبات، **الشكل 4–5**. ويمكن أن تُفرز معظم خلايا البشرة مادة دهنية تكوّن الكيوتكل. وقد درست سابقًا أن الكيوتكل يُساعد على تقليل فقد الماء من النباتات بإبطائه عملية التبخر. كما يمكن أن يساعد الكيوتكل على منع البكتيريا والمخلوقات الحية الأخرى المسببة للأمراض من دخول النبات.

الثغور Stomata قد يكون للنباتات عدة تكيفات في بشرتها. فالبشرة في معظم الأوراق وبعض السيقان الخضراء تحوي الثغور، أيْ فتحات صغيرة يدخل خلالها ثاني أكسيد الكربون والماء والأكسجين وغازات أخرى. وتسمى الخليتان اللتان تشكّلان الثغر **الخليتين الحارستين** guard cells، وينتج عن التغيرات في شكل الخليتين الحارستين فتح الثغور أو إغلاقها، **الشكل 4–5**.

الشعيرات Trichomes تُنتج بعض خلايا البشرة على الأوراق والسيقان نتوءات تشبه الشعر تُسمى الشعيرات الورقية، **الشكل 5– 5**. وتعطي الشعيرات الأوراق مظهرًا زغبيًّا قد يساعد على حماية النبات من الحشرات والحيوانات المفترسة. وقد تُطلق بعض الشعيرات موادّ سامة عند لمسها؛ كما أن الشعيرات تحفظ النبات باردًا؛ لأنها تعكس أشعة الشمس.

الشعيرات الجذرية Root hairs لبعض الجذور شعيرات جذرية، وهي امتدادات هشة تخرج من خلايا البشرة في الجذر، **الشكل 5–5**. وتزيد الشعيرات الجذرية المساحة السطحية للجذر، وتمكّنه من امتصاص كمية من المواد أكبر مما لو خلا الجذر من هذه الشعيرات.

المفردات

أصل الكلمة

شعيرة Trichome:
من كلمة trickhma اليونانية وتعني نمو الشعر.

تجربة علمية

هل تتعرف النباتات؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية

الشعيرات الجذرية

الشعيرات الورقية

■ **الشكل 5–5** تساعد التكيفات الخارجية لورقة النبات على البقاء. فالغدد الصغيرة الموجودة على قمم الشعيرات قد تحوي مواد سامة، في حين تزيد الشعيرات الجذرية مساحة سطح الجذر.

استنتج. ما أهمية ريّ النباتات المعاد زراعتها؟

تجربة استهلالية

مراجعة بناءً على ما قرأت عن تركيب النبات، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل.

الأنسجة الوعائية Vascular tissues يُنقل الماء والغذاء والمواد الأخرى خلال جسمك عبر الأوعية الدموية. أما في النباتات فيكون نقل الماء والغذاء والمواد المذابة الوظيفة الرئيسة لنوعين من الأنسجة الوعائية، هما الخشب واللحاء.

الخشب Xylem يدخل الماء الذي يحتوي على الأملاح المعدنية المذابة عبر الجذور إلى النبات. ويستعمل بعض الماء في عملية البناء الضوئي. أما الأملاح المعدنية المذابة فلها وظائف عديدة في الخلايا. ويُنقل الماء وما به من أملاح معدنية مذابة في النبات عبر نظام الخشب، فيتدفق بشكل مستمر من الجذور وحتى الأوراق. **والخشب** xylem هو النسيج الوعائي الناقل للماء، ويتألف من خلايا متخصصة، هي الأوعية الخشبية والقصيبات.

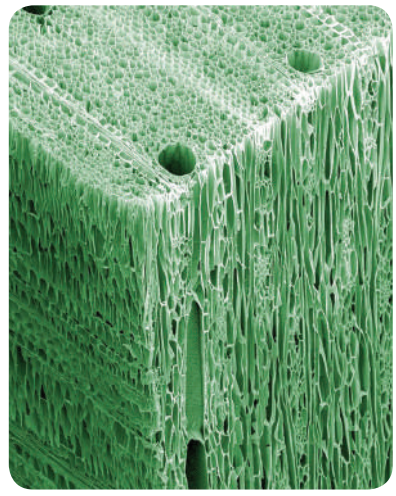
الأوعية الخشبية يتكون الوعاء الخشبي عند نضجه من الجدر الخلوية فقط. إن افتقار هذه الخلايا للسيتوبلازم عند نضجها يسمح للماء بالتدفق بحرية خلال هذه الخلايا. **الأوعية الخشبية** vessel elements خلايا أنبوبية تتراص طرفًا لطرف، فتشكّل أشرطة من الخشب تُسمى الأوعية. ويكون الوعاء الخشبي مفتوحًا عند طرفيه ما عدا شريطًا يشبه الحاجز عند كل فتحة. وفي بعض النباتات تفقد الأوعية جدرانها الطرفية تمامًا، ممّا يسمح للماء والمواد المذابة فيه بالانتقال بحرية من وعاء خشبي إلى آخر أما النوع الآخر من خلايا الخشب فهو القصيبات.

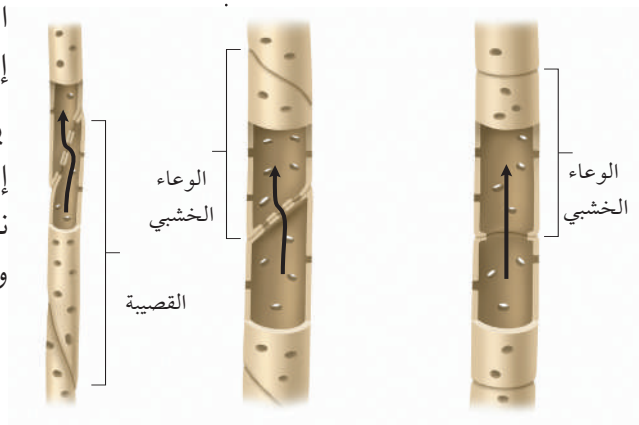
القصيبات النوع الآخر من خلايا الخشب فهو القصيبات. و**القصيبات** tracheids خلايا أسطوانية الشكل طويلة ذات أطراف مثقبة، وتتكون عند نضجها من جدر خلوية فقط. تصطف القصيبات طرفًا لطرف، وتشكّل شريطًا يشبه الأنبوب. وللقصيبات جدران طرفية، بخلاف الأوعية الخشبية الناضجة. لذا، تكون القصيبات أقل كفاءة من الأوعية الخشبية في نقل المواد. انظر **الشكل 6–5**، وقارن بين تركيب القصيبات والأوعية الخشبية. يتكون الخشب من قصيبات بصورة كاملة تقريبًا في معرّاة البذور (النباتات البذرية اللازهرية). أما في النباتات الزهرية فيتكون الخشب من قصيبات وأوعية. ولأن الأوعية أكثر كفاءة في نقل الماء والمواد لذا فإن العلماء يفترضون أن ذلك يفسر سبب نمو النباتات الزهرية في بيئات مختلفة عديدة.

اللحاء Phloem النسيج الرئيس الذي ينقل الغذاء في النبات؛ فهو ينقل السكريات المذابة والمركبات العضوية الأخرى. تذكر أن الخشب ينقل المواد بعيدًا عن الجذور، أما **اللحاء** phloem فينقل المواد من الأوراق والسيقان إلى الجذور، ومن الجذور إلى السيقان والأوراق.

يوجد في اللحاء خلايا حجرية وألياف، لكنها لا تستعمل في النقل؛ إذ إن هذه الخلايا الصلبة توفر دعمًا للنبات فقط. يتكوّن اللحاء من نوعين من الخلايا: **الأنابيب الغربالية** sieve tube member و**الخلايا المرافقة** companion cells.

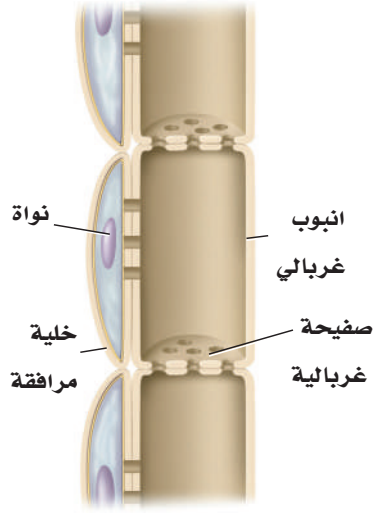
■ **الشكل 6 – 5** القصيبات والأوعية الخشبية هما الخلايا الناقلة في الخشب.





تحتوي عناصر الأنابيب الغربالية على السيتوبلازم، ولكنها تفتقر إلى النوى والرايبوسومات عندما تكون ناضجة.

يحيط بالأنابيب الغربالية خلايا مرافقة، كل منها لها نواة. ويعتقد العلماء أن هذه النواة تساعد كلًّا من الخلية المرافقة والأنبوب الغربالي المكتمل النمو المجاور لها من خلال امدادها بالطاقة اللازمة لعملها، وتتحكم في عملية النقل داخلها. ويوجد في النباتات الزهرية تراكيب تُسمى الصفائح الخلوية (الصفائح الغربالية) عند طرف كل أنبوب غربالي، انظر **الشكل 7–5**. هذه الصفائح لها ثقوب واسعة تسمح بمرور المواد المذابة من خلالها. يتم أيض بعض الجلوكوز الذي تنتجه الأوراق والأنسجة الأخرى التي تقوم بعملية البناء الضوئي بوساطة النبات. لكن بعضه الآخر يتحول إلى كربوهيدرات، وينتقل ليُخزّن في مناطق التخزين في النبات. وتعد الخلايا البرنشيمية الموجودة في الجذور أمثلة على المخازن.



الشكل 7–5 لاحظ وجود ثقوب في الصفائح الغربالية الموجودة بين الأنابيب الغربالية.

الأنسجة الأساسية Ground tissues الأنسجة التي لا تندرج تحت الأنسجة المرستيمية أو الخارجية أو الوعائية تعد أنسجة أساسية. وتتكون **الأنسجة الأساسية** ground tissues من خلايا برنشيمية وكولنشيمية وإسكلرنشيمية، ولها وظائف متنوعة، منها البناء الضوئي والخزن والدعامة. ويتكون معظم النبات من نسيج أساسي. يحتوي النسيج الأساسي في الأوراق والسيقان الخضراء على خلايا بها العديد من البلاستيدات التي تنتج الجلوكوز للنبات. وفي بعض السيقان والجذور والبذور تحتوي خلايا النسيج الأساسي على فجوات كبيرة تخزن السكريات والنشا والزيوت أو المواد الأخرى. كما تساعد الأنسجة الأساسية في وظيفة الدعامة عندما تنمو بين أنواع أخرى من الأنسجة.

التقويم 1–5

الخلاصة

- هناك ثلاثة أنواع من خلايا النبات هي: البرنشيمية والكولنشيمية والإسكلرنشيمية.
- يرتبط تركيب الخلية النباتية مع وظيفتها.
- هناك أنواع عدة من الأنسجة النباتية، منها المرستيمية والخارجية والوعائية والأساسية.
- يُشكل الخشب واللحاء الأنسجة الوعائية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **صف** الأنواع المختلفة للخلايا النباتية الموجودة في الأنسجة النباتية.
2. **قارن** بين أنواع الخلايا النباتية.
3. **صف** الشعيرات الجذرية وبيّن وظيفتها.
4. **حدّد** موقع الكامبيوم الوعائي ووظيفته.
5. **قارن** بين نوعي خلايا الخشب المتخصصة.

التفكير الناقد

6. **اعمل جدولًا** يلخص تراكيب الأنسجة النباتية المختلفة ووظائفها، مستعملًا المعلومات الواردة في هذا القسم.
7. **قوّم** فوائد عدم وجود جدران في نهايات الأوعية الخشبية.
8. **الكتابة في علم الأحياء** ألف قطعة نثرية تصف فيها نسيجًا نباتيًّا.

5-2

هرمونات النباتات واستجاباتها
Plant Hormones and Responses

الأهداف

- **تحدد** الأنواع الرئيسة لهرمونات النبات.
- **تشرح** كيف تؤثر الهرمونات في نمو النباتات.
- **تصف وتحلل** الأنواع المختلفة من استجابات النبات.

مراجعة المفردات

النقل النشط Active tranport: حركة المواد عبر الغشاء البلازمي عكس فرق تركيزها؛ ويحتاج إلى طاقة.

المفردات الجديدة

الأكسين	السايتوكاينين
الجبريلين	استجابة الحركة
الإثيلين	الانتحاء

الفكرة الرئيسة **يمكن أن تؤثر الهرمونات في استجابات النبات لبيئته.**

الربط مع الحياة أن استجابات الجسم المختلفة تسيطر عليها الهرمونات. فعندما تأكل ترسل الهرمونات إشارات لخلايا الجهاز الهضمي؛ لكي تطلق إنزيماتها الهاضمة. ورغم أن النبات ليس له جهاز هضمي يفرز إنزيمات إلا أن الهرمونات تسيطر على نواحٍ متعددة من نموه.

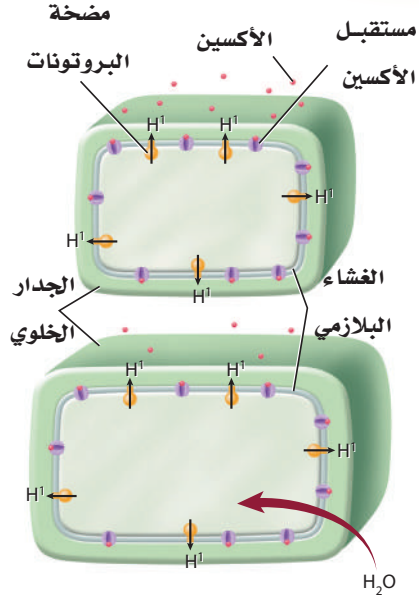
الهرمونات النباتية Plant Hormones

الهرمونات مركبات عضوية تُصنع في جزءٍ معين من المخلوق الحي، وتنتقل إلى جزءٍ آخر؛ حيث تؤثر فيه. ويحتاج المخلوق الحي إلى كمية ضئيلة من الهرمون لإحداث تغير فيه. هل يفاجئك معرفة أن النباتات تنتج هرمونات؟ يمكن أن تؤثر هرمونات النبات في انقسام الخلايا ونموها وتمايزها. وتشير نتائج الأبحاث إلى أن هرمونات النبات تؤدي عملها بالارتباط كيميائيًّا مع مواقع محددة على الغشاء البلازمي تسمى المستقبلات البروتينية. ويمكن أن تؤثر هذه المستقبلات في إظهار أثر الجينات أو نشاط الإنزيمات أو نفاذية الغشاء البلازمي، كما درست سابقًا في هرمونات جسم الإنسان.

الأكسين Auxin أول هرمون نباتي تم اكتشافه. وهناك أنواع عديدة منه، غير أن إندول حمض الخليك (الأكسين) من أكثرها دراسة، حيث يُنتَجُ في القمة النامية والبراعم والأوراق الصغيرة والأنسجة الأخرى السريعة النمو. وهو ينتقل عبر النبات من خلية برنشيمية إلى أخرى بوساطة نوع من النقل النشط. وقد قيست سرعة انتقال **الأكسين** auxin فوجد أنها 1 cm /h، وتنتقل بعض الأكسينات في اللحاء. وينتقل الأكسين في اتجاه واحد فقط، بعيدًا عن مكان إنتاجه.

الربط مع الكيمياء ينبه الأكسين استطالة الخلايا. وتشير البحوث إلى أن هذه العملية غير مباشرة في الخلايا الصغيرة، ويشجع كذلك على تدفق أيونات الهيدروجين بوساطة مضخة الهيدروجين من السيتوبلازم إلى جدار الخلية. وهذا يكوّن وسط أكثر حموضة، ممّا يضعف الوصلات بين ألياف السيليلوز في الجدار. كما أنه يحفّز إنزيمات معينة تساعد على تحليل الجدار الخلوي. ونتيجة لفقدان أيونات الهيدروجين في السيتوبلازم فإن الماء يدخل الى الخلايا، **الشكل 8–5**. وينجم عن ضعف جدران الخلايا وزيادة ضغطها الداخلي استطالة الخلية. يختلف تأثير الأكسين في النبات بصورة كبيرة بناءً على تركيزه وموقع عمله.

الشكل 8–5 يحفز الأكسين تدفق أيونات الهيدروجين عبر جدار الخلية مما يضعفه، ليدخل الماء وبالتالي تستطيل الخلية.



فمثلاً نجد أن التركيز الذي يشجع نمو الساق يمكن أن يثبط نمو الجذر في بعض النباتات. وتنبه التراكيز المنخفضة من الأكسين عادة استطالة الخلية، في حين قد تسبب التراكيز الأعلى أثرًا معاكسًا. ووجود هرمونات أخرى يمكن أن يعدّل أثر الأكسين.

يسبب وجود الأكسين ظاهرة تسمى سيادة القمة النامية، ويكون فيها نمو النبات غالبًا نحو الأعلى، ولا يوجد إلا القليل منه في الفروع الجانبية. فالأكسين الذي تُنتجه القمة النامية يثبّط نمو الأغصان الجانبية. إن إزالة القمة النامية للنبات يقلّل من كمية الأكسين الموجودة، وهذا يشجع نمو الفروع الجانبية، ويبين **الشكل 9–5**، الفرق الذي تحدثه هذه الإزالة.

تؤثر الأكسينات في تكوين الثمار، وتؤخر سقوطها. وتشير البحوث إلى أن إنتاج الأكسين يتباطأ بزيادة نضج الخلية. فعند نهاية فصل النمو تؤدي قلة كميات الأكسين في الأشجار والشجيرات إلى سقوط الثمار الناضجة إلى الأرض، وسقوط الأوراق قبل الشتاء.

ماذا قرأت؟ **قارن** كيف يمكن أن تؤثر التراكيز المختلفة للأكسين في النبات؟

الجبريلينات Gibberellins تسبب هذه المجموعة من هرمونات النبات والتي تسمى **الجبريلينات** gibberellins استطالة الخلايا، وتحفز انقسامها، كما تؤثر في نمو البذور. وتنتقل الجبريلينات في الأنسجة الوعائية. وتفتقر النباتات القصيرة إلى الجينات المنتجة للجبريلينات أو إلى الجينات المنتجة لمستقبلاتها. وعندما تعالج هذه النباتات بالجبريلينات فإن تلك التي تفتقر إلى جينات الجبريلينات ولكن لديها مستقبلاتها تزداد طولاً. إن معاملة النبات بالجبريلينات يمكن أن يسبب زيادة في طوله، **الشكل 10–5**.

الإثيلين Ethylene الهرمون الغازيّ الوحيد المعروف هو **الإثيلين** ethylene، وهو مركب بسيط مكوّن من ذرتي كربون وأربع ذرات هيدروجين. ويوجد الإثيلين في الثمار الناضجة والأوراق والأزهار المتساقطة.

الشكل 9–5
العلوية: يثبّط الأكسين نموّ الأغصان الجانبية. **السفلية**: تقلّل إزالة القمة النامية للنبات من كمية الأكسين، ولذا تنمو الأغصان الجانبية.

الشكل 10–5 هذه النباتات ليس لديها جينات لإنتاج الجبريلينات. لكن النبات الذي على اليمين نما عندما تم معالجته بالجبريلينات.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عـالم وظائف أعضاء (فسيولوجيا) النبات Plant physiologist يدرس مواضيع عديدة، منها كيمياء النباتات وكيـف تعمـل الهرمونـات. يعمـل العديـد ومنهـم في التعليم والبحث في الجامعات.

ولأن الإثيليـن غـاز فإنه يمكن أن ينتشـر بين الخلايـا، كما أنه ينتقـل عبر اللحاء. وعلى الرغم من أن الإثيلين يمكن أن يؤثر في أجزاء أخرى من النبات إلا أن تأثيره الأساسي هو في الثمار في مرحلة النضج. يجعل الإثيلين جدران خلايا الثمار غير الناضجـة ضعيفة، ويؤدي إلى تحليل الكربوهيدرات المعقدة فيها إلى سـكريات بسـيطة. ونتيجـة لتعرض الثمار للإثيليـن فإنها تصبح طرية أكثـر، كما تصبح أكثر حلاوة من الثمار غير الناضجة. ولأن الثمار الناضجة معرضة للإصابة بالكدمات بسـهولة في أثناء الشحن فإن المزارعين غالبًا يشـحنون ثمارهم غير ناضجة، وما أن تصل إلى وجهتها فإنهم يعالجونها بالإثيلين، مما يسرّع في نضجها.

السايتوكاينينـات Cytokinins هرمونات تحفـز النمو، يتم إنتاجها في الخلايا السريعة الانقسام. وهي تنتقل إلى الأجزاء الأخرى من النبات عبر الخشب. تشجع **السايتوكاينينات** cytokinins انقسام الخلايا بتحفيزها على بناء البروتينات الضرورية للانقسـام المتساوي وانقسام السيتوبلازم. وحيث إن السايتوكاينينات تزيد معدل النمو فإنها تضاف غالبًا إلى الوسط الغذائي المستعمل في زراعة الأنسجة النباتية، وهي تقنية تتم في المختبر لتنمية نباتات من قطع أنسجة نباتية. يؤثر وجود الهرمونات الأخرى، وبخاصة الأكسـين، في عمل السايتوكاينينات. فمثلاً ينبه إندول حمض الخليك (الأكسين) وحده على استطالة الخلايا، ولكن عند إضافته إلى السايتوكاينين فإنه يشجع الانقسام السريع للخلايا، ويؤدي إلى نموّ سريع.

ماذا قرأت؟ صف طريقتين تؤثر بهما الهرمونات في النباتات.

تجربة 2-5

استقصاء استجابة النبات

كيـف تستجيـب النباتات للمنبهـات الخارجية؟ تحتـوي النباتات على مجموعـة مـن الآليـات التـي تسـتجيب من خلالهـا للظـروف البيئية المحيطة، ومنها الضوء، وفي هذا المختبر سـتتعرف اسـتجابة النباتات للضوء.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ازرع **بـذور البـازلاء** في ثلاثـة اصـص في كل منها 4 بـذور، قبل اربعة أيام من بدء التجربة، وسجل ملاحظاتك حولها.
3. احـضر **صندوقين من الكرتون** قاعدتهما مفتوحة، ثم اعمل شـقًا افقيًـا في منتصف أعلى أحـد الأوجه الجانبيـة لأحدهما بطول 12 cm وعرضه 3 cm.
4. ضـع الاصـص الثلاثـة في مـكان مـضيء ثـم غـطِ اثنـان منهـا بالصناديـق الكرتونيـة بحيث يكون الشـق في احـد الصندوقين مواجهًا للضوء، واترك الثالث تحت الضوء مباشرة.
5. لاحظ النباتات بعد 24 ساعة من التجربة وسجل ملاحظاتك.

التحليل

1. **حدد** نوع المنبة الضروري لتحفيز النباتات على تغيير اتجاه نموها.
2. **التفكيـر الناقـد.** إذا كـررت التجربة مرة اخـرى، بحيث عملت شـقان في وجهين متقابلين من الصنـدوق الكرتوني أحدهما باتجاه الضوء، ماذا تتوقع أن يحدث؟

استجابات النبات Plant Responses

هـل تسـاءلت يومًا عن سـبب نمـو أوراق نباتـات المنـزل الداخلية متجهـةً نحو الشبابيك أو عن سبب تسلق أغصان شجرة العنب أحد الأعمدة؟ إن هذه الظواهر وأحداثًا كثيرة غيرها – منها نمو الجذور نحو الأسفل، ونمو الساق نحو الأعلى، وإسـقاط النباتـات لأوراقها، واصطيـاد أوراق بعض النباتات للحشـرات – كلها استجابات من النباتات لبيئاتها.

استجابة الحركة Nastic responses إن اسـتجابة النبات التي تسبب الحركة بغض النظر عن اتجاه المنبه تسـمى **اسـتجابة الحركـة** nastic response. وهذه ليست استجابة نمو، بل هي استجابة مؤقتة، ويمكن تكرارها مرات عديدة.

يشـكّل انطباق أوراق النبتة آكلة الحشـرات (فينوس) مثالًا آخر على اسـتجابات الحركة. وتبين البحوث الحديثة أن هذا ينتج عن حركة الماء في نصف من الورقة الصائدة. وتسـبب الحركة تمددًا غير متسـاوٍ إلى أن يتغير الشكل المقوس للورقة فجأة ويطبق المصيدة، كما يعد نمو نبات تباع الشمس وحركته تبعًا لمكان وجود الشمس من الأمثلة على استجابات الحركة.

استجابـات النمـو Tropic responses ماذا تلاحـظ على النباتـات في **الجـدول 2–5**؟ إنها جميعها أمثلة على اسـتجابات النمـو أو الانتحاء. **فالانتحاء** tropism هـو نمـوّ النبات اسـتجابةً لمنبـهٍ خارجي. فـإذا كان نمو النبـات الناتج عـن ذلك نحو المنبه سُـمي انتحاءً موجبًـا، وإذا كان النمو بعيدًا عن المنبه سُـمي انتحاءً سـالبًا. وهناك أنواع عديدة من الانتحاء تشمل الانتحاء الضوئي والانتحاء الأرضي والانتحاء اللمسـي. فالانتحاء الضوئي هو اسـتجابة نمو النبات للضوء، وسـببه التوزيع غير المتسـاوي للأكسـين. ويوجد القليل من الأكسـين في جانب النبـات المعرض للضوء، والكثير منه في الجانب البعيد عن مصدر الضوء. ولأن الأكسـين يسـبب اسـتطالة الخلايـا فإن الخلايـا علـى الجانب البعيـد من مصدر الضـوء تسـتطيل، مما يجعل ذلـك الجانب من السـاق أطول، فتكـون النتيجة أن ينحنـي السـاق في اتجـاه مصدر الضوء. أمـا الانتحاء الأرضي فهو اسـتجابة نمو النبـات نحو مركز الجاذبيـة الأرضية. وتُظهر الجذور عادة انتحـاءً أرضيًّا موجبًا. إن نمو الجذور إلى أسـفل في التربة يسـاعد على تثبيت النبات، ويجعل الجذور ملامسـة للماء والأمـلاح المعدنية. لكن السـاق تظهر انتحاءً أرضيًّا سـالبًا عندما تنمو إلى أعلى بعيدًا عن مركز الجاذبية الأرضية. وهذا النمو يوزع الأوراق بحيث تتعـرض لأكبر كمية من الضوء. وهناك نوع ثالث من الانتحاء في بعض النباتات، ألا وهو الانتحاء اللمسـي. وهذا النوع هو اسـتجابة نمو النباتات للمؤثرات الآلية (الميكانيكية)، ومنها ملامسـة جسـم ما أو مخلوق ما أو حتى الريح. إن الانتحاء اللمسـي واضح فـي النباتات المتسـلقة التي تلتـف حول أي تركيـب قريب منها كشجرة أو سياج.

الجدول 2–5	انتحاء النباتات	
الانتحاء	المنبه / الاستجابة	مثال
الانتحاء الضوئي Phototropism	الضوء • النمو نحو مصدر الضوء	
الانتحاء الأرضي Gravitropism	الجاذبية • موجب: نمو نحو الأسفل • سالب: نمو نحو الأعلى	
الانتحاء اللمسي Thigmotropism	ميكانيكي • نمو نحو نقطة التماس أو الملامسة.	

التقويم 2–5

الخلاصة

- تُنتج الهرمونات النباتية بكميات قليلة.
- قد تؤثر الهرمونات في انقسام الخلية، والنمو وتمايز الخلايا.
- استجابات الحركة لا تعتمد على اتجاه المنبه.
- الانتحاء هو استجابة للمنبهات من اتجاهٍ محدد.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **حدد** الهرمونات النباتية وصنفها بناءً على تأثيراتها في النباتات.
2. **سمِّ** ثلاثة أنواع من الانتحاءات في النباتات وصفها.
3. **قارن** بين الانتحاءات واستجابات الحركة.

التفكير الناقد

4. **صمم نموذجًا** يبين كيف ينتقل الأكسين من خلية إلى أخرى.
5. **احكم** على الأساس العلمي للقول الشائع "تفاحة متعفنة واحدة تتلف صندوقًا كاملًا".

اكتشافات في علم الأحياء

النباتات ودفاعاتها Plants and their defenses

عندما تفكر في السلسلة الغذائية قد يتبادر إلى ذهنك صورة مفترس يطارد فريسة ويقبض عليها. لكن النباتات مستقرة وجالسة، وهي لا تستطيع الهرب من آكل الأعشاب. فهل تدافع النباتات عن نفسها ضد المفترسات؟ إن فهم الدفاعات الكيميائية للنباتات يساعد الإنسان على ابتكار استراتيجيات لحماية المحاصيل والنباتات الأخرى.

دافع أو مت وهب الله سبحانه وتعالى بعض النباتات تكيفات متنوعة، منها الشعيرات، والأشواك المختلفة الحجوم على بشرتها لردع المفترسات. ولبعضها الآخر ترسبات من السيليكا داخل أوراقها تجعلها صعبة القضم، وقد تتلف أسنان المفترس. تفرز العديد من النباتات مركبات ثانوية ليست مهمة في أيض النبات، بعض هذه المركبات قد تكون مُرّة الطعم أو سامة للمفترس، وبعضها الآخر قد يؤثر في هضم المفترس أو نموه أو تكاثره. وقد اكتشف الباحثون عام 2005 م أن جذور نوع من الملفوف تنتج موادّ تحمي النبات بقتلها أنواعًا عديدة من البكتيريا في التربة.

هل هي حشرة أم لا؟ من المعروف أن النباتات تميز بين هجوم حشرة وأنواع أخرى من التلف في أجزائها، ومنها التقليم بوساطة المزارع. بعض النباتات تستجيب لمواد كيميائية معينة في لعاب الحشرة. فقد وجد مجموعة من علماء الكيمياء الحيوية أنه عندما تقضم حشرة أوراق نبات ما تنتشر إشارة كيميائية في جسم النبات كاملًا. وهذه الإشارة تحفز زيادة إنتاج مادة سامة في أوراق النبات جميعها، وليس في الورقة التي قُضمت فحسب.

طلب النجدة عندما تهاجم آكلات الأعشاب بعض النباتات، يطلق النبات إشارات كيميائية (روائح مثلاً) تجذب الأعداء الطبيعيين لآكل الأعشاب هذا. فبعض النباتات مثلًا – في الصورة– يرشد بعض أنواع الدبابير المتطفلة إلى يرقة الفراشة (اليسروع) التي قضمت أوراقه.

عندما تتغذى يرقة الفراشة (اليسروع) على النبات فإن لعاب اليرقة يجعل النبات يفرز مواد كيميائية في الهواء تجذب نوع من الدبابير المتطفل – وهو مفترس ليرقة الحشرة.

وقد أكدت الدراسات أن المواد الكيميائية المستعملة في الإشارة ليست مخزونة في النبات السليم. ولكن النباتات تطلق الإشارات الكيميائية بمجرد البدء بقضمها، كما أنها تحرّرها بكمية أكبر في الوقت الذي يكون فيه الأعداء الطبيعيون أكثر نشاطًا. علمًا بأن آكلات الأعشاب المختلفة تطلق أيضًا إشارات كيميائية مختلفة. وعلى الرغم من أن التقدم في التقنيات الكيميائية والتقنيات الحيوية قد سارع في اكتشاف إشارات النباتات الطبيعية التي قد تساعد على حماية المحاصيل إلا أن الدليل يبين أن الإشارات الكيميائية قد تساعد المفترس آكل الأعشاب على اكتشاف الغذاء أيضًا.

الكتابة في علم الأحياء

إعلان تصوّر أنك طورت مبيدًا حشريًّا جديدًا فعالاً لمقاومة الآفات يستعمل دفاعات النباتات الطبيعية. اكتب إعلانًا تصف فيه المنتج، وكيف يختلف عن المنتجات الأخرى المتوافرة؟ وكيف يمنع نموّ الآفات المقاومة؟

مختبر الأحياء

صمم بنفسك

الإنترنت: كيف تستجيب النباتات القزمة للجبريلينات؟

الخلفية النظرية: تفتقر بعض النباتات القزمة إلى جين إنتاج الجبريلين، وبعضها يفتقر إلى مستقبلات الجبريلين. ستصمم في هذا المختبر تجربة تحدّد فيها هل يمكن أن تغير نمط نموّ بادرات نبات بازلاء قزم بإضافة حمض الجبريليك (شكل من أشكال الجبريلينات) إليها؟

سؤال: هل تستطيع استعمال الجبريلينات لتغيير نمو نباتات البازلاء القزمة؟

المواد والأدوات

- حمض الجبريليك بتراكيز مختلفة.
- ورق مقوى.
- سائل غسل الأطباق (عامل ترطيب).
- بادرات نبات البازلاء القزمة في قواريرها.
- زجاجات لرش الماء (رشاش ماء).
- أعواد قطن لتنظيف الأذن.
- أكياس بلاستيك كبيرة .
- ماء مقطر .
- ورقة رسم بياني.
- مصدر ضوء.
- سماد للنباتات.
- مسطرة مترية .

اختر المواد الملائمة لهذا المختبر.

إجراءات السلامة

خطط ونفذ المختبر

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. كوِّن فرضية تتضمن كيفية تأثير الجبريلينات في نمو نباتات البازلاء القزمة.
3. صمّم تجربة لاختبار فرضيتك، وتحقق من شمولها المجموعة الضابطة.
4. ضع قائمة بالعوامل التي يجب أن تبقى ثابتة في مجموعاتك التجريبية والضابطة.
5. حدّد طريقة لإضافة حمض الجبريليك إلى النباتات، وقرّر كم مرة ستضيفه.
6. صمّم جدولًا لتسجل بيانات التجربة.
7. تأكد أن معلمك قد أقرّ خطتك قبل أن تبدأ العمل.
8. اجمع المتطلبات التي تحتاج إليها، وجهز بياناتك التجريبية والضابطة.
9. أكمل التجربة كما أقرّها لك معلمك.
10. سجل قياساتك وملاحظاتك عن النباتات في جدول البيانات.
11. مثِّل بيانيًّا بيانات كل من المجموعتين التجريبية والضابطة.
12. **التنظيف والتخلص من الفضلات** أعدْ حمض الجبريليك غير المستعمل إلى معلمك للتخلص منه. وفرّغ زجاجات الرش جيدًا واغسلها بالماء. تخلص من أعواد القطن بطرحها في سلة النفايات، وتخلص أيضًا من النباتات حسب إرشادات المعلم.

حلِّل ثم استنتج

1. **حلّل** الرسم البياني الخاص بك، وحدّد تأثير حمض الجبريليك في النباتات القزمة.
2. **كوّن فرضية** بناءً على نتائجك، واشرح سبب تقزم نباتات البازلاء.
3. **التفكير الناقد.** لماذا يُعد التغير الوراثي ـ ومنه ذلك الذي يجعل نباتات البازلاء لا تُنتج الجبريلينات ـ مشكلةً للنباتات في البيئات الطبيعية؟
4. **تحليل الخطأ.** ما الذي تعتقد أنه حدث في تجربتك وجعل نتائجك غير دقيقة؟ وكيف يمكن أن تغير من خطوات عملك؟

شارك بياناتك

مراجعة قارن رسومك البيانية برسوم الطلبة الآخرين الذين أكملوا هذه التجربة.

الفصل 5

دليل مراجعة الفصل

المطويات **وضح.** على الوجه الخلفي للمطوية، وضح دور الهرمونات النباتية وآلية عملها.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
5–1 خلايا النبات وأنسجته	
الخلية البرنشيمية الخلية الكولنشيمية الخلية الإسكلرنشيمية النسيج المولّد (المرستيمي) الكامبيوم الوعائي الكامبيوم الفليني البشرة الخلية الحارسة الخشب الأوعية الخشبية القصيبات اللحاء الأنابيب الغربالية الخلية المرافقة النسيج الأساسي	**الفكرة الرئيسة** **تشكّل الأنواع المختلفة من خلايا النبات أنسجته.** • هناك ثلاثة أنواع من خلايا النبات، هي: البرنشيمية والكولنشيمية والإسكلرنشيمية. • يرتبط تركيب الخلية النباتية مع وظيفتها. • هناك أنواع عدة من الأنسجة النباتية، منها: المرستيمية والخارجية والوعائية والأساسية. • يشكّل الخشب واللحاء الأنسجة الوعائية.
5–2 هرمونات النبات واستجاباتها	
الأكسين الجبريلين الإثيلين السايتوكاينين استجابة الحركة الانتحاء	**الفكرة الرئيسة** **يمكن أن تؤثر الهرمونات في استجابات النبات لبيئته.** • تُنتَج الهرمونات النباتية بكميات قليلة. • قد تؤثر الهرمونات في انقسام الخلية، والنمو وتمايز الخلايا. • استجابات الحركة لا تعتمد على اتجاه المنبه. • الانتحاء هو استجابة للمنبهات من اتجاهٍ محدد.

الفصل 5 التقويم

5–1

مراجعة المفردات

ميز بين كل كلمتين فيما يأتي:

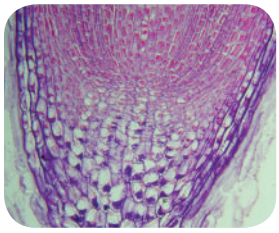
1. الإسكلرنشيمي، الكولنشيمي.
2. الخشب، اللحاء.
3. البشرة، الخلية الحارسة.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

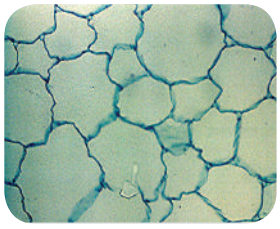
4. ما النسيج الوعائي الذي ينقل الماء والأملاح المعدنية المذابة من الجذور إلى الأوراق؟
   a. البشرة.
   b. البرنشيمي.
   c. الخشب.
   d. اللحاء.
5. أي المناطق الآتية تحوي خلايا تنقسم باستمرار؟
   a. القمة النامية.
   b. النسيج الوعائي.
   c. النسيج الخارجي.
   d. النسيج المولد الجانبي.
6. أي الخلايا التالية تقوم بعملية البناء الضوئي؟
   a. الخلايا الكولنشيمية.
   b. الخلايا البرنشيمية.
   c. الخلايا الاسكلرنشيمية.
   d. الشعيرات الجذرية.

استعمل الصور أدناه للإجابة عن السؤالين 7 ، 8

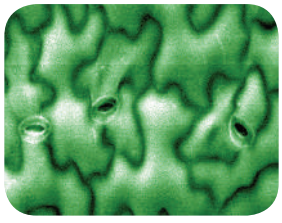
7. أيّ الصور الآتية تظهر فيها الشعيرات؟



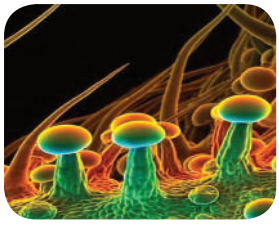
A.



B.



C.



D.

8. أيّ الصور تظهر فيها الخلايا البرنشيمية؟
   a. A.
   b. B.
   c. C.
   d. D.
9. أي ممّا يأتي يشكّل فرقًا بين النباتات البذرية اللازهرية والنباتات البذرية الزهرية؟
   a. وجود الثغور في الجذور.
   b. كمية السكر المخزنة في الجذور.
   c. وجود القصيبات والأوعية.
   d. تركيب الخلايا البرنشيمية.

الأحياء نشر المواقع الإلكترونية لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

5 تقويم الفصل

أسئلة بنائية

استعمل الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 10.

10. إجابة قصيرة. اشرح فائدة واحدة لهذه الأوعية.

11. إجابة قصيرة. قارن بين النسيج المولد والنسيج الأساسي.

12. نهاية مفتوحة. هل تعتقد أن النباتات تعيش دون وجود النسيج الأساسي؟ دافع عن إجابتك.

التفكير الناقد

13. ارسم منظمًا تخطيطيًّا يضم كل نوع من الأنسجة الأربعة المختلفة، ووظائفها وأنواع الخلايا التي تحتويها.

14. قارن بين الأنسجة الخارجية للنبات وجلدك، واذكر بعض الخصائص التي تجعل جلدك أكثر كفاءة من بشرة النبات.

5–2

مراجعة المفردات

اشرح الفرق بين كل زوج من المصطلحات الآتية، ثم وضح كيف يرتبطان معًا:

15. الهرمون، الأكسين.

16. الإثيلين، الجبريلين.

17. استجابة النمو، استجابة الحركة.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

18. ما الذي يصف الانتحاء الضوئي الموجب؟

a. ينمو النبات بعيدًا عن مصدر الضوء.
b. ينمو النبات نحو مصدر الضوء.
c. ينمو النبات نحو مركز الجاذبية.
d. ينمو النبات بعيدًا عن مركز الجاذبية.

19. أيّ مما يأتي له دور في نقل الجبريلينات عبر النبات؟

a. الكامبيوم الفليني.
b. الخلايا الحارسة.
c. النسيج الوعائي.
d. القمة النامية.

استعمل الصور للإجابة عن السؤالين 20، 21.

20. ما الذي تبينه هذه الصور؟

a. سيادة القمة النامية.

b. التقزم.

c. سقوط الأوراق.

d. استجابة الحركة.

21. ما الهرمون الذي يسيطر على هذه الحالة النباتية؟

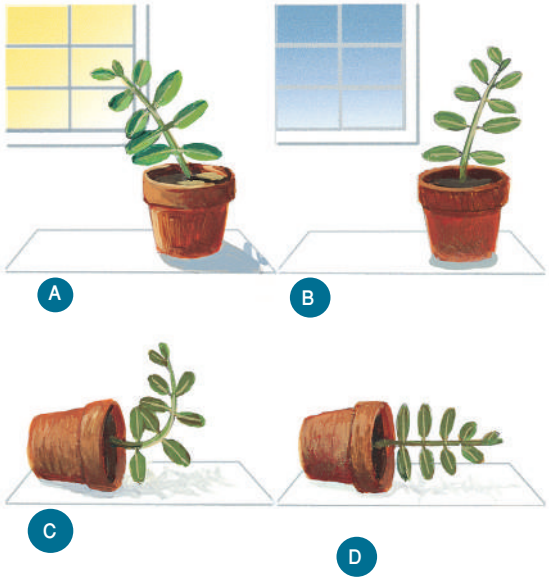
a. الأكسين.

b. الجبريلين.

c. الإثيلين.

d. السايتوكاينين.

استعمل الصور أدناه للإجابة عن السؤال 22.



22. أي السيقان في الصور السابقة تظهر انتحاءً أرضيًّا سالبًا؟

a. A

b. B

c. C

d. D

أسئلة بنائية

23. نهاية مفتوحة. ناقش ما يؤيد وما يناقض نقل الأكسين من خلية برنشيمية إلى أخرى بدلاً من نقله عبر النسيج الوعائي.

24. إجابة قصيرة. ارجع إلى **الشكل 8–5** ووضح كيف يسبب الأكسين استطالة الخلية؟

25. إجابة قصيرة. اشرح لماذا تكون استجابات الانتحاء دائمة، في حين تكون استجابات الحركة مؤقتة؟

التفكير الناقد

26. صمّم تجربة تحدد فيها ما إذا كانت نباتات الفول تظهر سيادة للقمة النامية.

27. قوّم المقولة الآتية: "البذور التي تُنقع في الجبريلينات تنمو أسرع من البذور التي لم تُنقع".

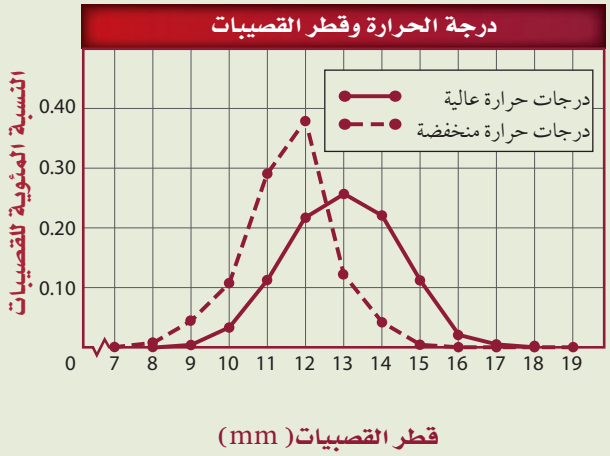
28. مهن مرتبطة مع علم الأحياء يتعين على المزارعين أن يستعملوا الهرمونات النباتية لزيادة إنتاج المحاصيل. ترى، هل هذه فكرة صائبة؟ قارن ذلك باستعمال هرمونات النمو التي تستعمل لزيادة إنتاج الحليب في الأبقار.

تقويم إضافي

29. الكتابة في علم الأحياء لو تمكّنت من تطوير هرمون نباتي جديد، فما الذي تود أن يقدمه للنبات؟ وكيف سيعمل؟ وماذا تسميه؟

أسئلة المستندات

درس فريق من علماء الأحياء تأثيرات درجة الحرارة وثاني أكسيد الكربون في الصنوبر. والرسم البياني أدناه يُمثل كميات القصيبات وأقطارها المختلفة التي نمت عند درجات حرارة مختلفة. استعمل الرسم البياني للإجابة عن السؤالين 30، 31.



30. كيف تؤثر درجة الحرارة في قطر خلايا القصيبات في أثناء نموها؟

31. كيف ترتبط درجة الحرارة وقطر القصيبات مع وظيفة القصيبات؟

اختبار مقنن

تراكمي

أسئلة الأختبار من متعدد

1. أي الهرمونات التالية يحفز عملية نضج الثمار:

a. الأكسين.
b. السيتوكاينين.
c. الإثيلين.
d. الجبريلين.

2. ما أهمية الخلايا الإسكلرنشيمية في النباتات.

a. تبادل الغازات.
b. البناء الضوئي.
c. تخزين الغذاء.
d. الدعامة.

3. أي ممّا يأتي يساهم في نقل الغذاء في الأشجار؟

a. تعاقب الأجيال.
b. الازهار.
c. البذور.
d. الأنسجة الوعائية.

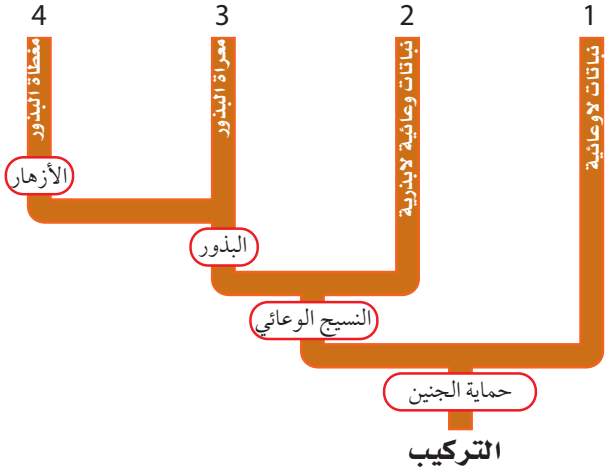
4. أي مما يلي يعد مثالاً على استجابات الحركة:

a. نبات الخيزران الذي ينمو في اتجاه الضوء.
b. جذور نبات الذرة التي تنمو إلى الأسفل.
c. نباتات تباع الشمس التي تتجه نحو الشمس.
d. نبات آكل الحشرات الذي ينمو على الأشجار.

5. ما وظيفة النسيج المولد القمي في الجذر؟

a. إنتاج خلايا جديدة لنمو الجذر.
b. مساعدة أنسجة الجذر على امتصاص الماء.
c. حماية أنسجة الجذر في أثناء نموه.
d. توفر الدعامة لأنسجة الجذر.

استعمل المخطط أدناه للإجابة عن السؤال 6.



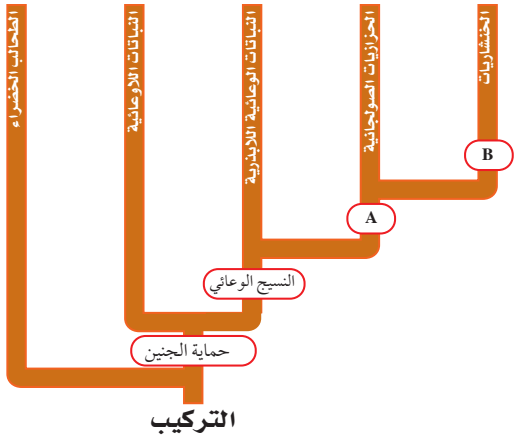
التركيب

6. أي الأرقام في الشكل أعلاه يمثل مكان وجود النباتات السيكادية؟

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

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل المخطط أدناه للإجابة عن السؤال 7.



التركيب

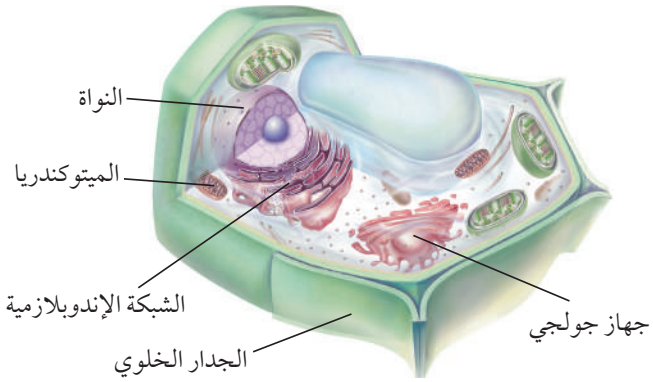
7. انظر إلى المخطط الموضح أعلاه. ما الكلمة أو العبارة التي تصف نقطتي التفرع A و B؟

8. استعمل لوحة رسم لتنظيم المعلومات المتعلقة بالنباتات السنوية وثنائية الحول والمعمرة من حيث أوجه الشبه والاختلاف.

9. اذكر وظائف كل نوع من نوعي الأنسجة الوعائية الموجودة في النباتات، وصفه.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤال 10.



10. بناءً على خصائص الخلية الموضحة أعلاه، كيف تصنّف المخلوق الذي أُخذت منه هذه الخلية؟ برّر طريقة تصنيفك لهذا المخلوق.

سؤال مقالي

تخيل أنك تخطط لتحويل مساحة من الأرض قرب مدرستك إلى حديقة صغيرة، حيث يمكنك أن تشتري بذورًا لزراعتها، ويمكنك أن تنقل إليها نباتات صغيرة. لكن هدفك الرئيس هو وجود بعض النباتات التي تنمو في الحديقة في كل فصلٍ من السنة.

استعمل المعلومات في الفقرة أعلاه للإجابة عن السؤال الآتي في صورة مقال.

11. بناءً على ما تعرفه عن النباتات وعن المناخ في المنطقة التي توجد فيها مدرستك، ما أفضل نوع من النباتات يمكن زراعته؟ صِف خطتك في صورة مقال منظم، ووضح كيف تتلاءم النباتات المختلفة التي تنوي استعمالها مع خصائص الحديقة المطلوبة؟

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	5–2	5–1	5–1	5–2	5–1	4–3	5–2	4–3	5–1	5–1	4–3
المستوى	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

التكاثر في النباتات الزهرية

Reproduction in Flowering Plants

الفصل 6

الفكرة العامة تتضمن دورات حياة النباتات طرائق مختلفة للتكاثر.

1 – 6 الأزهار

الفكرة الرئيسة الأزهار هي التراكيب التكاثرية في النباتات الزهرية.

2 – 6 النباتات الزهرية

الفكرة الرئيسة يمكن أن تنمو البذور والثمار في النباتات الزهرية من الأزهار بعد الإخصاب.

حقائق في علم الأحياء

- تنمو أكبر زهرة في العالم على النبات الاستوائي *Rafflesia arnoldii*، ولها رائحة تشبه رائحة اللحم المتعفن.
- من أضخم البذور بذرة جوز الهند من النوع *Lodoicea maldivica* والتي تنمو في جزر المالديف، إذْ قد تزن أكثر من 20 Kg عند نضجها.

تجربة استهلالية

ما تراكيب التكاثر في النبات؟

هل لاحظت أن الأزهار تظهر فجأة أحيانًا على الأشجار والشجيرات والنباتات الأخرى في الربيع؟ هل التقطت يومًا مخروطًا من تحت شجرة صنوبر، وتساءلت لماذا تُكوّن هذه الأشجار المخاريط؟ للنباتات تراكيب تكاثر؛ وهي تتكاثر جنسيًّا، مثلها مثل الكثير من المخلوقات. أما الحزازيات والسرخسيات والمخروطيات والنباتات الزهرية فلها تراكيب تكاثر فريدة. استقص هذه التراكيب خلال هذا المختبر.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك وقياساتك للتراكيب التكاثرية في النباتات التي يزودك بها معلمك.
3. لاحظ تراكيب التكاثر في المخروطيات وفي نبات زهري، ثم سجل ملاحظاتك في جدول البيانات.

التحليل

1. **حدّد** أوجه التشابه والاختلاف بين تراكيب التكاثر في النباتات.
2. **صف.** بناءً على ما تعرفه عن النباتات، كيف يمكن أن تستعمل النباتات الزهرية الأزهار في تكاثرها؟

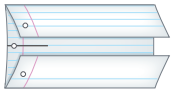
لمراجعة محتوى الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع الإلكتروني

www.obeikaneducation.com

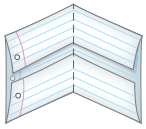
المطويات
منظمات الأفكار

دورة حياة نبات زهري اعمل هذه المطوية لتساعدك على تنظيم ما تعلمته حول دورة حياة النباتات الزهرية.

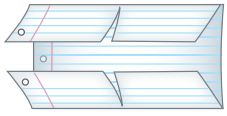
الخطوة 1: ضع علامة على منتصف ورقة من دفتر ملاحظاتك. ثم اطوِ الحافتين العليا والسفلى على أن تتطابقا وتكوّنا مساحتين متساويتين، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اطو الورقة نصفين كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: افتح الورقة المطوية، واقطع بالمقص عند خطوط الطي لتكوّن أربعة ألسنة، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 4: استعمل قلم تلوين لرسم مراحل الطور البوغي للنباتات الزهرية على الألسنة الثلاثة وتسميتها. استعمل لونًا مختلفًا لرسم الطور المشيجي على اللسان الرابع ثم عنونه.

المطويات **استعمل هذه المطوية في القسم 2–6.** في أثناء دراستك لهذا القسم، ارسم مخططًا، وسجل ما تعلمته حول ظاهرة تعاقب الأجيال في النباتات الزهرية.

6-1

الأهداف

- **تحدّد** أجزاء الزهرة ووظائفها.
- **تصف** الأزهار الكاملة، والناقصة، والأحادية الجنس، والثنائية الجنس.
- **تميز** بين أزهار ذوات الفلقة الواحدة وأزهار ذوات الفلقتين.
- **تربط** بين آلية تلقيح الزهرة وتركيبها.
- **توضح** الفترة الضوئية.

مراجعة المفردات

ليليNocturnal: نَشِطٌ في الليل فقط.

المفردات الجديدة

السبلة
البتلة
السّداة
الكربلة (المتاع)
الفترة الضوئية
نباتات النهار القصير
نباتات النهار الطويل
نباتات النهار المتوسط
نباتات النهار المحايد

الأزهار Flowers

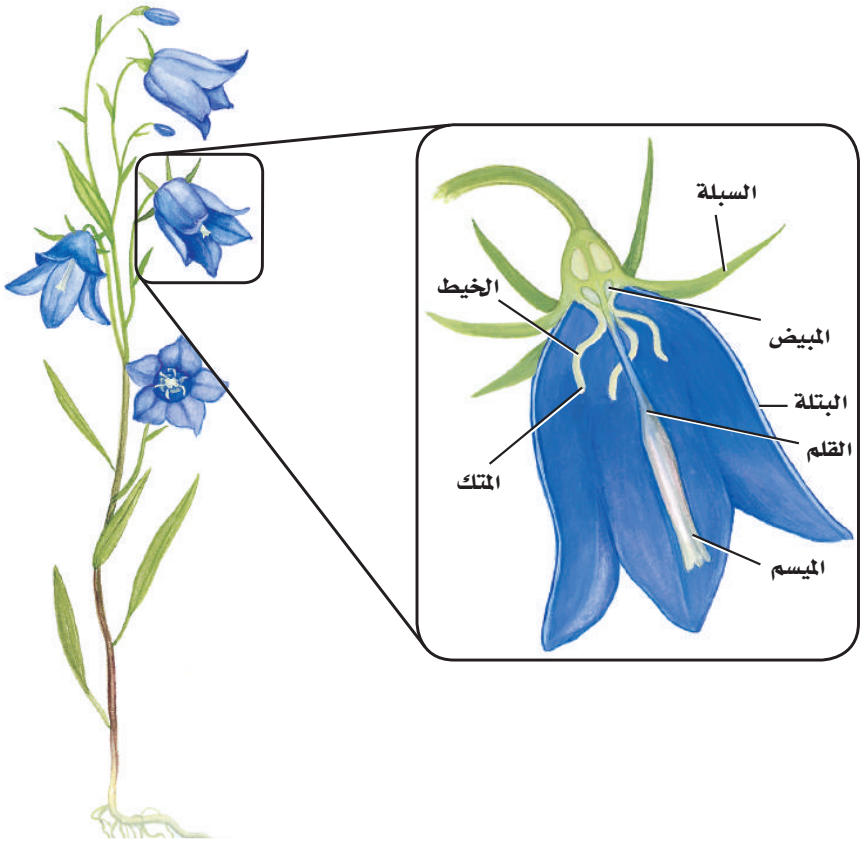
الفكرة الرئيسة **الأزهار هي التراكيب التكاثرية في النباتات الزهرية.**

الربط مع الحياة هل سبق أن ارتديت طوقًا مُزيَّنًا بالأزهار؟ أو لعلك أعطيت والدتك زهرة لتشعرها بمدى تقديرك لها. ربما تستطيع أن تتذكّر العديد من المواقف التي كانت الأزهار تعني لك شيئًا مهمًّا. إن الدور الأهم للأزهار في النباتات الزهرية من وجهة النظر العلمية هو التكاثر الجنسي.

أعضاء الزهرة Flower Organs

تُستعمل تعابير عديدة لوصف الأزهار، منها البرتقالي والأرجواني الداكن والأبيض وذات الرائحة المنعشة أو العفنة وغيرها. إن لون الأزهار وشكلها وحجمها يحدّده التكوين الوراثي لكل نوع. ومن المهم أن نتذكّر أن الأزهار تختلف في الشكل والتركيب من نوع إلى آخر.

وللأزهار عدة أجزاء؛ فبعض الأجزاء تقدم الدعامة أو الحماية، ولبعضها الآخر علاقة مباشرة بعملية التكاثر. وللزهرة عمومًا أربعة أعضاء، هي السبلات والبتلات والأسدية وكربلة واحدة أو أكثر، **الشكل 1–6**. تحمي **السبلات** sepals براعم الأزهار، وقد تبدو في صورة أوراق خضراء، أو تشبه أوراق البتلات. وتكون **البتلات** petals ملوّنة عادة، ويمكن أن تجذب الملقّحات، وتوفر لها موضع للوقوف على الزهرة. وإذا وجدت السبلات والبتلات فإنها تكون عادة متصلة بعنق الزهرة.



الشكل 1–6 للزهرة النموذجية أربعة أعضاء، وهي: السبلات والبتلات والأسدية وكربلة واحدة أو أكثر.

معظم الأزهار لها مجموعة **أسدية** stamens، أيْ تراكيب تكاثر ذكرية. وتتكون السداة من جزأين، هما: الخيط filament والمتك anther، والخيط هو الذي يحمل المتك ويدعمه. ويوجد داخل المتك خلايا تنقسم انقسامًا منصفًا، ثم تنقسم انقسامات متساوية لتكوّن حبوب اللقاح pollen grains. ويتكوّن في النهاية مشيجان مذكّران داخل كل حبة لقاح. **الكربلة** pistil هي عضو التكاثر الأنثوي، ويوجد كربلة واحدة أو أكثر في مركز الزهرة. وتتكون من ثلاثة أجزاء، هي: الميسم stigma والقلم style والمبيض ovary. ويشكّل الميسم قمة الكربلة، وهو المكان الذي يحدث فيه التلقيح. أمّا القلم فهو الجزء الذي يربط الميسم بالمبيض، ويتكوّن داخل كل نبات مشيجي مؤنث بويضة ناضجة.

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع

الميسم Stigma

الاستعمال العلمي: هو قمة الكربلة في الزهرة حيث يحدث الإخصاب.

أما **الاستعمال الشائع**: فيشير إلى الحسن والجمال.

تكيّفات الزهرة Flower Adaptations

إن أعضاء الزهرة التي وصفت في الفقرة السابقة توجد في معظم الأزهار. لكن العديد من الأزهار لها تكيفات في عضو أو أكثر من هذه الأعضاء. ويصنّف العلماء الأزهار في ضوء هذه التكيفات.

الفروق التركيبية Structural differences تسمى الأزهار التي لها سبلات وبتلات وأسدية وكربلة واحدة أو أكثر أزهارًا كاملة complete. أمّا الأزهار التي تفتقر إلى واحد أو أكثر من هذه الأعضاء فهي أزهار ناقصة incomplete، فأزهار الزنجبيل البرية مثلاً أزهار ناقصة؛ لأنها ليس لها بتلات. ومن الصفات الأخرى للأزهار أنها: ثنائية الجنس perfect، ومنها نبات تباع الشمس، أو أحادية الجنس imperfect، ومنها نبات النخيل. فالأزهار التي لها أسدية وكرابل تسمى ثنائية الجنس. ولبعض النباتات ـ ومنها الخيار والقرع ـ أزهار أحادية الجنس؛ إذ إن لها إما أسدية أو كرابل نشطة تؤدي وظائفها. وتُطلق الأزهار الذكرية – أيْ التي تحوي أسدية – حبوب اللقاح. وتتشكّل الثمار بعد الإخصاب في الأزهار الأنثوية، والمحتوية على الكرابل. يختلف عدد أجزاء الزهرة من نوع إلى آخر. لكن عدد أجزاء الزهرة يستعمل للتمييز بين كل من ذوات الفلقتين وذوات الفلقة الواحدة. فعندما يكون عدد البتلات أربعًا أو خمسًا أو مضاعفاتهما يكون النبات عادة من ذوات الفلقتين. وعادة يكون عدد الأعضاء الأخرى كالسبلات والكرابل والأسدية أربعة أو خمسة أو مضاعفاتهما أيضًا. فلأفراد العائلة الخردلية مثلاً أزهار لها أربع سبلات وأربع بتلات، **الشكل 2–6**. أمّا ذوات الفلقة الواحدة فلها أعضاء زهرية عددها ثلاث أو مضاعفاتها، كما في **الشكل 2–6**. فمثلًا زنابق النهار لها ثلاث سبلات وثلاث بتلات وست أسدية.

تجربة علمية

كيف تنمو الزهرة؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية

ذوات الفلقة الواحدة

ذوات الفلقتين

■ **الشكل 2–6** يمكن تعرّف بعض النباتات على أنها ذوات فلقة أو ذوات فلقتين بوساطة أزهارها.

التلقيح

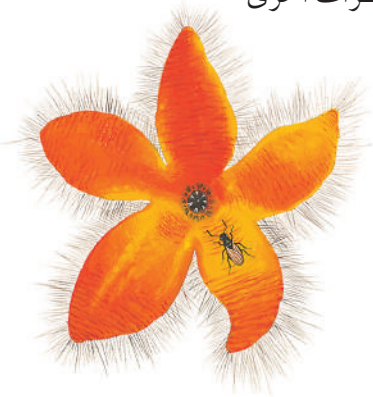
Pollination

■ **الشكل 3 – 6** للأزهار عدة تكيفات لضمان التلقيح. فحبوب اللقاح يمكن أن تحملها الرياح أو الحيوانات. وعند تناول الحيوان غذاءه يمكن أن تلتصق به حبوب اللقاح، فينقلها إلى الزهرة التي ينتقل إليها بعد ذلك.

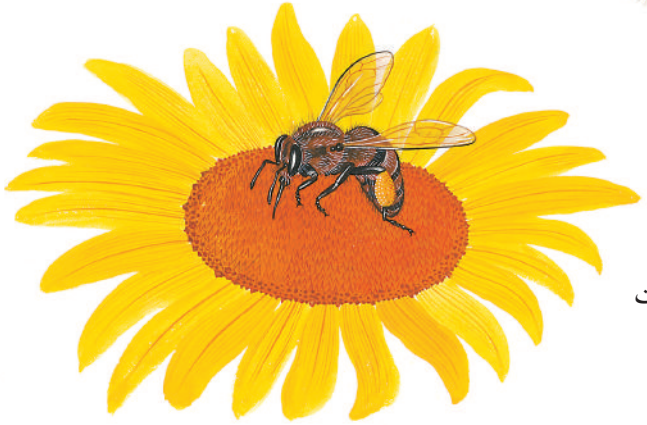
تبعثر الرياح حبوب لقاح البلوط الخفيفة الوزن التي يمكن أن تسبب الحساسية للعديد من البشر. فالازهار الدانية تتدلى نحو الأسفل، وتتأرجح مع الرياح.

ينجذب الطائر الطنّان إلى الأزهار الحمراء، ويصل منقاره الطويل إلى الرحيق في قاعدة الأزهار. بعض أصباغ الأزهار الصفراء والبرتقالية تعكس ضوءًا غير المرئي لعين الإنسان. ولكن النحل وحشرات أخرى تميزه.

عندما يحل الظلام تجعل الرائحة والألوان الفاتحة العث أكثر قدرة على تحديد موقع بعض الأزهار.



لنبتة الجيفة رائحة منتنة تجذب إليها الذباب والخنافس الملقّحة.



تجذب الأزهار التي تنتج الرحيق الحشرات الملقّحة في أثناء بحثها عن الغذاء غالبًا.

آليات التلقيح Pollination mechanisms لأنواع النباتات الزهرية المختلفة أزهار متميزة في الحجم والشكل واللون وترتيب البتلات. ويرتبط العديد من هذه التكيفات التي أبدعها الخالق عز وجل مع التلقيح.

التلقيح بوساطة الحيوانات Animal pollination للعديد من الأزهار التي تُلقّح بوساطة الحيوانات ألوان زاهية، **الشكل 3–6**، ولها رائحة قوية، أو تنتج سائلًا حلو المذاق يسمى الرحيق. وعندما تنتقل الحشرات والحيوانات الصغيرة الأخرى من زهرة إلى أخرى باحثة عن الرحيق فإنها تحمل معها حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى. كما تجمع حشرات أخرى حبوب اللقاح غذاءً لها. فالألوان الناصعة والرائحة الطيبة لأزهار التفاح والورد والليلك Lilacs تجذب حشرات، ومنها النحل والفراش والخنافس والدبابير. والأزهار البيضاء أو الصفراء الفاتحة أكثر وضوحًا عند الغسق وفي الليل، وتجذب الحيوانات الليلية النشاط، ومنها العث والخفاش. وتجذب الرائحة التي تشبه رائحة الفاكهة لبعض الأزهار الخفاش الذي يتغذى على الفواكه، ويساعد في تلقيح أزهارها. وتجذب زهرة Rafflesia – التي لها رائحة اللحم الفاسد – إليها الذباب الملقح. ولا تفرز الأزهار التي تُلقح بوساطة الطيور الكثير من الروائح عادة؛ لأن الطيور لها إحساس محدود بالروائح عادةً، وهي غالبًا تحدد موقع الأزهار بالنظر.

التلقيح بوساطة الرياح Wind pollination الأزهار التي تفتقر إلى الأجزاء الزهرية ذات المظهر الواضح أو التي تفرز الروائح القوية تُلقح عادة بفعل الرياح، **الشكل 3–6**. وتنتج هذه الأزهار كميات كبيرة من حبوب اللقاح الخفيفة الوزن، ممّا يساعد على ضمان سقوط بعض حبوب اللقاح على مياسم أزهار من النوع نفسه. وتقع أسدية الأزهار التي تلقّحها الرياح غالبًا تحت مستوى البتلات، مما يعرضها للرياح. وتكون مياسم هذه الأزهار عادة كبيرة وواسعة، مما يضمن سقوط حبوب اللقاح عليها واستقرارها. وتُلقَّح أزهار معظم الأشجار والحشائش بوساطة الرياح.

التلقيح الذاتي والخلطي self and cross pollination إن الأزهار الذاتية التلقيح يمكن أن تلقح نفسها، كما يمكن أن تلقح زهرة أخرى على النبات نفسه. وبعض الأزهار يجب أن تلقح خلطيًّا، حيث تستقبل الأزهار حبوب اللقاح من نبات آخر. ويُعدّ هذا واحدًا من الأسباب التي تجعل الملقّحات تؤدي دورًا مهمًّا في تكاثر النباتات الزهرية. وتقدم الملقّحات طريقة لنقل حبوب اللقاح إلى الأزهار التي يجب أن تُلقح خلطيًّا، كما تضمن أيضًا هذه الملقحات تكاثر الأزهار الأحادية الجنس، ومنها القرع، **الشكل 4–6**.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

مُهجّن النباتات Plant Breeder

إن معرفة تركيب الزهرة وآليات التلقيح والوراثة ضروري لهذه المهنة؛ حيث يجري مُهجِّن النباتات تهجينًا انتقائيًّا، بأن يختار نباتات ذات صفات مرغوب فيها ويزاوج بينها، ثم يسجل النتائج.

■ **الشكل 4 – 6** يجب أن ينقل النحل والحشرات الأخرى حبوب اللقاح من زهرة ذكرية إلى زهرة أنثوية لكي تتكون اللاقحة.

حدّد. هل زهرة نبات القرع أحادية أم ثنائية الجنس؟

تجربة استهلالية

مراجعة بناءً على ما قرأته حول تلقيح النبات، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل.

الفتـرة الضوئية Photoperiodism لاحظ علماء النبات أن بعض النباتات تزهر في أوقات معينة من السـنة فقط. لذا فقد أجروا التجارب لتفسـير هذه الظاهرة. وقد انصبّ اهتمام الباحثين على عدد سـاعات ضوء النهار التي تتعرض لها النباتات. لكن الباحثين اكتشـفوا لاحقًا أن العامـل الحاسـم الذي يؤثـر في الإزهـار كان عدد سـاعات الظلام المتواصلـة التي يتعرض لها النبات، لا عدد سـاعات الضوء التي يتعرض لها. وتسـمى اسـتجابة الأزهـار هـذه بعامل **الفتـرة الضوئيـة** photoperiodism. كما عـرف العلماء أيضًا أن بداية نمو الزهرة في كل نوع من النبات هو اسـتجابة لعدد من سـاعات الظلام، وتسـمى الفتـرة الحرجة للنبات. وتُصنّف النباتات الزهريـة في واحدة من المجموعات الأربـع الآتية – نباتات النهار القصير، ونبات النهار الطويل، ونباتات النهار المتوسـط، والنباتـات المحايـدة لطول النهار. ويعتمد هذا التصنيف علـى الفترة الحرجة. ويعكس الاسم هنا التركيز الأصلي للباحثين، أيْ عدد ساعات ضوء النهار. ومن المهم أن نتذكر أن المصطلـح الأكثـر دقـة لنباتات النهـار القصير مثلاً هـو نباتات الليـل الطويل. انظر **الشكل 5–6** في أثناء قراءتك لوصف هذه النباتات.

الفتـرة الضوئية لنباتات النهار القصير تزهر **نباتات النهار القصير** short– day plants عندمـا تتعـرض يوميًّا لعدد معين من سـاعات الظلام أكبر من الفتـرة الحرجة لها. فمثلاً قد يزهر نبات النهار القصير عندما يتعرض لـ 16 سـاعة من الظلام. وتزهر نباتات النهار القصيـر في الشـتاء والربيـع والخريف عندما يصبح عدد سـاعات الظـلام أكثر من عدد سـاعات الضوء. ومـن نباتات النهـار القصير التي قد تعرفها البنفسـج والبونسـيته Poinsettia والتيولب Tulips وفم السمكة.

الفتـرة الضوئية لنباتات النهار الطويل تزهر **نباتـات النهار الطويل** long– day plants عندما تكون ساعات الظلام أقل من الفترة الحرجة، حيث تزهر هذه النباتات في الصيف عادة، ومنها الخس والسبانخ والبيتونيا Petunias والبطاطس والنجمة Aster وغيرها.

تجربة 6-1

المقارنة بين تراكيب الأزهار

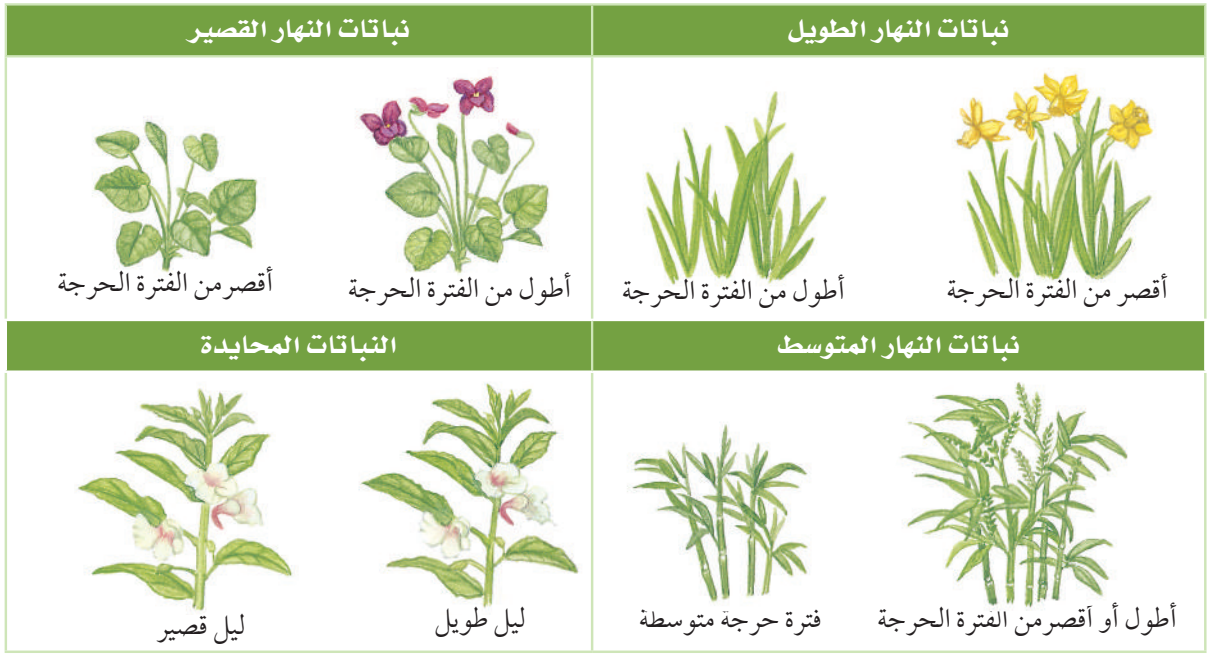
كيف تختلف تراكيب الأزهار؟ إن إلقاء نظر سريعة على حديقة أزهار أو محل بيع الأزهار تبين أن هناك تنوّعًا واسـعًا من الأزهار. اسـتقص كيف تختلف هذه الأزهار من نوع إلى آخر؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جـدول بيانات لتسـجيل الملاحظات والقياسـات المتعلقة بتراكيب **الأزهار**.
3. احصل على **الأزهار** المطلوبة لهذه التجربة من معلمك.
4. لاحظ الفـروق في التركيب واللون والحجـم والرائحة، وحذارِ من إتلاف الأزهار بأي طريقة.
5. ارسم تخطيطًا لكل زهرة، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.
6. أعد الأزهار إلى معلمك.

التحليل

1. **قارن** بين تراكيب الأزهار التي درستها.
2. **استنتج** لماذا كانت بتلات الأزهار مختلفة الألوان؟
3. **اقترح** تفسيرًا لاختلاف حجوم هذه الأزهار وأشكالها.



■ **الشكل 5 – 6** تحدّد الفترة الحرجة للنبات موعد إزهاره.

الفترة الضوئية لنباتات النهار المتوسط العديد من نباتات المناطق الاستوائية **نباتات النهار المتوسط** intermediate – day plants. وهذا يعني أنها ستزهر ما دام عدد ساعات الظلام ليس كبيرًا ولا صغيرًا. ومن أمثلة هذه النباتات قصب السكر وبعض الحشائش.

الفترة الضوئية للنباتات المحايدة Day–neutral photoperiodism تزهر بعض النباتات بغض النظر عن عدد ساعات الظلام ما دامت تستقبل كمية كافية من الضوء اللازم لعملية البناء الضوئي ودعم النمو. إن النبات الذي يزهر في مدى فوق عدد ساعات الظلام هو **نبات النهار المحايد** day– neutral plant. ومن هذه النباتات الحنطة السوداء والذرة والقطن والطماطم والورد.

التقويم 1–6

الخلاصة

- الزهرة النموذجية لها سبلات وبتلات وأسدية وكربلة واحدة أو أكثر.
- يختلف شكل الأزهار من نوع إلى آخر.
- تميز بعض تراكيب الأزهار نباتات ذوات الفلقة الواحدة عن نباتات ذوات الفلقتين.
- تجذب تحورات الأزهار الملقّحات بصورة أكبر.
- يمكن أن تؤثر الفترة الضوئية في موعد الإزهار.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **قارن** بين وظائف كلٍّ من الأجزاء الأربعة للزهرة.
2. **صف** خصائص زهرة نموذجية من نباتات ذوات الفلقة الواحدة وزهرة نموذجية من نباتات ذوات الفلقتين.
3. **قارن** بين الأزهار الكاملة والناقصة.
4. **توقع** نوع الفترة الضوئية التي يمكن أن تنتج أزهارًا في هذا الوقت من السنة.

التفكير الناقد

5. **صمّم تجربة** لعمل أزهار لنباتات النهار الطويل في أثناء الشتاء.
6. **قوّم** أهمية الملقّحات للأزهار في الأزهار الأحادية الجنس.
7. **الكتابة في علم الأحياء**

اكتب وصفًا من وجهة نظر إحدى الملقّحات في أثناء زيارةٍ لزهرة.

6-2

النباتات الزهرية Flowering plants

الأهداف

- **تتبع** دورة حياة نبات زهري.
- **تصف** عملية الإخصاب وتكوين البذرة في نبات زهري.
- **تلخص** إنبات البذرة.

مراجعة المفردات

الهيكل الخلوي Cytoskeleton: ألياف البروتين الطويلة الرفيعة التي تشكّل هيكل الخلية.

المفردات الجديدة

النواتين القطبيتين
الإندوسبيروم
غلاف البذرة
الإنبات
الجذير
السويقة تحت الفلقية
الكمون (الراحة)

الفكرة الرئيسة **يمكن أن تنمو البذور والثمار في النباتات الزهرية من الأزهار بعد الإخصاب.**

الربط مع الحياة هل تعد ثمار الطماطم من الخضراوات أو من الفواكه؟ علمًا بأن الطماطم ليست حلوة المذاق. قرّر في أثناء قراءتك لهذا القسم ما إذا كانت الطماطم من الخضراوات أو من الفواكه.

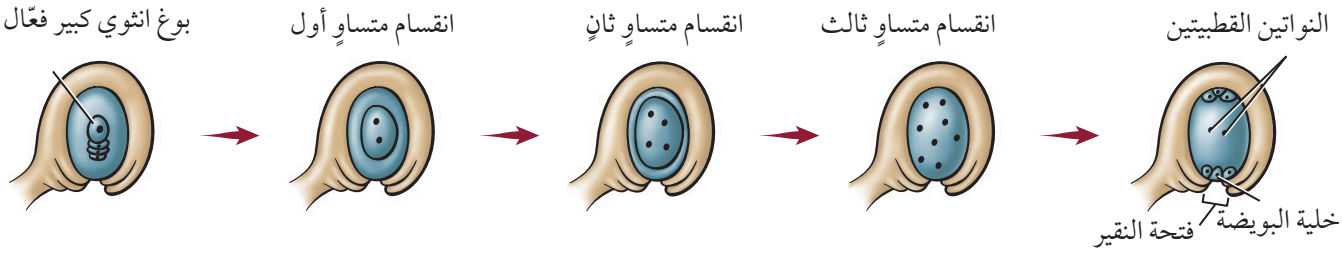
دورة الحياة Life Cycle

إن النباتات الزهرية هي الأكثر تباينًا وتوزيعًا بين مجموعات النبات، وهي فريدة لأن لها أزهارًا. للنباتات الزهرية دورات حياة متميزة، وهي ـ كغيرها من النباتات ـ تظهر تعاقبًا للأجيال. الجيل البوغي في النباتات الزهرية هو السائد، ويدعم الجيل المشيجي، وهي بهذا تشبه المخروطيات. ومع ذلك فإن هناك العديد من التباينات في عمليات تكاثر النباتات الزهرية.

نمو الطور المشيجي Gametophyte development يبدأ نمو الطور المشيجي الذكري والأنثوي في النباتات الزهرية في الزهرة غير المكتملة النمو. فالنباتات الزهرية مختلفة الأبواغ، أيْ أن الكرابل تنتج الأبواغ الأنثوية الكبيرة، في حين أن الأسدية تنتج الأبواغ الذكرية الصغيرة. تنقسم خلية متخصصة في البويضة داخل الكربلة انقسامًا منصفًا، فتنتج أربعة أبواغ كبيرة، تتحلّل ثلاثة منها وتضمحل عند فتحة النقير، ثم تنقسم نواة البوغ الكبير المتبقية (البعيدة عن النقير) ثلاثة انقسامات متساوية دون أن ينقسم السيتوبلازم، وتتواصل هذه الانقسامات المتساوية، وينمو البوغ الكبير إلى أن يصبح مكوّنًا من خلية واحدة كبيرة داخلها ثماني نوى، أربع منها عند كل طرف. تنتقل نواتان منها نحو المركز، وتتشكّل أغشية حول النوى الست الأخرى، **الشكل 6–6**. فتكون النتيجة تكوين ثلاث نوى عند كل جانب من جانبي الخلية، نواتان منها في المركز تُسميان **النواتين القطبيتين** polar nuclei، وتتحول واحدة من النوى الثلاث الموجودة قرب فتحة النقير إلى البويضة. إن الخلية التي تحوي البويضة والنوى السبع تمثل الطور المشيجي الأنثوي الناضج.

الشكل 6 – 6 تنتج الأبواغ الكبيرة عن انقسام منصف، في حين تنتج البويضة عن انقسام متساوٍ. لهذا النبات 12 كروموسومًا.

استنتج. عدد الكروموسومات في البويضة.



قـد يحدث نمو الطور المشـيجي الأنثوي والطور المشـيجي الذكـري في الوقت نفسـه، وقـد لا يحدث. أما فـي المتك فتنقسـم خلايا متخصصة انقسـامًا منصفًا، وتنتج أبواغًا صغيرة. وتنقسم النواة في كل بوغ ذكري صغير انقسامًا متساويًا ينتج عنـه نواتان إحداهما كبيرة تسـمى النـواة الأنبوبية (الخضرية)، والأخرى تسـمى النواة المولدة (التناسـلية). ويتكوّن جدار خلية سـميك واقٍ حول البوغ الصغير. وعنـد هـذه المرحلة يُعـد البوغ الصغيـر حبة لقاح أو طـورًا مشـيجيًّا غير ناضج. يمكـن أن يتعرف العلمـاء فصيلة النباتات أو الجنس الـذي تنتمي إليه حبة اللقاح بوسـاطة الطبقة الخارجية المميزة لجداره الخلـوي. إن هذه الصفة مهمة للعلماء والمحققيـن الجنائييـن. فقد اسـتعمل علماء الطـب الجنائي لأكثر من خمسـين عامًـا الدليـل المتوافـر من حبـوب اللقاح لتحديد مـكان حدوث بعـض الجرائم التـي ارتُكبت وزمانهـا. ويمكن لعلماء الآثار القديمـة أن يتتبعوا التاريخ الزراعي لمناطق محددة باستعمال أحافير حبوب اللقاح.

التلقيـح والإخصـاب Pollination and fertilization تعلمت في مطلع هذا الفصـل أن تكيفـات الأزهـار المختلفة قد تسـاعد علـى ضمان الانتقـال الناجح لحبوب اللقاح من المتك إلى المياسم في الكرابل. وعندما يحدث التلقيح تكوّن حبة اللقاح أنبوب اللقاح – وهو امتداد من حبة اللقاح– وينمو هذا الأنبوب عادة نحو الأسـفل داخل القلـم في اتجاه المبيض. وتنتقل نواتـا حبة اللقاح في أنبوب اللقاح نحو البويضة.

الربط مع الكيمياء قـد يحتـوي الجدار المزخـرف لحبة اللقـاح على مركبات تتفاعـل مع المواد الكيميائية لميسـم الكربلة. يمكن أن تحفز هذه التفاعلات نمو أنبـوب اللقاح أو تثبطه. فمثلاً في بعض أنواع الخشـخاش يتلـف تفاعل كيميائي تكوين الهيكل الخلوي لحبة اللقاح، مما يثبط نمو أنبوب اللقاح، كما تمنع آليات مختلفـة حبـوب اللقاح غير المتطابقة مع الميسـم مـن إنتاج أنبوبة لقاح نشـيطة. عندما تسـتقر حبة لقاح متطابقة على الميسـم فإنها تمتص مواد من الميسم، ويبدأ أنبوب اللقاح في التشـكّل، **الشكل 7–6**، فتوجه النواة الأنبوبية نمو هذا الأنبوب، وإن كانت البحوث الحديثة قد أشارت إلى أن نمو أنبوب اللقاح نحو البويضة هو اسـتجابة جذب كيميائيـة. وفي بعض النباتات وجد أن الكالسـيوم يؤثر في اتجاه نمو أنبوب اللقاح. يعتمد طول أنبوب اللقاح على طول الميسـم، وقد يتراوح بين عدة سنتمترات إلى أكثر من 50 cm في بعض نباتات الذرة. وتنقسم النواة المولدة في أثناء نمو أنبوب اللقاح انقسامًا متساويًا، فتشكّل بذلك نواتي مشيجين مذكرين ليس لهما أسـواط. وتصبح حبة اللقاح الآن طورًا مشـيجيًّا ذكريًّا ناضجًا. وعندما يصل أنبوب اللقاح إلى البويضة فإنه يمر عبر فتحة النقير ويحرّر نواتي المشيجين المذكريـن إلى المبيض، فتتحد إحـدى النواتين مع البويضـة مكوّنة اللاقحة، أيْ الطور البوغي الجديد. أمّا نواة المشيج المذكر الثانية فتتحد مع النواتين القطبيتين في المركز لتتشكّل خلية ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n) أو الإندوسبيرم.

المفردات

مفردات أكاديمية

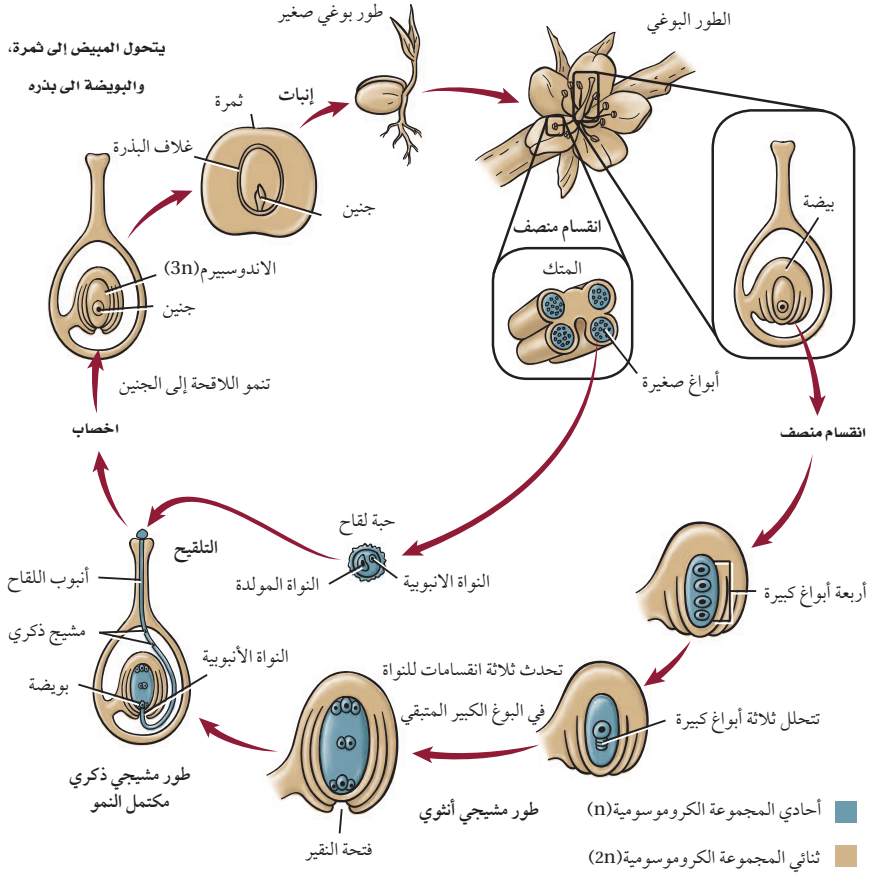
متطابق مع Compatible

قابل للعمل مع بعضهما.

لأن حبـوب لقـاح الـذرة الزراعيـة متطابقة مع حبوب لقاح الذرة الحلوة، لـذا يجب ألا يزرع المحصولان أحدهما قريـب من الآخر لكـي لا تتلف الذرة الحلوة أو تتلوث.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



■ **الشكل 7 – 6** تتضمن دورة حياة نبات زهري، مثل الخوخ، طورًا مشيجيًا وآخر بوغيًا. ويُحاط الطور المشيجي الذكري والأنثوي بأنسجة الطور البوغي.

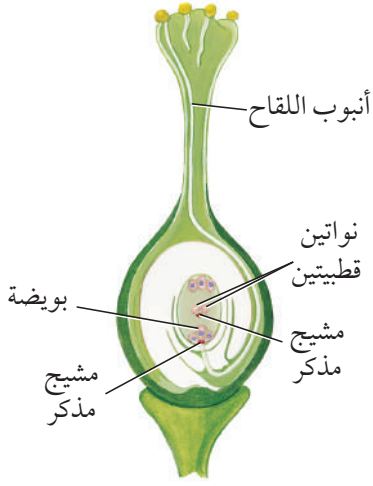
ونظرًا لحدوث عمليتي إخصاب في بويضة النباتات الزهرية فإن الإخصاب يسمى إخصابًا مزدوجًا، **الشكل 8–6**. يحدث الإخصاب المزدوج في النباتات الزهرية فقط. وتنمو بعد الإخصاب كلّ من البويضة لتكوّن البذرة والمبيض ليكوّن الثمرة.

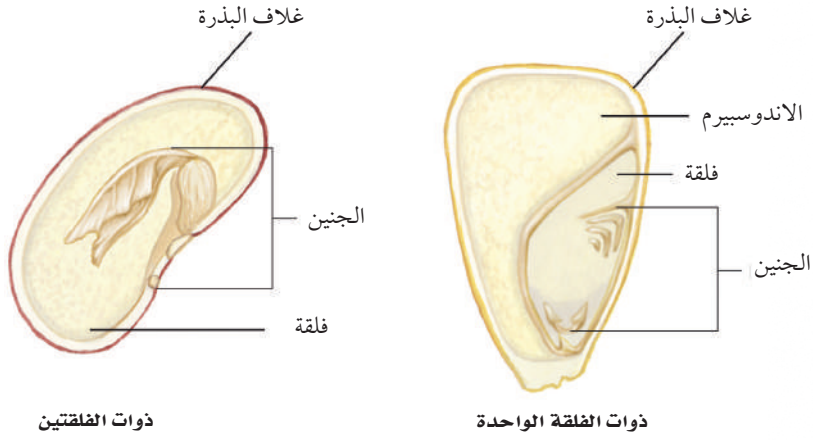
نتائج التكاثر Result of Reproduction

يُعد الإخصاب بداية فقط لعملية طويلة تنتهي بتكوين البذرة. والبذرة في النباتات الزهرية جزء من الثمرة التي تتكوّن من المبيض، وأحيانًا من أجزاء أخرى من الزهرة.

نمو البذرة والثمرة Seed and fruit growth يبدأ الطور البوغي حياته على صورة بويضة مخصبة، أو خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n). الانقسامات المتعددة للخلية تُنتج مجموعة من الخلايا تنمو أخيرًا، فتصبح جنينًا طولي الشكل له فلقة واحدة في نباتات ذوات الفلقة الواحدة، أو له فلقتان في نباتات ذوات الفلقتين. أما الخلية الثلاثية المجموعة الكروموسومية التي تشكّلت نتيجة للإخصاب المزدوج فتمر بعدة انقسامات، ويتشكّل نتيجة لذلك نسيج يسمى **الإندوسبيرم** endosperm يوفر التغذية للجنين. وتحدث هذه الانقسامات بسرعة في البداية ودون تكوّن جدار خلوي. أما الجدر الخلوية فتتكون عندما ينضج الإندوسبيرم. يشكّل الإندوسبيرم في بعض ذوات الفلقة الواحدة المكوّن الأساسي للبذرة، ويشكّل معظم كتلتها. فنخيل جوز الهند مثلاً أحادي الفلقة، ويشكّل السائل الموجود داخل الثمرة الطازجة إندوسبيرم سائلاً، أيْ خلايا دون جدر خلوية. وفي ذوات الفلقتين تمتص الفلقتان معظم نسيج الإندوسبيرم في أثناء نضج البذرة.

■ **الشكل 8 – 6** ينتج عن الإخصاب المزدوج تكوين أنسجة ثلاثية المجموعة الكروموسومية.





■ **الشكل 9 – 6** تختلف بذور نباتات ذوات الفلقة الواحدة عن بذور نباتات ذوات الفلقتين.
حدّد مصدر غذاء الجنين في كل بذرة.

لذا فإن الفلقتين في هذه المجموعة من النباتات توفر معظم الغذاء للجنين. ويبين **الشكل 9–6** أمثلة لبذور ذوات الفلقة وذوات الفلقتين. تتصلّب الطبقات الخارجية للبويضة وتشكّل نسيجًا واقيًا يسمى **غلاف البذرة** seed coat، في أثناء نضج الإندوسبيرم. وربما تكون قد لاحظت غلاف بذرة الفاصولياء أو البازلاء في أثناء أكلهما. إن غلاف البذرة هو الطبقة الرقيقة التي تنسلخ أو تتشقق عند نقع البذور بالماء. هل أكلت يومًا ثمرة الطماطم أو الخيار، ولاحظت عدد البذور داخلها؟ قد يحتوي المبيض على واحدة من البويضات أو على عدة مئات، اعتمادًا على نوع النبات، فتحدث تغيرات في المبيض تؤدي إلى تكوين الثمرة، في حين تتحول البويضة إلى بذرة. تتكون الثمار عادة من جدار المبيض. وفي بعض الحالات تتشكّل الثمار من جدار المبيض ومن أعضاء زهرية أخرى. فبذور التفاح مثلاً توجد داخل لب يتحول من المبيض. أما النسيج الطري الذي نأكله فينتج عن أجزاء أخرى من الزهرة. بعض الثمار ـ ومنها التفاح والبرتقال والدراق ـ لحمية طرية، في حين أن بعضها الآخر جاف وصلب، ومنه الجوز والحبوب. ادرس **الجدول 1–6** لتتعرف أنواع الثمار.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين تكوين البذور والثمار.

انتشار البذور Seed dispersal تساعد الثمار على انتشار البذور بالإضافة إلى حمايتها. ويزيد انتشار البذور بعيدًا عن النبات الأم من معدل بقاء النسل. فمثلاً، عندما تنمو نباتات عديدة في بقعة واحدة سيكون هناك تنافس على الضوء والماء والمغذيات في التربة. فالبذور التي تنمو بالقرب من النبات الأم وبالقرب من نباتات النسل الأخرى تتنافس جميعها على هذه المصادر. إن الثمار التي تجذب الحيوانات إليها تستطيع أن تنتقل بذورها مسافات بعيدة جدًّا عن النبات الأم.

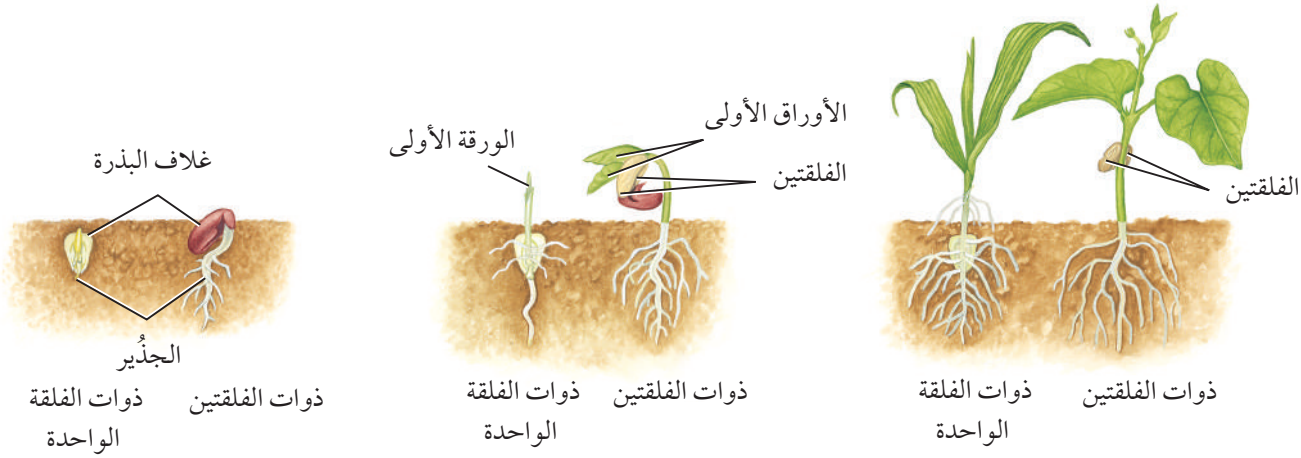
الحيوانات التي تجمع الثمار أو تدفنها أو تخزنها لا تأكلها جميعها عادة، لذا فقد ينمو بعضها مرة أخرى. وتلتهم بعض الحيوانات ـ ومنها الغزلان والدببة والطيور – الثمار. وتمر البذور خلال قناتها الهضمية دون أن تتلفها ثم تخرجها مع البراز. ولبعض البذور تحورات تركيبية تمكّنها من الانتقال بوساطة الماء والحيوانات والرياح.

إنبات البذور Seed germination تسمى عملية بدء نمو الجنين **الإنبات** germination. وهناك عوامل عدة تؤثر في الإنبات، منها الماء والأكسجين ودرجة الحرارة. ولمعظم البذور درجة حرارة مثلى للإنبات. فمثلاً يمكن لبعض البذور أن تنبت عندما تكون التربة باردة، في حين تحتاج بذور أخرى إلى تربة أكثر دفئًا. ويبدأ الإنبات عندما تمتص البذرة الماء، إما بصورته السائلة أو على هيئة بخار ماء. وعندما تمتص الخلايا الماء تنتفخ البذرة، مما يؤدي إلى تشقق غلافها. كما ينقل الماء المواد الضرورية إلى المناطق النامية في البذرة. تساعد إنزيمات هاضمة على تحليل الغذاء المخزون داخل البذرة. ويشكّل هذا الغذاء المتحلّل والأكسجين المواد الخام لعملية التنفس الخلوي التي ينتج عنها تحرّر الطاقة، واستعمالها في نمو الجنين.

يسمى الجزء الأول من الجنين الذي يظهر خارجًا من البذرة **الجذير** radicle، وهو الذي يبدأ امتصاص الماء والمواد المغذية من البيئة. وينمو الجذير لاحقًا إلى جذر النبات، **الشكل 10–6**.

الجدول 1–6 **أنواع الثمار**

نوع الثمرة	أمثلة للأزهار والثمار	الوصف
ثمار لحمية بسيطة	الخوخ	ثمار لحمية بسيطة، قد تحتوي على بذرة واحدة أو أكثر. ومنها ثمار التفاح والمشمش والعنب والبرتقال والطماطم والقرع والخوخ.
ثمار مجمعة (ملتحمة)	الفراولة	تتكوّن الثمار المجمعة من أزهار ذات أعضاء زهرية عديدة يلتحم بعضها ببعض عندما تنضج الثمرة. ومنها الفراولة وأنواع العليق.
الثمار المركبة (المضاعفة)	أناناس	تتكوّن الثمار المركبة من أزهار عديدة تلتحم معًا عندما تنضج الثمار. ومنها التين والأناناس والتوت وبرتقال الهنود الحمر.
ثمار جافة	القرون	تكون هذه الثمار جافة عندما تنضج. ومنها القرون والمكسّرات والحبوب.



■ **الشكل 10 – 6** يختلف إنبات بذور ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين.

وتسمى المنطقة من الساق الأقرب إلى البذرة **السويقة تحت الفلقية** hypocotyl، وهي في العديد من النباتات أول جزء من البادرة يظهر فوق سطح التربة. وعندما تنمو "السويقة تحت الفلقية" في بعض ذوات الفلقتين تسحب الفلقتين والأوراق الجنينية خارج التربة. وعندما تصبح خلايا البادرة المحتوية على البلاستيدات الخضراء فوق التربة وتتعرض للضوء يبدأ البناء الضوئي.

مختبر تحليل البيانات 1-6

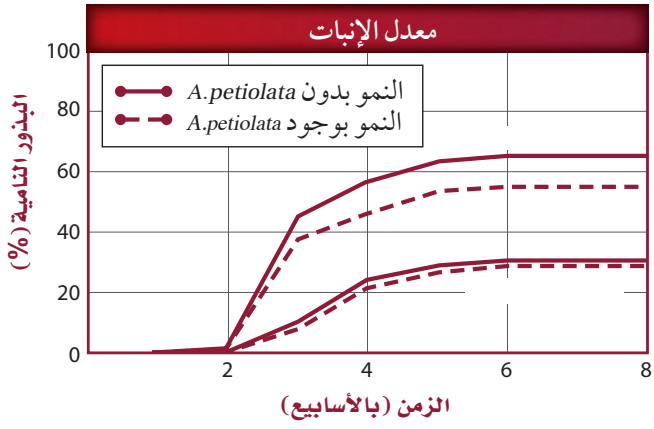
بناءً على بيانات حقيقية

التمييز بين السبب والنتيجة

ما التأثير الجيني المسبِّب للمرض؟ تنتج بعض النباتات مواد كيميائية تؤثر في النباتات المجاورة لها في الطبيعة. ويسمى هذا بالتأثير الجيني المسبِّب للمرض. درس بعض العلماء العلاقة بين التأثير الجيني المسبب للمرض وانتشار بعض الأنواع النباتية غير المستوطنة ومنها خردل الثوم *Alliaria petiolata*. لقد استقصوا أثر خردل الثوم في إنبات بذور النباتات المستوطنة، ومنها:

Geum urbanum, Geum laciniatum.

البيانات والملاحظات



أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Prati, D. and O. Bossdrof. 2004. Allelo pathic inhibition of germination by Alliaria petiolata (Brassicacea). *Amer. Journal of Bot.* 91(2): 285- 288.

التفكير الناقد

1. صف أثر خردل الثوم في إنبات البذور.

2. صمّم تجربة. نبات الفا – الفا (البرسيم) المعروف بتأثيره الجيني المثبط لإنبات بعض البذور. استعمل بادرات البرسيم لاستقصاء أثرها في بذور تختارها.

يكـون نمو البـادرات مختلفًا بعض الشـيء في ذوات الفلقة الواحـدة؛ لأن الفلقة تبقى في التربة عادة عندما يخرج الساق من التربة.

تسـتطيع بعض البذور البقاء في ظروف البيئة القاسـية، ومنهـا الجفاف والبرودة. وتنبـت بعض البذور حالاً بعد انتشـارها، في حين ينمـو بعضها الآخر بعد فترات طويلـة. بعـض بـذور القيقـب Maple seed يجـب أن تنمو خلال أسـبوعين من انتشـارها وإلا فلـن تنمو على الإطـلاق. وتدخل معظم البـذور الناتجة عند نهاية فصـل النمو في مرحلة الكُمون dormancy، وهي فترة لا يوجد فيها نموّ إطلاقًا، أو يوجـد فيها نمـو قليل جدًّا. إن فترة الكُمـون تُعد تكيفًا يزيد معـدل بقاء البذور المعرضة لظروف قاسية . ويختلف طول فترة الكمون من نوع إلى آخر.

التقويم 2–6

الخلاصة

- تشـمل دورة حيـــاة النباتات الزهرية تعاقبًا للأجيال.
- يحدث نمو الطور المشيجي في الزهرة.
- الإخصاب المـزدوج خاصية فريدة بين النباتات الزهرية.
- توفـر البـذور الغـذاء والحمايـة للنبات البوغي الجنيني.
- تحمـي الثمـار البـذور وتسـاعد على انتشارها.
- تؤثر الظروف البيئية في إنبات البذور.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **ارســـم** مخططًا لخطـوات دورة حيـاة نبـات زهري.
2. **لخّص** نمو الطـــور المشـيجي الذكري.
3. **وضّـح** التركيـب الداخلـي لبذرة نبات من ذوات الفلقتين.
4. **ناقش** أهمية الإخصاب المزدوج.
5. **اكتـب** تبريـرًا لاعتبـار الطماطم من الخضراوات لا من الفواكه.

التفكير الناقد

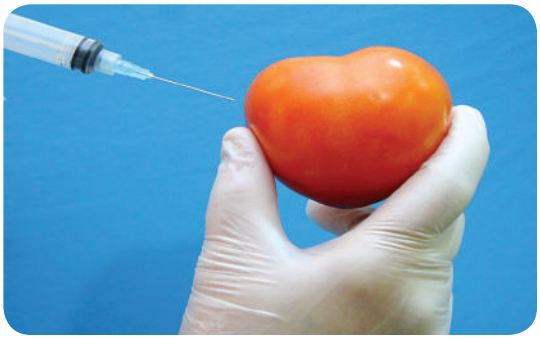
6. **قـوّم** الآليـة التـي تمنـع حبـوب اللقاح غير المتطابقة مع الميسم من إنتاج أنبوب اللقاح.
7. **قارن** بين الإنبات في بذور ذوات الفلقة وبذور ذوات الفلقتين.
8. الرياضيات في علم الأحياء

يمكـن أن يتكـوّن ثلاثـة ملايين مـن البـذور فـي قـرن نبـات الأوركيـدا. فمـا نسـبة الإنبـات إذا زُرع ثلاثة ملايين بذرة ونبت منها 1,860,000 فقط؟

النباتات المعدّلة وراثيًا (جينيًا)

هل سبق أن تناولت رقائق الذرة وعصير البرتقال أو الخبز المحمّص في إفطارك؟ إذا كنت قد ابتعتها من محل بقالة فإنها غالبًا أغذية معدَّلة وراثيًّا. لقد عدّل الإنسان في صفات النباتات منذ قرون بوساطة التهجين الانتقائي. ولم يتمكّن العلماء من تعديل التكوين الوراثي للنباتات إلا حديثًا.

ما النباتات المعدّلة وراثيًا؟ قبل معرفة الهندسة الوراثية، كان هناك التهجين الانتخابي. فإذا أصاب العفن محصول الذرة مثلًا فإن المزارع ينتقي البذور من النباتات التي لم تظهر عليها الإصابة. وإذا استمر المزارع في انتخاب بذور من نباتات لم تصب بالفطر تتكوّن لدينا سلالة مقاومة للفطريات بمرور الزمن.



ثمرة الطماطم هذه لا تبدو مختلفة، ولكنها كانت قد عُدلت لكي لا تصبح طرية قبل النضج فتتلف.

تمكّن العلماء في السنوات الحديثة من نقل الجينات بين أنواع من النباتات لتغييرها. فجينات مقاومة الحشرات أو الأمراض نُقلت من سلالة من نبات إلى سلالة أخرى من النوع نفسه. وبصورة عامة فإن النباتات التي تنتج عن نقل للجينات بين الأنواع تُعد آمنة للأكل.

وقد أُنتج عام 1994م أول غذاء معدّل وراثيًّا، ألا وهو ثمار طماطم لا تنضج قبل الأوان، فلا تصبح عرضة للتلف سريعًا، وأصبحت متوافرة للناس كافة.

Genetically Modified Plants

ما فوائد النباتات المعدّلة وراثيًا؟ بالإضافة إلى الطماطم التي لا تتلف بسرعة أُنتجت تعديلات أخرى بذورًا لها قيمة غذائية محسَّنة يمكن استعمالها في المنتجات الصناعية.

كما تم إنتاج نباتات ذات مقاومة للمبيدات العشبية وللفيروسات والأمراض، ومنتجات نباتية ذات فترة تخزين أطول. كما أنتجت نباتات مقاومة للظروف البيئية الصعبة. وهكذا أصبح لدى المزارعين محاصيل أكثر إنتاجًا، واستعملوا الأراضي بصورة أكثر كفاءة. ويجرى في الوقت الحاضر اختبار قدرة النباتات المعدّلة وراثيًّا على إنتاج أدوية ضد بعض الأمراض مثل: الإيدز والتدرن الرئوي والسكري والسعار.

ما عيوب النباتات المعدّلة وراثيًا؟ يكمن العيب الرئيس للنباتات المعدلة وراثيًّا في أخطارها المحتملة البعيدة المدى. كما أن هناك خطرًا يتمثل في احتمال دخول الجينات المعدلة إلى مجموعات المخلوقات الحية البرية (الأصيلة). وقد بيّن العلماء فعلاً أن النباتات الناقلة للجينات (العابرة) أقدر على التلقيح الخلطي مع النباتات الأخرى عشرين مرة من النباتات التي تحدث بها الطفرات الطبيعية.

يُعدّ الجين الفاصل (جين النهاية) terminator أكثر التعديلات الوراثية إثارة للجدل. فالنباتات التي لديها هذا الجين لا تستطيع بذورها الإنبات. وهذا يعني أن المزارع لا يستطيع أن ينتقي بذورًا من محصوله الحالي من أجل الزراعة مستقبلاً. ويُعدّ جمع البذور في الكثير من البلدان الوسيلة الوحيدة للحصول على مصدر للبذور للزراعة في فصول قادمة. وقد توقفت الشركة صاحبة براءة الاختراع عن تطويره، وإن كان لديها الخيار في استئناف نشاطها في المستقبل.

مناظرة في علم الأحياء

ناقش هل يجب أن يستمر تعديل أنواع النباتات وراثيًّا دون مراقبة وتنظيم؟ دافع عن وجهة نظرك، وادحض وجهة النظر المُعارِضة.

مختبر الأحياء

كيف تقارن بين أزهار ذوات الفلقة وذوات الفلقتين؟

الخلفية النظرية: **الأزهار تراكيب التكاثر في النباتات الزهرية، وهناك تنوّع كبير في أشكال الأزهار. يصنّف العلماء النباتات الزهرية في مجموعتين، هما: ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين، بناءً على تركيب بذورها. لكن تراكيب أزهارهما تختلف أيضًا. استقص الفروق بين هاتين المجموعتين من النباتات بتنفيذ هذه التجربة.**

سؤال: ما الفروق التركيبية بين أزهار ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين؟

المواد والأدوات

- أزهار نباتات ذوات فلقة واحدة.
- أزهار نباتات ذوات فلقتين.
- أقلام ملوّنة.
- اختر موادّ أخرى تناسب هذه التجربة.

احتياطات السلامة

تحذير: *استعمل أدوات التشريح بحذر شديد.*

خطط ونفذ المختبر

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اختر بضع صفات لأزهار من ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين لملاحظتها والمقارنة بينهما.
3. صمّم جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك حول أزهار المجموعتين، وضمنه رسمًا تخطيطيًّا لكل نوع من الأزهار.
4. تأكد أن معلمك قد أقرّ خطتك قبل البدء في تنفيذها.
5. اجمع الملاحظات كما خططت لها.
6. استعمل الألوان لكتابة أسماء كل من التراكيب التكاثرية الذكرية والأنثوية على أجزاء الزهرة من ذوات الفلقة الواحدة التي رسمتها.
7. أعد الخطوة 6 باستعمال رسم زهرة من ذوات الفلقتين.
8. **التنظيف والتخلص من الفضلات** تخلّص من أجزاء الأزهار بصورة صحيحة. ونظّف جميع الأدوات، كما يرشدك معلمك، وأعد كل شيء إلى مكانه الصحيح.

حلّل ثم استنتج

1. **قارن** بين خصائص أزهار نباتات ذوات الفلقة الواحدة وأزهار ذوات الفلقتين.
2. **استنتج.** أيّ الأزهار التي فحصتها كانت من ذوات الفلقة الواحدة؟ وأيّها من ذوات الفلقتين؟
3. **تحليل الخطأ.** قارن بين بياناتك وبيانات زملائك في الصف. واشرح أيّ فروق تجدها.

طبّق مهاراتك

استقصاء ميداني زر محل بيع أزهار أو بيتًا زجاجيًّا أو حديقة نباتات وحدك أو مع أحد أصدقائك. وضع قائمة بالنباتات ذوات الفلقة والنباتات ذوات الفلقتين التي تشاهدها في الموقع، بناءً على تركيب أزهارها. استأذن قبل لمس النباتات.

الفصل 6

دليل مراجعة الفصل

المطويات استنتج كيف يصنف الناس العديد من الثمار إلى فاكهة وخضروات.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
6–1 الأزهار	
السبلة البتلة السداة الكربلة (المتاع) الفترة الضوئية نباتات النهار القصير نباتات النهار الطويل نباتات النهار المتوسط نباتـــات النهار المحايد	**الفكرة الرئيسة** **الأزهار هي التراكيب التكاثرية في النباتات الزهرية.** • الزهرة النموذجية لها سبلات وبتلات وأسدية وكربلة واحدة أو أكثر. • يختلف شكل الأزهار من نوع إلى آخر. • تميـز بعض تراكيب الأزهار نباتات ذوات الفلقة الواحدة عن نباتات ذوات الفلقتين. • تجذب تكيفات الأزهار الملقِّحات بصورة أكبر. • يمكن أن يؤثر طول الفترة الضوئية في موعد الإزهار.
6–2 النباتات الزهرية	
النواتين القطبيتين الإندوسبيرم غلاف البذرة الإنبات الجُذير السويقة تحت الفلقية الكُمون (الراحة)	**الفكرة الرئيسة** **يمكـن أن تنمو البذور والثـمار في النباتات الزهرية من الأزهار بعد الإخصاب.** • تشمل دورة حياة النباتات الزهرية تعاقبًا للأجيال. • يحدث نمو الطور المشيجي في الزهرة. • الإخصاب المزدوج خاصية فريدة بين النباتات الزهرية. • توفر البذور الغذاء والحماية للنبات البوغي الجنيني. • تحمي الثمار البذور وتساعد على انتشارها. • تؤثر الظروف البيئية في إنبات البذور.

الفصل 6 التقويم

6–1

مراجعة المفردات

ميز بين المفردات في كل مجموعة مما يأتي:

1. الكربلة، الأسدية.
2. نبات النهار الطويل، نبات النهار القصير.
3. البتلة، السبلة.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

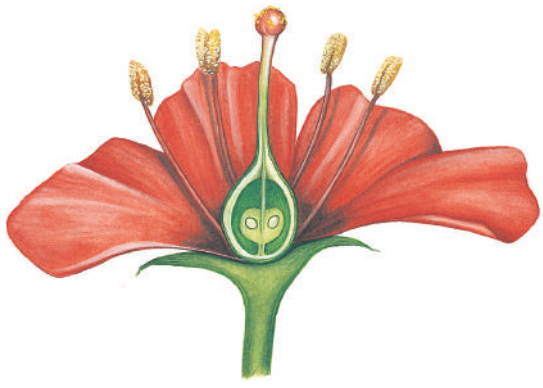
4. أي أعضاء الزهرة الآتية ينتج حبوب اللقاح؟

a. السداة.
b. الكربلة.
c. البتلات.
d. السبلات.

5. ما ظروف الضوء والظلام التي تنتج أزهارًا في نباتات النهار القصير؟

a. ساعات الظلام أكثر من ساعات الضوء.
b. ساعات الظلام أقل من ساعات الضوء.
c. ساعات الظلام مساوية لساعات الضوء.
d. ساعات الظلام وساعات الضوء ليست عوامل مهمة.

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 6.



6. أيّ المفردات الآتية تصف الزهرة السابقة؟

a. ثنائية الجنس، كاملة.
b. ثنائية الجنس، ناقصة.
c. أحادية الجنس، ناقصة.
d. أحادية الجنس، كاملة.

7. أفضل وصف لإنتاج حبوب اللقاح في أزهار تلقحها الرياح هو:

a. كمية قليلة من حبوب اللقاح.
b. حبوب اللقاح أكبر حجمًا.
c. كمية أكبر من حبوب اللقاح.
d. كمية أكبر من الرحيق.

8. أيّ المصطلحات الآتية يصف أزهار ذوات الفلقة الواحدة؟

a. أربع سبلات، أربع بتلات.
b. خمس سبلات، عشر بتلات.
c. اثنتا عشرة سبلة، اثنتا عشرة بتلة.
d. أربع سبلات، ثماني بتلات.

أسئلة بنائية

9. **إجابة قصيرة.** اشرح لماذا لا يُعدّ مصطلحا النهار القصير والنهار الطويل مناسبين لوصف هذين النوعين من النباتات الزهرية.

10. **نهاية مفتوحة.** اقترح تحورًا في الزهرة يجعل الماء ضروريًّا للتلقيح. برّر اقتراحك.

11. **إجابة قصيرة.** وضح كيف أن التحور في تركيب الزهرة يجعل التلقيح أكثر نجاحًا.

الأحياء نشر المواقع الإلكترونية لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

6 تقويم الفصل

التفكير الناقد

12. صمّم تجربة تختبر بها قدرة الفراشات على التمييز بين زهرة حقيقية وزهرة اصطناعية.

13. قوّم مزايا الفترة الضوئية.

6–2

مراجعة المفردات

اشرح العلاقة بين المفردات في كل زوجٍ من الآتي:

14. الكُمون، الإنبات.

15. السويقة تحت الفلقية، الجذير.

16. النواتان القطبيتان، الإندوسبيرم.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

17. أيّ من الآتي لا يُعد جزءًا من البذرة؟

a. الفلقة.
b. الجنين.
c. الإندوسبيرم.
d. حبة اللقاح.

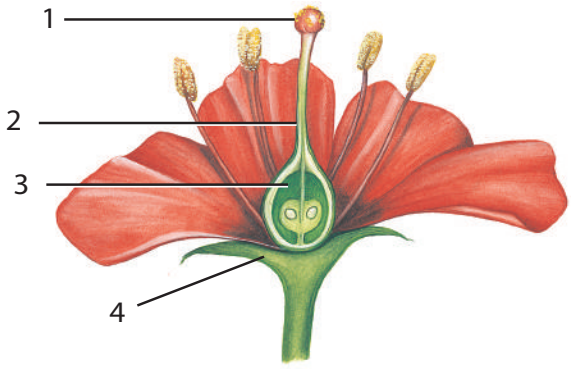
18. ما الذي يصف جنين النباتات الزهرية؟

a. ثنائي المجموعة الكروموسومية.
b. أحادي المجموعة الكروموسومية.
c. يتكون من ثلاثة طبقات من الخلايا.
d. ثلاثي المجموعة الكروموسومية.

19. أي التراكيب الآتية تنمو منها حبة اللقاح؟

a. البويضة.
b. الجنين.
c. الإندوسبيرم.
d. البوغ الصغير.

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 20.



20. أي التراكيب في الشكل أعلاه تكوّن الثمرة عادة؟

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

21. ما الفترة غير النشطة للبذرة؟

a. تعاقب الأجيال.
b. الكُمون.
c. الإخصاب.
d. طول الفترة الضوئية.

أسئلة بنائية

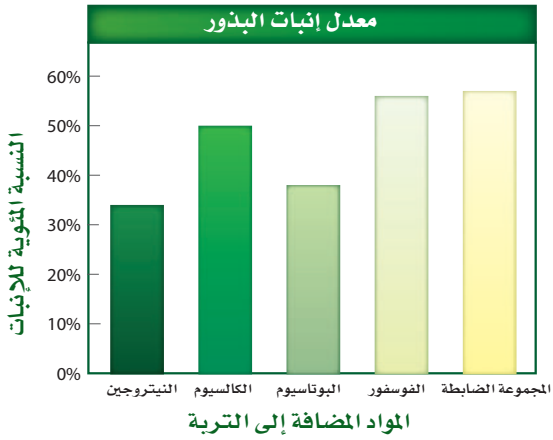
22. إجابة قصيرة. اشرح لماذا يكون انتشار الثمار أو البذور مهمًّا.

23. نهاية مفتوحة. كوّن فرضية حول سبب إنتاج الطور المشيجي الأنثوي في النباتات الزهرية للعديد من النوى، علمًا بأنه يحتاج إلى نواتين فقط من أجل الإخصاب.

24. نهايــة مفتوحــة. عندمــا تنبــت بــذرة، كمــا فــي الشـكل 10–6، يكون الجذير أول تركيب يشـق غلاف البذرة عادة. لماذا يُعد هذا مفيدًا للجنين؟

التفكير الناقد

استعمل الرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤالين 25،26.



25. قـارن بيـن تأثيـر كل من المـواد المضافة إلـى التربة في معدل الإنبات مقارنة بتأثيرها في المجموعة الضابطة.

26. صمّـم تجربـة تختبـر فيهـا أثـر الكميـات المختلفة من المـواد المضافـة إلى التربـة في معدل الإنبـات. واختر إحـدى المواد المضافة إلى التربة المدرجة في الشـكل أعلاه.

27. حلّـل مزايا وعيوب حجم الطور المشـيجي في النباتات الزهرية.

تقويم إضافي

28. الكتابــة في علم الأحياء اكتب قصة قصيرة حول حياة حبة لقاح.

أسئلة المستندات

يزهر نبات النهار المتعادل بسـرعة أكبر عندما يتم تطعيمه مع نبات النهار القصير سـبق تعريضه للفترة الحرجة. كما أن نبـات نهـار متعـادل آخر يزهر بسـرعة أكبـر عندما يتم تطعيمه مع نبات نهار طويل سبق تعريضه للفترة الحرجة.

29. افحص الرسـمين، وضـع فرضية حول إزهـار نبات النهـار المتعادل المُطعَّـم قبل نبات النهـار المتعادل غير المُطعَّم.

30. توقـع ما الذي يحدث لو أن نبات نهارطويل طُعّم مع نبات نهار قصير وعُرّض للفترة الحرجة لنبات النهار القصير.

31. صمّـم تجربة تحدّد بها "أطول نهـار" يمكن أن تزهر فيه نباتات النهار الطويل.

اختبار مقنن

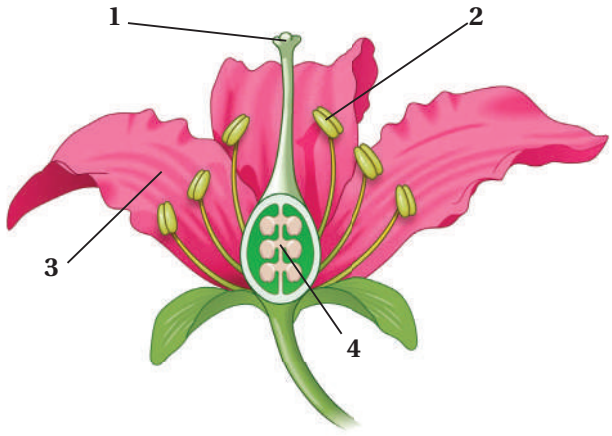
تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

1. ما النسيج الوعائي المكوّن من خلايا أنبوبية حيّة تنقل السكر من الأوراق إلى أجزاء النبات الأخرى؟

a. الكامبيوم.
b. البرنشيمي.
c. اللحاء.
d. الخشب.

استعمل الرسم أدناه للإجابة عن السؤال 2.



2. أي التراكيب في الشكل أعلاه يُعدّ جزءًا من أعضاء التكاثر الذكرية في الزهرة؟

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

3. تعد ثمار الأناناس من:

a. الثمار الجافة.
b. الثمار الملتحمة (المجمعة).
c. الثمار اللحمية البسيطة.
d. الثمار المركبة المضاعفة.

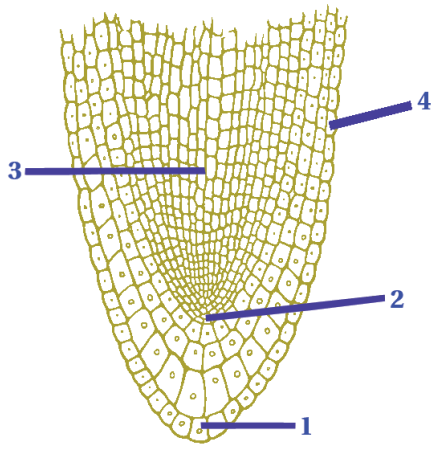
4. ما الذي يسبق الجيل الأحادي المجموعة الكروموسومية في النباتات الوعائية اللابذرية؟

a. النباتات الهوائية المتسلقة.
b. الاطوار المشيجية.
c. الرايزومات.
d. الأبواغ.

5. ما الملقّح الأساسي للمخروطيات؟

a. الطيور.
b. الحشرات.
c. الماء.
d. الرياح.

استعمل الرسم التخطيطي أدناه للإجابة عن السؤال 6.



6. أي التراكيب في الرسم أعلاه ينتج خلايا ينجم عنها زيادة طول الجذر؟

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

7. أيّ الألوان التالية أكثر جذبًا للملقحات، مثل الخفافيش وحشرة العثّ؟

a. الأزرق.
b. الأحمر.
c. البني.
d. الأبيض.

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات القصيرة

8. اذكر صفتين للنباتات اللاوعائية تعوض بهما عن فقدهما للأنسجة الناقلة.

9. لأحد أنواع الخنشار 14 كروموسومًا. ما عدد الكروموسومات في الثالوس الأولي؟ فسّر لماذا؟

10. اشرح الفوائد التي تجنيها النباتات اللاوعائية من وجود أشباه جذور رقيقة وتراكيب تشبه الأوراق.

11. سمِّ ثلاثة أنواع من الخلايا النباتية واذكر وظائفها.

12. تخيل أن صديقًا لك يعيش في منطقة باردة أعطاك بذورًا لنبات، فزرعته في منطقة حارة ولكنها لم تنمُ. توقع أسباب عدم نمو البذور في المنطقة الحارة.

13. طُلب إليك أن تستخلص بعض الصبغات من نباتات بغلي أوراقها وأزهارها وبتلاتها في محلول. ما الأدوات اللازمة لهذه التجربة التي تحقق شروط السلامة في استعمالها؟ وما الأسباب التي دعتك لاختيارها؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

14. استنتج كيف تدعم الخلايا الكولنشيمية أنسجة النبات المجاورة لها.

15. انقد الفكرة القائلة إن جذور النباتات في التربة لا تحتاج إلى الأكسجين لتعيش.

سؤال مقالي

الماء مهم لوظائف النبات؛ فهو مثلاً أحد المواد المتفاعلة في تفاعلات البناء الضوئي. يدخل الماء النبات بوساطة الانتشار. ومعظم الماء الذي يدخل إلى النبات ينتشر عبر الجذور. لذا فإن الماء يجب أن يكون أعلى تركيزًا في التربة منه في الجذور. وبعد دخول الماء إلى الجذور ينتقل خلال الأنسجة الوعائية إلى الأنسجة التي تحتوي على البلاستيدات الخضراء، ثم ينتشر في الخلايا النباتية كذلك، فيجعلها أكثر صلابة.

استعمل المعلومات في الفقرة أعلاه في الإجابة عن السؤال الآتي في صورة مقالة.

16. يذبل النبات عندما تكون كمية الماء التي يفقدها أكثر من تلك التي يكتسبها. اشرح دور الخلايا الحارسة في تنظيم كمية الماء في النبات.

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	15	16
الفصل/ القسم	5–1	6–1	6–2	5–2	4–3	5–1	6–1	4–1	4–2	4–1	5–1	4–3	6–1	5–1	4–2	4–1	5–1	6–1	4–3	5–1	5–1	5–1
المستوى	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

الأحياء نشر المواقع الإلكترونية لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

المصطلحات

(أ)

الإخصاب fertilization: عملية يتحد بها مشيجان أحاديا المجموعة الكروموسومية لينتج لاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).

الاستجابة الحركية nastic response: حركة في النبات استجابة لمؤثر ما وهي غير معتمدة على اتجاه المؤثر ويمكن أن تعود إلى حالتها الطبيعية.

الأسدية stamen: أعضاء التكاثر الذكرية في معظم الأزهار؛ وتتكون من الخيط والمتك.

الألدوستيرون aldosterone: هرمون ستيرويدي تنتجه قشرة الغدة الكظرية، يعمل في الكليتين، وهو ضروري لإعادة امتصاص الصوديوم.

الأمعاء الغليظة large intestine: الجزء النهائي من القناة الهضمية، وهو مرتبط بشكل أساسي مع امتصاص الماء.

الأمعاء الدقيقة small intestine: الجزء الأطول من القناة الهضمية، وهو مرتبط مع الهضم الميكانيكي والكيميائي للطعام.

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.

الإنبات germination: عملية يبدأ بها جنين البذرة بالنمو.

الأنبوب الغربالي tracheid element: خلايا في اللحاء تحوي السيتوبلازم وليس بها نوى.

الانتحاء tropism: استجابة النبات لمؤثرات خارجية باتجاه محدد.

البشرة الداخلية endodermis: طبقة من الخلايا تقع على الطرف الداخلي للقشرة؛ تنظم دخول الماء والمواد الذائبة الى الأنسجة الوعائية.

الإندوسبيرم endosperm: نسيج يوفر الغذاء للجنين النامي في بذرة النباتات المزهرة.

الأهداب cilia: زوائد خيطية قصيرة تؤدي دورًا في الحركة.

الأكسين auxin: هرمون نباتي ينتقل باتجاه واحد فقط، أي بعيدًا عن الجانب الذي ينتج فيه ويسبب استطالة الخلايا.

الإيثلين ethylene: هرمون نباتي غازي يؤثر في نضج الثمار.

(ب)

البتلة petal: تركيب ملون في الزهرة يجذب الملقّحات ويشكّل محطة للوقوف عليها.

الببسين pepsin: إنزيم هاضم مرتبط مع هضم البروتينات كيميائيًّا في المعدة.

البروتين protein: مركّب عضوي يتكون من حموض أمينية تتحد معًا برابطة ببتيدية، ويعد إحدى وحدات البناء الأساسية في المخلوقات الحية.

البلازما plasma: السائل الأصفر الشفاف من الدم.

البلعوم pharynx: عضو عضلي يصل بين الحلق والمريء، وينقل الطعام في اتجاه المعدة.

البذرة seed: تركيب نباتي متكيف في النباتات الوعائية تحوي الجنين ومواد مغذية ومغطاة بطبقة واقية.

البشرة epidermis: نسيج خارجي يشكّل الغطاء الخارجي للنبات.

البقعة (البثرة) sorus: تركيب في الخنشار يتكوّن من تجمع المحافظ البوغية ويقع عادة على السطح السفلي لورقة الخنشار.

البلاستيدات الخضراء chloroplast: عضيات مزدوجة الغشاء تلتقط طاقة الضوء وتحوّلها إلى طاقة كيميائية في أثناء البناء الضوئي.

البوغ spore: خلية تكاثرية أحادية المجموعة الكروموسومية ذات جدار خارجي سميك صلب. تكوّن مخلوقًا جديدًا دون اندماج الأمشاج. يظهر في دورة حياة معظم الفطريات ومخلوقات حية أخرى.

البوغ الصغير microspore: بوغ يكوّن مشيج ذكري (حبة لقاح) وينتج في المخروط الذكري للمخروطيات.

البوغ الكبير macrospore: بوغ يتحول إلى مشيج انثوي وينتج في المخروط الانثوي للمخروطيات.

(ت)

السويقة تحت الفلقية hypocotyl: منطقة من الساق الأقرب إلى البذرة.

التطعيم immunization: تطعيمات عن طريق إعطاء لقاح يطور مناعة فاعلة.

تعاقب الأجيال alternation of generation: دورة الحياة التكاثرية التي تتعاقب بين جيل بوغي ثنائي المجموعة الكروموسومية (2n) وجيل مشيجي أحادي المجموعة الكروموسومية (1n).

التغذية nutrition: عملية يتناول بها الفرد الغذاء ويستخدمه، وتزوده بالوحدات البنائية للنمو والطاقة للحفاظ على كتلة الجسم.

التكاثر الخضري vegetative reproduction: تكاثر لاجنسي ينتَجُ عنه نباتات جديدة من أجزاء من نباتات اصيلة قائمة.

(ث)

الثالوس thallus: تركيب مجزأ ولين في الحشائش الكبدية.

الثغر stoma: فُتحات في الطبقة الخارجية لسطح الورقة وبعض السيقان؛ تسمح بتبادل الماء وثاني أكسيد الكربون والأكسجين وغازات أخرى بين النبات والبيئة المحيطة به.

ثنائي المجموعة الكروموسومية diploid: له نسختان من كل كروموسوم (2n).

الثيروكسين thyroxine: هرمون درقي يزيد من معدل أيض الخلايا.

(ج)

الجبريلينات gibberellins: مجموعة هرمونات نباتية تنتقل بوساطة الأنسجة الوعائية، وتؤثر في نمو البذرة وتنبه انقسام الخلايا وتسبب استطالة الخلايا.

جدار الخلية cell wall: حاجز قوي يحيط بالخلية النباتية ويقع خارج الغشاء البلازمي، ويتكون من السيليلوز ويوفر الدعامة والحماية للخلية.

الجُذير radicle: الجزء الأول من الجنين الذي ينمو من البذرة ويبدأ بامتصاص الماء والمواد المغذية من البيئة.

الجسم المضاد antibody: 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)

حافظة الأبواغ sporangium: كيس يحوي أبواغًا يحفظها ويحميها من الجفاف.

الحركة الدودية peristalsis: انقباضات عضلية متموجة ومنتظمة، تحرك الطعام عبر القناة الهضمية.

(خ)

الخشب xylem: نسيج نباتي وعائي ينقل الماء والمعادن المذابة فيه من الجذور عبر النبات، ويتكوّن من الأوعية الخشبية والقصيبات.

الخلايا البرنشيمية parenchyma cells: خلايا نباتية كروية الشكل رقيقة الجدران توجد في معظم أجزاء النبات، وتقوم بعملية البناء الضوئي وتبادل الغازات والحماية وخزن المواد وتعويض التالف من الأنسجة واستبدالها.

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.

خلية الدم البيضاء white blood cell: نوع من خلايا الدم كبيرة الحجم وتحوي نواة. وهي تنتج في النخاع العظمي، وتقاوم الأمراض التي تصيب الجسم.

خلية الدم الحمراء red blood cell: خلية الدم التي تحوي الهيموجلوبين ولا تحوي نواة. وتشبه القرص المقعر الوجهين، تعيش فترة قصيرة، وتنقل الأكسجين والغذاء إلى خلايا الجسم وتتخلص من فضلات الخلايا.

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.

الخلايا الإسكلرنشيمية sclerenchyma cells: خلايا نباتية تفتقر إلى السيتوبلازم والمكوّنات الحية الأخرى عندما تنضج، فتشكّل بذلك جدرًا خلوية سميكة قاسية توفر الدعامة للنبات كما تنقل المواد.

الخلايا الكولنشيمية collenchyma cells: خلايا نباتية طولية الشكل عادة وتعطي النبات مرونة كما توفر الدعم للأنسجة المجاورة وتقوم باستبدال الأنسجة التالفة أو إصلاحها.

الخلية الحارسة guard cell: واحدة من الخلايا المزدوجة تعمل على فتح ثغور النباتات وإغلاقها عن طريق تغيير شكلها.

الخلية المرافقة companion cell: خلية نباتية ذات نواة تزود اجزاء الأنابيب الغربالية الناضجة بالطاقة اللازمة لنقل المواد المذابة في لحاء النباتات الوعائية.

(ر)

الرايزوم rhizome: ساق تحت أرضية سميكة للخنشار تعمل كعضو مخزن للغذاء.

الرقم الهيدروجيني pH: قياس تركيز أيونات الهيدروجين (H^+) في المحلول.

(س)

الساق الهوائية stolon: نوع من الخيوط الفطرية يكوّنه الفطر الذي ينتشر فوق سطح الطعام.

السبلات sepals: أعضاء زهرية تحمي البرعم الزهري.

السُعر الحراري calorie: وحدة تُستخدم لقياس محتوى الغذاء من الطاقة، وهو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة 1 ml حرارة الماء درجة سيليزية واحدة.

السنوي annual: نبات يكمل دورة حياته في فصل نمو واحد أو أقل.

(ع)

عنق الورقة petiole: عصا تربط نصل الورقة بالساق.

(غ)

الغُدّة gland: عضو أو مجموعة من الخلايا تُفرز مادة تُستخدم في مكان آخر من الجسم.

الغدة النخامية pituitary gland: غدة صّماء تقع عند قاعدة الدماغ، وتُسمى سيدة الغدد بسبب تنظيمها للعديد من وظائف الجسم.

الغدة الصماء endocrine gland: غدة منتجة للهرمون، تطلق ما تنتجه إلى مجرى الدم.

غطاء البذرة seed coat: طبقة من النسيج تتشكّل من تصلّب الأغلفة الخارجية للبويضة.

(ف)

فتحة النقير micropyle: فتحة في مبيض النباتات الوعائية البذرية يمكن أن يمر عبرها أنبوب اللقاح أثناء الإخصاب كما في النباتات الزهرية.

الفترة الضوئية photoperiodism: مصطلح يشير إلى استجابة إزهار النبات بناءً على عدد ساعات الظلام التي يتعرض لها.

الفيتامين vitamin: مركب عضوي يذوب في الدهون أو الماء، يحتاج إليه الجسم بكميات صغيرة للقيام بالأنشطة الأيضية.

فترة الكمون dormancy: فترة قصيرة من عدم النمو تختلف من نوع إلى آخر في النباتات، وهي تكيف يزيد من معدلات البقاء للبذور في البيئات القاسية.

الفلقة cotyledon: تركيب في البذرة يخزن الغذاء أو يساعد على امتصاص الغذاء للنبات البوغي في النباتات الوعائية البذرية.

(ق)

القدم الكاذبة pseudopods: امتداد سيتوبلازمي مؤقت، تستعمله خلايا الدم البيضاء في عملية البلعمة.

القسم النباتي plant divission: مصطلح تصنيفي يستعمل بدلاً من الشعبة لتجميع الطوائف المختلفة من النباتات والبكتيريا.

القشرة cortex: طبقة مكوّنة من النسيج الأساسي بين البشرة والنسيج الوعائي في الجذور.

القصيبات tracheids: خلايا نباتية طويلة أسطوانية الشكل يمر فيها الماء من خلية إلى أخرى عبر نهايات مثقّبة.

قلنسوة الجذر root cap: طبقة من الخلايا البرنشيمية تغطي قمة الجذر وتحمي أنسجته في أثناء النمو.

(ك)

الكالسيتونين calcitonin: أحد هرمونات الغدة الدرقية ينظم مستوى الكالسيوم في الدم.

الكبد liver: أكبر عضو داخلي في الجسم، يفرز العصارة الصفراء.

الكربلة pistil: التركيب التكاثري الأنثوي في الزهرة؛ يتكوّن عادة من الميسم والقلم والمبيض.

الكربوهيدرات carbohydrate: مركبات عضوية تحتوي على الكربون والهيدروجين والأكسجين، بنسبة ذرة أكسجين واحدة وذرتين من الهيدروجين لكل ذرة واحدة من الكربون.

الكمبيوم الفليني cork cambium: نسيج مرستيمي يكون خلايا ذات جدران قاسية تشكّل طبقة واقية خارجية على السيقان والجذور.

الكمبيوم الوعائي vascular cambium: أسطوانة رقيقة من الأنسجة المرستيمية تنتج خلايا نقل جديدة.

الكورتيـزول cortisol: هرمون ستيرويدي قشري يرفع من مستوى الجلوكوز في الدم، تنتجه قشرة الغدة الكظرية ويقلّل الالتهاب.

(ل)

اللحاء phloem: نسيج نباتي وعائي يتكون من الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة وينقل السكريات المذابة والمركبات العضوية الأخرى من الأوراق إلى الساق والجذور ومن الجذور إلى السيقان والأوراق.

(م)

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.

المخروط cone: تركيب يحوي التراكيب التكاثرية الذكرية أو الأنثوية في السيكادا وغيرها من معرّاة البذور.

مخروط النباتات اللابذري seedless plant cone: تجمّع متراصّ من تراكيب تحمل الأبواغ في النباتات الوعائية اللابذرية.

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)

النبات الثنائي الحول biennial: نبات يتم دورة حياته في عامين.

النبات الوعائي vascular plant: نوع من النباتات يمتلك أنسجة وعائية تكيف للعيش في بيئات اليابسة؛ ومن أكثر النباتات انتشارًا على الأرض.

نبات لاوعائي nonvascular plant: نبات يفتقر إلى الأنسجة الوعائية وينقل المواد ببطء من خلية إلى أخرى بوساطة الخاصية الإسموزية والانتشار، وينمو في المناطق الرطبة فقط.

النباتات المعمرّة perennial: نباتات يمكن أن تعيش سنوات عدة.

نبات النهار الطويل long - day plants: نبات يزهر في الصيف عندما تكون ساعات الظلام أقل من الفترة الحرجة للنبات.

نبات النهار القصير short - day plant: نبات يزهر في الشتاء أو الربيع أو الخريف عندما يكون عدد ساعات الظلام أكبر من عدد ساعات الضوء.

نبات النهار المتوسط intermediate - day plant: نبات يزهر طالما أن عدد ساعات الظلام ليس كبيرًا ولا قليلاً.

نبات النهار المحايد day - neutral plant: نبات يزهر في مدى واسع من عدد ساعات الظلام.

النسيج الأساسي ground tissue: نسيج نباتي يتكوّن من خلايا برنشيمية وكولنشيمية وإسكلرنشيمية.

النسيج المتوسط الإسفنجي spongy mesophyll tissue: خلايا متباعدة غير منتظمة الشكل ويوجد بينها فراغات وتقع عادة تحت النسيج المتوسط العمادي.

النسيج المتوسط العمادي palisade mesophyll tissue: طبقة من نسيج الورقة النباتية تحوي خلاياها بلاستيدات خضراء وهي المكان الذي تحدث فيه النسبة العظمى من عملية البناء الضوئي.

النسيج الوعائي vascular tissue: نسيج متخصص ينقل الماء والغذاء والمواد الأخرى في النباتات الوعائية ويمكن أن يعطي الدعامة للنبات.

نواتان قطبيتان polar nuclei: نواتان في مركز البوغ الانثوي الكبير في النباتات الزهرية.

(هـ)

الهرمون hormone: مادة مثل الإستروجين، تنتجها غدة صماء، وتعمل على الخلايا الهدف.

الهرمون الجاردرقي parathyroid hormone: مادة تنتجها الغدد جارات الدرقية تزيد من مستوى الكالسيوم في الدم عن طريق التأثير في العظام لإطلاق الكالسيوم.

الهضم الكيميائي chemical digestion: تحلّل كيميائي للغذاء بوساطة الإنزيمات الهاضمة، مثل الأميليز، إلى جزيئات أصغر 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.

(و)

الوعاء الخشبي vessel element: خلايا نباتية أنبوبية طولية الشكل تكوّن أوعية الخشب توصل الماء والمواد المذابة.