تم تحميل وعرض المادة من

موقع حلول كتبي

المدرسة اونلاين

https://hululkitab.co

جميع الحقوق محفوظة للقائمين على العمل

للعودة إلى الموقع ابحث في قوقل عن : موقع حلول كتبي

موقع
حلول كتبي

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

أحيـــاء ٣

التعليم الثانوي - نظام المقررات

(مسار العلوم الطبيعية)

قام بالتأليف والمراجعة
فريق من المتخصصين

طبعة ١٤٤٣ - ٢٠٢١

يوزع مجاناً ولا يباع

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

ⓒ وزارة التعليم ، ١٤٣٧هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
الأحياء (٣) التعليم الثانوي – نظام المقررات – البرنامج المشترك /
وزارة التعليم.– الرياض ، ١٤٣٧هـ
٢٩٤ ص ؛ ٥ , ٢٧ x ٢١سم
ردمك : ٢– ٣٥٢– ٥٠٨– ٦٠٣– ٩٧٨

أ– الأحياء – كتب دراسية ٢– التعليم الثانوي – السعودية –
كتب دراسية أ. العنوان
ديوي ٥٣٠ , ٧١٢ ١٤٣٧/١٠٣٦٤

رقم الإيداع : ١٤٣٧/١٠٣٦٤
ردمك : ٢- ٣٥٢- ٥٠٨- ٦٠٣- ٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين"

IEN.EDU.SA

تواصل بمقترحاتك لتطوير الكتاب المدرسي

FB.T4EDU.COM

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

المقدمة

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحيمِ

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

ويأتي كتاب (أحياء ٣) لنظام المقررات في التعليم الثانوي داعمًا لرؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) نحو الاستثمار في التعليم عبر "ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة" بحيث يكون الطالب هو محور العملية التعليمية التعلمية.

والأحياء فرع من العلوم الطبيعية، يتعامل مع المخلوقات الحية المتنوعة، فيبدأ بدراسة النباتات وتصنيفها، ثم ينتقل الكتاب في عرضه إلى دراسة تركيب النبات ووظائف أجزائه، وخصائصه وتراكيبه، وطرائق استجابة النبات للظروف البيئية المحيطة به. ومن خلال فصل التكاثر في النباتات يتم التركيز على طرائق التكاثر في النباتات، والتراكيب المستخدمة في عملية تكاثرها. أما الفصول الستة الأخيرة فقد تناولت تركيب الخلية ووظائف كل جزء منها، وطرائق الحصول على الطاقة الخلوية في المخلوقات الحية، والتكاثر الخلوي، والتكاثر الجنسي والوراثة، والوراثة المعقدة والوراثة البشرية، والوراثة الجزيئية في الإنسان.

وقد جاء هذا الكتاب في تسعة فصول، هي: مقدمة في النباتات، وتركيب النبات ووظائف أجزائه، والتكاثر في النباتات الزهرية، وتركيب الخلية ووظائفها، والطاقة الخلوية، والتكاثر الخلوي، والتكاثر الجنسي والوراثة، والوراثة المعقدة والوراثة البشرية، والوراثة الجزيئية.

وقد جاء تنظيم وبناء محتوى كتاب الطالب بأسلوب مشوّق وبطريقة تشجّع الطالب على القراءة الواعية والنشطة، وتسهّل عليه بناء تنظيم أفكاره وتنظيمها، وممارسة العلم كما يمارسه العلماء، وبما يعزز أيضًا مبدأ رؤية (٢٠٣٠) " نتعلم لنعمل" من خلال إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبنيّ والموجّه والمفتوح. يبدأ كل فصل من فصول الكتاب بالفكرة العامة التي تقدم صورة شاملة لمحتواه. ثم ينفّذ الطالب "التجربة الاستهلالية" التي تساعد على تكوين نظرة شاملة عن محتوى الفصل. وتمثّل التجربة الاستهلالية أحد أشكال الاستقصاء (المبني)، كما تتيح في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء (الموجّه) من خلال سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمّن النشاطات التمهيدية للفصل إعداد مطوية تساعد على تلخيص أبرز الأفكار والمفاهيم التي يتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية التي يمكن تنفيذها في أثناء دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الأحياء الذي يرد في نهاية كل فصل ويتضمن استقصاءً مفتوحًا في نهايته.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

المقدمة

تقسم فصول الكتاب إلى أقسام، يتضمن كلٌّ منها في بدايته ربطًا بين المفردات السابقة والمفردات الجديدة، وفكرةً رئيسةً مرتبطة مع الفكرة العامة للفصل. كما يتضمّن القسم أدواتٍ أخرى تساعد على تعزيز فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحًا وتفسيرًا للمفردات الجديدة التي تظهر مظلَّلة باللون الأصفر، وأسئلة تعمّق معرفة الطالب بمحتوى المقرر واستيعاب المفاهيم والمبادئ العلمية الواردة فيه. ويدعم عرض المحتوى في الكتاب مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية المختارة والمعدة بعناية لتوضيح المادة العلمية وتعزيز فهم مضامينها. ويتضمّن الكتاب مجموعة من الشروح والتفسيرات، تقع في هوامش الكتاب، منها ما يتعلق بالربط بمحاور رؤية (٢٠٣٠) وأهدافها الإستراتيجية وبالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، وبعضها إرشادات للتعامل مع المطوية التي يعدّها الطالب في بداية كل فصل.

وقد وظّفت أدوات التقويم الواقعي في التقويم بمراحله وأغراضه المختلفة: القبلي، والتشخيصي، والتكويني (البنائي) والختامي (التجميعي)؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل، والأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلالية بوصفها تقويمًا قبْليًّا تشخيصيًّا لسبر واستكشاف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى يُطرح سؤالٌ تحت عنوان "ماذا قرأت؟"، ويوجد تقويمٌ خاصٌّ بكل قسم من أقسام الفصل يتضمّن أفكار المحتوى وأسئلةً تساعد على تلمُّس جوانب التعلُّم وتعزيزه، وما قد يرغب الطالب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل يأتي دليل دراسة الفصل متضمِّنًا تذكيرًا بالفكرة العامة والأفكار الرئيسة والمفردات الخاصة بأقسام الفصل، وخلاصة بالمفاهيم الرئيسة التي وردت في كل قسم. يلي ذلك تقويم الفصل والذي يشمل أسئلة وفقرات متنوعة تستهدف تقويم تعلم الطالب في مجالات عدة، هي: مراجعة المفاهيم، وتثبيت المفاهيم الرئيسة، والأسئلة البنائية، والتفكير الناقد، ومهارات الكتابة في علم الأحياء، وأسئلة المستندات المتعلقة بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية، بالإضافة إلى فقرات خاصة بالمراجعة التراكمية. كما يتضمّن الكتاب في نهاية كل فصل اختبارًا مقنّنًا يتضمّن أسئلة وفقرات اختبارية تسهم في إعداد الطلاب للاختبارات الوطنية والدولية، بالإضافة إلى تقويم تحصيلهم في الموضوعات التي سبقت دراستها.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

قائمة المحتويات

دليل الطالب

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟ 7

الفصل 1

مقدمة في النباتات.....10

تجربة استهلالية.....11
1-1 النباتات اللاوعائية.....12
مختبر تحليل البيانات 1-1.....15
1-2 النباتات الوعائية اللابذرية.....17
1-3 النباتات الوعائية البذرية.....21
تجربة 1-1.....25
إثراء علمي: علم حبوب اللقاح الجنائي..... 28
مختبر الأحياء 29
دليل مراجعة الفصل.....30
تقويم الفصل.....31

الفصل 2

تركيب النبات ووظائف أجزائه.....36

تجربة استهلالية 37
2-1 خلايا النبات وأنسجته.....38
تجربة 2-1.....40
2-2 هرمونات النباتات واستجاباتها.....46
تجربة 2-2.....48
إثراء علمي: النباتات ودفاعاتها.....51
مختبر الأحياء.....52
دليل مراجعة الفصل.....53
تقويم الفصل.....54

الفصل 3

التكاثر في النباتات الزهرية 60

تجربةاستهلالية.....61
3-1 الأزهار..... 62
تجربة 3-1.....67
3-2 النباتات الزهرية..... 69
مختبر تحليل البيانات 3-1..... 74
إثراء علمي: النباتات المعدَّلة وراثيًّا (جينيًّا).....76
مختبر الأحياء..... 77
دليل مراجعة الفصل..... 78
تقويم الفصل..... 79

الفصل 4

تركيب الخلية ووظائفها 84

تجربة استهلالية.....85
4-1 التراكيب الخلوية والعضيات..... 86
مختبر تحليل البيانات 4-1..... 91
مختبر تحليل البيانات 4-2..... 95
4-2 كيمياء الخلية.....103
مختبر تحليل البيانات 4-3..... 106
إثراء علمي: استكشاف تقنية النانو 111
مختبر الأحياء 112
دليل مراجعة الفصل 113
تقويم الفصل 114

الفصل 5

الطاقة الخلوية 120

تجربة استهلالية 121
5-1 كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة؟..122
تجربة 5-1.....124
5-2 البناء الضوئي.....127
تجربة 5-2.....129
5-3 التنفس الخلوي 135
مختبر تحليل البيانات 5-1.....140
إثراء علمي: البناء الضوئي الاصطناعي 142
مختبر الأحياء 143
دليل مراجعة الفصل 144
تقويم الفصل..... 145

الفصل 6

التكاثر الخلوي 152

تجربة استهلالية.....153
6-1 النمو الخلوي..... 154
تجربة 6-1.....155
6-2 الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم... 159
مختبر تحليل البيانات 6-1.....162
6-3 تنظيم دورة الخلية.....165
تجربة 6-2.....167
إثراء علمي: الخلايا الجذعية 171
مختبر الأحياء 172
دليل مراجعة الفصل 173
تقويم الفصل..... 174

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

قائمة المحتويات

الفصل 7

التكاثر الجنسي والوراثة 180

تجربة استهلالية..... 181

7-1 الانقسام المنصِّف..... 182

مختبر تحليل البيانات 7-1 189

7-2 الوراثة المندلية..... 190

تجربة 7-1 195

7-3 ارتباط الجينات وتعدد المجموعات الكروموسومية. 198

تجربة 7-2 200

إثراء علمي: اختصاصيّ وراثة النبات..... 202

مختبر الأحياء 203

دليل مراجعة الفصل 204

تقويم الفصل..... 205

الفصل 8

الوراثة المعقدة والوراثة البشرية.. 212

تجربة استهلالية..... 213

8-1 الأنماط الأساسية لوراثة الإنسان 214

تجربة 8-1 219

8-2 الأنماط الوراثية المعقدة 221

مختبر تحليل البيانات 8-1 223

8-3 الكروموسومات ووراثة الإنسان 231

تجربة 8-2 235

إثراء علمي: استشاريّ الوراثة 237

مختبر الأحياء 238

دليل مراجعة الفصل 239

تقويم الفصل 240

الفصل 9

الوراثة الجزيئية 246

تجربة استهلالية..... 247

9-1 المادة الوراثية: DNA..... 248

تجربة 9-1 253

9-2 تضاعف DNA..... 256

تجربة 9-2 257

9-3 DNA وRNA، والبروتين..... 259

مختبر تحليل البيانات 9-1 263

9-4 التنظيم الجيني والطفرة..... 265

مختبر تحليل البيانات 9-2 269

إثراء علمي: الكشف عن هوية جزيء DNA .. 275

مختبر الأحياء 276

دليل مراجعة الفصل 277

تقويم الفصل..... 278

مرجعيات الطالب

المصطلحات 284

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

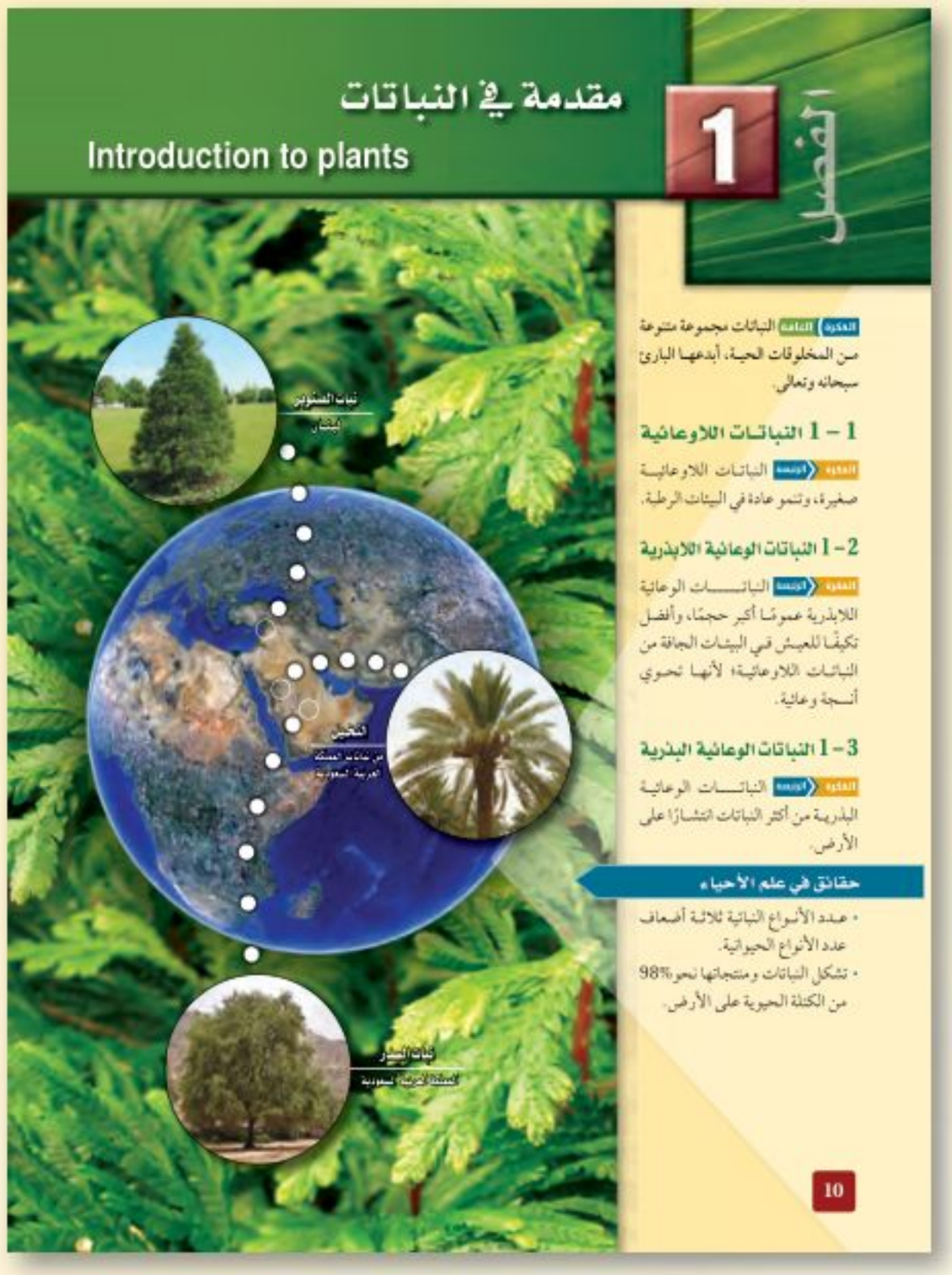
كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

هذا الكتاب ليس كتاب ثقافة عامة، بل كتابًا علميًّا يصف مخلوقات حية، وعمليات حيوية، وتطبيقات تقنية. لذا فأنت تقرؤه لتحصيل العلم.
وفيما يأتي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته.

قبل أن تقرأ

اقرأ كلًّا من الفكرة العامة و الفكرة الرئيسة قبل قراءة الفصل أو في أثنائه؛ فهما تزودانك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

لكل فصل فكرة عامة تقدم صورة شمولية عنه. ولكل موضوع من موضوعاته فكرة رئيسة تدعم فكرته العامة.



طرائق أخرى للمراجعة

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

عندما تقرأ

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

1-1

الأهداف

- تتعرف تراكيب النباتات اللاوعائية.
- تقارن بين خصائص أقسام النباتات اللاوعائية.

مراجعة المفردات

التكافل Symbiosis: العلاقة التي يعيش بواسطتها 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 - كما ترى - 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) 1-1، 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 2-1. 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) 1-1.

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

12

ويمكن للماء وما فيه من مواد مذابة أن تنتشر إلى أشباه الجذور. وعلى الرغم من أن للحزازيات أنسجة تنقل الماء والغذاء، إلا أن هذه النباتات ليس لها أنسجة وعائية حقيقية، حيث تنقل الماء والمواد الأخرى خلال أجسام الحزازيات بوساطة الخاصية الأسموزية والانتشار. تُظهر الحزازيات تنوعًا في التركيب والنمو. فبعضها له سيقان تنمو عموديًا، ولبعضها الآخر سيقان متدلية كسيقان العنب. وتشكّل بعض الحزازيات سجادًا واسعًا يساعد على منع تعرية التربة في المنحدرات الصخرية. ومع مرور الزمن تراكمت كميات من الحزاز الطحلبي سفاجنوم Sphagnum ومواد نباتية وتعفنت وشكّلت ترسبات عميقة كوّنت فحم الخُث (فحم البيت) peat. حيث يمكن تقطيعه وحرقه واستعماله وقودًا، كما يستعمله الذين يعتنون بالأزهار للاحتفاظ بالرطوبة. يقدر العلماء أن حوالي 1% من سطح الأرض مغطى بالحزازيات. تنمو معظم الحزازيات القائمة، الشكل (B) 1-1، في المناطق المعتدلة، ويمكن لها أن تنمو في درجة 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؟

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 3-1. يتنقل 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 وخلايا الطور 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 نوع النوستك Nostoc في هذا المخاط. وتظهر الحشائش البوقية والبكتيريا الخضراء المزرقة علاقة تعايش. كما في تجربة تحليل البيانات 1-1.

■ الشكل 3-1 الطور البوغي في الحشائش البوقية، وهو يشبه البوق (القرن) ملتحم بالطور المشيجي.

14

‹ الربط مع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع حياتك.

ماذا قرأت؟ أسئلة تقوّم مدى فهمك لما درسته. ›

مهارات قرائية

- اسأل نفسك: ما الفكرة العامة؟ وما الفكرة الرئيسة؟
- فكّر في المخلوقات الحية والمواقف التي مررت بها، هل هناك علاقة بينها وبين دراستك لمادة الأحياء؟
- اربط معلومات مادة الأحياء التي درستها مع المجالات العلمية الأخرى.
- توقع نتائجك من خلال توظيف المعلومات التي لديك.
- غيّر توقعاتك حينما تقرأ معلومات جديدة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

بعد ما قرأت

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

ذيل الحصان

■ الشكل 9–1 تحوي الأكياس البوغية في خنشار عش الطائر على أبواغ تتشكل خطوطًا على السطح السفلي للورقة. وتنتج بعض نباتات ذيل الحصان نوعين مختلفين من السيقان في الطور البوغي: خضرية وتكاثرية.

خنشار عش الطائر

ويبين الشكل 9–1 كذلك التركيب النموذجي لذيل الحصان، وهو ساق جوفاء مضلعة عليها دوائر من أوراق حرشفية. وتُنتج ذيل الحصان الأبواغ في مخاريط عند قمة الساق التكاثرية، كما هو الحال في الحزازيات الصولجانية. وعندما تطلق أبواغ ذيل الحصان في البيئة المناسبة فإنها تنمو إلى نبات مشيجي. ومن الأسماء الشائعة لذيل الحصان نباتات التنظيف؛ لأنها كانت تستعمل خاليًا في تنظيف القدور وأواني الطبخ في الأزمنة القديمة. ويحتوي ذيل الحصان وهو نبات صغير الحجم على مادة كالشظة تُسمى السيليكا، تستطيع أن تشعر بها عندما تحك إصبعك على طول ساق النبات. وينمو معظمه في المناطق الرطبة كالمسيخات والمستنقعات وضفاف الجداول. وتنمو بعض أنواعه في التربة الجافة في الحقول وجوانب الطرق فقط؛ لأن جذورها تنمو في التربة المشبعة بالماء الواقعة تحتها.

التقويم 2–1

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. العامة الرئيسة **اعمل جدولًا** 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. **سمّ 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 مخططًا** فن تظهر فيه خصائص الحزازيات الصولجانية والسرخسيات.

20

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

الفصل 1 التقويم

1–1

مراجعة المفردات

اكتب جملة تستعمل فيها المصطلح أدناه بصورة صحيحة.

1. التالوس

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 2.

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

أسئلة بنائية

4. **إجابة قصيرة** ارجع إلى الشكل 3–1، وحلّل 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.

1–2

مراجعة المفردات

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

7. تراكيب حاملة للأبواغ تشكّل تجمعًا متراصًا.
8. ساق متسلقة تحت الأرض.
9. نبات يعيش متعلقًا بنبات آخر أو جسم آخر.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل خريطة المفاهيم أدناه للإجابة عن السؤال 10.

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

31

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

طرائق أخرى للمراجعة

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الفصل 1

مقدمة في النباتات

Introduction to plants

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

1 – 1 النباتات اللاوعائية

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

2 – 1 النباتات الوعائية اللابذرية

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

3 – 1 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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.

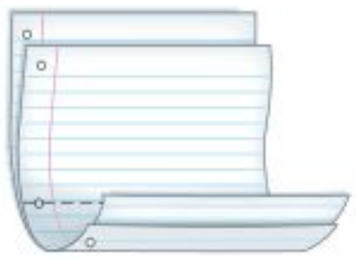
المطويات استعمل هذه المطوية في القسم 1-1. سجل وأنت تقرأ هذا القسم ما تعلمته حول تصنيف النباتات.

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:

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

1-1

النباتات اللاوعائية

Nonvascular Plants

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

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

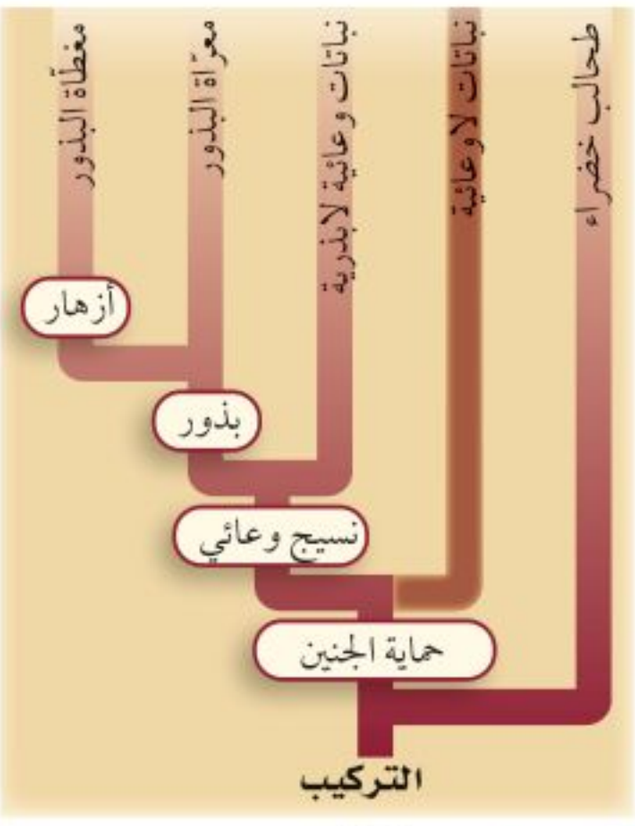
الربط مع الحياة هل استعملت يومًا خرطوم المياه لري نباتات الحديقة أو غسل سيارة؟ لماذا لا تنقل الماء من الصنبور بوساطة الدلو؟ إن استعمال الخرطوم لنقل الماء ـ كما ترى ـ طريقة أكثر فاعلية من استعمال الدلو. تفتقر النباتات اللاوعائية إلى تراكيب لنقل الماء والمواد الأخرى. ومع ذلك، فإن صغر حجم هذه النباتات يجعل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

تنوع النباتات اللاوعائية Diversity of Nonvascular Plants

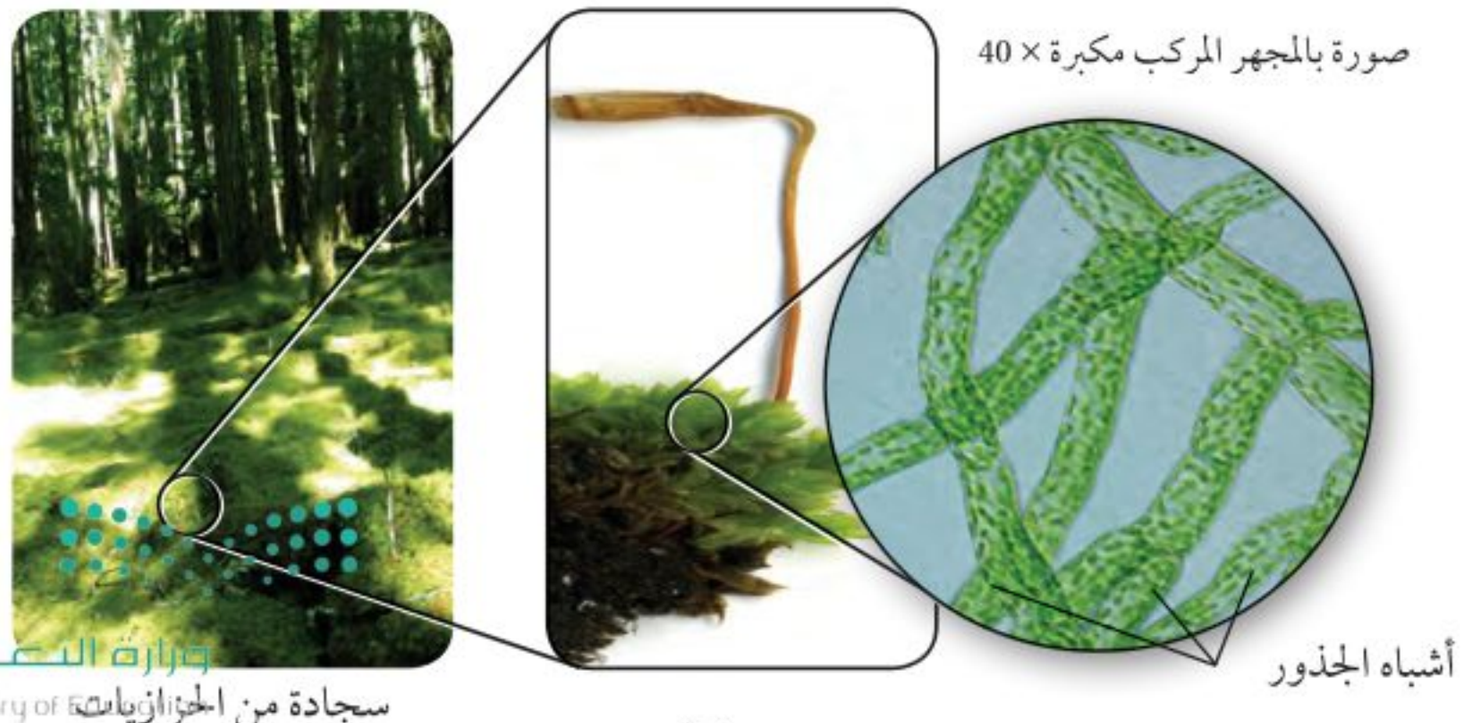
تُشكّل النباتات اللاوعائية واحدة من أربع مجموعات من النباتات التي تشترك مع الطحالب بعدة خصائص كما في **الشكل (A) 1-1**، ومنها: أن الجدار الخلوي في كليهما مكون من السيليلوز، وتخزن النباتات ومعظم الطحالب الغذاء على صورة نشا، وتستخدم النباتات ومعظم أنواع الطحالب نفس النوع من الكلوروفيل في عملية البناء الضوئي. 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 2-1**. 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) 1-1**.

■ **الشكل 1-1** 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)



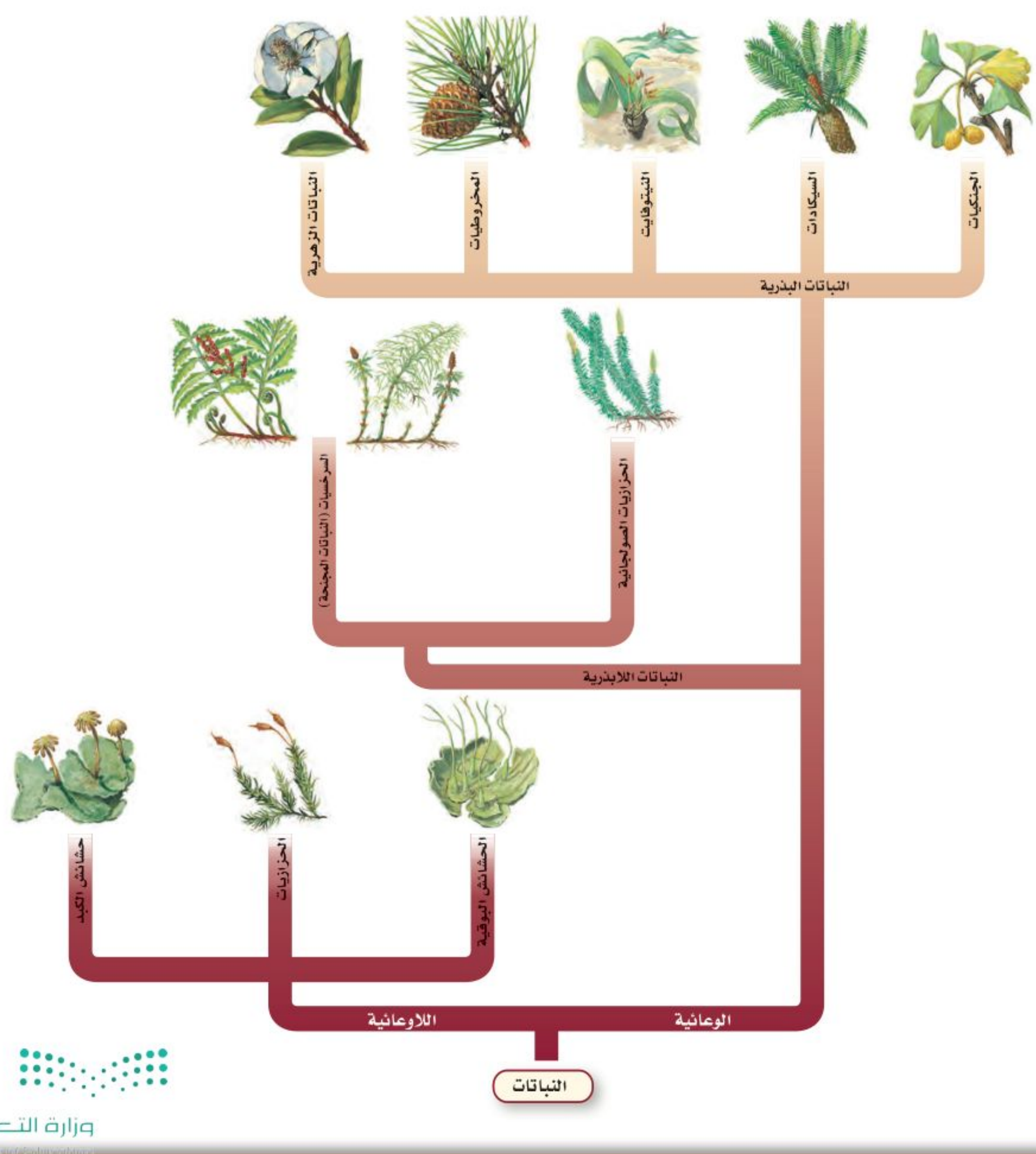
(B)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

Plant Kingdom

المملكة النباتية

■ **الشكل 2 – 1** من طرائق تصنيف أقسام المملكة النباتية تصنيفها إلى: لاوعائية ووعائية، وإضافة إلى ذلك يمكن أن تصنف النباتات الوعائية إلى نباتات لابذرية ونباتات بذرية.



ويمكـن للماء وما فيه من مواد مذابة أن تنتشـر إلى أشـباه الجـذور. وعلى الرغم من أن للحزازيات أنسجة تنقل الماء والغذاء، إلاّ أن هذه النباتات ليس لها أنسجة وعائيـة حقيقيـة، حيـث تنقـل الماء والمـواد الأخرى خـلال أجسـام الحزازيات بوسـاطة الخاصية الأسـموزية والانتشـار. تُظهـر الحزازيات تنوعًا فـي التركيب والنمو. فبعضها له سـيقان تنمو عموديًّا، ولبعضها الآخر سـيقان متدلية كسـيقان العنب. وتشـكّل بعض الحزازيات سـجادًا واسعًا يساعد على منع تعرية التربة في المنحـدرات الصخرية. ومع مـرور الزمن تراكمت كميات مـن الحزاز الطحلبي سـفاجنوم Sphagnum ومـواد نباتيـة وتعفنت وشـكّلت ترسـبات عميقة كوّنت فحـم الخُث (فحـم البِيت) peat. حيث يمكن تقطيعه وحرقه واسـتعماله وقودًا، كما يسـتعمله الذين يعتنون بالأزهار للاحتفاظ بالرطوبة. يقدر العلماء أن حوالي 1% مـن سـطح الأرض مغطـى بالحزازيـات. تنمـو معظـم الحزازيـات القائمة، **الشـكل (B) 1–1**، في المناطـق المعتدلة، ويمكن لها أن تنمـو في درجة 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؟

قسم الحشائش البوقية Division Anthocerophyta يعد هذا القسم أصغر قسم في النباتات اللاوعائية، وقد سـميت بهذا الاسـم لأن الطور البوغي فيها يشبه البوق (القرن)، **الشكل 3–1**. ينتقل الماء والمواد المغذية في الحشائش البوقية بالخاصية الأسـموزية والانتشـار. إحدى الصفات المميزة لهذه النباتات هو وجود بلاسـتيدة خضراء واحدة كبيرة في كل خلية من خلايا الطور المشيجي وخلايا الطور البوغي، ويمكـن ملاحظة هذه الصفة بوسـاطة المجهر. وينتج النبـات البوغي معظم الغذاء الذي يسـتعمله النبات المشـيجي والنبات البوغي نفسـه.تحوي أنسـجة الحشائش البوقية فراغات تحيط بالخلية مملوءة بمادة مخاطية وليس بالهواء. وتنمو البكتيريا الخضـراء المزرقة من نوع النُّوسـتُك Nostoc في هذا المخاط. وتظهر الحشـائش البوقية والبكتيريا الخضراء المزرقة علاقة تعايش.كما في **تجربة تحليل البيانات 1–1**.

■ **الشكل 3–1** الطور البوغي في الحشائش البوقية، وهو يشـبه البـوق (القرن) ملتحم بالطور المشيجي.

وزارة التعـليم
Ministry of Education
2021 - 1443

مختبر تحليل البيانات 1-1

بناءً على بيانات حقيقية

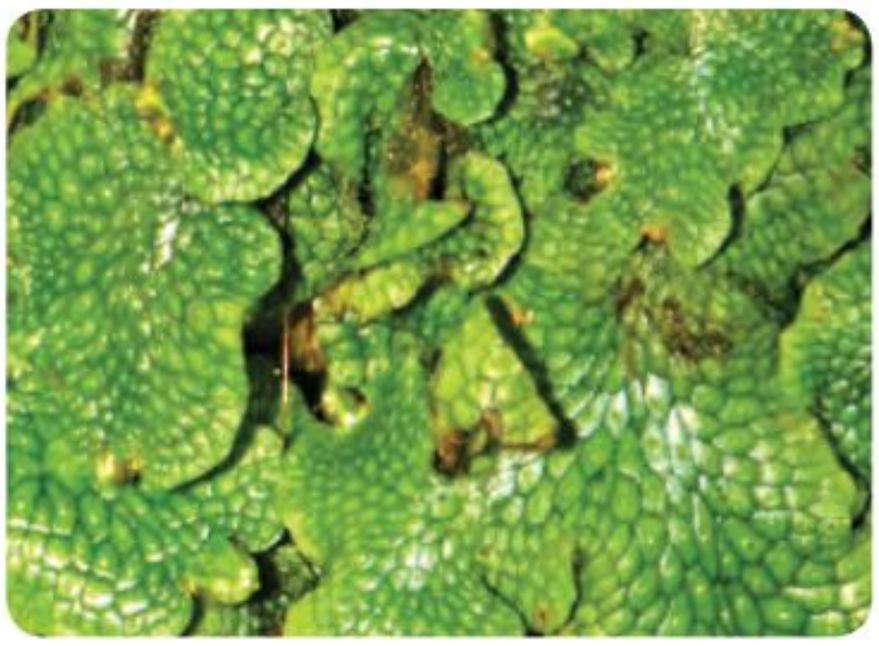
كوِّن فرضية

كيف تستفيد البكتيريا الخضراء المزرقة من الحشائش البوقية؟

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

البيانات والملاحظات

تظهر مستعمرات *Nostoc* على صورة بقع داكنة ضمن نسيج الطور المشيجي للنبات، كما في الصورة الآتية:



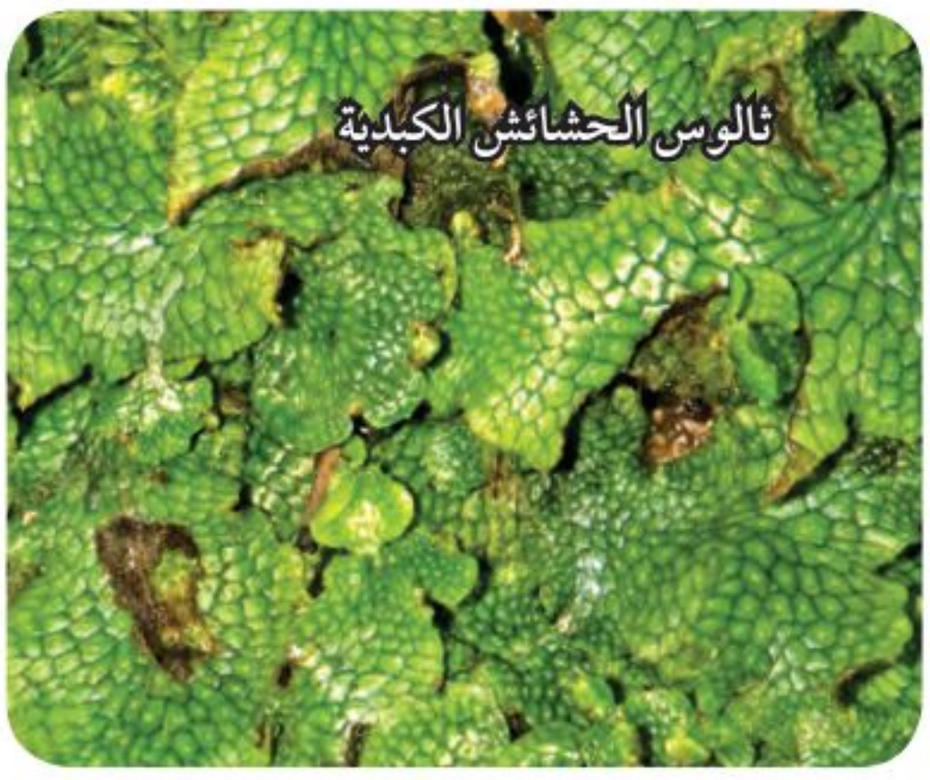
التفكير الناقد

1. **كوّن فرضية** حول الفوائد التي تحصل عليها النُّوستُك *Nostoc* من الحشائش 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 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 قليل 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 **الثالوسية (جسمية)** thallose أو ورقية، **الشكل 4-1**.

■ **الشكل 4-1** يشبه شكل ثالوس الحشائش الكبدية أجزاء الكبد. للحشائش الكبدية الورقية تراكيب تشبه الأوراق ولكنها ليست أوراقًا حقيقية.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

فجسم الحشائش الثالوسية له تركيب مجزأ ولين، وأما الورقية **الشكل 4-1** 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 1-1

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 **لخّص** خصائص الحزازيات القائمة.
2. **حدّد** 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. **توقّع** التغيرات التي قد تحدث على المستوى الخلوي عندما يجف الحزاز القائم.
7. **قارن** بين مواطن الحزازيات القائمة والحشائش البوقية والحشائش الكبدية.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

1-2

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

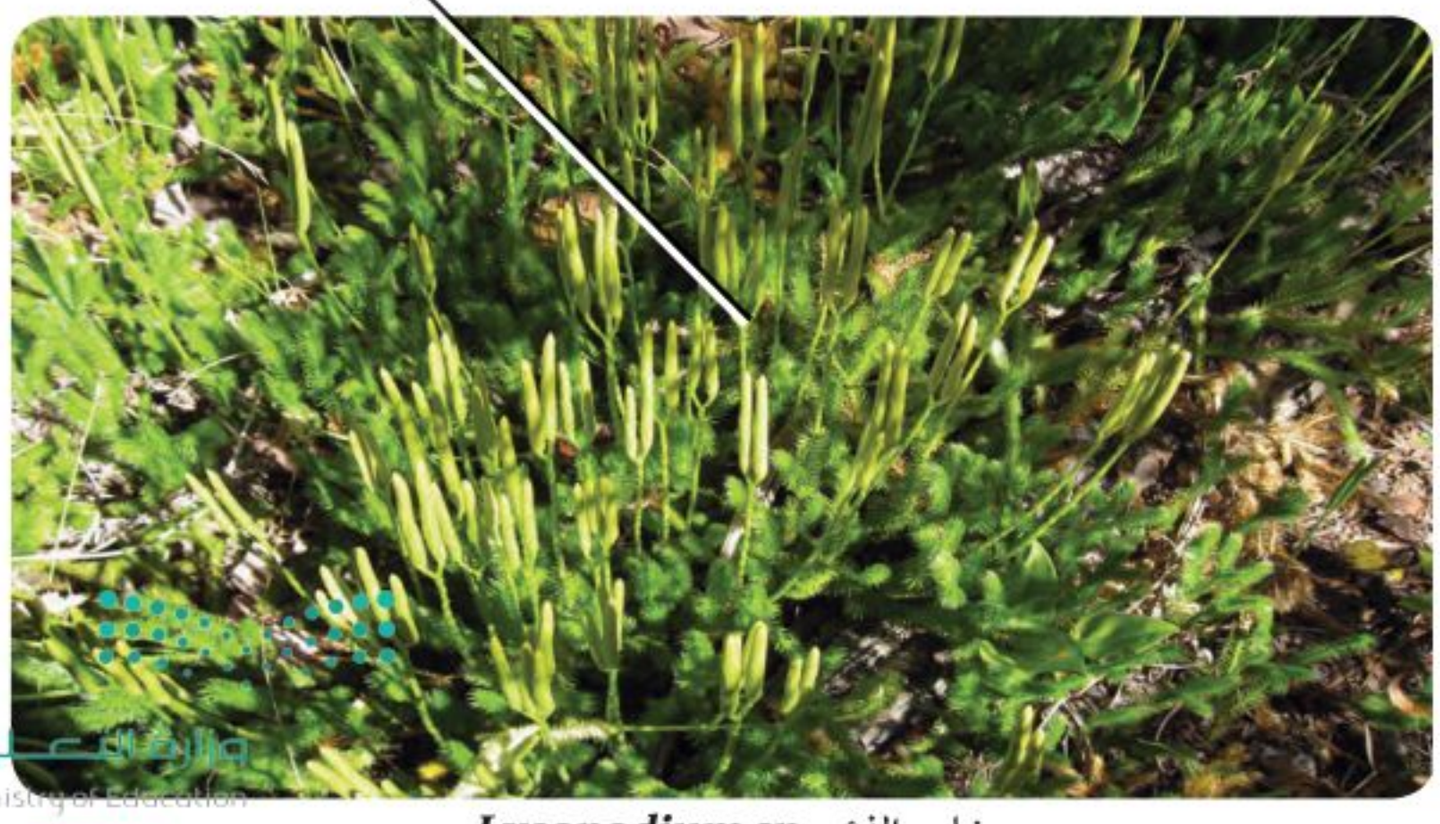
الفكرة الرئيسة **النباتات الوعائية اللابذرية عمومًا أكبر حجمًا، وأفضل تكيفًا للعيش في البيئات الجافة من النباتات اللاوعائية؛ لأنها تحوي أنسجة وعائية.**

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

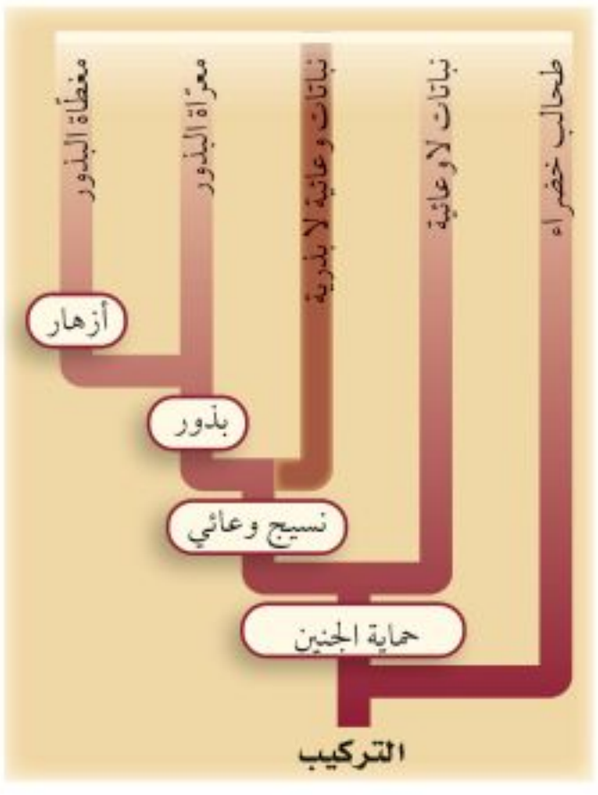
تشكل الحزازيات الصولجانية ـ التي تُسمى أيضًا حزازيات السنبلة ـ مع السرخسيات مجموعة النباتات الوعائية اللابذرية، وتختلف الحزازيات الصولجانية عن الحزازيات التي وردت في القسم السابق. وتشكل هذه المجموعة، **الشكل 5 – 1**، واحدة من ثلاث مجموعات نباتية لها أنسجة وعائية. حيث تظهر النباتات الوعائية اللابذرية 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.

حامل أبواغ



Lycopodium sp مخلب الذئب

■ **الشكل 5 – 1** تُنتج النباتات الوعائية اللابذرية – مثل الحزاز الصولجاني المسمى مخلب الذئب – أبواغًا في مخاريط بدلًا من البذور.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

سيلانجينيلا

■ **الشكل 6–1** 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 – 1**. 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: ليكوبوديوم *Lycopodium* وسيلانجينيلا *Selanginella*، **الشكلين 5–1، 6–1**. 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 7–1** الخنشاريات مجموعة متنوعة من النباتات تعيش في بيئات عديدة.

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

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

ينمو نبات قرن الأيل بوصفه نباتًا هوائيًّا على النباتات الأخرى.

تنتشر أشجار الخنشار بشكل كبير ضمن الغابات الاستوائية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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 7–1** 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 جذوراً، وساقاً 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 8–1**. 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 9–1**.

■ **الشكل 8–1** 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 9–1** 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 9–1** 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 الأزمنة القديمة. ويحتوي ذيل الحصان وهو نبات صغير الحجم على مادة كاشطة تُسمى السيليكا، تستطيع أن تشعر بها عندما تحك إصبعك على طول ساق النبات. 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 2–1

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 فن تظهر فيه خصائص الحزازيات الصولجانية والسرخسيات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

1-3

الأهداف

- **تقارن** بين خصائص النباتات البذرية.
- **تحدّدُ** أقسام النباتات معرّاة 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
المعمّر

النباتات الوعائية البذرية
Vascular Seed Plants

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 مُغطاة البذور. وتُسمى النباتات التي لا تشكّل بذورها جزءًا من الثمرة بالنباتات مُعراة البذور. للنباتات البذرية مجموعة من التكيفات لانتشار البذور في البيئة كما في **الشكل 10–1**. 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 (البويضات). ويتكون كل نبات مشيجي مؤنث من بويضة واحدة أو أكثر تحيط بها أنسجة واقية. ويعتمد الطوران المشيجيان معًا على الطور البوغي في بقائهما.

الشكل 10–1 افحص هذه التكيفات التركيبية لانتشار البذور.

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

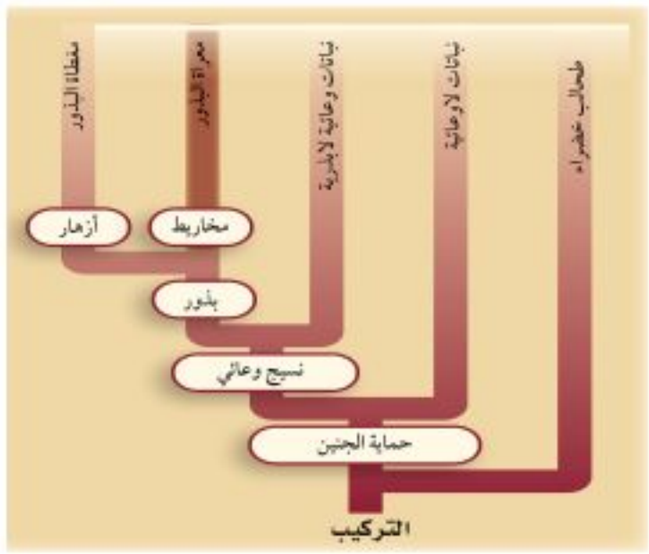
يستطيع نبات بندق الساحرة (Witch hazel) أن يقذف بذرتيه أكثر من 12 m بعيدًا عن النبات الأم.

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 (Milkweed).

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443



■ **الشكل 11–1** يبين مخطط العلاقات التركيبية أعلاه أن المخاريط كانت تكيفًا مبكرًا – وهبها الله لها – مع الظروف البيئية.

يُعد الماء ضروريًا لوصول المشيج المذكر إلى البويضة في كل من النباتات اللاوعائية والوعائية اللابذرية، في حين لا تحتاج معظم النباتات الوعائية البذرية إلى وجود طبقة رقيقة من الماء لهذه العملية. وهذا فرق مهم بين النباتات البذرية والنباتات الأخرى. ويمكِّن 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 11–1**. 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 12–1**.

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 12–1** يوضح الساق الطرية والأوراق المقسمة لنبات السيكادا.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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 تشبه سيقان العنب. أما الجنس الثالث المتبقي Welwitschia فله نوع واحد ومظهره غريب تمامًا، **الشكل 13–1**، 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 جينكو بيلوبا 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 13–1** تحرك الريح أوراق نبات Welwitschia، مما يؤدي إلى تشققها عدة مرات، بحيث تبدو الورقتان كأنهما أوراق عديدة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

تجربة علمية

كيف تتكاثر السرخسيات والحزازيات والمخروطيات؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين

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 14-1**. في حين تنتج الشجرة المؤنثة مخاريط تعطي عند إخصابها بذرة ذات غلاف لحميّ ذي رائحة نتنة، **الشكل 14-1**. 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، ويُعد الصنوبر والسرو والتنوب والخشب الأحمر والعرعر والعاذر 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 محافظ الأبواغ، حيث تنقسم الخلايا داخل هذه الأبواغ انقساماً منصّفاً لتكوّن أبواغ صغيرة. تتألف حبوب اللقاح - الطور المشيجي للنبات - من أربعة خلايا تنمو من البوغ الصغير. وتنتشر حبوب اللقاح هذه عن طريق الرياح.

■ **الشكل 14-1** تنمو التراكيب الذكرية والأنثوية للنباتات الجنكية من قاعدة 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 15-1**، لتحديـد المخروطيـات؛ حيث تبدي هذه المخروطيات تكيفات لبيئاتها مثل كل النباتات. 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 "دائمة الخضـرة" فهل 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 1-1**.

تجربة 1 - 1

استقصِ أوراق المخروطيات

ما أوجه الاختلاف والتشابه بين أوراق المخروطيات؟

تُعَـدّ بعـض أشـجار المخروطيـات من أطـول المخلوقـات الحية على الأرض وأقدمهـا. ولمعظم المخروطيـات أوراق إبرية يختلف بعضها عن بعض. وتعد خصائص الأوراق مهمة في تعرُّف المخروطيات.

خطوات العمل

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

التحليل

1. **وضح** المنطق في نظامك التصنيفي.
2. **قـارن** نظامـك التصنيفي بما وضعـه زملاؤك. واشرح لمـاذا يُعد نظامك فعالاً في تصنيف عينات المخروطيات التي درستها.

التنوب (Pacific yew) – مخاريط لحمية

العرعر (Juniper) – مخاريط عنبية

الصنوبر (Pine) – مخاريط خشبية

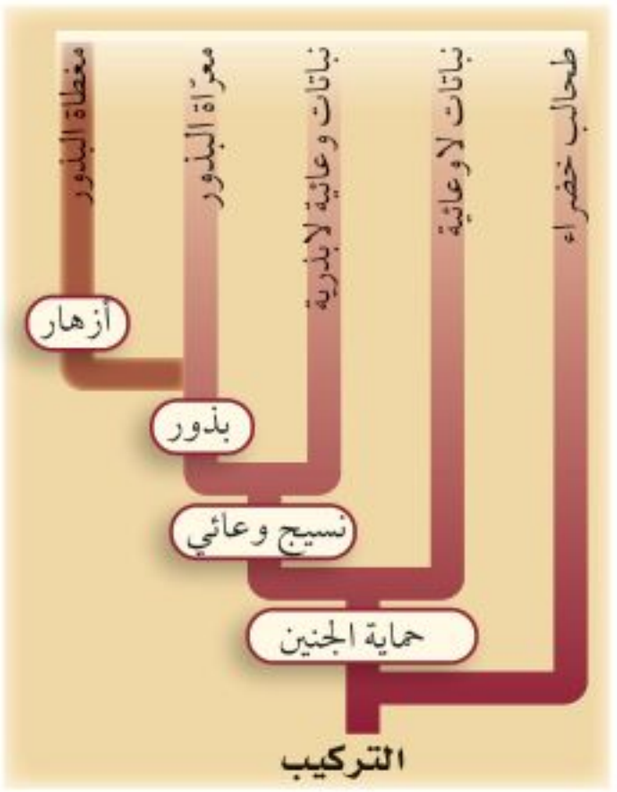
■ **الشكل 15–1** يمكن أن توصف مخاريط المخروطيات الأنثوية بأنها خشبية أو لحمية أو عِنَبية.

قسم النباتات الزهرية Division Anthophyta تعد النباتات الزهرية أوسع النباتات انتشارًا بسبب تكيفاتها التي وهبها الله سبحانه وتعالى لها لتتمكن من النمو في البيئات اليابسة والمائية. وتسمى النباتات الزهرية أيضًا مغطاة البذور، **الشكل 16–1**.

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 17–1**. 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 16–1** النباتات الزهرية من أكثر أقسام المملكة النباتية انتشارًا.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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 وأزهار السوسن 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 17–1** زهرة الربيع المسائية (Evening primrose)ثنائية الحول وتنتج أوراقًا وساقًا تحت الأرض وجذورًا في فصل النمو الأول، وتزهر في السنة الثانية من النمو.

التقويم 3–1

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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

مهنة في علم الأحياء: علم حبوب اللقاح الجنائي

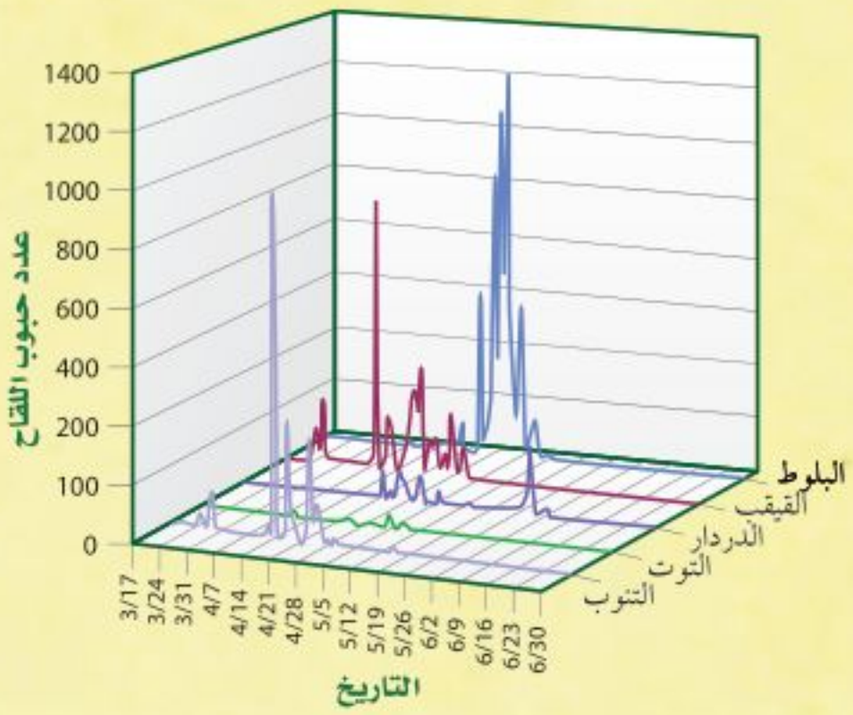
الدليل في حبوب اللقاح

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

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

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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
1443

دليل مراجعة الفصل

المطويات حدّد أقسام النباتات اللاوعائية، موضّحًا خواصها، ثم ناقشها.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
1–1 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.
2–1 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.
3–1 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 1 التقويم

1–1

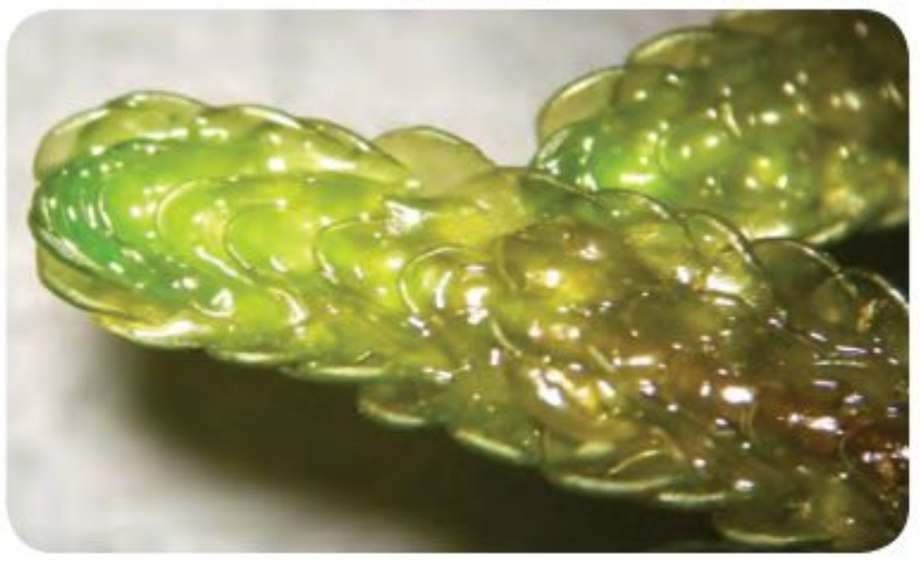
مراجعة المفردات

اكتب جملة تستعمل فيها المصطلح أدناه بصورة صحيحة.

1. الثالوس

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 2.



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

أسئلة بنائية

4. **إجابة قصيرة.** ارجع إلى **الشكل 3–1**، 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.

1–2

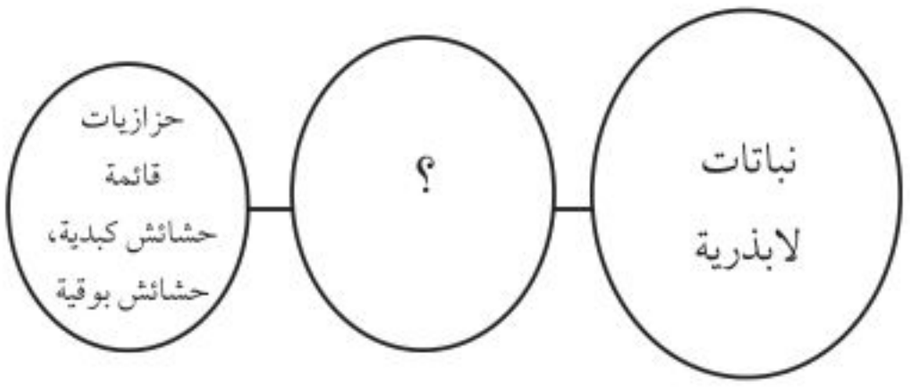
مراجعة المفردات

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

11. أيّ التراكيب الآتية يحوي تجمعًا من محافظ الأبواغ؟

a. الكيس البوغي.

b. السعفة.

c. الساق.

d. النصل.

12. أيّ الآتي لا يشكّل جزءًا من الخنشار؟

a. الرايزوم.

b. البثرة.

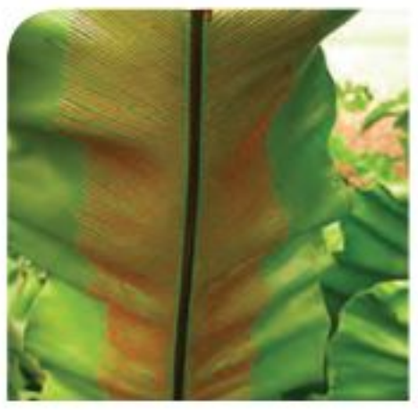
c. ورقة الخنشار أو السعفة.

d. شبه الجذر.

13. أيّ الصور الآتية تظهر البثرة (الأكياس البوغية)؟

C

A



D

B

أسئلة بنائية

14. إجابة قصيرة. لخّص خصائص الخنشار.

15. إجابة قصيرة. ميّز 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.

1-3

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. أيّ 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. أيّ النباتات الآتية تنتج تراكيب تكاثر أنثوية كما في الصورة؟

a. المخروطيات.

b. النباتات الزهرية.

c. النيتوفايت.

d. النباتات الجِنكية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤال 1.

1. في أيّ 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. أيّ 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 بواسطة 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

أسئلة الإجابات القصيرة

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

8. فسّر 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.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الفصل 2

تركيب النبات ووظائف أجزائه

Plant Structure and Function

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

1 – 2 خلايا النبات وأنسجته

الفكرة الرئيسة تتكون أنسجة النباتات من خلايا مختلفة.

2–2 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

تجربة استهلالية

ما التراكيب التي لدى النباتات؟

لدى معظم النباتات تراكيب تمتص الضوء، وأخرى لتحصل على الماء والمواد المغذية. وستفحص في هذه التجربة 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.

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 2-2.** وأنت تقرأ هذا القسم اكتب وصفًا لكل هرمون ووظيفته على الصفحة الخاصة به.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

2-1

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

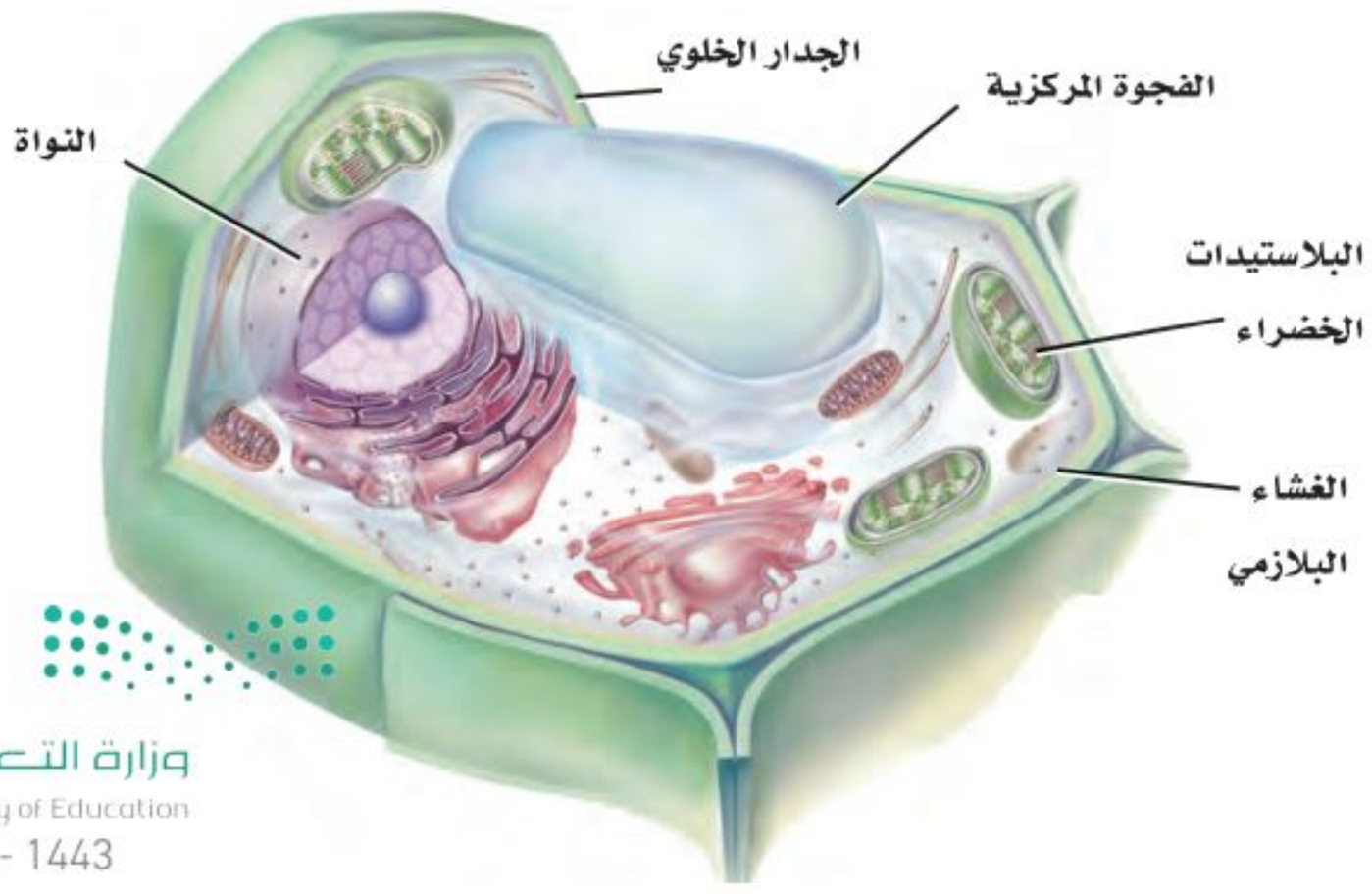
الفكرة الرئيسة تتكون أنسجة النباتات من خلايا مختلفة.

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– 2**؛ 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 1–2**. ومن صفاتها المهمة أنها قادرة على الانقسام عندما يكتمل نموّها لوجود النواة. فعندما يتلف جزء من النبات تنقسم **الخلايا البرنشيمية** parenchyma cells فتساعد على إصلاح الجزء التالف.

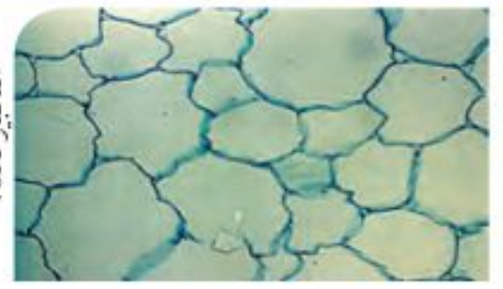
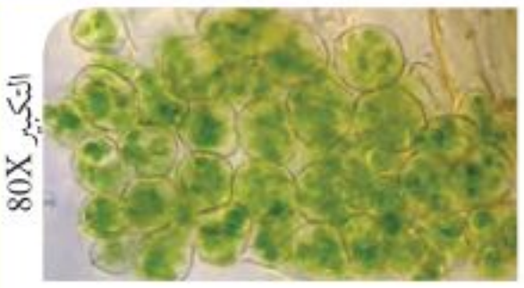
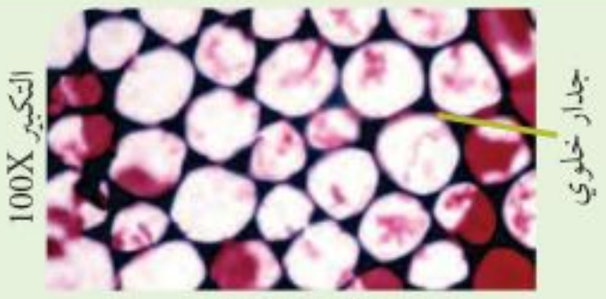
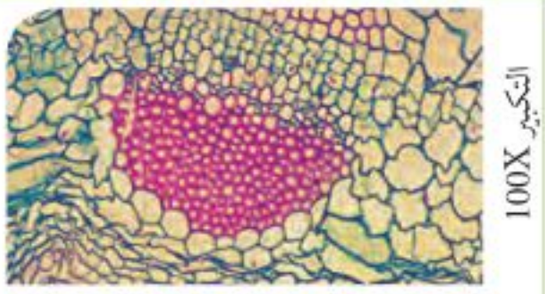


■ **الشكل 1–2** من الصفات الفريدة للخلية النباتية الجدار الخلوي والفجوة المركزية الكبيرة. وتحوي خلايا النبات كذلك بلاستيدات خضراء يتم فيها عملية البناء الضوئي.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الجدول 1–2 **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. • إعطاء النبات المرونة. • تعويض الأنسجة التالفة أو استبدالها.
الإسكلرنشيمية	 أليـــاف خلايا حجرية	• الدعامة. • النقل.

للخلايا البرنشيمية سمات خاصة، بناءً على الوظيفة التي تقوم بها؛ فبعض الخلايا البرنشيمية تحوي العديد من البلاستيدات الخضراء، **الجدول 1–2**. 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 مستطيلة الشكل، وتوجد على صورة سلاسل أو أسطوانات طويلة تدعم الخلايا المجاورة لها. وكما يبين **الجدول 1–2**، 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 لوجود النواة.

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

الخلايا الإسكلرنشيمية Sclerenchyma cells تفتقر إلى السيتوبلازم والنواة 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 1–2**. 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 2–2**.

تجربة 1-2

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 غطها بغطاء الشريحة. استعمل المجهر المركب لملاحظة شريحة البطاطس، ودوّن 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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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 هي: الأنسجة المولدة (المرستيمية)،والأنسجة الخارجية، والأنسجة الوعائية، والأنسجة الأساسية.

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، 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 3-2**، 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 3-2** **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

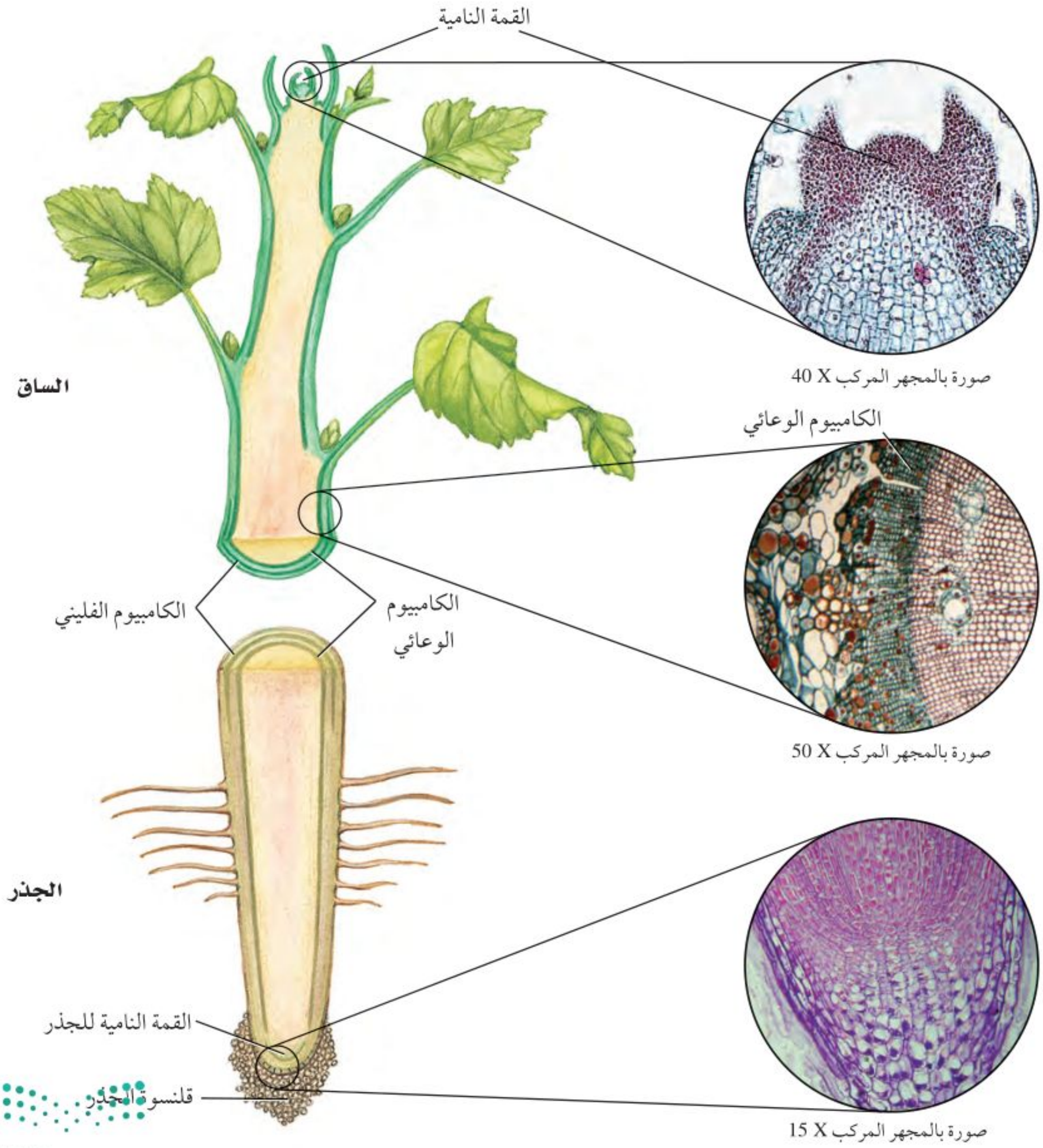
عالِم المروج Turf Scientist

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

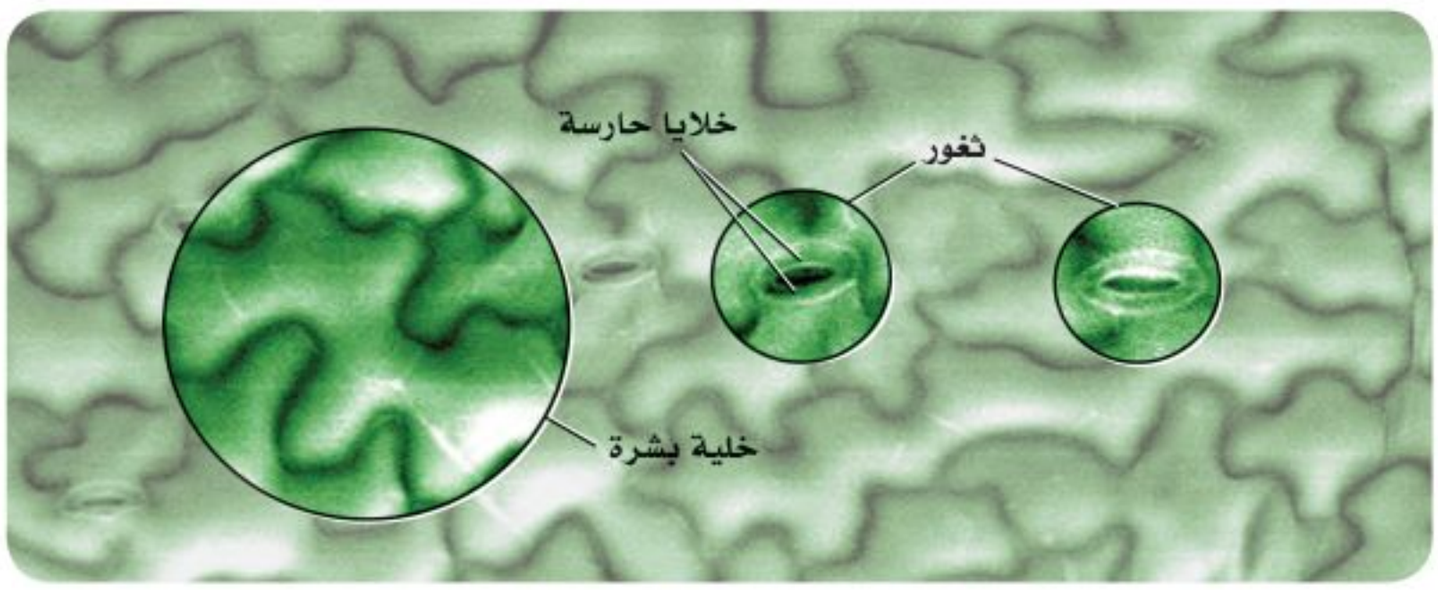
Meristematic Tissues

الأنسجة المولّدة

■ **الشكل 3–2** 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.



وزارة التعليم
2021 - 1443



■ **الشكل 4–2** 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 4–2**. 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 4–2**.

الشعيرات Trichomes تُنتج بعض خلايا البشرة على الأوراق والسيقان نتوءات تشبه الشعر تُسمى الشعيرات الورقية، **الشكل 5– 2**. 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 5–2**. 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 تتعرق النباتات؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين

الشعيرات الجذرية

الشعيرات الورقية

■ **الشكل 5–2** 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.

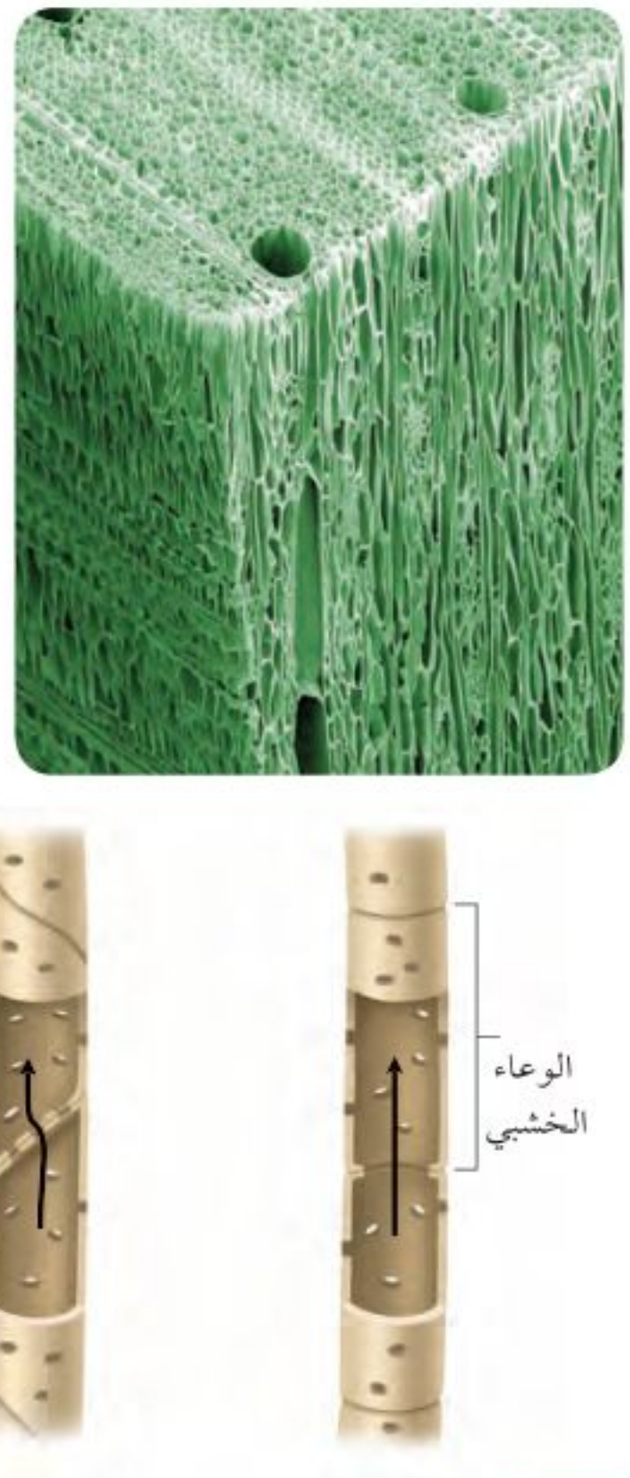
الأوعية الخشبية يتكون الوعاء الخشبي عند نضجه من الجدر الخلوية فقط. إن افتقار هذه الخلايا للنواة والسيتوبلازم عند نضجها يسمح للماء بالتدفق بحرية خلال هذه الخلايا. **الأوعية الخشبية** vessel elements خلايا أنبوبية تتراص طرفًا لطرف، فتشكّل أشرطة من الخشب تُسمى الأوعية. ويكون الوعاء الخشبي مفتوحًا عند طرفيه 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 هو 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 6-2**، 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 والأوعية الخشبية. ولأن الأوعية الخشبية 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 جميع أجزاء النبات.

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.

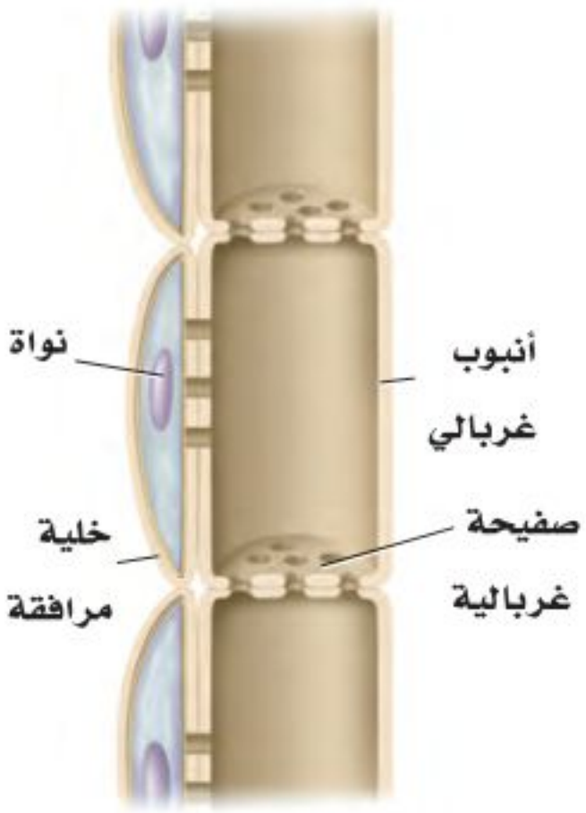
■ **الشكل 6 – 2** القصيبات والأوعية الخشبية هما الخلايا الناقلة في الخشب.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

تحتـوي عناصـر الأنابيـب الغربالية علـى السـيتوبلازم، ولكنها تفتقـر إلى النوى والرايبوسومات عندما تكون ناضجة.

يحيط بالأنابيب الغربالية خلايا مرافقة، كل منها لها نواة. ويعتقد العلماء أن هذه النـواة تساعد الخلية المرافقة الأنبوب الغربالي المكتمل النمو المجاور لها بالطاقة اللازمة لعملها وتتحكم في عملية النقل داخله. ويوجد في النباتات الزهرية تراكيب تُسمى الصفائح الخلوية (الصفائح الغربالية) عند طرف كل أنبوب غربالي، انظر **الشكل 7–2**. هذه الصفائح لها ثقوب واسعة تسمح بمرور المواد المذابة من خلالها. يتم عملية أيض بعض الجلوكوز الناتج من عملية البناء الضوئي في الأوراق والأنسجة الأخـرى في النبات. لكن بعضه الآخـر يتحول إلى كربوهيدرات، وينتقل ليُخزّن فـي مناطق التخزين في النبات. وتعـد الخلايا البرنشـيمية الموجودة في الجذور أمثلة على مناطق التخزين.



الشـكل 7–2 لاحظ وجود ثقوب في الصفائح الغربالية الموجودة بين الأنابيب الغربالية.

الأنسجة الأساسية Ground tissues الأنسـجة التي لا تندرج تحت الأنسجة المرسـتيمية أو الخارجيـة أو الوعائيـة تعـد أنسـجة أساسـية. وتتكون **الأنسـجة الأساسية** ground tissues من خلايا برنشيمية وكولنشيمية وإسكلرنشيمية، ولها وظائـف متنوعة، منها البناء الضوئي والخزن والدعامة. ويتكون معظم النبات من نسـيج أساسـي. يحتوي النسيج الأساسـي في الأوراق والسـيقان الخضراء على خلايـا بهـا العديد من البلاسـتيدات الخضراء التي تنتج الجلوكـوز للنبات. وفي بعض السـيقان والجذور والبذور تحتوي خلايا النسـيج الأساسـي على فجوات كبيرة تخزن السـكريات والنشا والزيوت أو المواد الأخرى. كما تساعد الأنسجة الأساسية في وظيفة الدعامة عندما تنمو بين أنواع أخرى من الأنسجة.

التقويم 1–2

الخلاصة

- هناك ثلاثة أنواع من خلايا النبات هـي: البرنشـيمية والكولنشـيمية والإسكلرنشيمية.
- يرتبط تركيب الخليـة النباتية مع وظيفتها.
- هنـاك أنـواع عـدة من الأنسـجة 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. **قـارن** بين نوعـي خلايا الخشـــب المتخصصة.

التفكير الناقد

6. **اعمل جدولا** يلخص تراكيب الأنسجة النباتيـة المختلفة ووظائفها، مستعملًا المعلومات الواردة في هذا القسم.
7. **قـوّم** فوائـد عـدم وجـود جـدران في نهايات الأوعية الخشبية.
8. الكتابـــة في علم الأحياء ألف قطعة نثرية تصف فيها نسيجًا نباتيًّا.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

2-2

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 الغشاءالبلازمي من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى، ويحتاج إلى طاقة.

المفردات الجديدة

الأكسين	السايتوكاينين
الجبريلين	استجابة الحركة
الإثيلين	الانتحاء

الفكرة الرئيسة يمكن أن تؤثر الهرمونات فى 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.

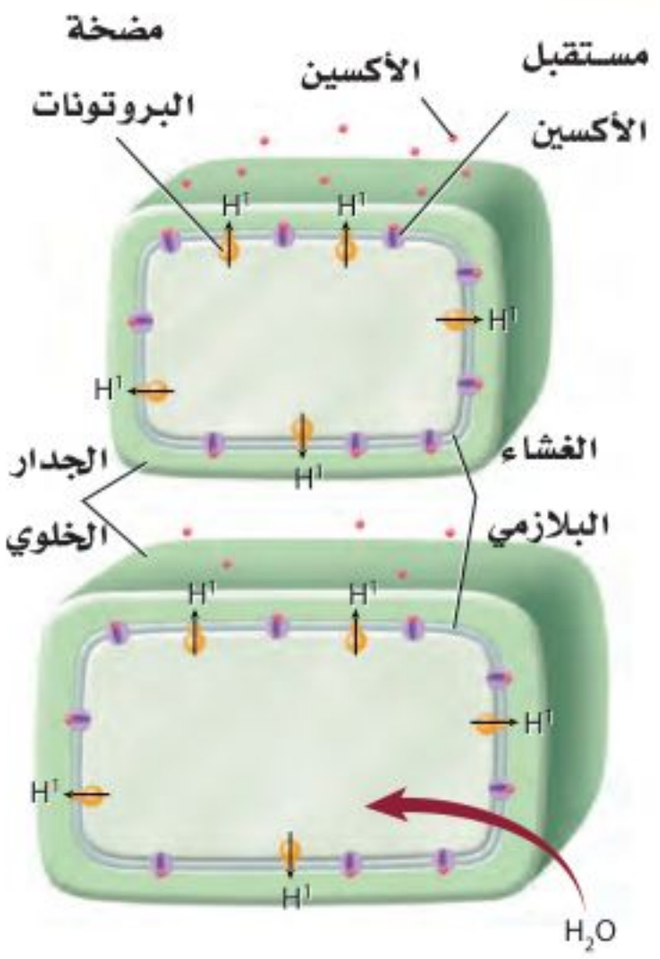
الهرمونات النباتية Plant Hormones

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 8–2**. وينجم عن ضعف جدران الخلايا وزيادة ضغطها الداخلي استطالة الخلية. يختلف تأثير الأكسين في النبات بصورة كبيرة بناءً على تركيزه وموقع عمله.

■ **الشكل 8–2** يحفز الأكسين تدفق أيونات الهيدروجين عبر جدار الخلية مما يضعفه، ليدخل الماء وبالتالي تستطيل الخلية.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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 9–2**، 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 الجينات المنتجة للجبريلينات ولكن لديها الجينات المنتجة لمستقبلاتها تزداد طولاً. إن معاملة النبات بالجبريلينات يمكن أن يسبب زيادة في طوله، **الشكل 10–2**.

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 9–2**
العلوية: يثبّط الأكسين نموّ الأغصان الجانبية. **السفلية**: تقلّل إزالة القمة النامية للنبات من كمية الأكسين، ولذا تنمو الأغصان الجانبية.

■ **الشكل 10–2** هذه النباتات ليس لديها جينات لإنتاج الجبريلينات؛ لكن النبات الذي على اليمين نما عندما تم معالجته بالجبريلينات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

ولأن الإثيليـن غـاز فإنـه يمكن أن ينتشـر بيـن الخلايا، كمـا أنه ينتقل عبـر أوعية اللحـاء. وعلـى الرغم من أن الإثيليـن يمكن أن يؤثر في أجـزاء أخرى من النبات إلا أن تأثيـره الأساسـي هو في الثمار فـي مرحلة النضج. يجعـل الإثيلين جدران خلايـا الثمـار غير الناضجة ضعيفة، ويـؤدي إلى تحليل الكربوهيـدرات المعقدة فيها إلى سـكريات بسيطة. ونتيجة لتعرض الثمار للإثيلين فإنها تصبح طرية أكثر، كمـا تصبـح أكثر حلاوة مـن الثمار غير الناضجـة. ولأن الثمـار الناضجة معرضة للإصابة بالكدمات بسهولة في أثناء الشحن فإن المزارعين غالبًا يشحنون ثمارهم غيـر ناضجـة، وما أن تصل إلى وجهتها فإنهم يعالجونها بالإثيلين، مما يسـرّع في نضجها.

السايتوكاينينـات Cytokinins هرمونات تحفز النمو، يتـم إنتاجها في الخلايا السريعة الانقسام. وهي تنتقل إلى الأجزاء الأخرى من النبات عبر أوعية الخشب. تشجع **السايتوكاينينات** cytokinins انقسام الخلايا بتحفيزها على بناء البروتينات الضرورية للانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم. وحيث إن السايتوكاينينات تزيد معدل النمو فإنها تضاف غالبًا إلى الوسـط الغذائي المستعمل في زراعة الأنسجة النباتية، وهي تقنية تتم في المختبر لتنمية نباتات من قطع أنسجة نباتية. يؤثر وجود الهرمونات الأخرى، وبخاصة الأكسين، في عمل السايتوكاينينات. فمثلاً ينبه هرمون الأكسـين (إندول حمض الخليك) وحده في 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.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالِم وظائف أعضاء النبات (فسيولوجيا النبـات) Plant physiologist يدرس مواضيع عديـدة، منها كيمياء النباتات وكيف تعمل الهرمونات. يعمل العديد ومنهم في التعليم والبحث في الجامعات.

تجربة 2-2

استقصاء استجابة النبات

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ازرع **بـذور البـازلاء** في ثلاثـة أصـص في كل منها 4 بـذور، قبل أربعة أيام من بدء التجربة، وسجل ملاحظاتك حولها.
3. أحـضر **صندوقين من الكرتون** قاعدتهما مفتوحة، ثم اعمل شـقًّا أفقيًّـا في منتصف أعـلى أحد الأوجه الجانبيـة لأحدهما بطول 12 cm وعرضه 3 cm.
4. ضـع الأصـص الثلاثـة في مـكان مـضيء ثـم غـطِ اثنـان منهـما بالصناديـق الكرتونيـة بحيث يكون الشـق في أحـد الصندوقين مواجهًا للضوء، واترك الثالث تحت الضوء مباشرة.
5. لاحظ النباتات بعد 24 ساعة من التجربة وسجل ملاحظاتك.

التحليل

1. **حـدّد** نوع الهرمـون الـضروري لتحفيز النباتات عـلى تغيير اتجاه نموها.
2. **التفكير الناقـد.** إذا كـررت التجربة مرة أخـرى، بحيث عملت شـقان في وجهين متقابلين من الصنـدوق الكرتوني أحدهما باتجاه الضوء، ماذا تتوقع أن يحدث؟

وزارة التعـليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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 تسـبب الحركة بغض النظر عن اتجاه المنبه تسـمى **استجابة 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 مـاذا تلاحـظ علـى النباتـات في **الجـدول 2-2**؟ إنهـا جميعها أمثلة على اسـتجابات النمـو أو الانتحاء. **فالانتحاء** tropism هو نموّ النبات اسـتجابةً لمنبهٍ خارجي. فإذا كان نمو النبات نحو المنبه سُـمي انتحاءً موجبًا، وإذا كان النمو بعيدًا عن المنبه سُـمي انتحاءً سـالبًا. وهناك أنواع عديدة من الانتحاء تشـمل الانتحاء الضوئـي والانتحاء الأرضي والانتحاء اللمسـي. فالانتحاء الضوئي هو اسـتجابة نمو النبات للضوء، وسـببه التوزيع غير المتسـاوي للأكسـين. ويوجد القليل من الأكسـين فـي جانب النبـات المعرض للضوء، والكثير منه في الجانب البعيد عن مصدر الضوء. ولأن الأكسـين يسـبب اسـتطالة الخلايا فإن الخلايا على الجانب البعيد من مصدر الضوء تسـتطيل، مما يجعل ذلك الجانب من السـاق أطول، فتكون النتيجة أن ينحني السـاق في اتجاه مصدر الضوء. أما الانتحاء الأرضي فهو اسـتجابة نمو النبات نحو مركز الجاذبية الأرضيـة. وتُظهر الجذور عادة انتحـاءً أرضيًّا موجبًا. إن نمو الجذور إلى أسـفل فـي التربة يسـاعد علـى تثبيت النبات، ويجعـل الجذور ملامسـة للماء والأملاح المعدنيـة. لكن السـاق تظهر انتحاءً أرضيًّا سـالبًا عندما تنمو إلـى أعلى بعيدًا عن مركـز الجاذبية الأرضيـة. وهذا النمو يـوزع الأوراق بحيث تتعـرض لأكبر كمية مـن الضـوء. وهناك نوع ثالث مـن الانتحاء في بعض النباتـات، ألا وهو الانتحاء اللمسـي. وهذا النوع هو اسـتجابة نمو النباتات للمؤثرات الآليـة (الميكانيكية)، ومنها ملامسـة جسـم ما أو مخلوق ما أو حتى الريح. إن الانتحاء اللمسي واضح في النباتات المتسلقة التي تلتف حول أي تركيب قريب منها كشجرة أو سياج.

الجدول 2–2	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 2–2

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. **صمّم نموذجًا** يبين كيف ينتقل الأكسين من خلية إلى أخرى.
5. **احكم** على أساس علمي على المقولة الشائعة "تفاحة متعفنة واحدة تتلف صندوقاً كاملاً".

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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 عديد 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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

صمم بنفسك

مختبر الأحياء

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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الفصل

2 دليل مراجعة الفصل

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

المفردات	المفاهيم الرئيسة
2–1 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** **تتكون أنسجة النباتات من خلايا مختلفة.** • 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.
2–2 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 2 التقويم

2–1

مراجعة المفردات

ميّز 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. أيّ المناطق الآتية تحوي خلايا تنقسم باستمرار؟

a. القمة النامية.

b. النسيج الوعائي.

c. النسيج الخارجي.

d. النسيج المولد الجانبي.

6. أيّ الخلايا الآتية تقوم بعملية البناء الضوئي؟

a. الخلايا الكولنشيمية.

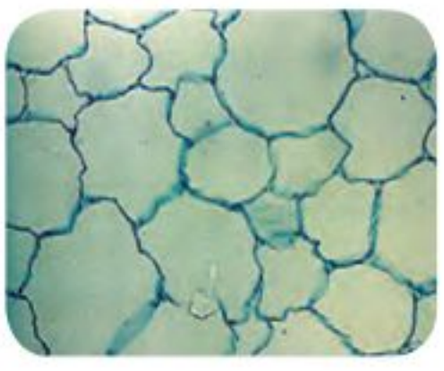
b. الخلايا البرنشيمية.

c. الخلايا الإسكلرنشيمية.

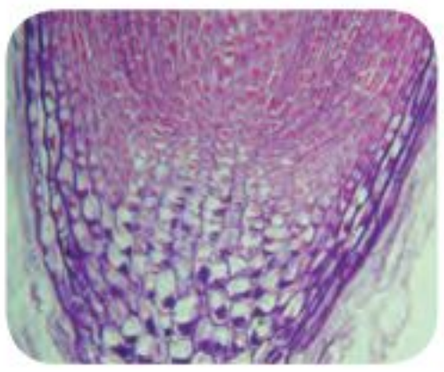
d. الشعيرات الجذرية.

استعمل الصور أدناه للإجابة عن السؤالين 7، 8

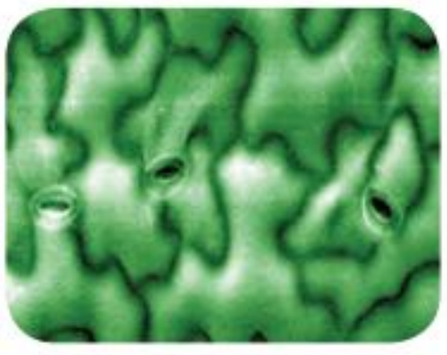
7. أيّ الصور الآتية تظهر فيها الشعيرات؟



A.



B.



C.

D.

8. أيّ الصور تظهر فيها الخلايا البرنشيمية؟

a. A.

b. B.

c. C.

d. D.

9. أيّ 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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.

2-2

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.

2 تقويم الفصل

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؟

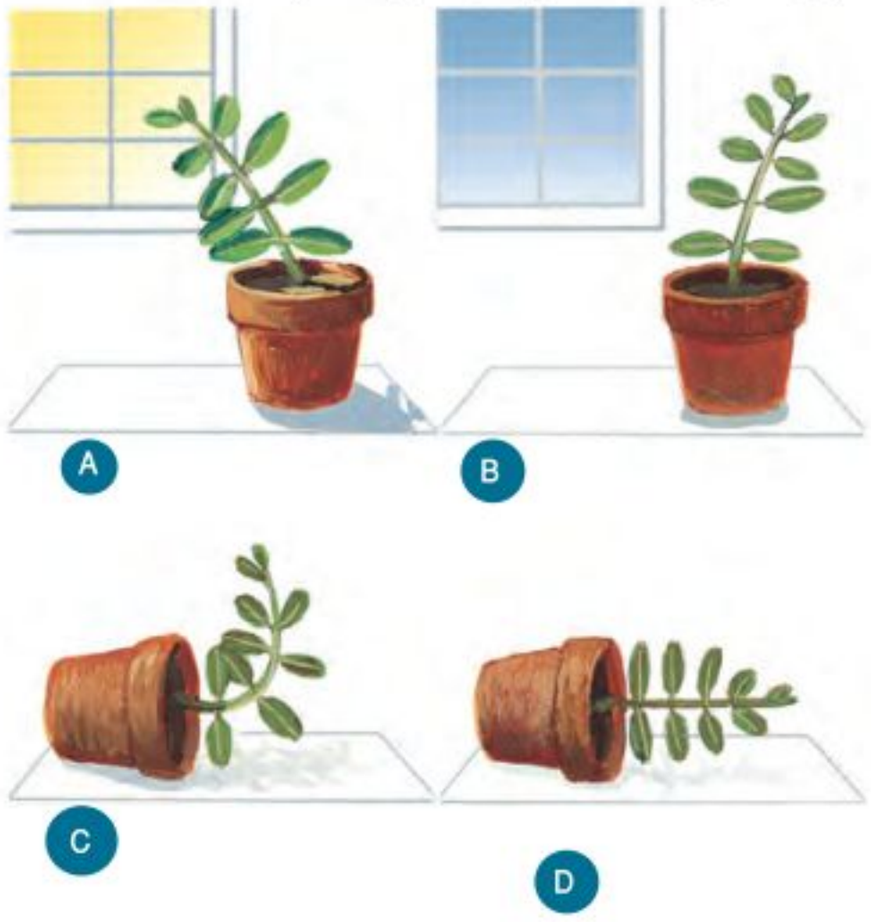
a. الأكسين.

b. الجبريلين.

c. الإثيلين.

d. السايتوكاينين.

استعمل الصور أدناه للإجابة عن السؤال 22.



22. أيّ 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 8-2** ووضح كيف يسبب الأكسين استطالة الخلية؟

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

2 تقويم الفصل

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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

اختبار مقنن

أسئلة الأختبار من متعدد

1. أيّ الهرمونات الآتية 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. أيّ ممّا يأتي يساهم في نقل الغذاء في الأشجار؟

a. تعاقب الأجيال.

b. الازهار.

c. البذور.

d. الأنسجة الوعائية.

4. أيّ مما يأتي 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؟

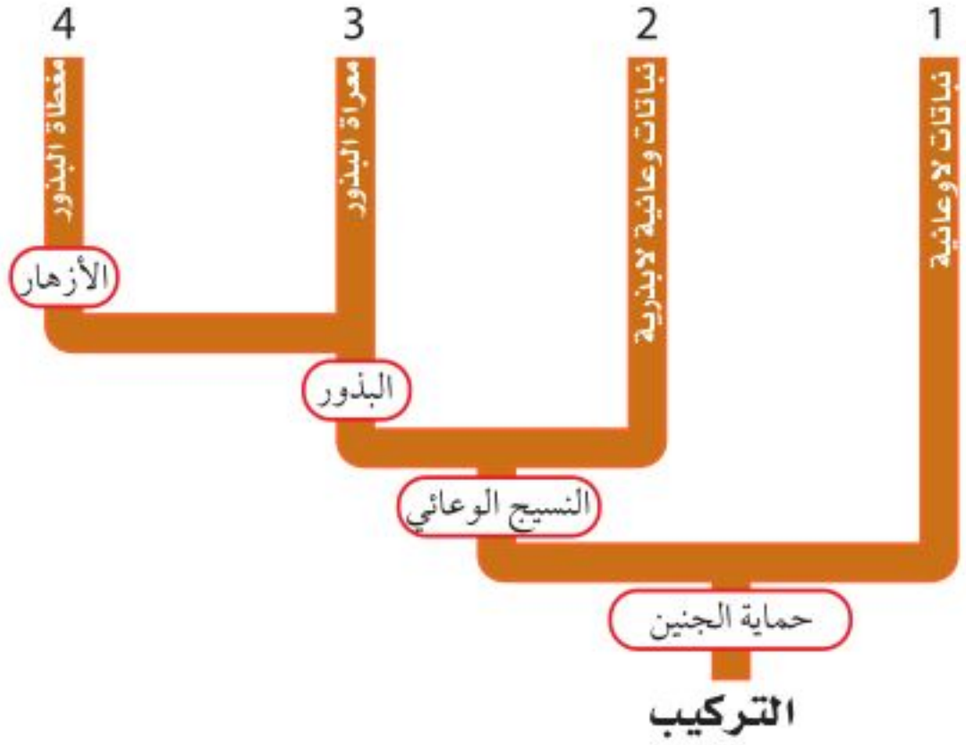
a. إنتاج خلايا جديدة لنمو الجذر.

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.



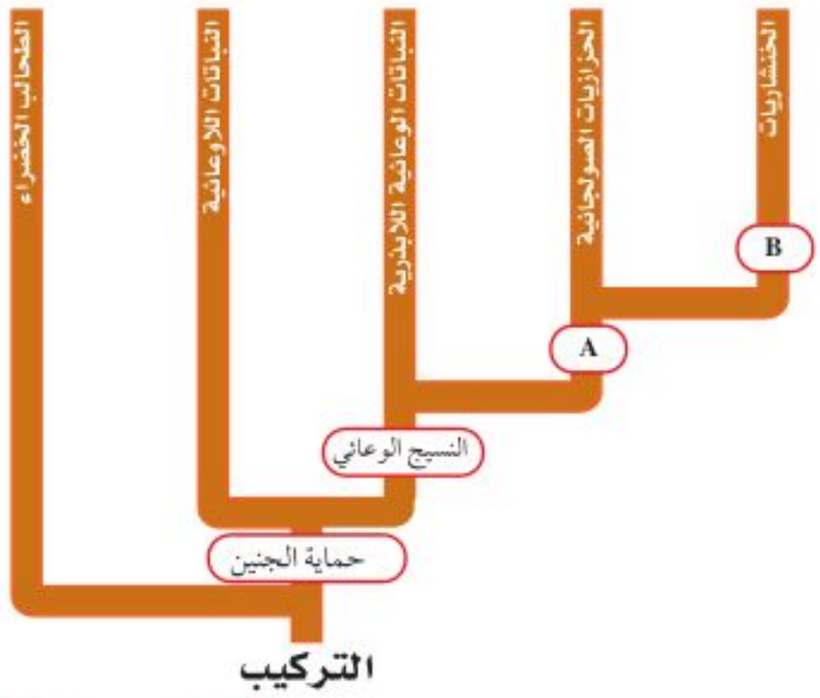
6. أيّ الأرقام في الشكل أعلاه يمثل مكان وجود النباتات السيكادية؟

a. 1 **c.** 3

b. 2 **d.** 4

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل المخطط أدناه للإجابة عن السؤال 7.



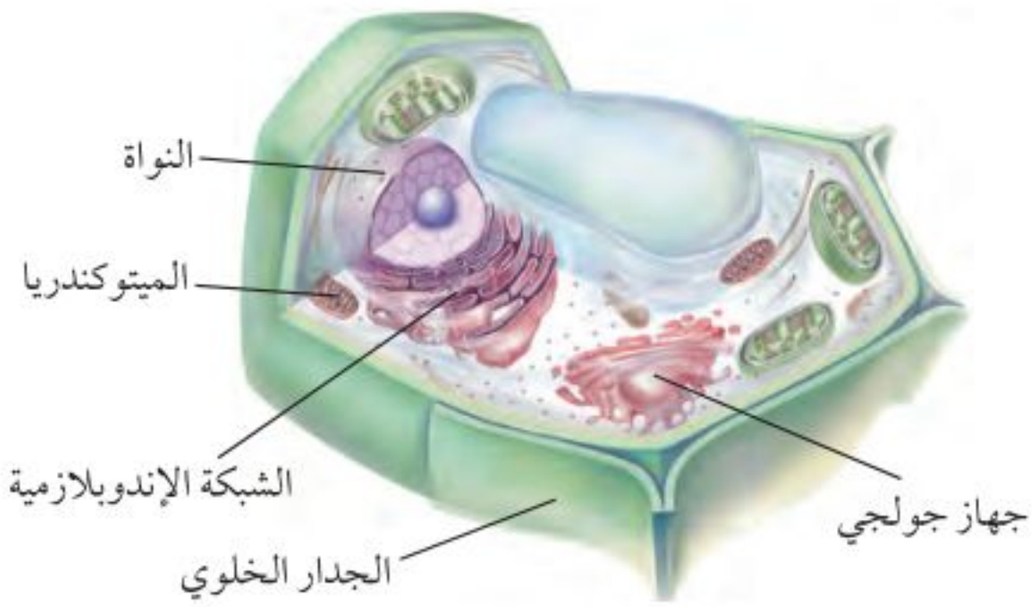
7. انظر إلى المخطط الموضح أعلاه. ما الكلمة أو العبارة التي تصف نقطتي التفرع A و B؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

8. استعمل خريطة المفاهيم لتنظيم المعلومات المتعلقة بالنباتات السنوية وثنائية الحول والمعمرة من حيث أوجة 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	2–2	2–1	2–1	2–2	2–1	1–3	1–2	1–3	2–1	2–1	1–3
الصف	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الفصل 3

التكاثر في النباتات الزهرية

Reproduction in Flowering Plants

الفكرة العامة تتضمن دورات حياة النباتات طرائق مختلفة للتكاثر.

1 – 3 الأزهار

الفكرة الرئيسة الأزهار هي التراكيب التكاثرية في النباتات الزهرية.

2 – 3 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.

وزارة التعليم
2021 - 1443

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 هذه التجربة.

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؟

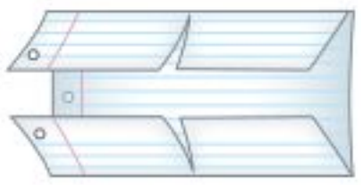
المطويات
منظمات الأفكار

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 2-3.** في أثناء دراستك لهذا القسم، ارسم مخططًا، وسجل ما تعلمته حول ظاهرة تعاقب الأجيال في النباتات الزهرية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

3-1

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

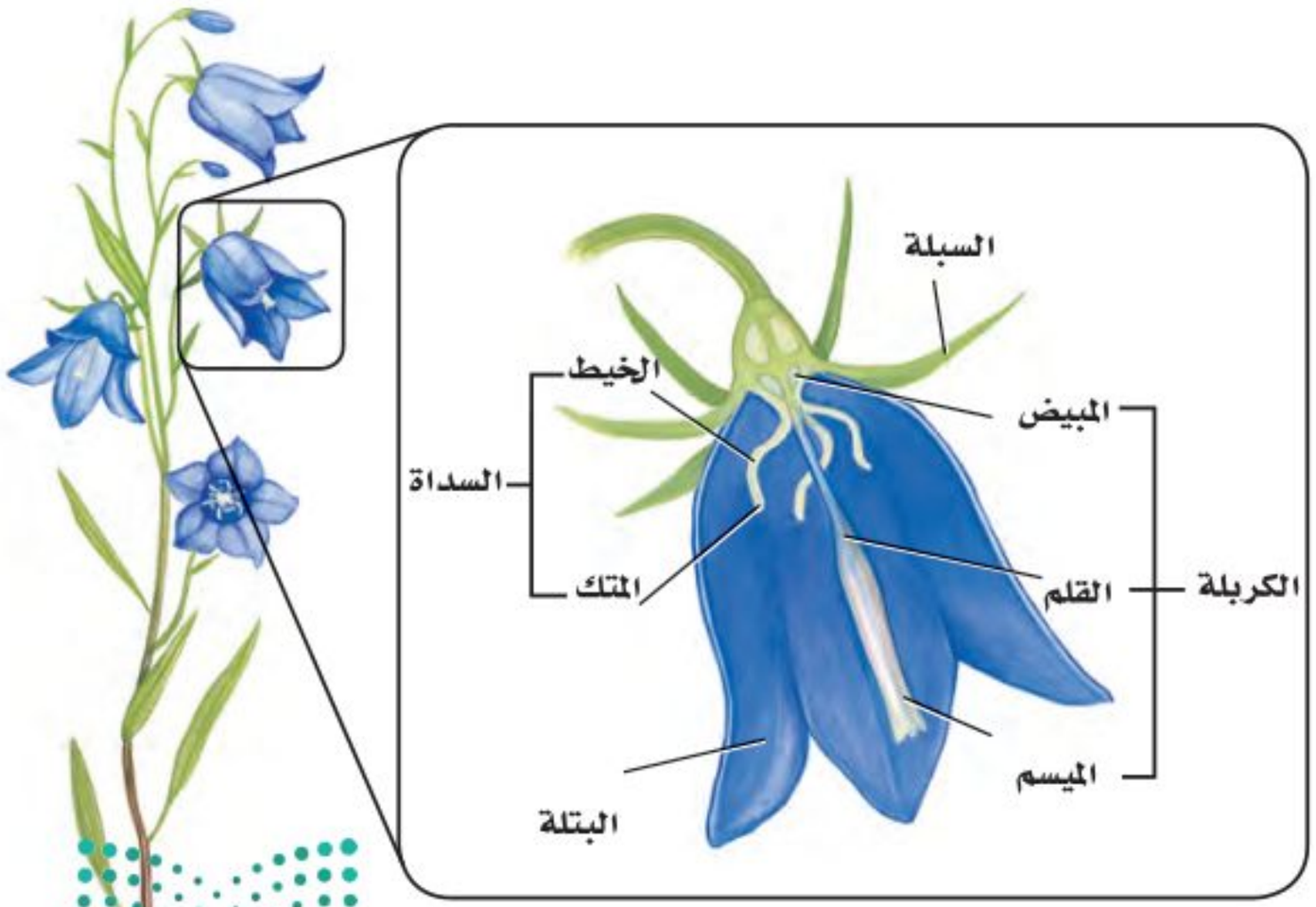
الفكرة الرئيسة **الأزهار هي التراكيب التكاثرية في النباتات الزهرية.**

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 1-3**. 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 1-3** للزهرة النموذجية أربعة أعضاء، وهي: السبلات والبتلات والأسدية وكربلة واحدة أو أكثر.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

معظـم الأزهار لها مجموعة **أسـدية** stamens، أيْ تراكيب تكاثر ذكرية. وتتكون السـداة من جزأين، هما: الخيـط filament والمتـك 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 واحـدة أو أكثر في مركـز الزهرة. وتتكون من ثلاثة أجزاء، هي: الميسـم stigma والقلم style والمبيض ovary. ويشـكّل الميسـم قمة الكربلة، وهو المكان الذي يحـدث فيه التلقيـح. أمّا القلم فهو الجزء الذي يربط الميسـم بالمبيض، ويتكوّن داخل كل نبات مشيجي مؤنث بويضة ناضجة.

تكيّفات الزهرة Flower Adaptations

إن أعضـاء الزهرة التي وصفت في الفقرة السـابقة توجـد 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 نشـطة تؤدي وظائفها. وتُطلق الأزهار الذكرية - أيْ التي تحوي أسـدية - 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.

المفردات

الاسـتعـمـال العلـمـي مقابـل الاستعمال الشائع

الميسم Stigma

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

أمـا **الاسـتعمال الشـائع**: فيشـير إلى الحسن والجمال.

تجربة علمية

كيف تنمو الزهرة؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين

ذوات الفلقة الواحدة

ذوات الفلقتين

■ **الشكل 2–3** يمكن تعرّف بعض النباتات على أنها ذوات فلقة أو ذوات فلقتين بوساطة أزهارها.

فلأفراد العائلة الخردلية مثلاً أزهار لها أربع سبلات وأربع بتلات، **الشكل 2–3**. أمّا ذوات الفلقة الواحدة فلها أعضاء زهرية عددها ثلاث أو مضاعفاتها، كما في **الشكل 2–3**. فمثلًا زنابق النهار لها ثلاث سبلات وثلاث بتلات وست أسدية.

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 3–3**، 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 ليلية المعيشة، ومنها العث والخفاش. وتجذب الرائحة التي تشبه رائحة الفاكهة لبعض الأزهار الخفاش الذي يتغذى على الفواكه، ويساعد في تلقيح أزهارها. وتجذب زهرة رافليسيا 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 3–3**. 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.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

مُهجّن النباتات Plant Breeder

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

Pollination

التلقيح

■ **الشكل 3 – 3** 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.

وزارة التعليم
2021 - 1443

■ **الشكل 4 – 3** ينقل النحل والحشرات الأخرى حبوب اللقاح من زهرة ذكرية إلى زهرة أنثوية، أثناء تنقلها بينهن، فيتم التلقيح وتتكوّن اللاقحة.

حدّد. هل زهرة نبات القرع أحادية أم ثنائية الجنس؟

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 4–3**.

الفترة الضوئية Photoperiodism لاحظ علماء النبات أن بعض النباتات تزهر في أوقات معينة من السنة فقط. لذا فقد أجروا التجارب لتفسير هذه الظاهرة. وقد انصبّ اهتمام الباحثين على عدد ساعات ضوء النهار التي تتعرض لها النباتات. لكن الباحثين اكتشفوا لاحقًا أن العامل الحاسم الذي يؤثر في الإزهار كان عدد ساعات الظلام المتواصلة التي يتعرض لها النبات، لا عدد ساعات الضوء التي يتعرض لها. ويُسمى هذا العامل بعامل **الفترة الضوئية** photoperiodism. كما عرف العلماء أيضًا أن بداية نمو الزهرة في كل نوع من النبات هو استجابة لعدد من ساعات الظلام، وتسمى الفترة الحرجة للنبات. وتُصنّف النباتات الزهرية في واحدة من المجموعات الأربع الآتية – نباتات النهار القصير، ونبات النهار الطويل، ونباتات النهار المتوسط، والنباتات المحايدة لطول النهار. ويعتمد هذا التصنيف على الفترة الحرجة. ويعكس الاسم هنا التركيز الأصلي للباحثين، أيْ عدد ساعات ضوء النهار. ومن المهم أن نتذكر أن المصطلح الأكثر دقة لنباتات النهار القصير مثلاً هو نباتات الليل الطويل. انظر **الشكل 5–3** في أثناء قراءتك لوصف هذه النباتات.

الفترة الضوئية لنباتات النهار القصير تزهر **نباتات النهار القصير** short– day plants عندما تتعرض يوميًّا لعدد معين من ساعات الظلام أكبر من الفترة الحرجة لها. فمثلاً قد يزهر نبات النهار القصير عندما يتعرض لـ 16 ساعة من الظلام. وتزهر نباتات النهار القصير في الشتاء والربيع والخريف عندما يصبح عدد ساعات الظلام أكثر من عدد ساعات الضوء. ومن نباتات النهار القصير التي قد تعرفها البنفسج والبونسيته Poinsettia والتيولب Tulips وفم السمكة.

الفترة الضوئية لنباتات النهار الطويل تزهر **نباتات 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 استهلالية

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

■ **الشكل 5 – 3** تحدّد الفترة الحرجة للنبات موعد إزهاره.

الفترة الضوئية لنباتات النهار المتوسط عديدٌ من نباتات المناطق الاستوائيةمن **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.

تجربة 1-3

المقارنة بين تراكيب الأزهار

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدول بيانات لتسجيل الملاحظات والقياسات المتعلقة بتراكيب **الأزهار**.
3. احصل على **الأزهار** المطلوبة لهذه التجربة من معلمك.
4. لاحظ الفروق في التركيب واللون والحجم 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

التقويم 1–3

الخلاصة

- الزهرة الكاملة 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 تكيفات الأزهار الملقّحات بصورة أكبر.
- يمكن أن يؤثر طول الفترة الضوئية في موعد الإزهار.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **قارن** بين وظائف كلٍّ من الأجزاء الأربعة للزهرة.
2. **صف** خصائص زهرة كاملة من نباتات ذوات الفلقة الواحدة وزهرة كاملة 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.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

3-2

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
الكُمون (الراحة)

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

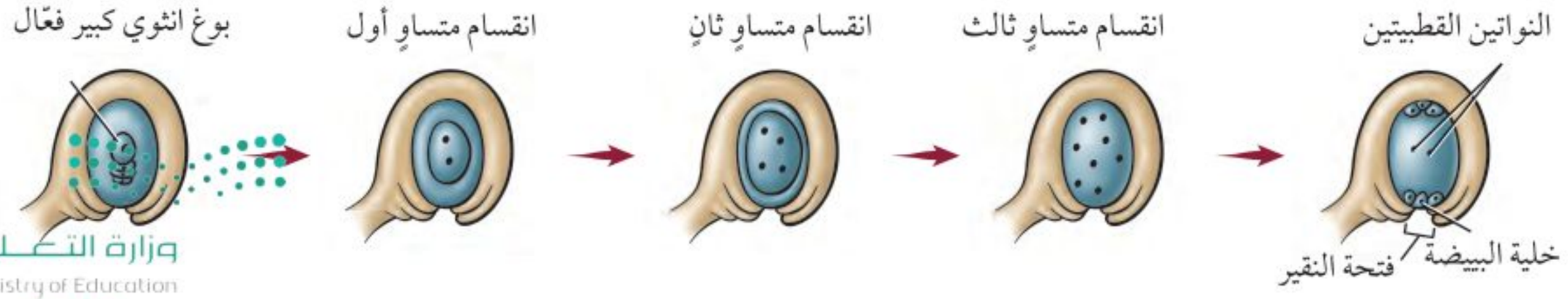
الربط مع الحياة هل تعد ثمار الطماطم من الخضراوات أو من الفواكه؟ علمًا بأن الطماطم ليست حلوة المذاق. قرّر في أثناء قراءتك لهذا القسم ما إذا كانت الطماطم من الخضراوات أو من الفواكه.

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 عديد 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 6-3**. 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 البييضة. إن الخلية التي تحوي البييضة والنوى السبع تمثل الطور المشيجي الأنثوي الناضج.

■ **الشكل 6 – 3** تنتج الأبواغ الكبيرة عن انقسام منصف، في حين تنتج البويضة عن انقسام متساوٍ. لهذا النبات 12 كروموسومًا.
استنتج. عدد الكروموسومات في البويضة.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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 7–3**، 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 إلـى المبيض، فتتحد إحـدى النواتين مع البييضة مكوّنـة 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

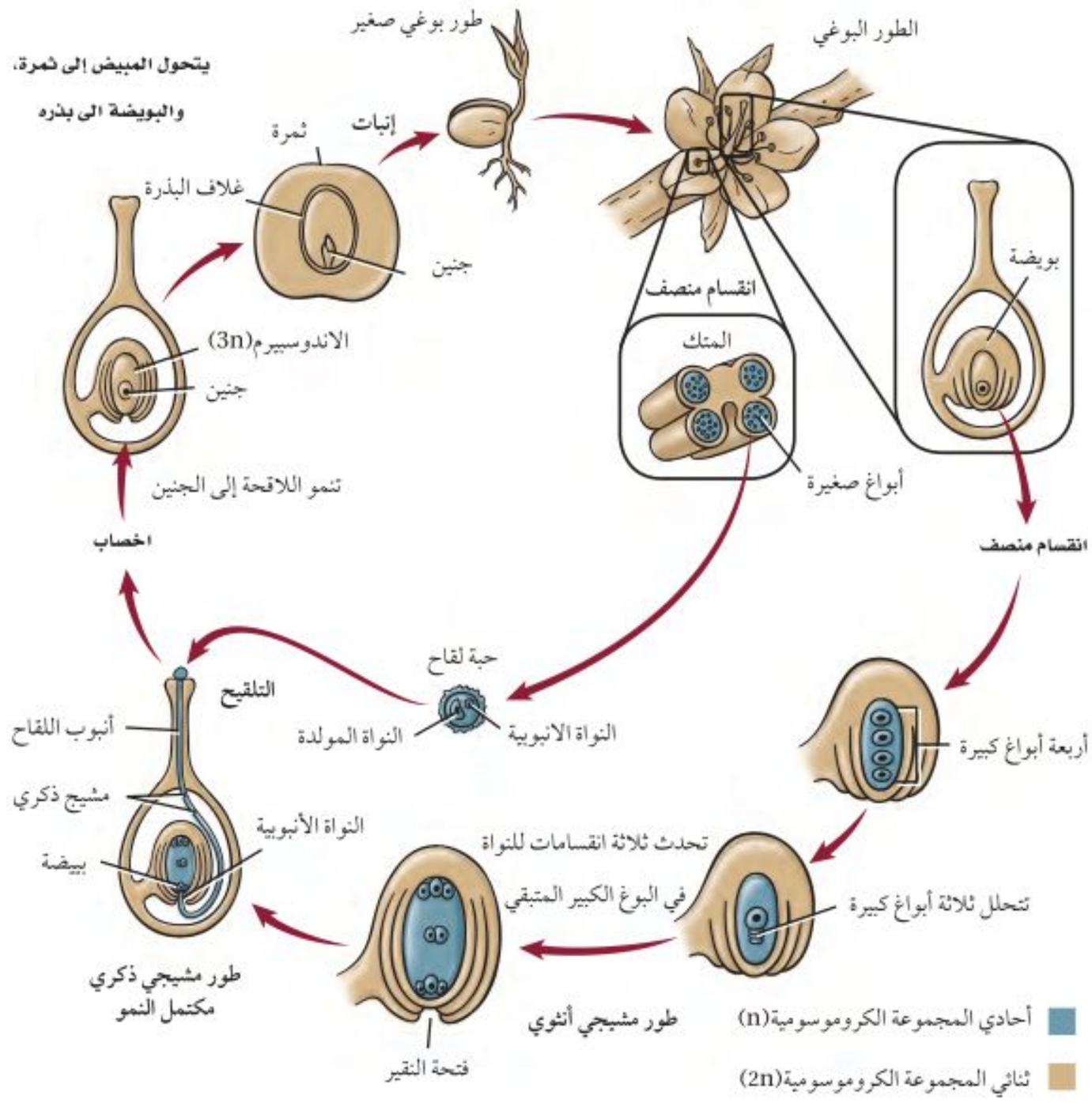
متطابق مع Compatible

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 – 3** تتضمن دورة حياة نبات زهري، مثل الخوخ، طورًا مشيجيًّا وآخر بوغيًّا. ويُحاط الطور المشيجي الذكري والأنثوي بأنسجة الطور البوغي.

ونظرًا لحدوث عمليتي إخصاب في بويضة النباتات الزهرية فإن الإخصاب يسمى إخصابًا مزدوجًا، **الشكل 8–3**. 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.

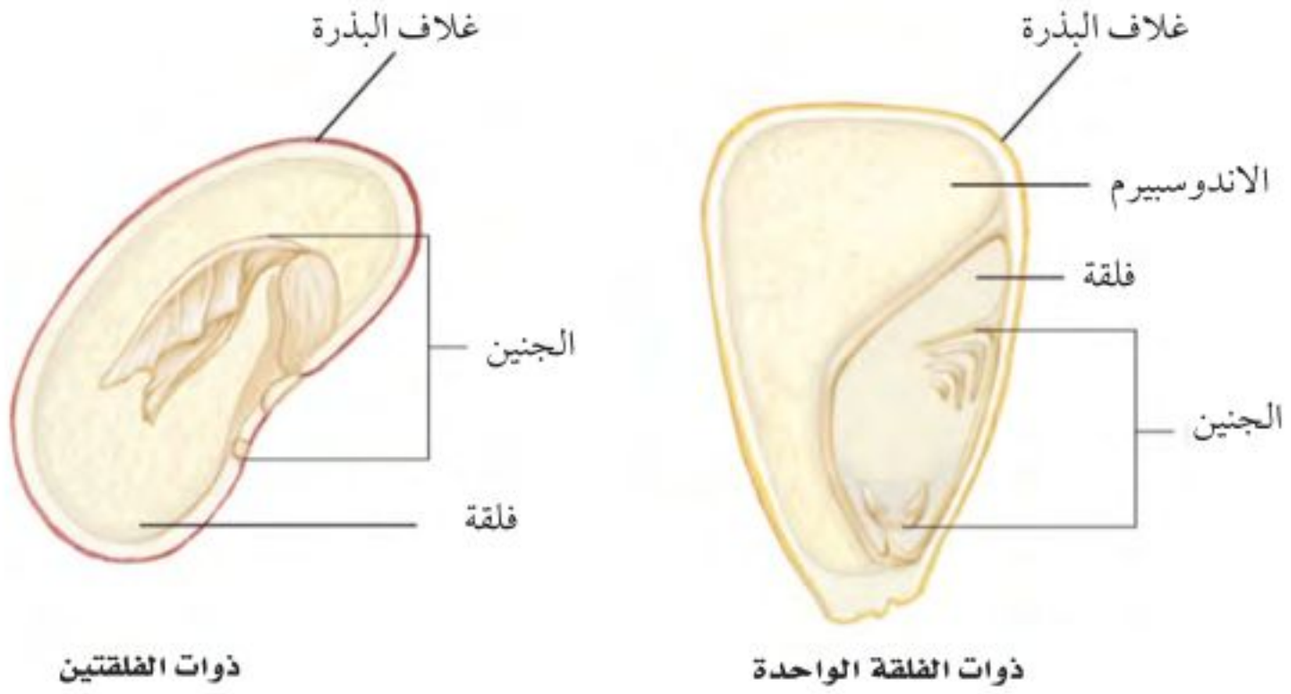
نمو البذرة والثمرة Seed and fruit growth يبدأ الطور البوغي حياته على صورة بويضة مخصبة، أو خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n). الانقسامات المتعددة للخلية تُنتج مجموعة من الخلايا تنمو أخيرًا، فتصبح جنينًا طولي الشكل له فلقة واحدة في نباتات ذوات الفلقة الواحدة، أو له فلقتان في نباتات ذوات الفلقتين. 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 – 3** ينتج عن الإخصاب المزدوج تكوين أنسجة ثلاثية المجموعة الكروموسومية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

■ **الشكل 9 – 3** تختلف بذور نباتات ذوات الفلقة الواحدة عن بذور نباتات ذوات الفلقتين.

حدّد مصدر غذاء الجنين في كل بذرة.



ذوات الفلقتين　　ذوات الفلقة الواحدة

لذا فإن الفلقتين في هذه المجموعة من النباتات توفر معظم الغذاء للجنين. ويبين **الشكل 9–3** 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 1–3** لتتعرف أنواع الثمار.

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

الجدول 1–3 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.

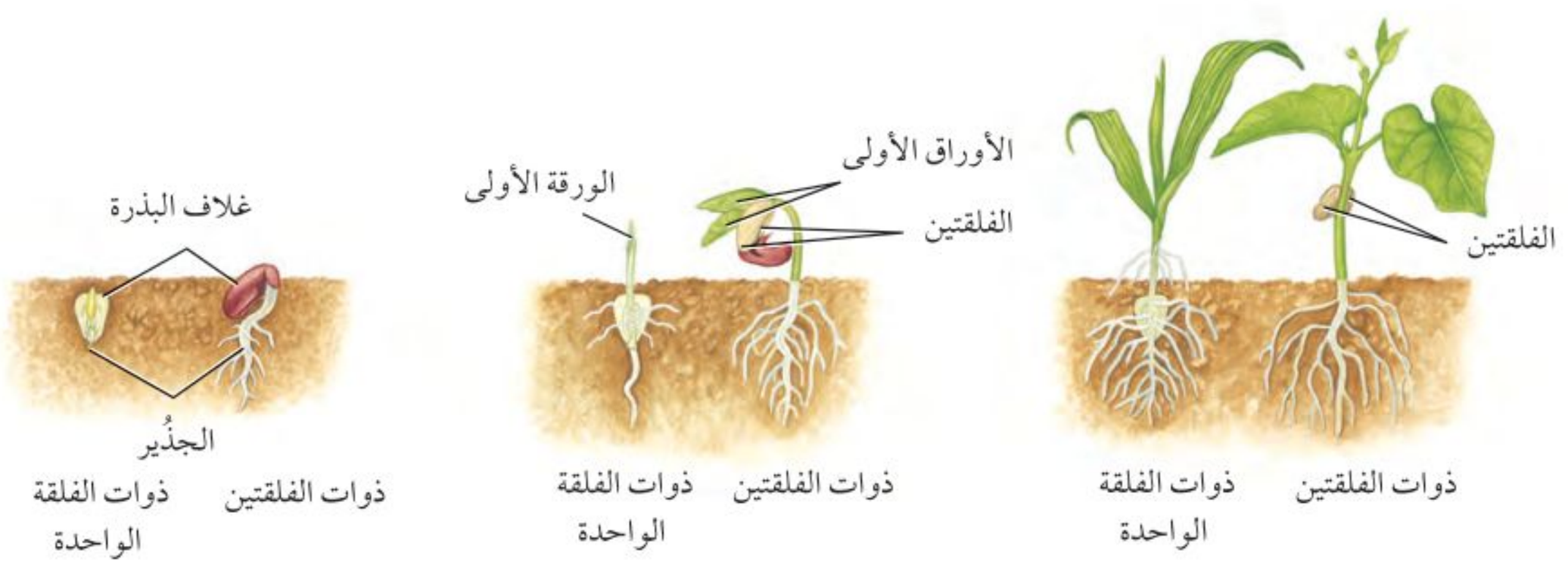
وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الثمار المركبة (المضاعفة)	أناناس	تتكـوّن الثـمار المركبـة مـن أزهـار عديدة تلتحـم معًـا عندما تنضـج الثـمار. ومنها التين والأناناس والتـوت وبرتقال الهنود الحمر.
ثمار جافة	القرون	تكـون هـذه الثـمار جافـة عندمـا تنضج. ومنها القرون والمكسّرات والحبوب.

انتشـار البذور Seed dispersal تساعد الثمار على انتشار البذور بالإضافة إلى حمايتها. ويزيد انتشـار البذور بعيدًا عن النبات الأم من معدل بقاء النسـل. فمثلاً، عندما تنمو نباتات عديدة في بقعة واحدة سيكون هناك تنافس على الضوء والماء والمغذيـات في التربـة. فالبذور التي تنمـو بالقرب من النبـات الأم وبالقرب من نباتات النسـل 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. وتمـر البذور خلال قناتها الهضمية دون أن تتلفها ثـم تخرجها مع البراز. ولبعض البذور تحورات تركيبية تمكّنها من الانتقال بوساطة الماء والحيوانات والرياح.

إنبـات البـذور Seed germination تسـمى عمليـة بـدء نمـو الجنيـن **الإنبـات** germination. وهنـاك عوامـل عـدة تؤثر في الإنبـات، منها الماء والأكسـجين ودرجة الحرارة. ولمعظم البذور درجة حرارة مثلى للإنبات. فمثلاً يمكن لبعض البـذور أن تنبـت عندما تكون التربة بـاردة، في حين تحتاج بـذور أخرى إلى تربة أكثـر دفئًـا. ويبدأ الإنبات عندمـا تمتص البذرة الماء، إما بصورته السـائلة أو على هيئـة بخـار ماء. وعندما تمتـص الخلايا الماء تنتفخ البذرة، مما يؤدي إلى تشـقق غلافهـا. كمـا ينقل الماء المواد الضرورية إلى المناطق النامية في البذرة. تسـاعد إنزيمـات هاضمة على تحليل الغذاء المخزون داخل البذرة. ويشـكّل هذا الغذاء المتحلّل والأكسـجين المواد الخام لعمليـة التنفس الخلوي التي ينتج عنها تحرّر الطاقة، واستعمالها في نمو الجنين.



■ **الشكل 10 – 3** يختلف إنبات بذور ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين.

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 10–3**.

وتسمى المنطقة من الساق الأقرب إلى البذرة **السويقة تحت الفلقية** hypocotyl، وهي في عديدٍ من النباتات أول جزء من البادرة يظهر فوق سطح التربة. وعندما

مختبر تحليل البيانات 1-3

بناءً على بيانات حقيقية

التمييز بين السبب والنتيجة

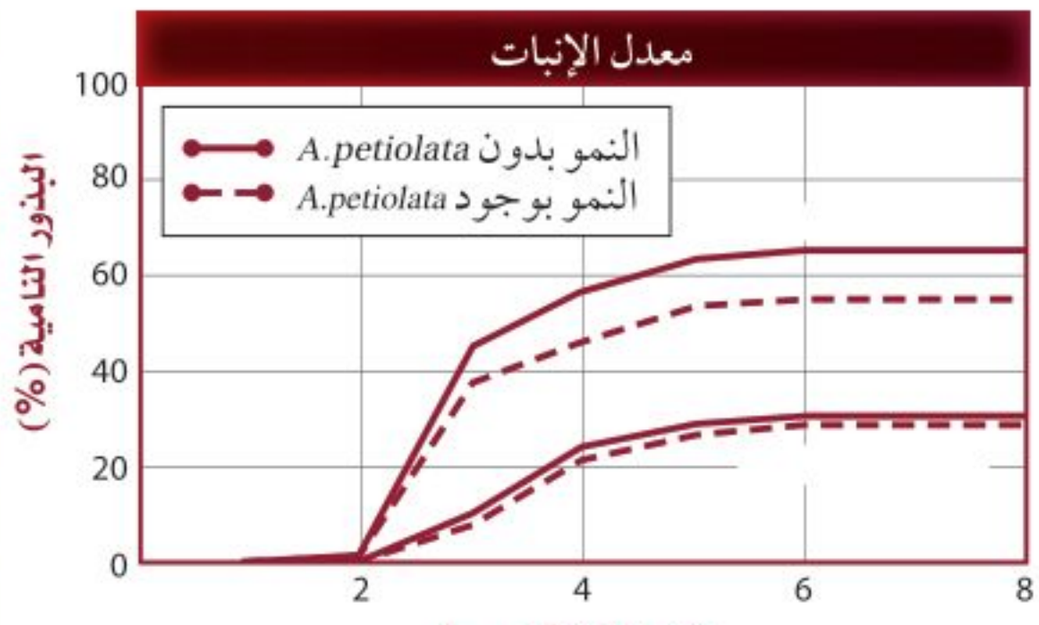
ما التأثير الجيني المسبِّب للمرض؟ تنتج بعض النباتات مواد كيميائية تؤثر في النباتات المجاورة لها في الطبيعة. ويسمى هذا بالتأثير الجيني المسبِّب للمرض. درس بعض العلماء العلاقة بين التأثير الجيني المسبب للمرض وانتشار بعض الأنواع النباتية غير المستوطنة ومنها خردل الثوم *Alliaria petiolata*. لقد استقصوا أثر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

Geum urbanum, Geum laciniatum.

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.

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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

تنمو "السويقة تحت الفلقية" في بعض ذوات الفلقتين تسحب الفلقتين والأوراق الجنينيـة خارج التربة. وعندمـا تصبح خلايا البادرة المحتوية على البلاسـتيدات الخضراء فوق التربة وتتعرض للضوء يبدأ البناء الضوئي.

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 2–3

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 **ارسـم** 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. **اكتب** تبريرًا لاعتبار 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 وراثيًّا (جينيًّا)

Genetically Modified Plants

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 وراثيًّا؟ 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.

ما فوائد النباتات المعدّلة وراثيًّا؟ بالإضافة إلى الطماطم التي لا تتلف بسرعة أنتجت 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 وراثيًّا؟ 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 كثير 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

مختبر الأحياء

كيف تقارن بين أزهار ذوات الفلقة وذوات الفلقتين؟

الخلفية النظرية: الأزهار هي تراكيب التكاثر في النباتات الزهرية، وهناك تنوّع كبير في أشكال الأزهار. يصنّف العلماء النباتاتِ الزهريةَ 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 بعض الصفات لأزهار 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

دليل مراجعة الفصل

المطويات وضّح كيف يحدث الإخصاب المزدوج في النباتات الزهرية.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
3–1 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 الكاملة 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.
3–2 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.

3–1

مراجعة المفردات

ميّز بين المفردات في كل مجموعة مما يأتي:

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

تثبيت المفاهيم الرئيسة

4. أيّ أعضاء الزهرة الآتية ينتج حبوب اللقاح؟

   a. السداة. c. البتلات.

   b. الكربلة. 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 تكيفًا في الزهرة يجعل الماء ضروريًّا للتلقيح. برّر اقتراحك.

11. **إجابة قصيرة.** وضّح كيف أن التكيف في تركيب الزهرة يجعل التلقيح أكثر نجاحًا.

3 تقويم الفصل

التفكير الناقد

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

13. قوّم مزايا الفترة الضوئية.

3–2

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. أيّ التراكيب الآتية تنمو منها حبة اللقاح؟

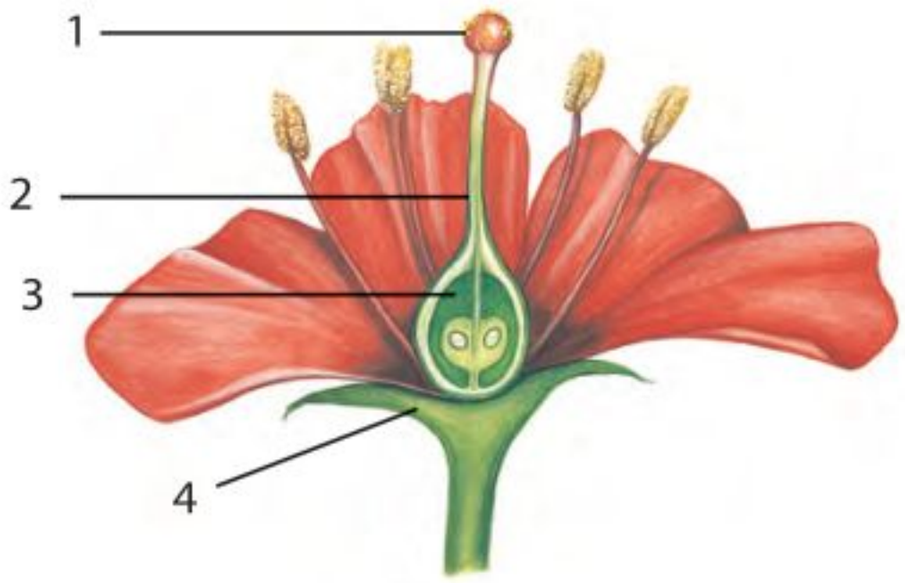
a. البويضة.

b. الجنين.

c. الإندوسبيرم.

d. البوغ الصغير.

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 20.



20. أيّ 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.

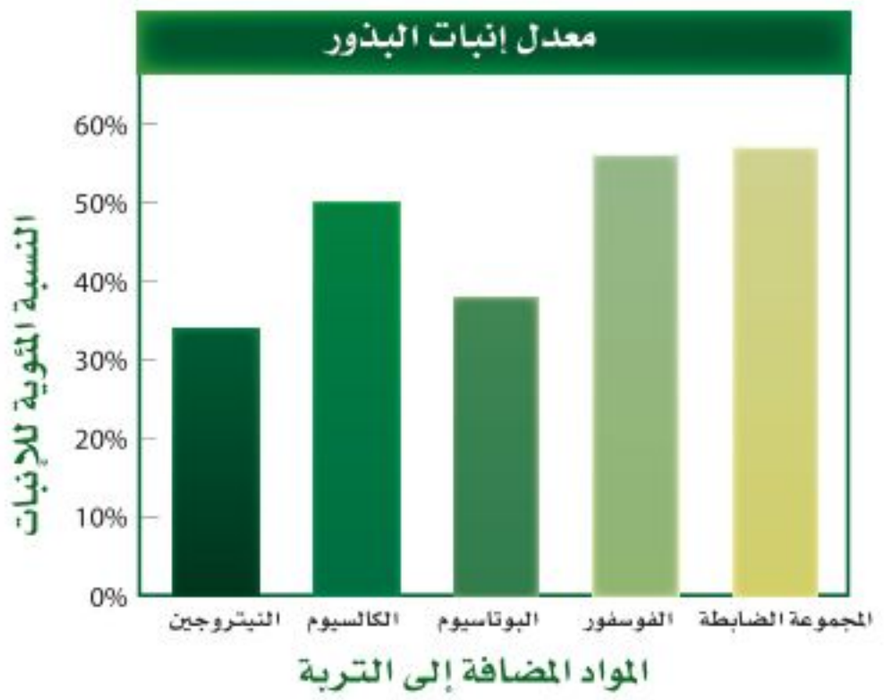
23. نهاية مفتوحة. كوّن فرضية حول سبب إنتاج الطور المشيجي الأنثوي في النباتات الزهرية للعديد من النوى، علمًا بأنه يحتاج إلى نواتين فقط من أجل الإخصاب.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

24. نهايــة مفتوحــة. عندمــا تنبــت بــذرة، كمــا فــي الشـكل 10-3، 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. صـمّم 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. الكتابـــة 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. بناء على ما سبق ،اجب على الأسئلة التالية.

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.

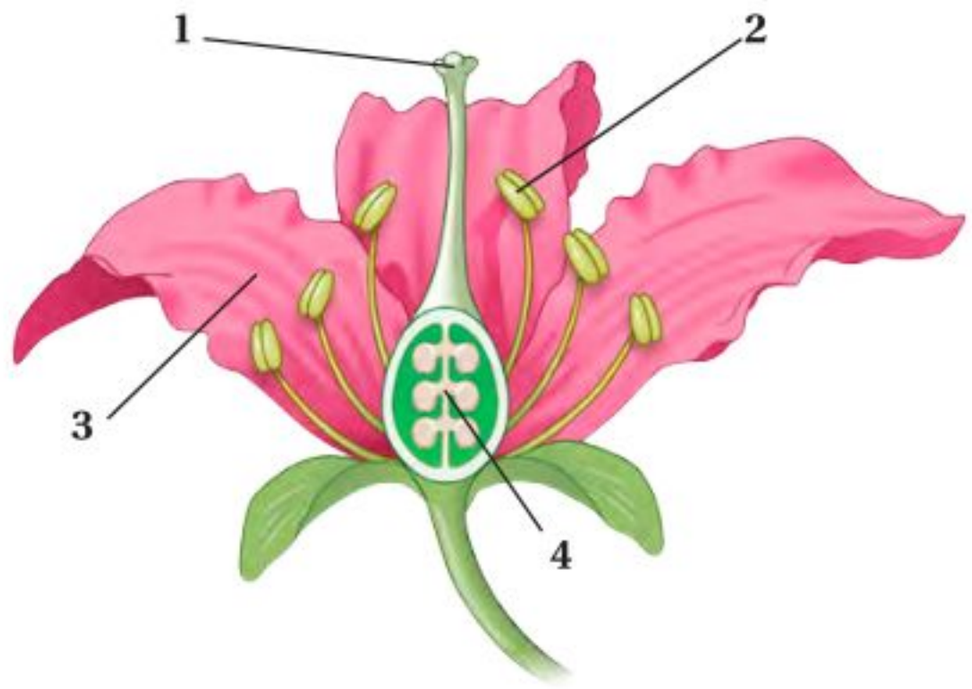
اختبار مقنن

اسئلة 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. أيّ 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.

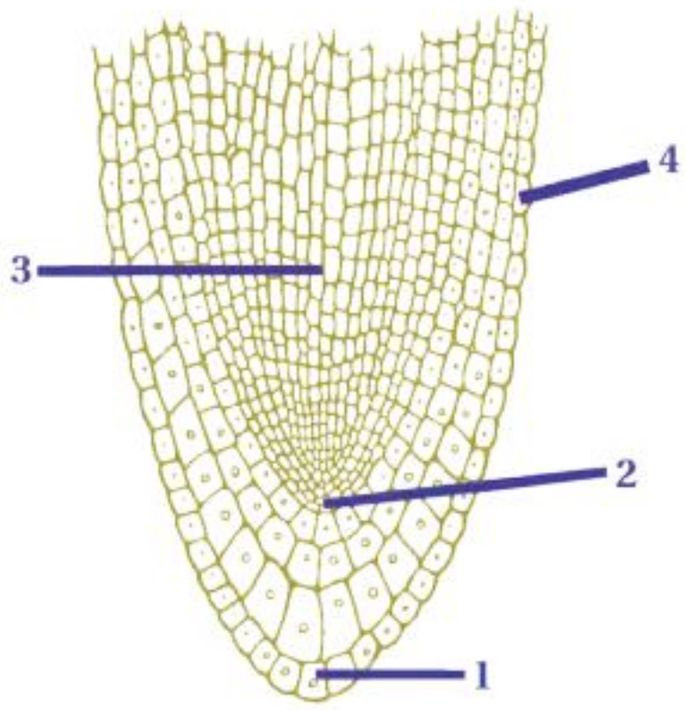
4. ما الذي يسبق الجيل الأحادي المجموعة الكروموسومية في النباتات الوعائية اللابذرية؟

a. النباتات الهوائية المتسلقة.
b. الأطوار 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. أيّ التراكيب في الرسم أعلاه ينتج خلايا ينجم عنها زيادة طول الجذر؟

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

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

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.

الصف	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
الفصل/ القسم	2–1	3–1	2–1	3–2	1–2	3–1	2–1	3–1	1–1	1–2	1–1	2–1	3–1	1–3	2–1	3–1
السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الفصل 4

تركيب الخلية ووظائفها

Cell Structure & Functions

الفكرة العامة الخلايا هي وحدات التركيب والوظيفة في كل المخلوقات الحية.

4–1 التراكيب الخلوية والعضيات

الفكرة الرئيسة يساعد الغشاء البلازمي على المحافظة على الاتزان الداخلي للخلية، كما تسمح العضيات الموجودة في الخلايا الحقيقية النواة بالقيام بوظائف متخصصة داخل الخلية.

4–2 كيمياء الخلية

الفكرة الرئيسة تتكون خلايا المخلوقات الحية من مركبات عضوية يدخل في تركيبها الكربون بوصفه عنصرًا أساسيًّا.

حقائق في علم الأحياء

- يتكون جسم الإنسان من عشرة تريليونات خلية.
- أكبر قُطر لخلية في جسم الإنسان تساوي قُطر شعرة تقريبًا.
- هناك 200 نوع من الخلايا في جسم الإنسان مصدرها خلية واحدة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

تجربة استهلالية

ما الخلية؟

تتكـون الأشـياء كلهـا مـن ذرات وجزيئـات، وتنتظم الذرات والجزيئات في المخلوقات الحية فقط لتكون خلايـا. تسـتخدم فـي هذه التجربـة المجهـر المركب لمشاهدة شرائح لمخلوقات حية وأخرى غير حية.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك.
3. احصل على شرائح لعينات متنوعة.
4. اسـتخدم المجهر المركب في مشـاهدة الشـرائح، مستخدمًا قوة التكبير التي يحددها معلمك.
5. امـلأ جـدول البيانـات الـذي أعددتـه فـي أثنـاء مشاهدتك الشرائح.

التّحليل

1. **صـف** بعـض الطرائـق التـي تسـتخدم للتمييـز بين المخلوقات الحية والأشياء غير الحية.
2. **اكتب** تعريفًا للخلية اعتمادًا على ملاحظاتك.

المطويـات
منظمات الأفكار

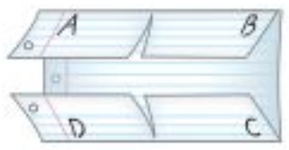
الإنزيمات اعمل المطوية الآتية لتساعدك على فهم تركيب الإنزيمات ووظائفها.

الخطوة 1: ارسـم خطًّـا على طول منتصف ورقة، كما في الشـكل الآتي:

الخطوة 2: اطو الورقة نصفين، كما في الشكل الآتي:

الخطـوة 3: اطـو الورقـة عموديًّـا مـرة أخرى إلى نصفـين كما في الشكل الآتي:

الخطـوة 4: افتـح الورقـة المطوية، واقطـع بالمقص عنـد خطوط الطي لتكوِّن أربعة ألسنة، ثم اكتب أحد الرموز: A, B, C, D على كل لسان، كما في الشكل الآتي:



المطويات **استعمل هـذه المطوية في القسـم 2–4.** سـجل وأنت تقـرأ الدرس ما تعلمته عن الإنزيـمات. وعلى الوجه الخلفي للمطوية ارسم الخطوات الأربع العامة في نشاط الإنزيم.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

4-1

الأهداف

- **تصف** آلية عمل الغشاء البلازمي.
- **تحدد** تركيب أجزاء خلية حقيقية النواة ووظيفتها.
- **تقارن** بين تراكيب الخلايا النباتية والحيوانية.

مراجعة المفردات

التنظيم: التركيب المنتظم للخلايا في المخلوق الحي.

المفردات الجديدة

الغشاء البلازمي
العضيات
النفاذية الاختيارية
طبقة الدهون المفسفرة المزدوجة
البروتين الناقل
النموذج الفسيفسائي السائل
الهيكل الخلوي
البلاستيدات الخضراء
الجدار الخلوي
الهدب
السوط

التراكيب الخلوية والعضيات
Cellular structures and organelles

الفكرة الرئيسة يساعد الغشاء البلازمي على المحافظة على الاتزان الداخلي للخلية، كما تسمح العضيات الموجودة في الخلايا الحقيقية النواة بالقيام بوظائف متخصصة داخل الخلية.

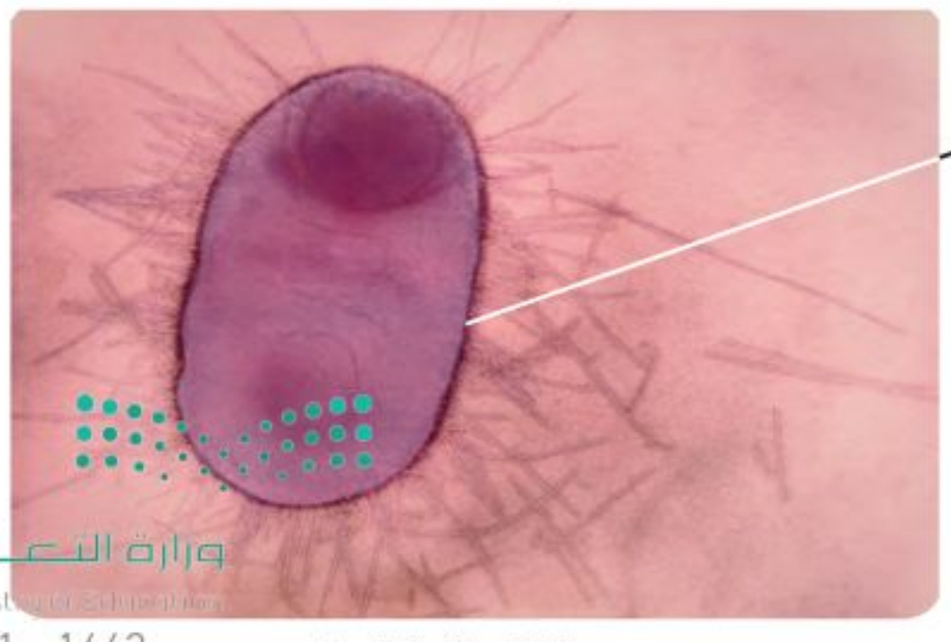
الربط مع الحياة عندما تدخل إلى مدرستك تمر عبر بوابة متصلة بسور يحيط بالمدرسة. يمنع هذا السور غير المعنيين من دخول المدرسة، في حين يُسمح بدخول الطلاب والعاملين والآباء. ولكل من الخلية البدائية النواة والحقيقية النواة تركيب يحافظ على البيئة الداخلية لها. وفي مدرستك يقوم المعلمون بتدريس المواد، كل بحسب تخصصه، مما يؤدي في النهاية إلى كيان تربوي متكامل يؤدِّي وظيفة واحدة هي التعليم. وكذلك تؤدِّي تراكيب الخلايا الحقيقية النواة مهامّ معينة كأعضاء المدرسة تمامًا.

الأنواع الأساسية للخلايا Basic Types of Cells

تعد الخلايا الوحدات الأساسية للمخلوقات الحية جميعها. وتوجد بأشكال وحجوم مختلفة. كما تختلف بناءً على الوظيفة التي تؤديها في المخلوقات الحية. تشترك جميع الخلايا في صفة شكلية هي الغشاء البلازمي. والغشاء البلازمي plasma membrane في **الشكل 1–4**، هو حاجز خاص يساعد على ضبط ما يدخل إلى الخلية وما يخرج منها. وللخلايا عادةً عدد من الوظائف المشتركة. فمثلاً تحوي جميع الخلايا مادة وراثية تعطي معلومات وتعليمات للخلية لإنتاج مواد تحتاج إليها.

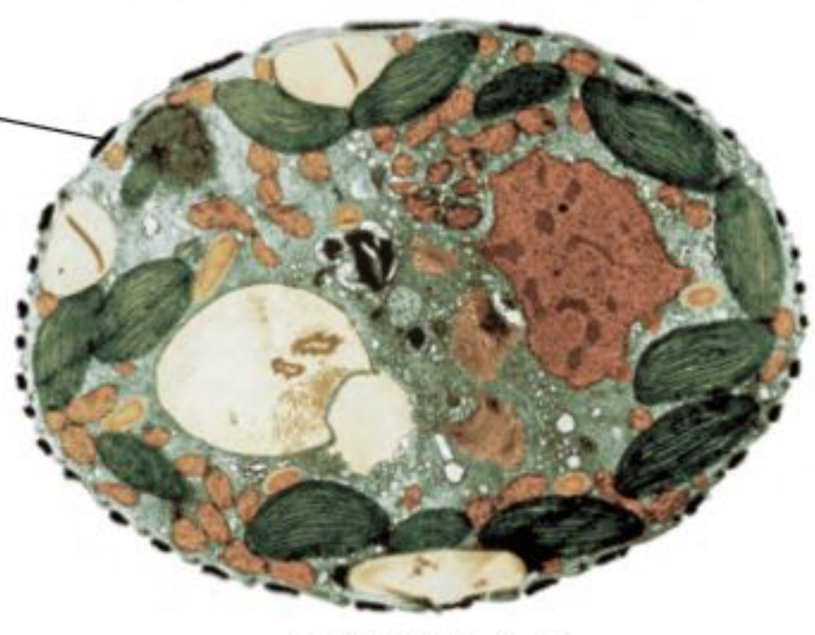
الشكل 1–4 حجم الخلية البدائية النواة عن اليسار أصغر وأقل تعقيدًا من الخلية الحقيقية النواة عن اليمين. تم تكبير الخلية البدائية النواة لغرض المقارنة.

صورة محسنة بالمجهر الإلكتروني الماسح النافذ: التكبير × 15,000



خلية بدائية النواة

صورة ملونة بالمجهر الإلكتروني الماسح النافذ: التكبير غير معروف



خلية حقيقية النواة

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

كمـا تحلل الخلايـا الجزيئات لإنتاج الطاقـة اللازمة لعمليات الأيض. وقد قسـم العلماء الخلايا إلى مجموعتيـن، هما: الخلايا البدائية النواة Prokaryotic cells، والخلايـا الحقيقية النـواة Eukaryotic cells. يبين الشـكل **1–4** صورة بالمجهر الإلكترونـي النافـذ لهذه الخلايا. وعـادة ما تكون الخلايا الحقيقيـة النواة أكبر من الخلايا البدائية النواة، بل قد يزيد حجمها عليها مئة مرة.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين أحجام الخلايا البدائية النواة والحقيقية النواة.

قارن بين أنواع الخلايا في **الشـكل 1–4**، سـتلاحظ أن هناك اختلافات بينهما في تراكيبهمـا الداخلية؛ ولذلك وضعها العلماء في مجموعتيـن مختلفتين. فكلتاهما تحوي غشاء بلازميًّا، إلا أن إحداهما تحوي تراكيب داخلية مميزة تسمى **العضيات** organelles، وهي تراكيب خاصة تقوم بوظائف محددة.

تحوي الخلايا الحقيقية النواة نواة وعضيات أخرى محاطة بأغشية؛ أما النواة فهي عضيـة مركزية مميزة تحـوي المادة الوراثية على شـكل DNA. تسـمح العضيات للخليـة بالقيـام بوظائفها فـي أجزاء مختلفة مـن الخلية في الوقت نفسـه. وتتكون معظـم المخلوقـات الحية من الخلايـا الحقيقية النواة. كمـا أن بعض المخلوقات الحيـة الوحيـدة الخليـة – ومنهـا بعـض الطلائعيـات كالطحالـب والفطريـات كالخميـرة– من المخلوقـات حقيقية النواة.أمـا الخلايا البدائية النـواة فهي خلايا ليس لها نواة أو عضيات محاطة بغشاء. ومعظم المخلوقات الحية الوحيدة الخلية – ومنها البكتيريا – خلايا بدائية النواة؛ لذا سميت الخلايا البدائية النواة.

تجربة استهلالية

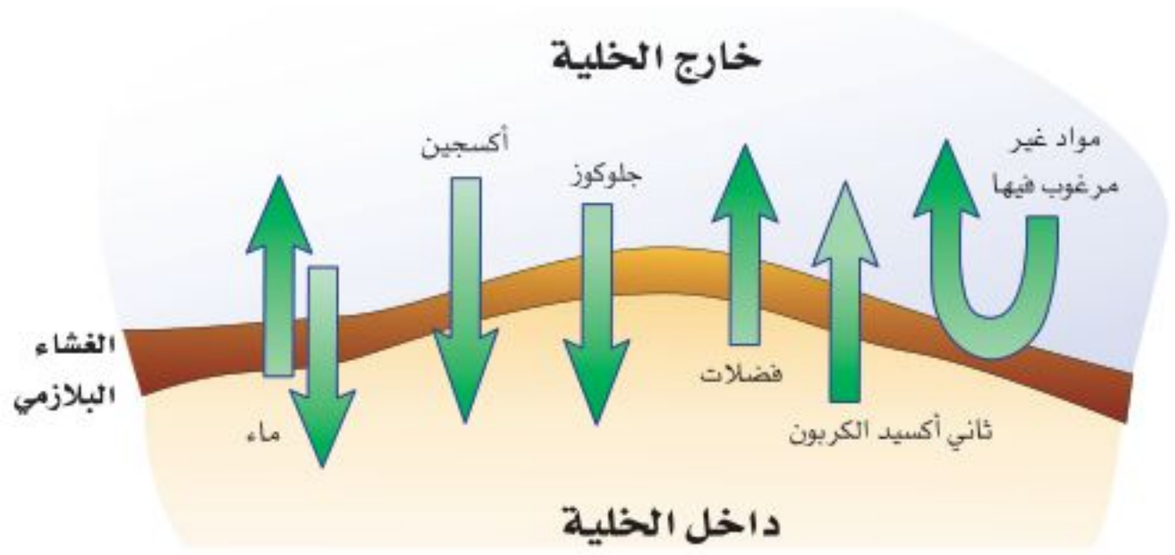
مراجعـة بنـاءً عـلى مـا قرأته عـن الخلية، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

وظيفة الغشاء البلازمي Function of the Plasma Membrane

درسـت سـابقًا أن عمليـة المحافظة على اتـزان البيئة الداخليـة للمخلوقات الحية تسـمى الاتزان الداخلـي، وهي ضرورية لبقاء الخلية. ويعد الغشـاء البلازمي أحد التراكيب المسـؤولة أساسًـا عن الاتزان الداخلي؛ فهو حاجز فاصل رقيق مرن بين الخلية وبيئتها يسمح بمرور المواد المغذية إلى الخلية وخروج الفضلات والمواد الأخرى. تحوي جميع الخلايا البدائية والحقيقية النواة غشـاءً بلازميًّا يفصلها عن البيئة السائلة التي توجد فيها.

تعـد خاصية **النفاذية الاختيارية** selective permeability إحدى الصفات المهمة للغشاء البلازمي؛ إذ يسمح الغشاء البلازمي بمرور بعض المواد إلى الخلية، ويمنع مرور أخرى.

اعتبر أن شـبكة الصيد تمثل النفاذية الاختيارية، فالشبكة المبينة في **الشكل 2–4**،



الشكل 2–4

يمين: تحجز شبكة الصيد السمك، وتسمح بمرور الماء وما فيه من سائر المواد.

يسار: يحدد الغشاء البلازمي – بصورة مشابهة لشبكة صيد السمك – المواد التي تدخل إلى الخلية أو تخرج منها.

تسمح للماء والمواد الأخرى بالمرور، ولكنها لا تسمح بمرور السمك من خلالها. وبناءً على حجم الثقوب في الشبكة، فقد تمر بعض أنواع الأسماك من الثقوب، في حين لا تمر أنواع أخرى. ويوضح المخطط في الشكل **2–4** النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي، كما تبين الأسهم المواد التي تمر من الخلية وإليها عبر الغشاء البلازمي. ويحدد تركيب الغشاء البلازمي السيطرة على كمية المواد التي تدخل إلى الخلية أو تخرج منها، ومتى تدخل أو تخرج، وطريقة انتقالها.

ماذا قرأت؟ وضح المقصود بالنفاذية الاختيارية.

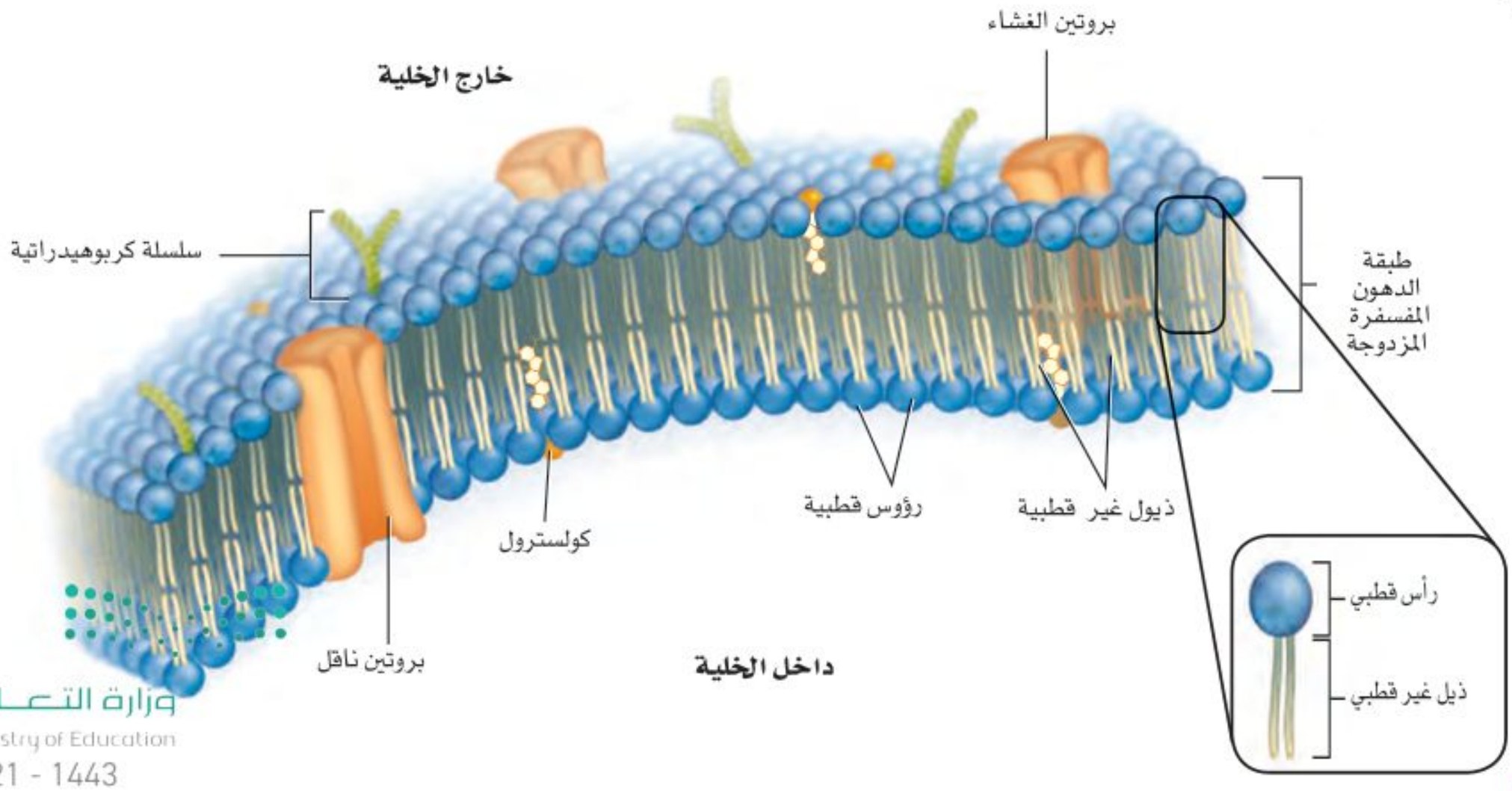
تركيب الغشاء البلازمي Structure of Plasma Membrane

الربط مع الكيمياء معظم الجزيئات في الغشاء البلازمي دهون. والدهون جزيئات كبيرة مكونة من الجليسرول وثلاثة أحماض دهنية. فإذا حل مكان أحد الأحماض الدهنية مجموعة فوسفات تتكون الدهون (الليبيدات) المفسفرة.

والدهون المفسفرة جزيئات تكونت من سلسلة أساسية من الجليسرول وسلسلتين

الشكل 3–4 تبدو الطبقة المزدوجة من الدهون المفسفرة كالشطيرة، مع بقاء الرأس القطبي (المحب للماء) في اتجاه الخارج والذيل غير القطبي (الكاره للماء) نحو الداخل.

استنتج كيف تعبر المواد الكارهة للماء الغشاء البلازمي؟



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

من الأحماض الدهنية ومجموعة فوسفات. ويتكون الغشاء البلازمي من طبقتين من **الدهون المفسفرة المزدوجة** phospholipid bilayer، تترتب ذيلاً مقابل ذيل، كما في **الشكل 3–4**؛ وبطريقة تسمح بأن يبقى الغشاء البلازمي قائمًا في بيئة سائلة.

طبقة الدهون المفسفرة المزدوجة The phospholipid bilayer

تلاحظ في الشكل **3–4** أن كل طبقة دهون مفسفرة رُسمت على شكل رأس له ذيلان؛ حيث تكوّن مجموعة الفوسفات رأسًا قطبيًّا في كل طبقة من الدهون المفسفرة. وينجذب الرأس القطبي إلى الماء؛ لأن الماء قطبي أيضًا. أمّا ذيلا الأحماض الدهنية فهما غير قطبيين ويتنافران مع الماء.

تشكل جزيئات طبقتي الدهون المفسفرة ما يشبه الشطيرة، حيث تكوِّن فيها ذيولُ الأحماض الدهنية الجزءَ الداخليَّ (الأوسط) من الغشاء البلازمي، في حين تكون رؤوس الدهون المفسفرة مواجهة للبيئة السائلة داخل الخلية وخارجها، **الشكل 3–4**. ويعد التركيب المزدوج مهمًّا في تكوين الغشاء البلازمي وأدائه لوظيفته. تترتب الدهون المفسفرة بطريقة تجعل الرؤوس القطبية هي الأقرب إلى جزيئات الماء، والذيول غير القطبية هي الأبعد عنها. وعندما تتجمع جزيئات الدهون المفسفرة معًا بهذا النمط فإنها تشكل حاجزًا سطحه قطبي وأوسطه غير قطبي. ولذلك لا تمر المواد الذائبة في الماء بسهولة عبر الغشاء البلازمي؛ لأن وسط الغشاء غير القطبي يعيقها. وهكذا يستطيع الغشاء البلازمي فصل بيئة الخلية الداخلية عن بيئتها الخارجية.

مكوّنات الغشاء البلازمي الأخرى Other components of plasma membrane

يوجد على السطح الخارجي للغشاء البلازمي بروتينات، تسمى المستقبلات، ترسل إشارات إلى داخل الخلية. كما تقوم بروتينات الغشاء البلازمي الموجودة على السطح الداخلي له بربطه مع تراكيب الدعم الخلوية الداخلية، مما يعطي الخلية شكلاً مميزًا. كما تخترق بروتينات أخرى الغشاء كله فتكّون قنوات تدخل من خلالها بعض المواد إلى الخلية أو تخرج منها. وتنقل **البروتينات الناقلة** transport proteins المواد التي تحتاج إليها الخلية أو الفضلات عبر الغشاء البلازمي. ومن المواد التي تنتقل عبر طبقة الدهون المفسفرة في الغشاء البلازمي الكولسترول، والبروتينات والكربوهيدرات. فتلاحظ أن البروتينات تسهم في خاصية النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي.

ماذا قرأت؟ **صف** فوائد التركيب الطبقي المزدوج للغشاء البلازمي.

حدّد موقع جزيئات الكولسترول في **الشكل 3–4**. يتنافر الماء والكولسترول غير القطبي ولهذا نجد الكولسترول بين الدهون المفسفرة.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام الشائع

القطبي polar

الاستخدام العلمي: التوزيع غير المتساوي للشحنات.

يجذب الطرف الموجب للجزيء القطبي الطرف السالب لجزيء قطبي آخر.

الاستخدام العام: مرتبط جغرافيًّا بالمنطقة القطبية.

يبلغ سمك الغطاء الجليدي القطبي في بعض المناطق 1.6 km تقريبًا.

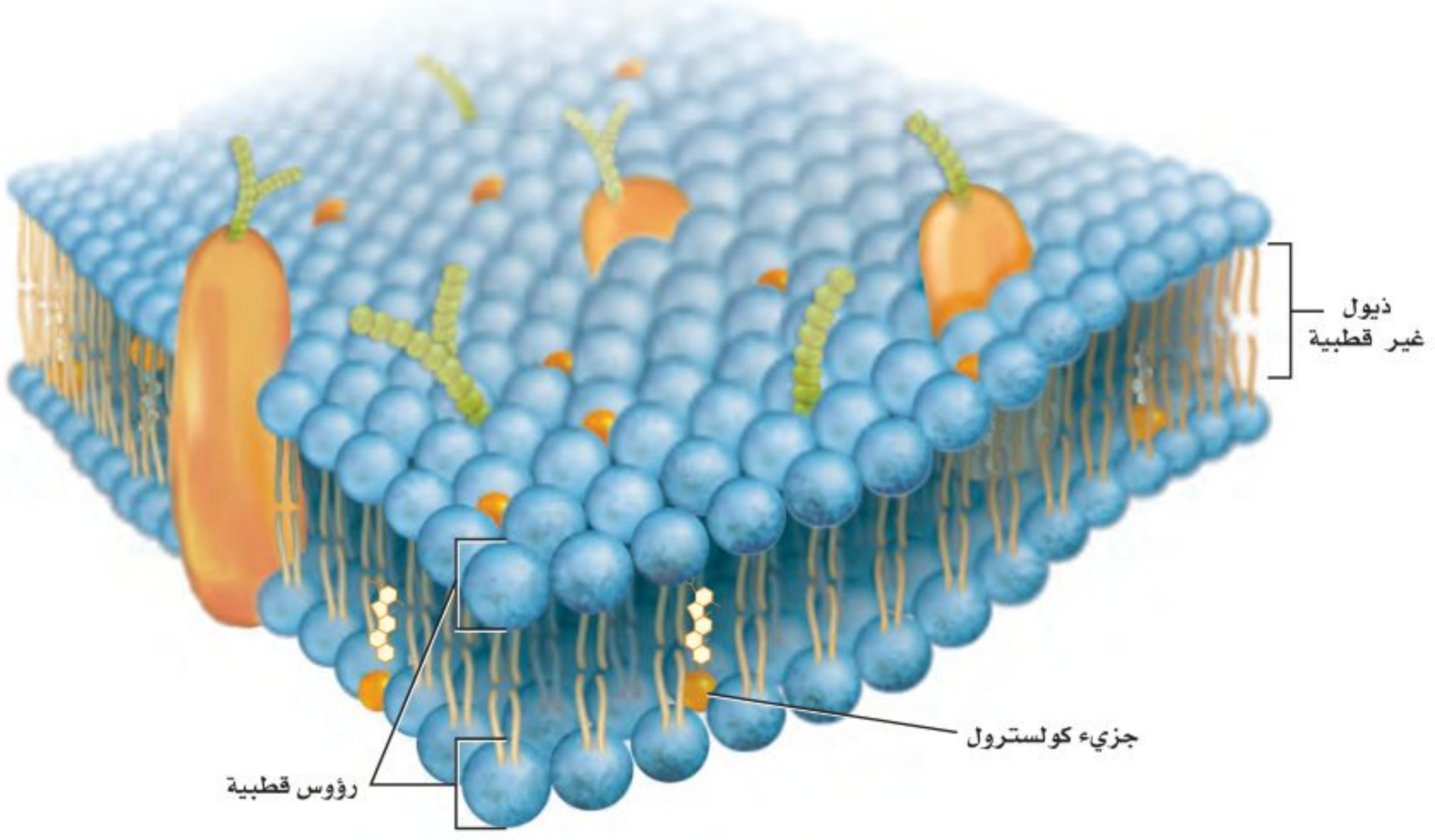
إرشادات الدراسة

مناقشة اطلب من الطلاب العمل في مجموعات ثنائية، وأن يسأل بعضهم بعضًا أسئلة تتعلق بالغشاء البلازمي، ويتناقشوا معًا في إجاباتهم، على أن يأخذ كل منهم دوره في المناقشة وطرح الأسئلة.

يساعد الكولسترول على منع التصاق ذيول الأحماض الدهنية في طبقة الدهون المفسفرة المزدوجة بعضها مع بعض، مما يسهم في سيولة الغشاء البلازمي. وعلى الرغم من التوصية بعدم تناول المواد الغنية بالكولسترول بكثرة، إلا أن الكولسترول يؤدي دورًا مهمًّا في تركيب الغشاء البلازمي، ويعد مكونًا مهمًّا أيضًا في الحفاظ على الاتزان الداخلي للخلية.

وهناك مواد أخرى في الغشاء البلازمي، ومنها الكربوهيدرات المرتبطة مع البروتينات لتحدد خصائص الخلية وتساعدها على معرفة الإشارات الكيميائية. فمثلاً، تساعد الكربوهيدرات الموجودة على الغشاء البلازمي الخلايا المقاومة للمرض على تمييز الخلية الضارة وتهاجمها. تكوّن الدهون المفسفرة المزدوجة "بحرًا" تعوم فيه الجزيئات. ومفهوم البحر هذا هو أساس **النموذج الفسيفسائي السائل** fluid mosaic model في الغشاء البلازمي. وتتحرك الدهون المفسفرة جانبيًّا داخل الغشاء البلازمي. وفي الوقت نفسه، تتحرك مكونات أخرى - ومنها البروتينات خلال الدهون المفسفرة. وبسبب وجود مواد مختلفة في الغشاء البلازمي يتكوَّن نمط فسيفسائي على سطح الخلية، **الشكل 4–4**. كما أن مكوّنات الغشاء البلازمي في حركة دائمة وثابتة، وينزلق بعضها فوق بعض.

■ **الشكل 4–4** يشير النموذج الفسيفسائي السائل إلى غشاء بلازمي قادر على نقل المكوّنات من خلاله.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

مختبر تحليل البيانات 1-4

بناءً على بيانات حقيقية

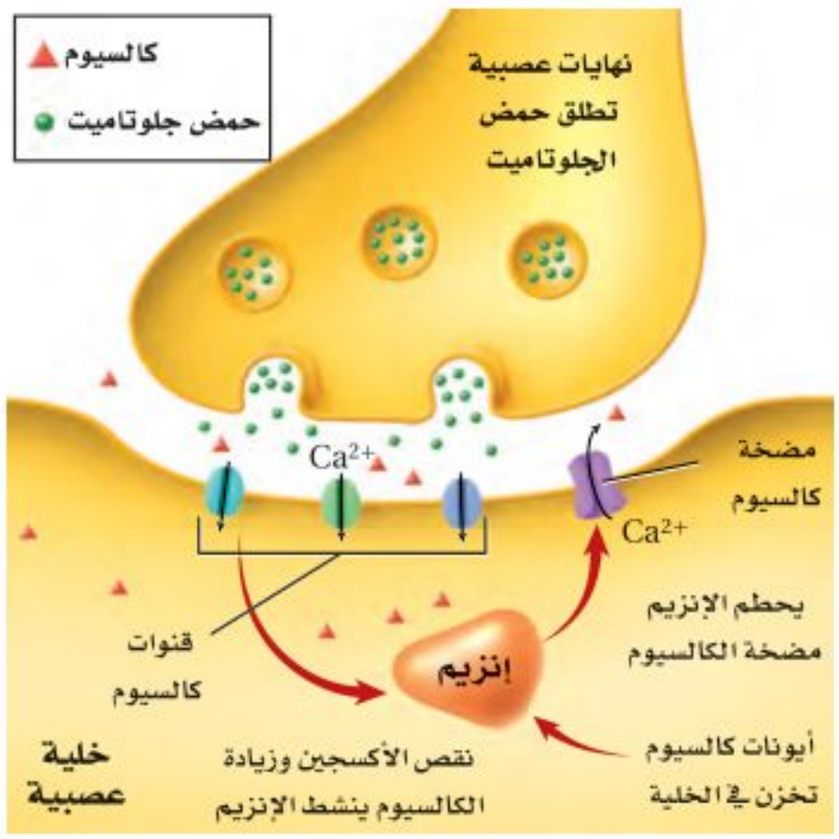
تفسير الشكل

كيف تسهم قنوات البروتين في موت الخلايا العصبية بعد السكتة الدماغية؟
تحدث السكتة الدماغية عندما تسد خثرة دم تدفق الدم المؤكسج إلى جزء من الدماغ. ولأن الخلايا العصبية التي تطلق حمض الجلوتاميت حساسة لنقص الأكسجين؛ فتطلق كمية كبيرة من حمض الجلوتاميت عندما يقل مستوى الأكسجين. ويؤدي التدفق الكبير لحمض الجلوتاميت إلى تدمير مضخة الكالسيوم. ويؤثر هذا في حركة الكالسيوم داخل الخلية العصبية وخارجها. وعندما تحتوي الخلايا على فائض من الكالسيوم يحدث خلل في الاتزان الداخلي.

التفكير الناقد

1. **فسِّر** كيف يدمر تدفق حمض الجلوتاميت مضخة الكالسيوم؟
2. **توقَّع** ماذا يحدث إذا انخفضت مستويات الكالسيوم في خلية عصبية خلال السكتة الدماغية؟

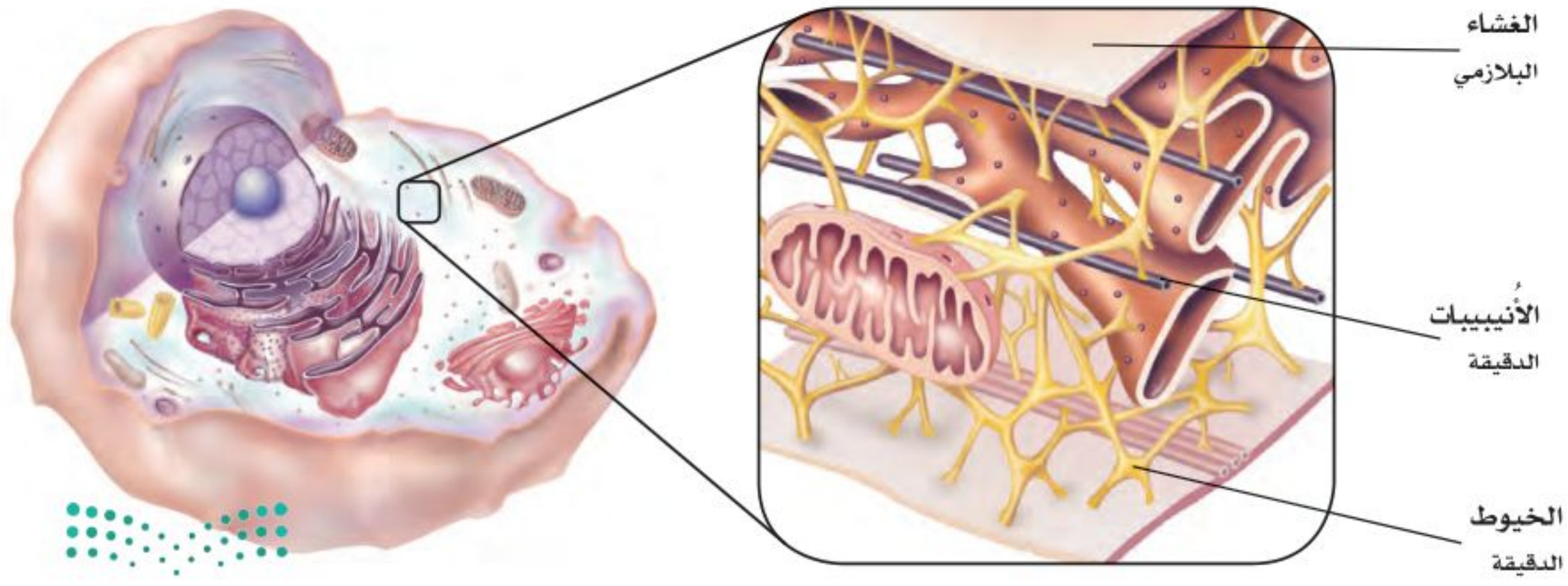
البيانات والملاحظات



أخذت البيانات في هذا المختبر من: Choi, D.W. 2005 Neurodegeneration: celluar defence destroyed. *Nature* 433: 696–698

السيتوبلازم والهيكل الخلوي Cytoplasm and Cytoskeleton

تعرَّفت جزء الخلية الذي يعمل حاجزًا بين بيئة الخلية الداخلية والخارجية. فالبيئة داخل الخلية شبه سائلة وتسمى السيتوبلازم. اكتشف علماء الأحياء أن العضيات لا تسبح في الخلية، ولكن تدعمها تراكيب داخل السيتوبلازم، كما في **الشكل 5–4**. و**الهيكل الخلوي** cytoskeleton شبكة مكوَّنة من خيوط بروتينية طويلة تدعم الخلية وتعطيها شكلها، وتثبّت العضيات داخل الخلايا. كما يساعد الهيكل الخلوي على حركة الخلية وأنشطتها الأخرى.

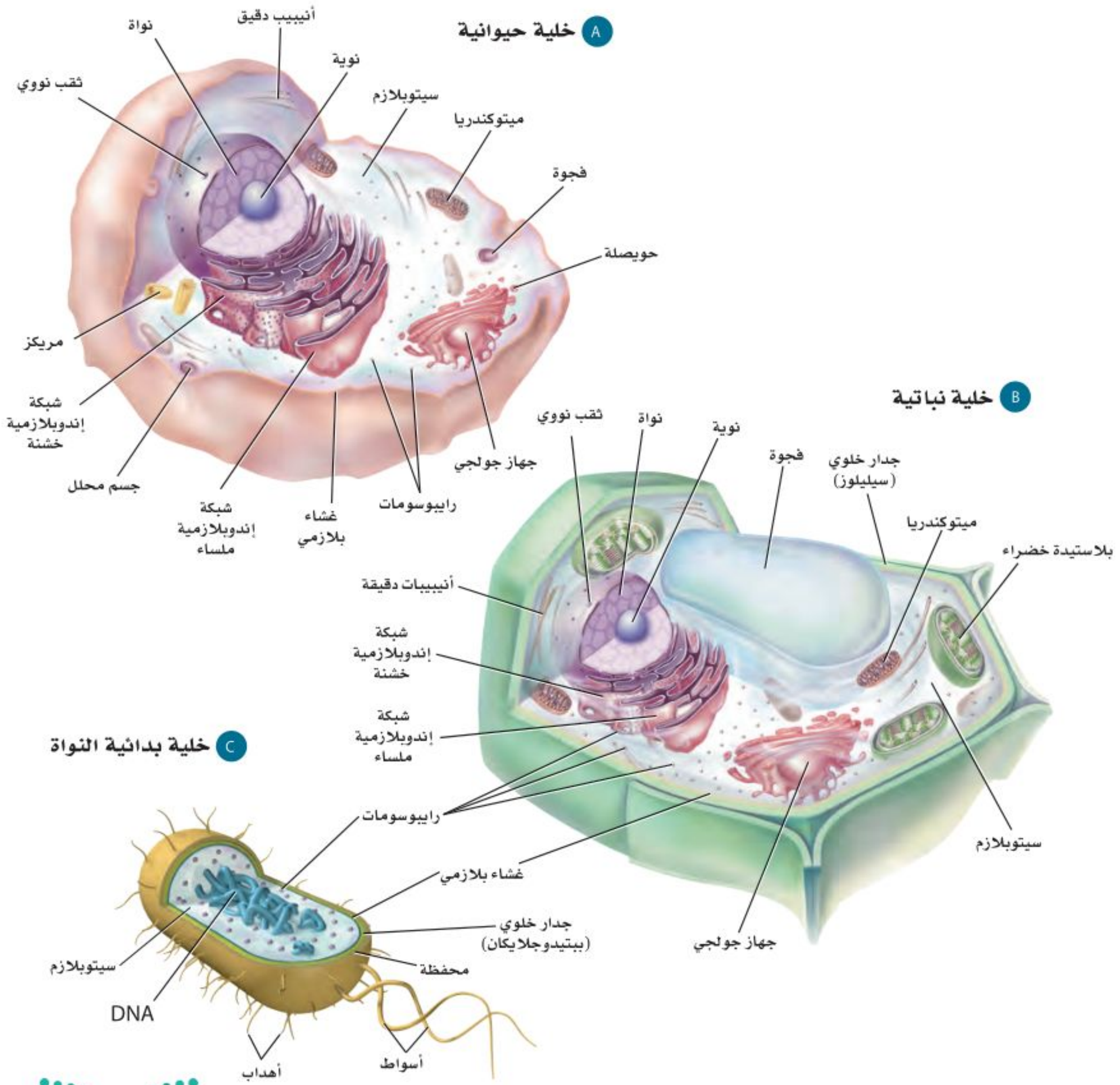


الشكل 5–4 يتكون الهيكل الخلوي من الأنيبيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة.

الهيكل الخلوي

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

■ **الشكل 6–4** قارن بين مكونات خلية حيوانية وخلية نباتية وخلية بدائية النواة في الرسوم أدناه. توجد بعض العضيات في الخلايا النباتية فقط، وتوجد عضيات أخرى في الخلايا الحيوانية فقط. كما لا توجد عضيات محاطة بغشاء في الخلايا البدائية النواة.



يتكـون الهيكل الخلوي من تراكيب ثانوية تسـمى الأُنيبيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة. والأنيبيبـات الدقيقة تراكيب أسـطوانية طويلـة مجوفة من البروتين تكـوّن هيكلاً صلبًا للخليـة، وتسـاعد على حركـة المواد داخـل الخلية. أمـا الخيوط الدقيقـة فهي خيوط بروتينية رفيعة تسـاعد على إعطاء الخلية شكلها، وتمكّن الخلية كاملة أو جزءًا منها من الحركـة. وتتجمع الأنيبيبات والخيوط الدقيقة أو تتفرق لينزلق بعضها فوق بعض، مما يسهم في حركة الخلية.

تراكيب الخلية Cell Structures

هناك مناطق منفصلة في المصانع مخصصة لأداء مهامّ مختلفة. وكذلك الخلية الحقيقية النواة لها مناطق مختلفة للقيام بالمهام. ويؤدّي وجود العضيات المحاطة بالغشـاء إلى القيام بعمليات كيميائية مختلفة في الوقت نفسـه وفي أجزاء مختلفة من السـيتوبلازم. كمـا تقـوم العضيـات بالعمليات الخلويـة الضروريـة، ومنها بنـاء البروتيـن، وتحويل الطاقـة، وهضـم الغـذاء، وإخـراج الفضلات، وانقسـام الخليـة. ولكل عضيـة تركيب ووظيفـة مميـزان. ويمكنـك مقارنة العضيـات بمكاتـب المصنع، وخطـوط التجميع، ومناطق أخرى مهمة تحافظ على استمرار الإنتاج. ارجع إلى مخططات الخلايا النباتية والحيوانية في **الشكل 6–4**، عند دراسة كل من هذه العضيات.

النواة Nucleus تحتاج الخلية إلى عضية لتنظيم عملياتها؛ فالنواة، في **الشكل 7–4**، هـي التركيـب الذي ينظـم عمليات الخلية. وتحـوي النواة معظـم DNA الخلية الذي يخزن المعلومات التي تستخدم في بناء البروتينات اللازمة لنموها، ووظيفتها وتكاثرها. تحاط النواة بغشـاء مزدوج يسـمى الغلاف النووي، وهو مشابه للغشاء البلازمي إلا أن للغلاف النووي ثقوبًا تسـمح للمـواد الأكبر حجمًا بدخول النـواة والخروج منها. كما تنتشر المادة الكروماتينية داخل النواة، وهي عبارة عن DNA معقد يرتبط ببروتين.

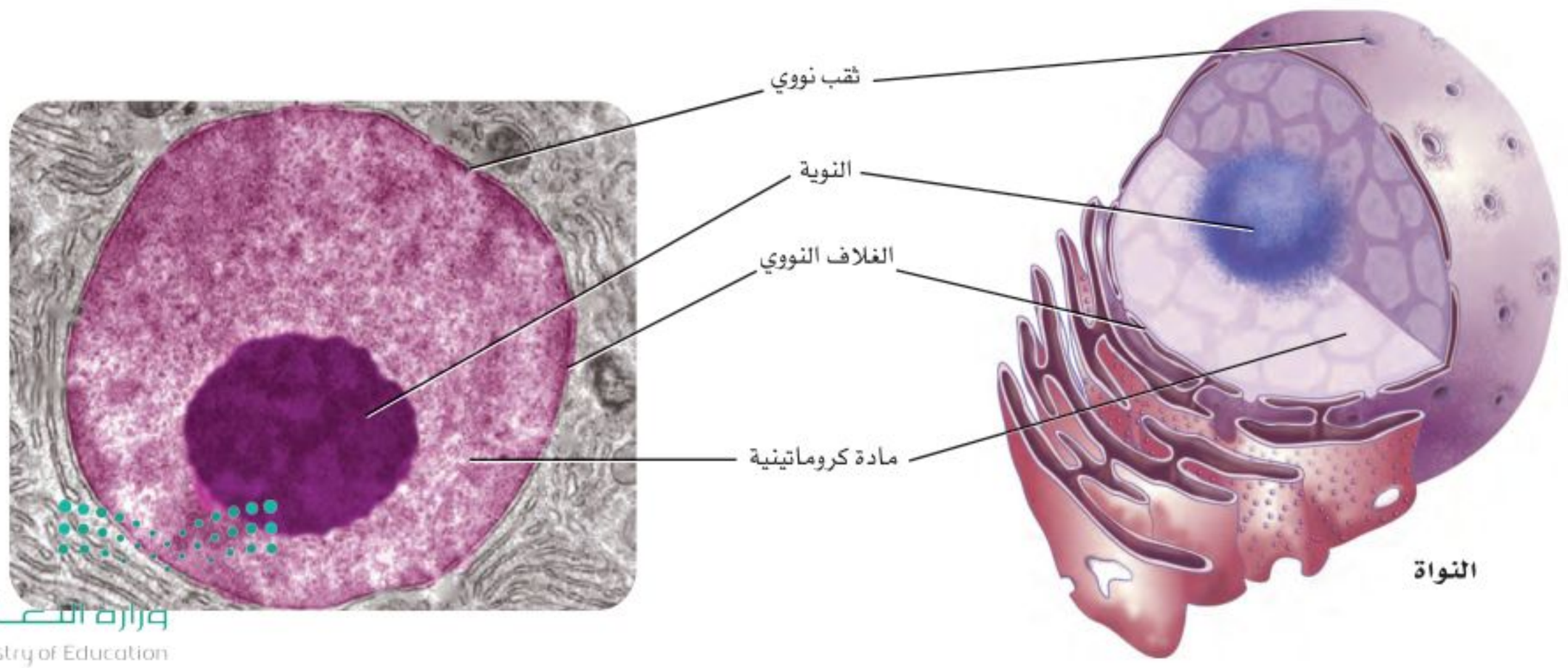
ماذا قرأت؟ **صف** دور النواة.

المفردات

أصل الكلمة

سيتوبلازم Cytoplasm

هيكل خلوي Cytoskeleton، يرجـع أصـل مقطـع: - **Cyte** إلـى اللغـة اليونانيـة، ويعنـي الخلية.



الشكل 7–4 يمين شكل نواة الخلية ثلاثي الأبعاد .وتبين الصورة يسـارًا مقطعًا عرضيًّا في النواة.

استنتج فسّر لماذا لا تتشـابه جميع المقاطع العرضية للنواة؟

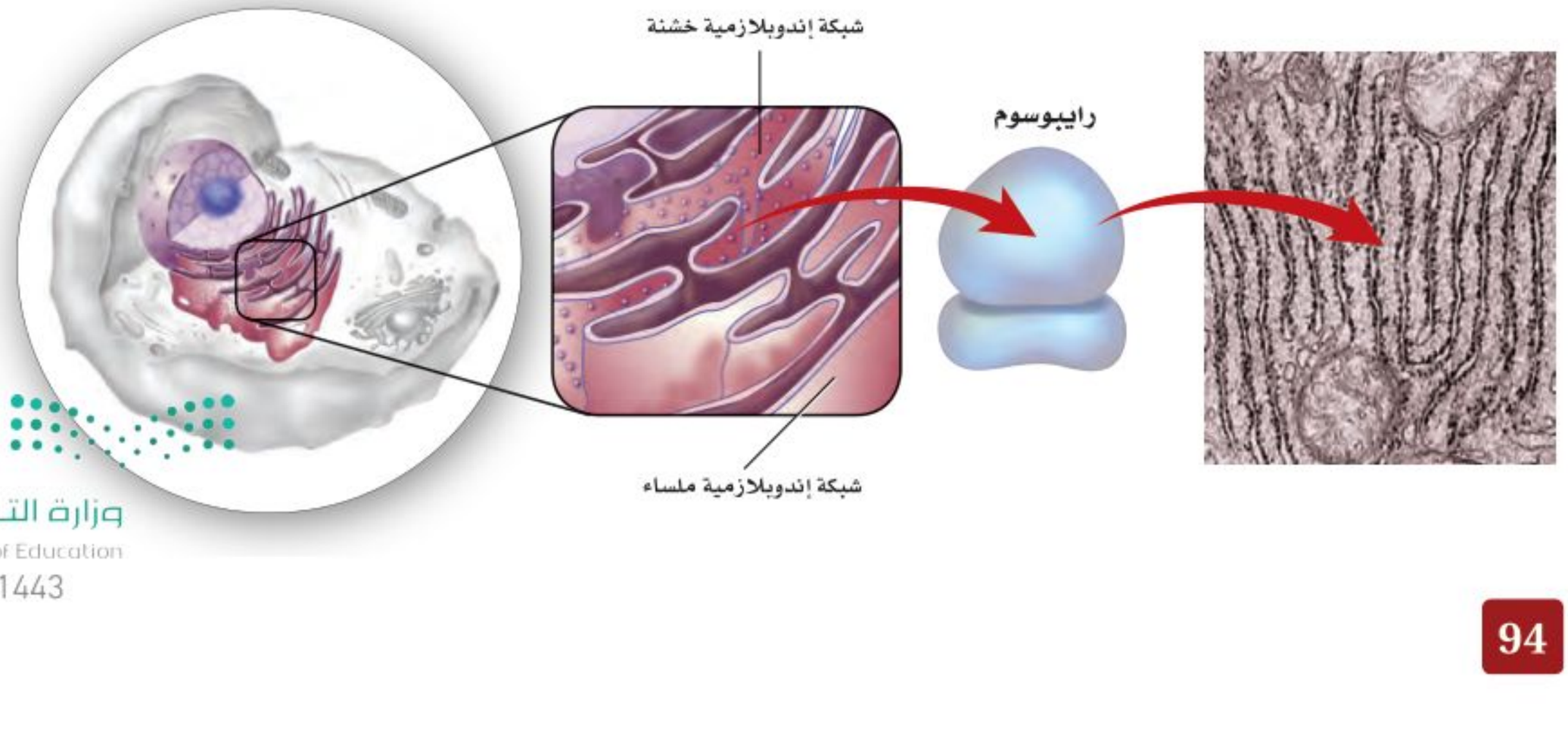
وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الرايبوسومات Ribosomes من وظائف الخلية إنتاج البروتين. وتسمى العضيات التي تساعد الخلية على صنع البروتين الرايبوسومات. تتكون الرايبوسومات من مكونين رئيسين، هما RNA والبروتين، ولا تحاط الرايبوسومات بغشاء كباقي العضيات في الخلية. ويتم إنتاج الرايبوسومات في النوية داخل النواة، الشكل **7–4**.

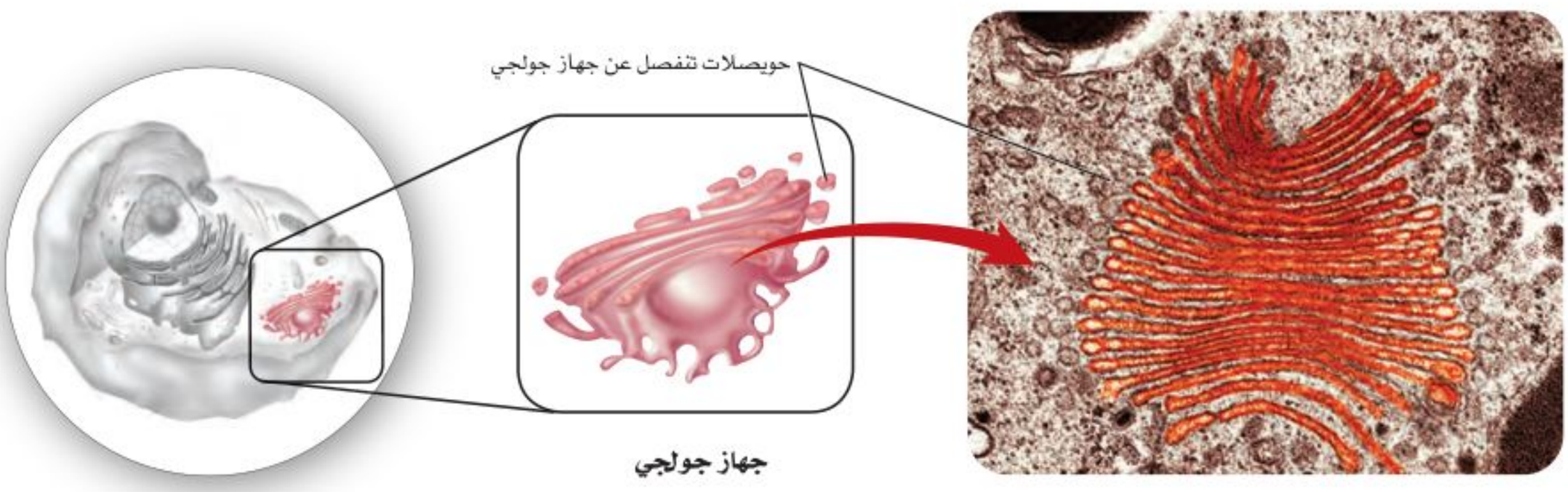
تحوي الخلايا الكثير من الرايبوسومات التي تنتج بروتينات مختلفة تستخدمها الخلية أو تنتقل إلى خارج الخلية لتستخدمها خلايا أخرى. كما تسبح بعض الرايبوسومات بحرية في السيتوبلازم، في حين يرتبط بعضها الآخر مع عضيات أخرى تسمى الشبكة الإندوبلازمية. وتنتج الرايبوسومات الحرة بروتينات تستخدم داخل سيتوبلازم الخلية. أما الرايبوسومات المرتبطة فتنتج بروتينات يتم إحاطتها بغشاء أو تستخدمها خلايا أخرى.

الشبكة الإندوبلازمية Endoplasmic reticulum هي نظام يتكوّن من قنوات متصلة ومتداخلة محاطة بغشاء مزدوج تعمل بوصفها مواقع لبناء البروتين والدهون؛ حيث تزودها الانثناءات والصفائح التي داخلها بمساحة سطح أكبر لكي تُنجز الوظائف الخلوية. وعندما ترتبط الرايبوسومات مع منطقة على الشبكة الإندوبلازمية فإن هذه المنطقة تسمى الشبكة الإندوبلازمية الخشنة. لاحظ **الشكل 8–4** حيث تبدو الشبكة الإندوبلازمية الخشنة كثيرة النتوءات والبروزات. وهذه البروزات هي الرايبوسومات التي تنتج البروتين تمهيدًا لنقله إلى الخلايا الأخرى. يبين **الشكل 8–4** أيضًا وجود مناطق على الشبكة الإندوبلازمية لا ترتبط بها رايبوسومات. والأجزاء من الشبكة الإندوبلازمية التي لا ترتبط معها رايبوسومات تسمى الشبكة الإندوبلازمية الملساء. وعلى الرغم من عدم وجود رايبوسومات في الشبكة الإندوبلازمية الملساء إلا أنها تقوم بوظائف مهمة في الخلية. منها بناء الكربوهيدرات والدهون المعقدة، ومنها الدهون المفسفرة. كما تعمل الشبكة الإندوبلازمية الملساء في الكبد على إزالة السموم الضارة من الجسم.

■ **الشكل 7–4** الرايبوسومات تراكيب بسيطة تتكون من RNA وبروتين، وقد ترتبط مع سطح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة. حيث تشبه الرايبوسومات البروزات على سطح الشبكة الإندوبلازمية.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443



■ **الشكل 8–4** مجموعة من الأغشية التي تكوِّن جهاز جولجي.

جهاز جولجي Golgi apparatus بعد تصنيع التلفاز في مصانع الأجهزة الكهربائية توضع كل قطعة مع ملحقاتها في صندوق ثم تشحن؛ ويقوم جهاز جولجي بعمل مشابه، فبعد بناء بعض البروتينات بواسطة الرايبوسومات على سطح الشبكة الإندوبلازمية ينتقل بعضه بواسطة حويصلات تنفصل عن الشبكة الإندوبلازمية لتصل إلى جهاز جولجي، **الشكل 9–4**. وجهاز جولجي مكوّن من مجموعة من الأغشية المتراصّة تعدِّل البروتينات وترتبها وتغلفها داخل أكياس تسمى الحويصلات تنبثق عن جهاز جولجي، ثم تلتحم الحويصلات بالغشاء البلازمي لتحرر البروتينات إلى بيئة الخلية الخارجية، انظر **الشكل 9–4**.

مختبر تحليل البيانات 2-4

بناءً على بيانات حقيقية

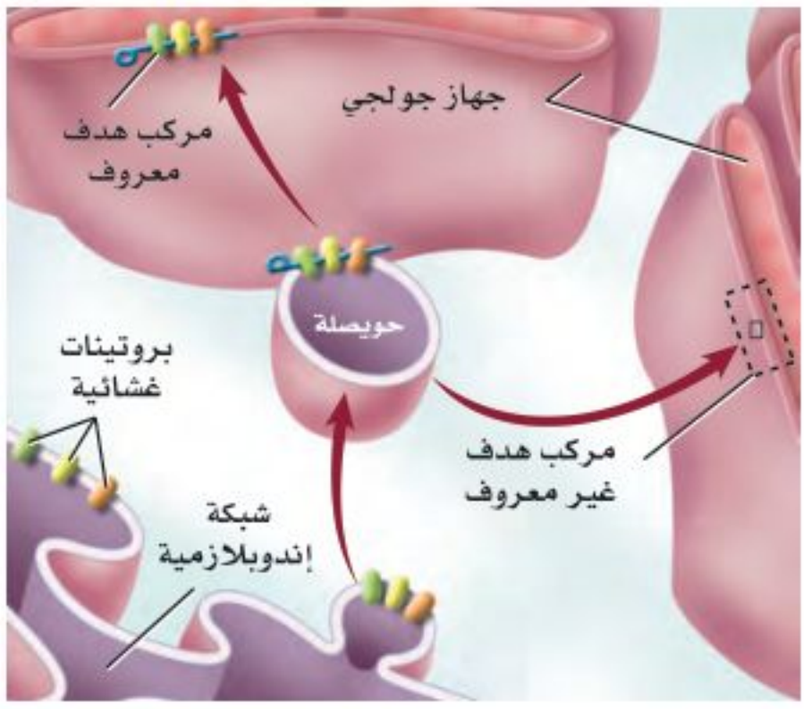
فسّر البيانات

كيف يتم تنظيم انتقال الحويصلات من الشبكة الإندوبلازمية إلى جهاز جولجي؟ تُصنّع الرايبوسومات بعض البروتينات على سطح الشبكة الإندوبلازمية (ER)، وتغلف هذه البروتينات بحويصلات تنقلها بعد ذلك إلى جهاز جولجي. لتعديلها ويدرس العلماء حاليًّا الجزيئات التي تدخل في عملية التحام هذه الحويصلات الإندوبلازمية بجهاز جولجي.

التفكير الناقد

1. **فسّر المخطط** سمِّ مركبين موجودين على جهاز جولجي لهما دور في عملية التحام الحويصلات الإندوبلازمية.
2. **كوِّن فرضية** تفسر فيها انتقال الحويصلات الإندوبلازمية، بناءً على ما قرأته عن السيتوبلازم والهيكل الخلوي.

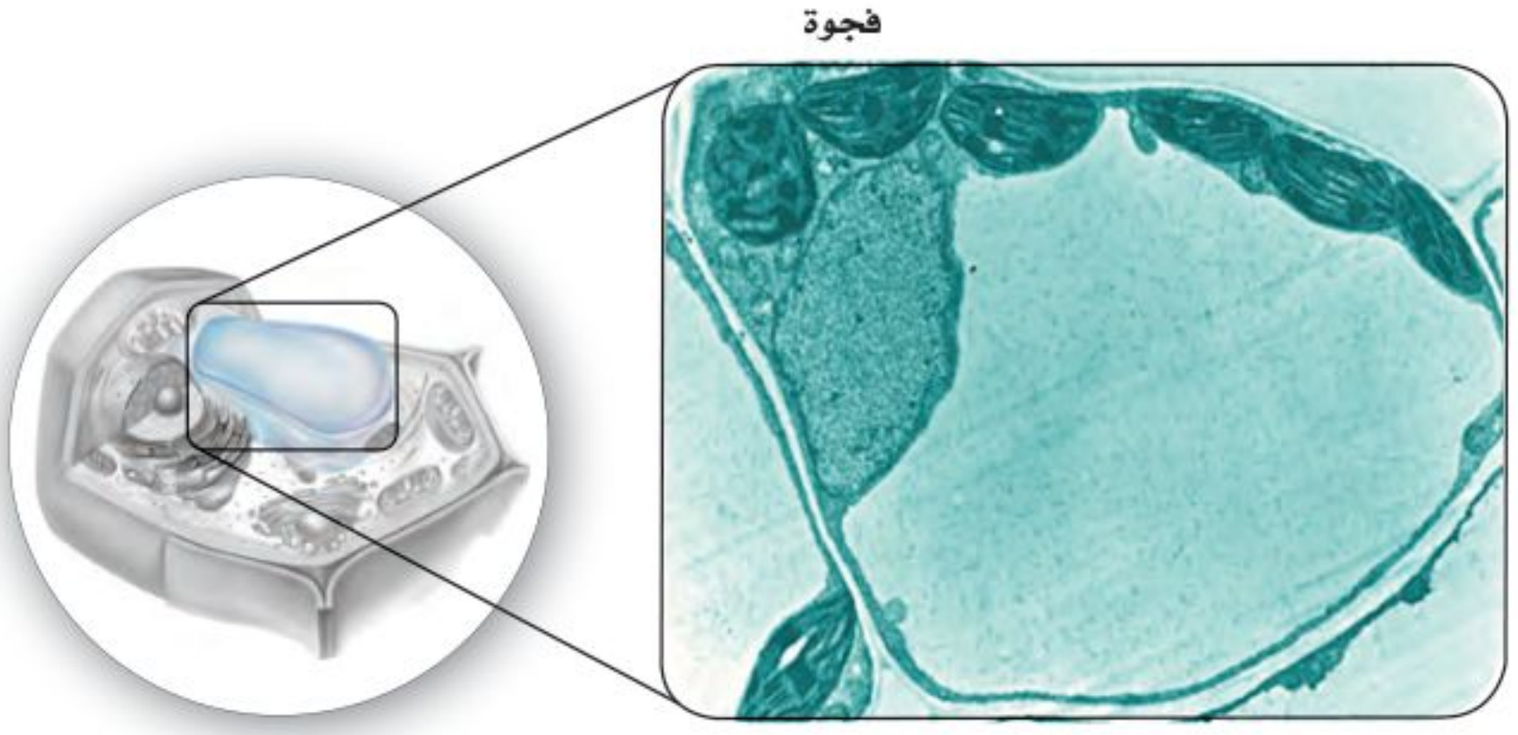
البيانات والملاحظات



أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Brittle, E. E., and Wates, M. G. 2000. ER – to–golgi traffic– this bud's for you. *Science* 289: 403 – 404

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443



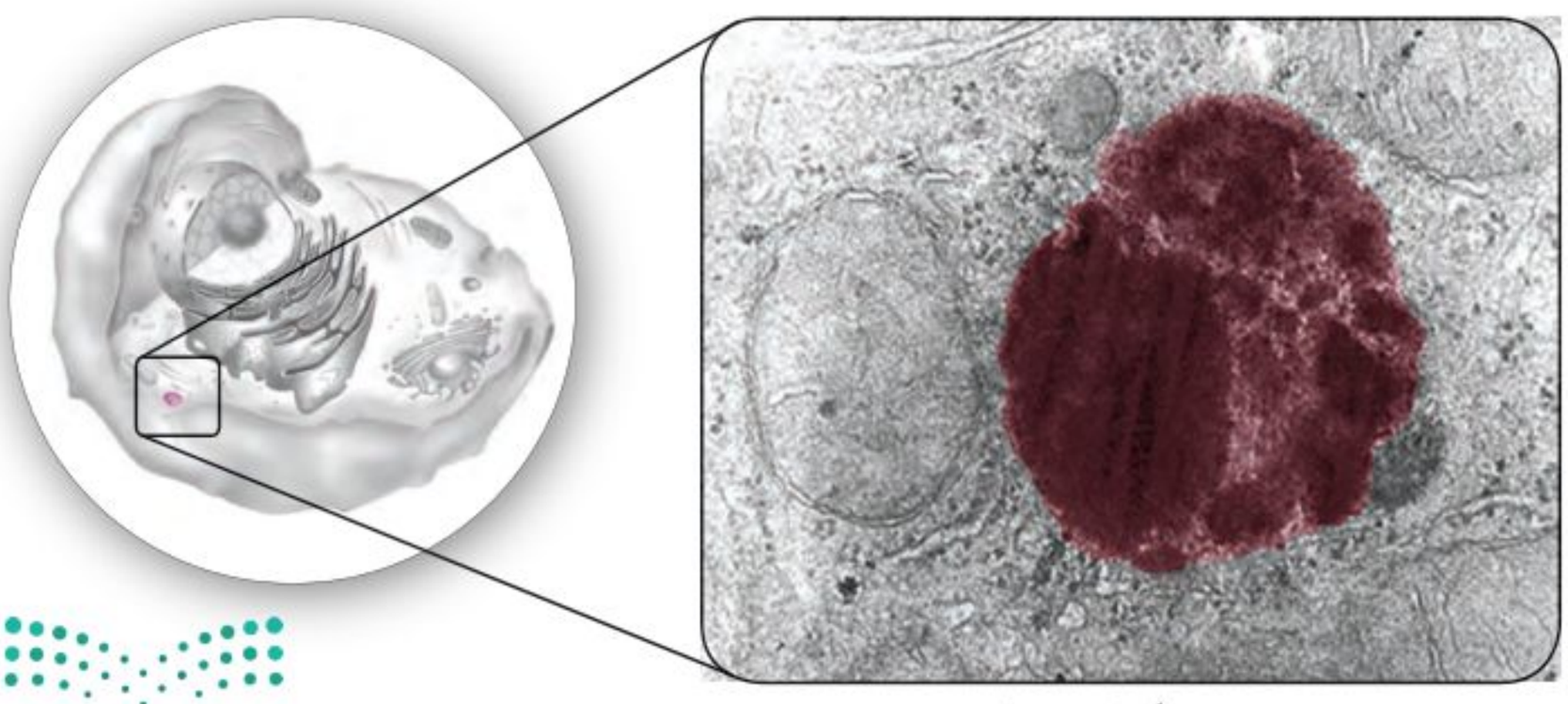
صورة محسنة بالمجهر الإلكتروني النافذ: التكبير × 11,000

■ **الشكل 10–4** تحوي خلايا النبات حويصلات تخزين كبيرة محاطة بغشاء، تسمى الفجوات.

الفجوات Vacuoles يوجد في الخلية حويصلات محاطة بغشاء، تسمى الفجوات، تقوم بتخزين المواد بصورة مؤقتة في السيتوبلازم. والفجوة -كالموجودة في خلية النبات- كيس يستخدم في تخزين الغذاء والإنزيمات والمواد الأخرى التي تحتاج إليها الخلية، **الشكل 10–4**. وتخزن بعض الفجوات الفضلات. ومن المثير للاهتمام أن الخلية الحيوانية عادة لا تحوي فجوات، وإذا حدث ذلك فإن الفجوات تكون أصغر كثيرًا مما هي عليه في الخلية النباتية.

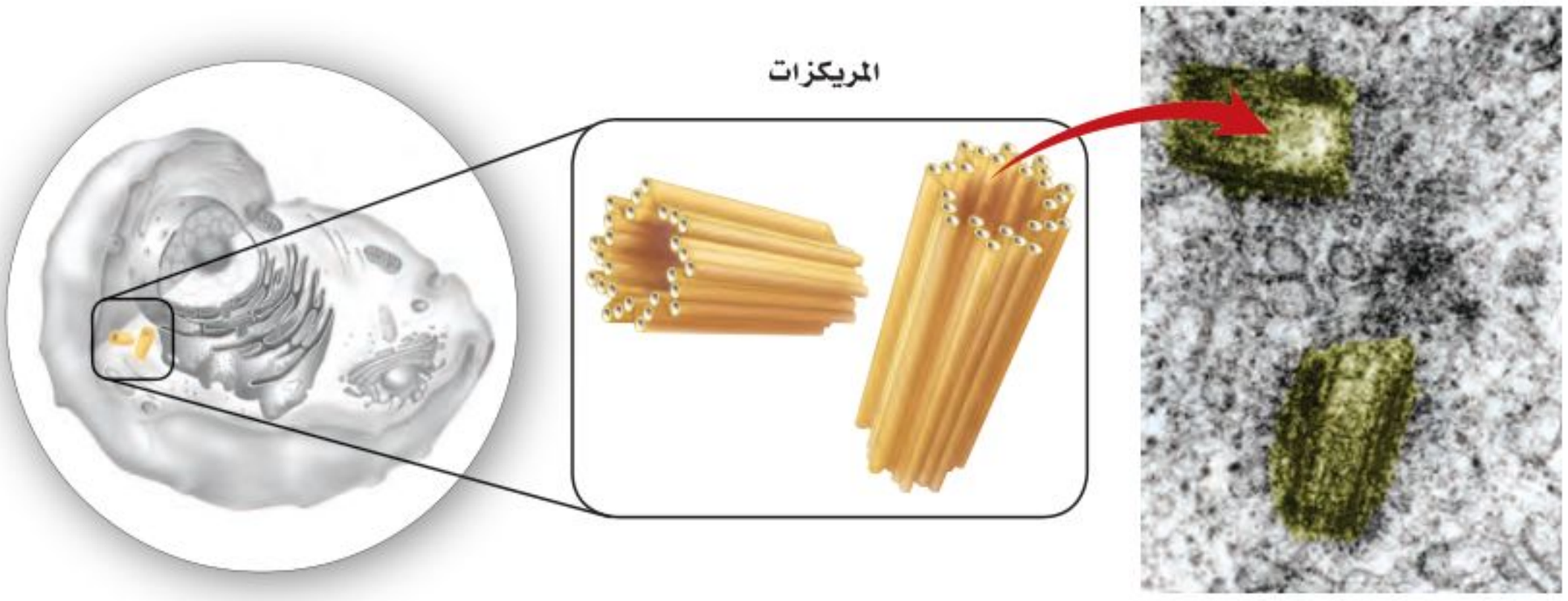
الأجسام المحلّلة (الليسوسومات) Lysosomes يوجد في الخلية الحيوانيةحويصلات تحوي مواد تهضم، أو تحلل العضيات وجزيئات المواد المغذية الزائدة، تسمى الأجسام المحلِّلة، **الشكل 11–4**. تهضم الأجسام المحلِّلة أيضًا البكتيريا والفيروسات التي تدخل الخلية. ويمنع الغشاء المحيط بالأجسام المحلِّلة الإنزيمات الهاضمة داخلها من تحليل الخلية. وقد تلتحم الأجسام المحلِّلة مع الفجوات، ثم تطرح إنزيماتها في هذه الفجوات لتهضم الفضلات داخلها.

■ **الشكل 11–4** تحوي الأجسام المحلّلة إنزيمات هاضمة تحلّل الفضلات في الفجوات.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

صورة محسنة بالمجهر الإلكتروني النافذ: التكبير × 40,000

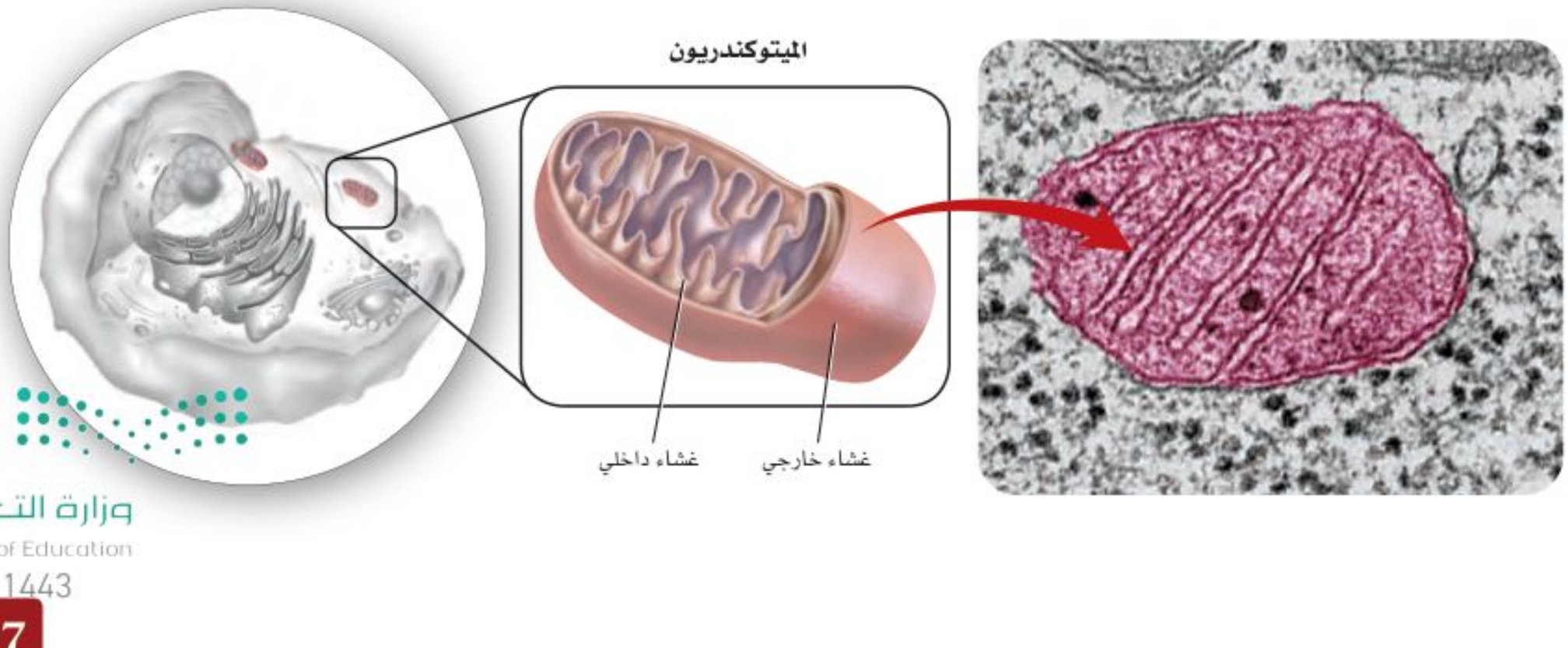


المريكزات Centrioles يتكوّن المريكز من مجموعة من الأُنيبيبات الدقيقة، كما في **الشكل 12–4**، تعمل في أثناء انقسام الخلية. وتوجد المريكزات في سيتوبلازم الخلايا الحيوانية ومعظم الطلائعيات، وهي قريبة من النواة.

■ **الشكل 12–4** تتكون المريكزات من الأُنيبيبات الدقيقة وتؤدي دورًا مهمًّا في انقسام الخلية.

الميتوكندريا Mitochondria تحتوي الخلايا على عضيات تنتج الطاقة تسمى الميتوكندريا، وهي تحول جزيئات المواد المغذية (وخصوصًا السكريات) إلى طاقة قابلة للاستخدام. ويبين **الشكل 13–4**. أن للميتوكندريون (مفرد ميتوكندريا) غشاءً خارجيًّا وغشاءً داخليًّا كثير الطيات والانثناءات ليزودا الميتوكندريون بمساحة سطح كبيرة تساعده على تكسير الروابط بين جزيئات السكر. وتُخزن الطاقة الناتجة ضمن روابط كيميائية في جزيئات أخرى لتستخدمها الخلية لاحقًا. ولهذا السبب، غالبًا ما تسمى الميتوكندريا "مصانع الطاقة" في الخلايا.

■ **الشكل 13–4** تنتج الميتوكندريا الطاقة وتجعلها متوافرة للخلية.
صف تركيب الغشاء في الميتوكندريون.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

صورة محسنة بالمجهر الإلكتروني؛
التكبير × 37,000

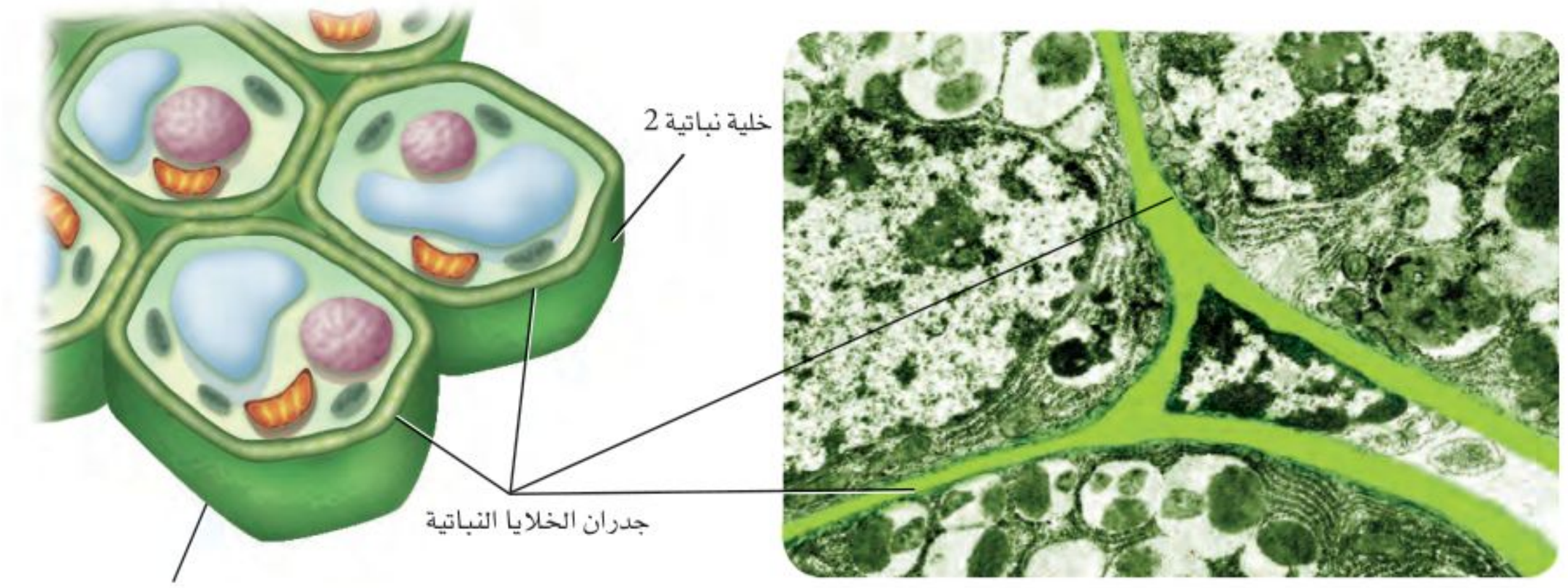
■ **الشكل 14–4** تمتص البلاستيدات الخضراء في النبات الطاقة الضوئية وتحوّلها إلى طاقة كيميائية.

البلاستيدات الخضراء Chloroplasts للخلايا النباتية طريقتها الخاصة في استخدام الطاقة الشمسية. فبالإضافة إلى الميتوكندريا تحتوي خلايا النباتات وبعض الخلايا الأخرى الحقيقية النواة على **البلاستيدات الخضراء** chloroplasts، وهي عضيات تمتص الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية بواسطة عملية البناء الضوئي. تفحّص **الشكل 14–4**، تلاحظ وجود حجرات صغيرة وعديدة على شكل أقراص تسمى الثايلاكويدات داخل الغشاء الداخلي. حيث يتم امتصاص الطاقة الشمسية وتجميعها في الثايلاكويدات بواسطة صبغة الكلوروفيل التي تعطي الأوراق والسيقان اللون الأخضر.

وقد تؤدي البلاستيدات الخضراء في النبات عدة وظائف، ومنها التخزين؛ إذ تخزن بعض البلاستيدات النشا والدهون. كما يحوي بعضها الآخر - ومنها البلاستيدات الملونة - أصباغًا حمراء أو برتقالية أو صفراء تمتص طاقة الضوء وتعطي الألوان المميزة لتراكيب النبات ومنها الأزهار والأوراق.

الجدار الخلوي Cell wall تركيب آخر يوجد في الخلايا النباتية، **الشكل 15–4**. و**الجدار الخلوي** cell wall شبكة من الألياف السميكة الصلبة تحيط بالغشاء البلازمي من الخارج لتحمي الخلية وتوفر لها الدعامة. ويساعد الجدار الخلوي الصلب النباتات على الوصول إلى ارتفاعات مختلفة - تتراوح بين أنصال الحشائش وغابات الشجر الأحمر. كما تتكون الجدران الخلوية في النباتات من كربوهيدرات معقدة تسمى السيليلوز الذي يعطي الجدار خاصية الصلابة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443



صورة محسنة بالمجهر الإلكتروني النافذ: التكبير × 38,000

■ **الشكل 15–4** يبين الشكل خلايا نباتية وجدرانها الخلوية. قارن هذا بصورة المجهر الإلكتروني النافذ، التي تبين الجدارن الخلوية للخلايا النباتية المتلاصقة.

الأهداب والأسواط Cilia and flagella يغطي سطوح بعض الخلايا الحقيقية النواة تراكيبُ خاصة تُسمّى الأهداب والأسواط، تمتد خارج الغشاء البلازمي. وكما في **الشكل 16–4**، **فالأهداب** cilia زوائد قصيرة كثيرة العدد تشبه الشعر، وحركتها تشبه حركة المجاديف في القارب. أما **الأسواط** flagella فهي أطول من الأهداب وأقل عددًا. وتتكون الأهداب والأسواط من الأنيبيبات الدقيقة، حيث تترتب في صورة محيط دائرة، أي أن تسعة مجموعات مزدوجة من الأنيبيبات تحيط بأنيبيبين منفردين في المركز، ويعرف هذا النمط التركيبي بالنمط (2+9). وعادة ما يكون للخلية سوط أو اثنان فقط.

وتحوي الهُديبات Pili والأسواط في الخلايا البدائية النواة سيتوبلازمًا محاطًا بغشاء بلازمي. ويتكون كل منها من وحدات بنائية من البروتين. وعلى الرغم من أن الأهداب والأسواط تُستخدم في حركة الخلية إلا أن الأهداب توجد أيضًا في خلايا ثابتة وغير متحركة، ومنها الخلايا المبطنة للجهاز التنفسي في الإنسان والتي تغطيها الأهداب، **الشكل 16–4**. ويبين **الجدول 1–4** قائمة تضم التراكيب الخلوية.

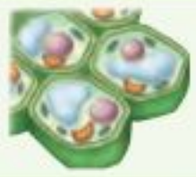
■ **الشكل 16–4** التراكيب الشعرية الدقيقة في الصورة هي الأهداب، والتراكيب التي تشبه الذيل هي الأسواط.
استنتج أين تتوقع أن تجد الأهداب في أجسام الحيوانات؟

صورة ملونة بالمجهر الإلكتروني النافذ: التكبير غير معروف

بكتيريا لها أسواط

صورة ملونة بالمجهر الإلكتروني الماسح ومكبرة ×2,000

أهداب في أنف الإنسان

الجدول 1–4	خلاصة تراكيب الخلية		
تركيب الخلية	مثال	الوظيفة	نوع الخلية
الجدار الخلوي		حاجز غير مرن يعطي الدعامة والحماية للخلية النباتية.	الخلايا النباتية وخلايا الفطريات وبعض الخلايا البدائية النواة.
المريكزات		أنيبيبات تظهر على شكل أزواج تؤدي دورًا في انقسام الخلية.	الخلايا الحيوانية ومعظم خلايا الطلائعيات.
البلاستيدات الخضراء		عضيات لها غشاء مزدوج وثايلاكويدات موجودة في الغشاء بها صبغة الكلوروفيل، ويتم فيها عملية البناء الضوئي.	الخلايا النباتية فقط.
الأهداب		امتدادات من سطح الخلية تسهم في الحركة والتغذي، وسحب المواد نحو سطح الخلية.	بعض الخلايا الحيوانية وبعض الخلايا الحقيقية النوى.
الهيكل الخلوي		شبكة في الخلية توجد داخل السيتوبلازم.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
الشبكة الإندوبلازمية		غشاء كثير الطيات يساعد على بناء البروتين.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
الأسواط		امتدادات تسهم في الحركة والتغذي.	بعض الخلايا الحيوانية وبعض الخلايا النباتية والخلايا البدائية النواة.
جهاز جولجي		أغشية أنبوبية متراصة ومسطحة تقوم بتغليف البروتين وتعديله لنقله خارج الخلية.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
الأجسام المحللة (الليسوسومات)		حويصلة تحتوي على إنزيمات هاضمة تحلل المواد الخلوية الزائدة.	الخلايا الحيوانية فقط.
الميتوكندريون		عضية محاطة بغشاء يوفر الطاقة للخلية.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
النواة		مركز السيطرة في الخلية، وتحتوي على تعليمات مشفّرة لإنتاج البروتينات وانقسام الخلية.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
الغشاء البلازمي		حاجز مرن ينظم حركة المواد من الخلية وإليها.	جميع الخلايا الحقيقية النواة و الخلايا البدائية النواة.
الرايبوسومات		عضيات تُعد موقعًا لبناء البروتينات.	جميع الخلايا.
الفجوات		حويصلة محاطة بغشاء لتخزين مؤقت للمواد.	الخلايا النباتية تحوي فجوة كبيرة أما الخلايا الحيوانية فتحوي القليل من الفجوات الصغيرة الحجم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

العضيات عندما تعمل Organelles at Work

في ضوء الفهم الأساسي للتراكيب الموجودة في الخلية يصبح فهم كيفية عمل هذه التراكيب معًا، وكيفية قيامها بوظيفتها الخلوية أسهل. فلو أخذنا مثلاً بناء البروتين فإنه يبدأ في النواة بحسب المعلومات التي يحويها DNA. حيث يتم نسخ هذه المعلومات الوراثية وينقلها إلى جزيء وراثي آخر يسمى الحمض النووي الرايبوزي RNA. ينتقل RNA، وكذلك الرايبوسومات التي تنتج في النوية، من خلال ثقوب في الغلاف النووي إلى السيتوبلازم. وتسهم كل من الرايبوسومات و RNA في إنتاج البروتينات. ولكل بروتين يتكون على سطح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة وظيفة محددة؛ فربما يصبح بروتينًا يكوّن جزءًا من الغشاء البلازمي، أو بروتينًا يُنقل خارج الخلية، أو بروتينًا ينتقل إلى عضيات أخرى. وتعمل الرايبوسومات الأخرى الحرة في السيتوبلازم على بناء البروتينات أيضًا.

تنتقل معظم البروتينات التي تصنع على سطح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة إلى جهاز جولجي؛ حيث تُغلف البروتينات في حويصلات لنقلها إلى العضيات الأخرى أو إلى خارج الخلية. وتستخدم العضيات الأخرى البروتينات للقيام بالعمليات الخلوية. فمثلاً، تستخدم الأجسام المحللة (الليسوسومات) البروتينات، وخصوصًا الإنزيمات؛ لتهضم الغذاء والفضلات. وتستخدم الميتوكندريا الإنزيمات لإنتاج الطاقة اللازمة للخلية.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي التواصل العلمي
Science Communications Specialist

يوظّف الكثير من الناشرين في مجال العلوم أشخاصًا يختصون بالكتابة حول البحوث وأهميتها للرأي العام. وغالبًا ما يتحقق ذلك من خلال الإعلام والإعلانات والكتيبات والبريد الموجَّه.

التقويم 1-4

الخلاصة

- هناك نوعان رئيسان من الخلايا هما: الخلايا البدائية النواة والخلايا الحقيقية النواة.
- تحتوي الخلايا الحقيقية النواة على النواة والعضيات.
- النفاذية الاختيارية خاصية الغشاء البلازمي التي تسمح للخلية بالسيطرة على ما يدخل إليها أو يخرج منها.
- يتكون الغشاء البلازمي من طبقة مزدوجة من جزيئات الدهون المفسفرة.
- يسهم الكولسترول والبروتينات الناقلة في وظيفة الغشاء البلازمي.
- يصف النموذج الفسيفسائي السائل الغشاء البلازمي.
- تحوي الخلايا الحقيقية النواة عضيات محاطة بغشاء في السيتوبلازم، تؤدي وظائف الخلية.
- الرايبوسومات مواقع لبناء البروتين.
- الميتوكندريا مصانع الطاقة في الخلية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **صف** كيف يساعد الغشاء البلازمي على الحفاظ على الاتزان الداخلي للخلية؟
2. **ميِّز** بين الغشاء البلازمي والعضيات.
3. **وضّح** كيف يبقى داخلُ الخلية منفصلاً عن خارجها؟
4. **ارسم** مخططًا للغشاء البلازمي، وحدّد عليه الأجزاء.
5. **حدّد** جزيئات الغشاء البلازمي التي تشكل التركيب الأساسي للغشاء، وتسهم في تمييز الخلية، وسيولة الغشاء.
6. **حدّد** دور النواة في الخلية الحقيقية النواة.
7. **لخّص** دور الشبكة الإندوبلازمية.
8. **استنتج** لماذا لا يعدّ بعض العلماء الرايبوسومات من عضيات الخلية.

التفكير الناقد

9. **صف** كيف تحدد ما إذا كانت خلايا مخلوق حي اكتُشف حديثًا بدائية أم حقيقية النواة؟
10. **فسّر** ما أثر وجود كميات كبيرة من الكولسترول على الغشاء البلازمي بدلًا من وجوده داخله؟
11. **كوّن فرضية** توضح كيف تعمل الأجسام المحلِّلة على تحويل اليرقة إلى فراشة.
12. الكتابة في علم الأحياء

    بناءً على ما تعرفه عن مصطلح "فسيفسائي". اكتب فقرة تصف فيها تركيبًا حيويًّا فسيفسائيًّا آخر.
13. رتّب التراكيب والعضيات في الجدول 1-4 في قائمة تعتمد على نوع الخلية، ثم ارسم خريطة مفاهيمية توضح هذا التنظيم.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

4-2

كيمياء الخلية Cell Chemistry

الأهداف

- **تصف** أهمية عنصر الكربون في المخلوقات الحية.
- **تلخص** المجموعات الأربع الرئيسة للجزيئات الحيوية الكبيرة.
- **تقارن** بين وظائف كل مجموعة من الجزيئات الحيوية الكبيرة.
- **تلخص** أهمية الإنزيمات في المخلوقات الحية.

مراجعة المفردات

الإنزيم: بروتين يسرّع من معدل التفاعل الكيميائي.

المفردات الجديدة

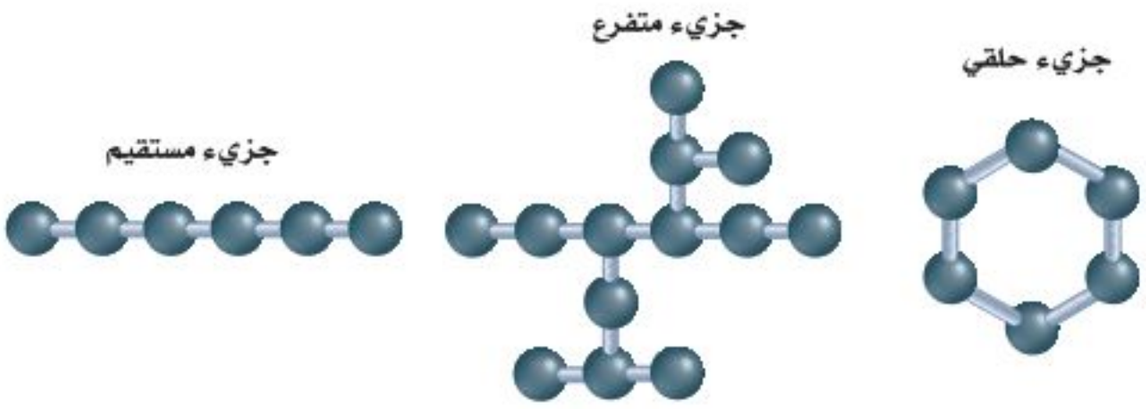
الجزيئات الكبيرة
البوليمر
الحمض الأميني
طاقة التنشيط
المحفز
الموقع النشط
الحمض النووي
النيوكليوتيدات

الفكرة الرئيسة تتكون خلايا المخلوقات الحية من مركبات عضوية يدخل في تركيبها الكربون بوصفه عنصرًا أساسيًّا.

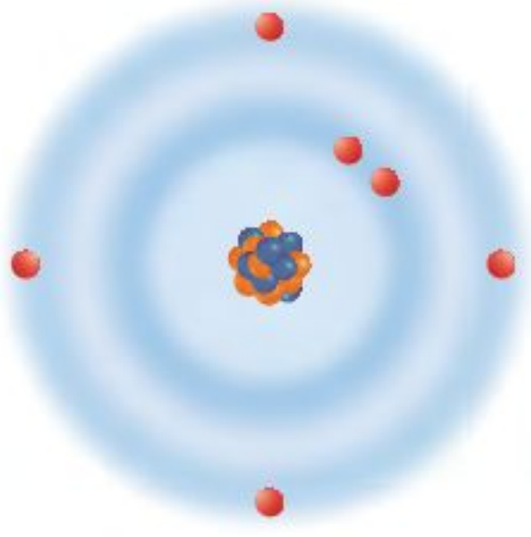
الربط مع الحياة يستمتع الأطفال بالقطار اللعبة؛ لأنهم يربطون مجموعة من العربات معًا، ويكوّنون أشكالًا متنوعة منها من خلال ربط عربات ذات ألوان أو وظائف متشابهة معًا. وكذلك الأمر في علم الأحياء؛ فهناك جزيئات كبيرة تتكون من الكثير من الوحدات الصغيرة المتصلة معًا.

الكيمياء العضوية Organic Chemistry

خلق الله سبحانه وتعالى معظم الحياة على سطح الأرض تعتمد على الكربون؛ لأن عنصر الكربون يدخل في تركيب معظم الجزيئات الحيوية. ولما كان الكربون عنصرًا ضروريًّا فقد خصَّص العلماء فرعًا كاملاً في الكيمياء يُسمى الكيمياء العضوية؛ لدراسة المركبات العضوية، أي المركبات التي تحتوي على الكربون. تستطيع ذرة كربون واحدة تكوين أربع روابط مشتركة مع الذرات الأخرى؛ وذلك لأن الكربون يحوي أربعة إلكترونات في مداره الأخير، كما في **الشكل 17–4**، حيث تمكّن هذه الروابط ذرات الكربون من الارتباط معًا، مما ينتج عنها مركبات عضوية متنوعة، قد تكون على صورة سلاسل مستقيمة، أو متفرعة، أو على صورة مركبات حلقية، كما في **الشكل 17–4**.



الشكل 17–4 يعتمد التنوع المدهش في الحياة على تنوع المركبات الكربونية التي أوجدها الخالق جل وعلا. فوجود أربعة إلكترونات في المدار الأخير للكربون يسمح بتكوين جزيئات ذات سلاسل مستقيمة أو متفرعة أو حلقية.



ذرة الكربون

وزارة التعليم
2021 - 1443

المفردات

أصل الكلمة

البوليمر Polymer

Poly: من اليونانية، وتعني "العديد".

-meros: من اليونانية، وتعني "جزء".

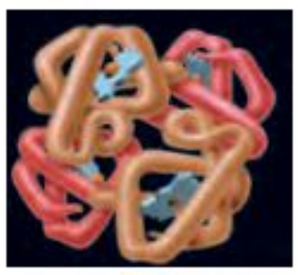
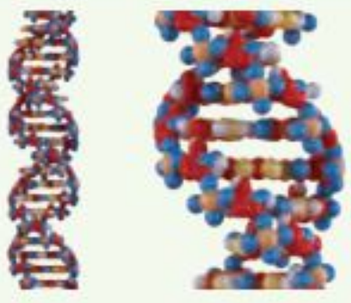
الجزيئات الكبيرة Macromolecules

يمكن أن ترتبط ذرات الكربون معًا لتكون جزيئات الكربون. وبالطريقة نفسها، تخزن معظم الخلايا مركبات كربونية صغيرة تعمل عمل وحدات بناء أساسية للجزيئات الكبيرة. و**الجزيئات الكبيرة** macromolecules جزيئات ضخمة، تتكون من ارتباط جزيئات عضوية أصغر. وتسمى هذه الجزيئات الكبيرة البوليمرات. و**البوليمرات** polymers جزيئات مكونة من وحدات متكررة من مركبات متشابهة أو قريبة التشابه تسمى الوحدات الأساسية (مونومرات monomers) ترتبط معًا بسلسلة من الروابط المشتركة (التساهمية). وكما في **الجدول 2-4**، تقسم الجزيئات الحيوية الكبيرة إلى أربع مجموعات رئيسة، هي الكربوهيدرات، والدهون، والبروتينات، والأحماض النووية.

ماذا قرأت؟ **استخدم** التشابه في وصف الجزيئات الكبيرة.

الجدول 2-4

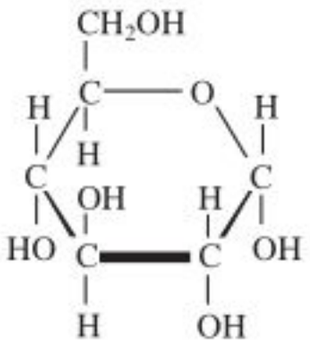
الجزيئات الكبيرة

المجموعة	المثال	الوظيفة
الكربوهيدرات	خبز	• تخزن الطاقة. • توفر دعمًا تركيبيًّا.
الدهون	خلية نحل	• تخزن الطاقة. • تشكل حواجز.
البروتينات	 الهيموجلوبين	• نقل المواد. • تزيد سرعة التفاعل. • تعطي دعمًا تركيبيًّا. • تكوّن الهرمونات.
الأحماض النووية	 يُخزن DNA المعلومات الوراثية في نواة الخلية	• تخزن المعلومات الوراثية وتنقلها.

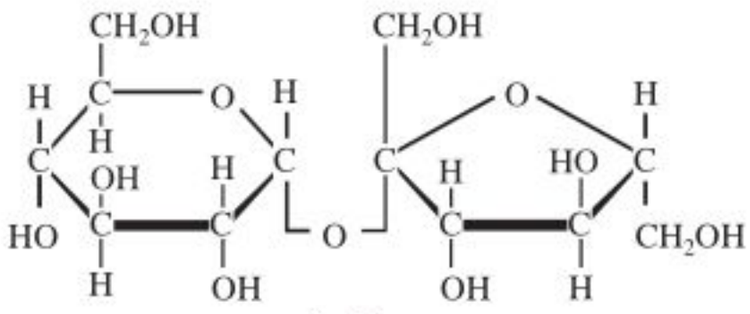
إرشادات الدراسة

ملاحظات ثنائية اطوِ ورقة طوليًّا نصفين، واكتب العنوان المكتوب بالخط الغامق الذي يظهر تحت عنوان الجزيئات الكبيرة على الجانب الأيمن (البوليميرات). وسجل الملاحظات حول الأفكار المهمة والمفردات في أثناء قراءتك النص.

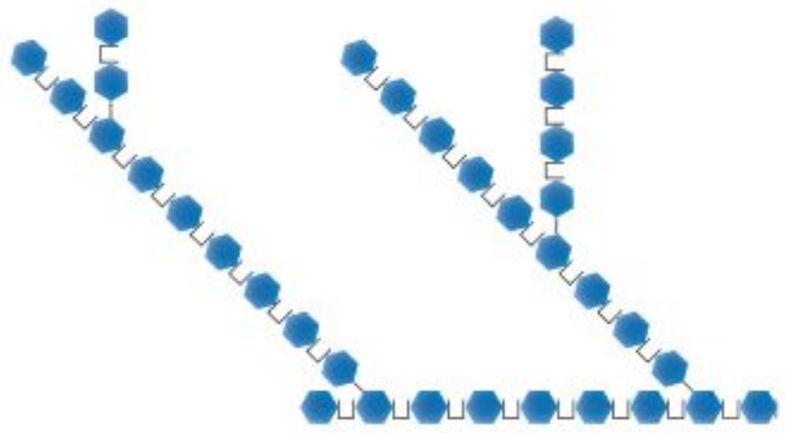
وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443



جلوكوز
(سكريات أحادية)



سكروز
(سكريات ثنائية)



جلايكوجين
(سكريات متعددة)

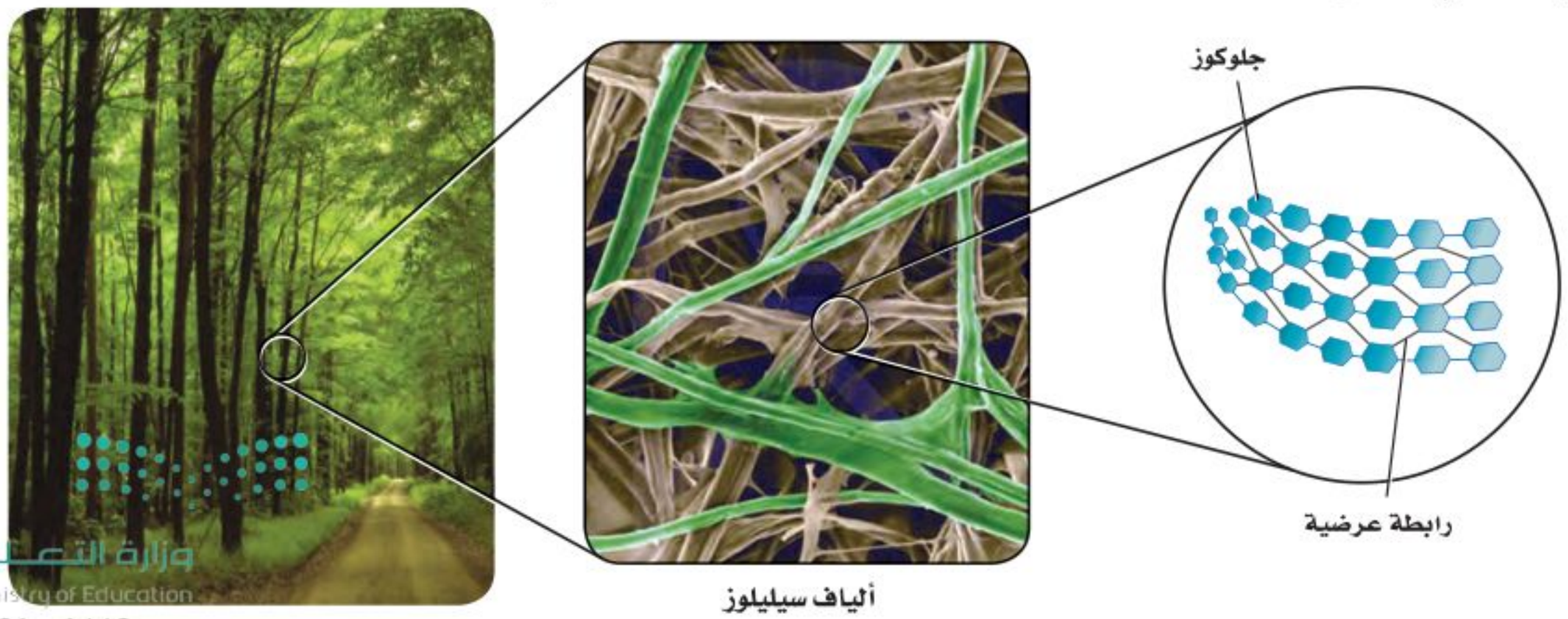
■ **الشكل 18–4** الجلوكوز من السكريات الأحادية. يتكون السكروز (سكريات ثنائية) من الجلوكوز والفركتوز، وكلاهما من السكريات الأحادية. الجلايكوجين من السكريات المتعددة ومتفرع، ويتكون من الجلوكوز بوصفه وحدات أساسية.

الكربوهيدرات Carbohydrates تسمى المركبات التي تتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين بالنسب التالية (ذرة أكسجين واحدة وذرتي هيدروجين لكل ذرة كربون) الكربوهيدرات. وتكتب الصيغة العامة للكربوهيدرات في صورة $(CH_2O)_n$؛ حيث تمثل n عدد وحدات CH_2O في السلسلة. وتسمى الكربوهيدرات في أجسام المخلوقات الحية السكريات البسيطة (أو السكريات الأحادية) إذا كانت قيمة n فيها 7–3، ويؤدي الجلوكوز وهو من السكريات الأحادية المبين في **الشكل 18–4**، دورًا أساسيًّا بوصفه مصدرًا للطاقة في المخلوقات الحية.

يمكن أن ترتبط جزيئات أحادية التسكر لتكوين جزيئات أكبر. ويرتبط جزيئان من السكريات الأحادية معًا لينتج السكريات الثنائية. وتشبه السكريات الثنائية الجلوكوز في أنها مصدر للطاقة. فالسكروز (سكر المائدة) المبين في **الشكل 18–4**، واللاكتوز الذي هو أحد مكونات الحليب هما سكريات ثنائية. أما جزيئات الكربوهيدرات الأطول فتسمى السكريات المتعددة. والجلايكوجين المبين في **الشكل 18–4** واحد من الأمثلة على هذه السكريات المهمة. فالجلايكوجين شكل آخر من الجلوكوز وهو مخزن للطاقة، ويوجد في الكبد والعضلات الهيكلية. وعندما يحتاج الجسم إلى الطاقة خلال التمارين الرياضية أو بين الوجبات يتحلل الجلايكوجين إلى جلوكوز.

بالإضافة إلى دور الكربوهيدرات بوصفها مصدرًا للطاقة؛ فهي تؤدي وظائف أخرى مهمة. ففي النبات، يوفر السيليلوز (نوع من الكربوهيدرات) دعمًا تركيبيًّا للجدار الخلوي، كما في **الشكل 19–4**.

■ **الشكل 19–4** السيليلوز في خلايا النبات يعطي دعمًا تركيبيًّا للأشجار لتبقى منتصبة في الغابة.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

يتكون السيليلوز من سلاسل جلوكوز ترتبط معًا بألياف صلبة تناسب تمامًا دورها التركيبي. ويعد الكايتين من المركبات العديدة التسكر التي تحوي النيتروجين. وهو المكون الرئيس لصدفة الروبيان الخارجية، وسرطان البحر وبعض الحشرات، وكذلك الجدار الخلوي لبعض الفطريات.

الدهون Lipids تحتوي جزيئات الدهون غالبًا على الكربون، والهيدروجين، وهي تكوّن الشحوم، والزيوت والشمع. وتتكون الدهون من وحدات بنائية هي الأحماض الدهنية والجليسرول، ومكونات أخرى. والوظيفة الرئيسة للدهون هي تخزين الطاقة. ومن هذه الدهون ثلاثي الجليسيريد، وقد يكون دهنًا إذا كان صلبًا في درجة حرارة الغرفة، وزيتًا إذا كان سائلًا في درجة حرارة الغرفة. وبالإضافة إلى ذلك، يتم تخزين ثلاثي الجليسيريد في الخلايا الدهنية في الجسم. كما تُغطى أوراق الأشجار بدهون تُسمى شمع الكيوتيكل تمنع فقدان الماء. وتتكون حجرات خلية النحل من شمع النحل.

الدهون المشبعة وغير المشبعة

Saturated and unsaturated fats تحتاج المخلوقات الحية إلى الدهون لإتمام وظائفها. ويتضمن التركيب الأساسي للدهون الأحماض الدهنية، كما في **الشكل 20–4**. حيث تتكون هذه الأحماض من سلسلة من ذرات الكربون التي يرتبط بعضها مع بعض من جهة ومع الهيدروجين من جهة أخرى بروابط أحادية أو ثنائية. فإذا كانت الروابط بين ذرات الكربون أحادية، سمِّيت الدهون المشبعة. أما الدهون التي تحوي رابطة ثنائية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون في سلسلة الحمض الدهني فتسمى الدهون غير المشبعة. وتسمى الدهون التي تحوي أكثر من رابطة ثنائية واحدة الدهون غير المشبعة المتعددة.

الدهون المفسفرة Phospholipids يبين الشكل 20–4 دهونًا خاصة تسمى الدهون المفسفرة، وهي مسؤولة عن تركيب الغشاء الخلوي ووظيفته. فالدهون كارهة للماء، وهذا يعني أنها لا تذوب فيه. وهذه الخاصية مهمة؛ لأنها تسمح للدهون أن تعمل حاجزًا في الأغشية الحيوية.

مختبر تحليل البيانات 3-4

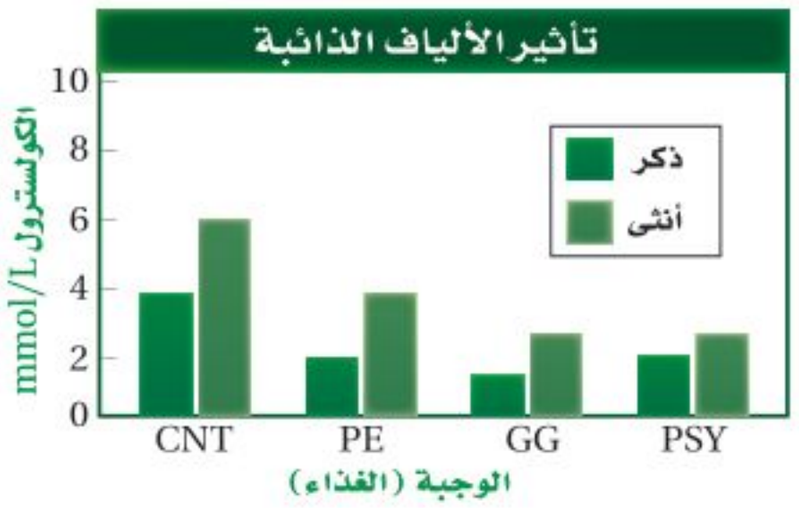
بناءً على بيانات حقيقية

فسّر البيانات

هل تؤثر الألياف الذائبة في مستويات الكولسترول؟ يرتبط وجود كميات كبيرة من الستيرويدات، تسمى الكولسترول، في الدم مع ظهور أمراض القلب. ويدرس الباحثون آثار الألياف الذائبة في الطعام في الكولسترول.

البيانات والملاحظات

قوّمت هذه التجربة أثر ثلاثة ألياف ذائبة في مستويات الكولسترول في الدم، وهي: البكتين (PE)، وعلكة الجوار Guar gum (GG)، والسيليوم (PSY). وتم استخدام السيليلوز (CNT) بوصفه مجموعة ضابطة.



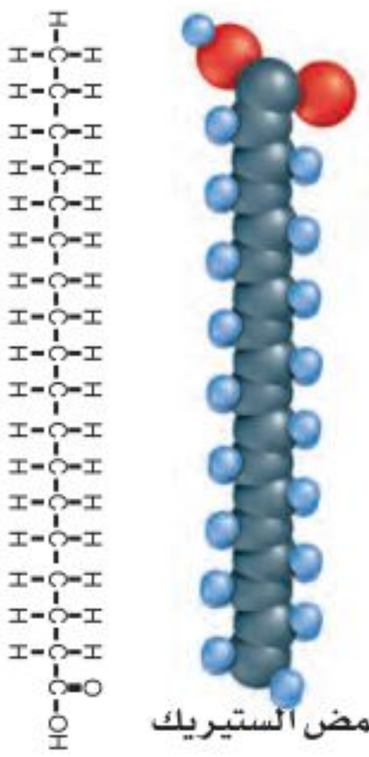
التفكير الناقد

1. **احسب** نسبة التغير في مستويات الكولسترول مقارنة بالمجموعة الضابطة.
2. **صف** أثر الألياف الذائبة في مستويات الكولسترول في الدم.

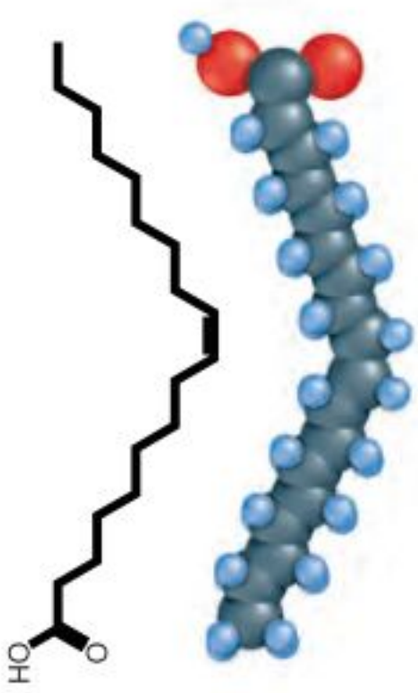
أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Shen, et al. 1998. Dietary soluble fiber lowers plasma LDL cholesterol concentrations by altering lipoprotein metabolism in female Guinea pigs, *Journal of Nutrition*. 128: 1434 – 1441

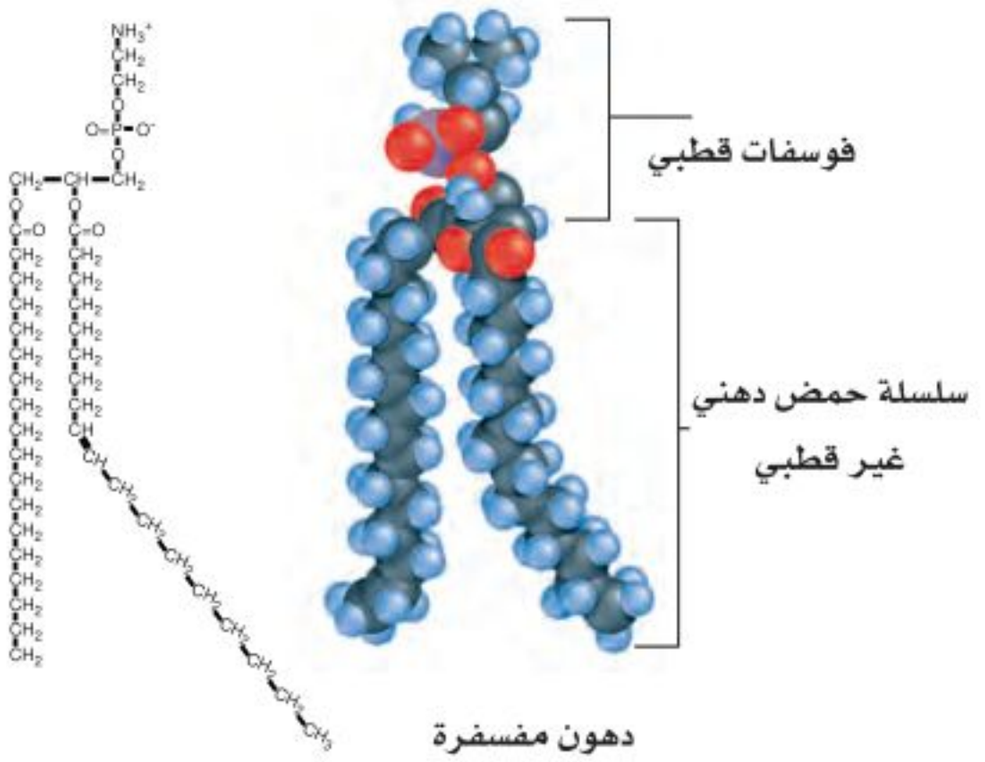
وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443



حمض الستيريك



حمض الأوليك



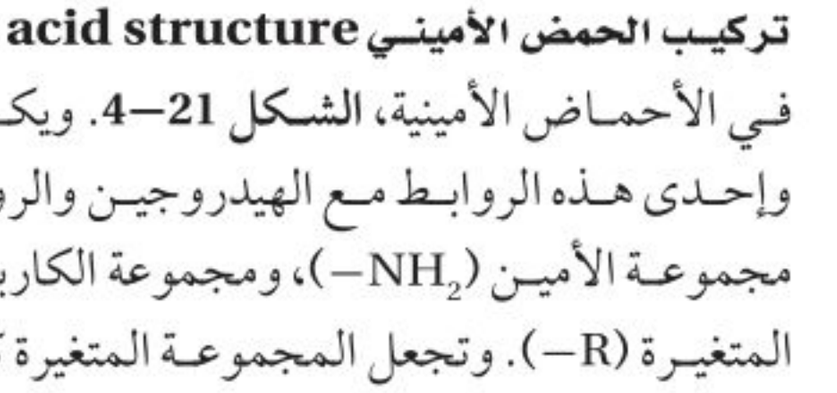
دهون مفسفرة

■ **الشكل 20—4** لا توجد رابطة ثنائية بين ذرات الكربون في حمض الستيريك. في حين توجد رابطة ثنائية واحدة في حمض الأوليك. وتحوي الدهون المفسفرة رأسًا قطبيًّا وسلسلتين غير قطبيتين من الأحماض الدهنية.

الستيرويدات Steroids هناك مجموعة أخرى مهمة من الدهون، وهي مجموعة الستيرويدات التي تضم مواد منها الكولسترول والهرمونات. وعلى الرغم من الاعتقاد الشائع الذي يعدها دهونًا ضارّة، إلا أن الكولسترول يُعد نقطة البداية في إنتاج دهون ضرورية أخرى، ومنها فيتامين D وهرمونات الإستروجين والتستوستيرون.

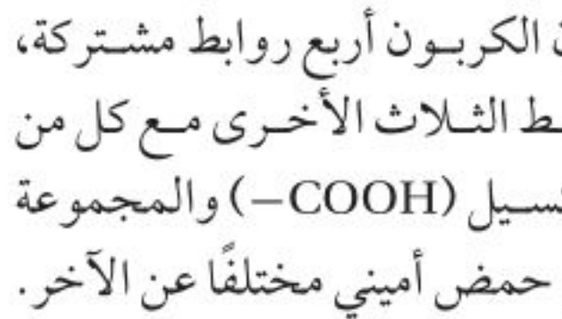
البروتينات Proteins من الوحدات البنائية الأخرى في المخلوقات الحية البروتين. ويتكوّن البروتين من مركبات كربونية صغيرة تسمى الأحماض الأمينية. و**الأحماض الأمينية** amino acids مركبات صغيرة مكونة من كربون، ونيتروجين، وأكسجين، وهيدروجين وأحيانًا كبريت. وتشترك الأحماض الأمينية جميعها في التركيب العام نفسه.

تركيب الحمض الأميني Amino acid structure توجد ذرة كربون مركزية في الأحماض الأمينية، **الشكل 21—4**. ويكوّن الكربون أربع روابط مشتركة، وإحدى هذه الروابط مع الهيدروجين والروابط الثلاث الأخرى مع كل من مجموعة الأمين ($-NH_2$)، ومجموعة الكاربوكسيل ($-COOH$) والمجموعة المتغيرة ($-R$). وتجعل المجموعة المتغيرة كل حمض أميني مختلفًا عن الآخر. وهناك 20 مجموعة متغيرة مختلفة. يتكون البروتين من الارتباط المتنوع بين جميع الأحماض الأمينية العشرين المختلفة. وتربط عدة روابط مشتركة - تسمى الروابط الببتيدية - الأحماض الأمينية معًا لتكوّن البروتينات، **الشكل 21—4**. وتتكون الرابطة الببتيدية بين مجموعة الأمين لحمض أميني ومجموعة الكاربوكسيل لحمض أميني آخر.



حمض أميني

رابطة ببتيدية



ثنائي الببتيد

■ **الشكل 21—4**

يمين: يحوي التركيب العام للحمض الأميني أربع مجموعات حول ذرة كربون مركزية.

يسار: تتكون الرابطة الببتيدية في البروتينات نتيجة تفاعل كيميائي.

فسر ما الجزيء الآخر الناتج عن تكوّن رابطة ببتيدية؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

■ **الشكل 22–4** عندما يعمل إنزيم محفّزًا حيويًّا يحدث التفاعل بسرعة تستفيد منها الخلية. **قارن بين طاقة تنشيط التفاعل من دون وجود الإنزيم وطاقة تنشيطه مع وجود الإنزيم.**

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

وظيفة البروتين Protein function تشكل البروتينات حوالي 15٪ من كتلة الجسم، وتسهم في كل وظيفة من وظائفه تقريبًا. فمثلاً، تتكون عضلاتك وجلدك وشعرك من البروتينات. وتحوي خلايا الجسم حوالي 10,000 بروتين مختلف توفر دعمًا تركيبيًّا، وتنقل المواد إلى داخل الخلية وبين الخلايا، وتوصل الإشارات داخل الخلية وبين الخلايا، وتزيد من معدل سرعة التفاعلات الكيميائية، وتسيطر على نمو الخلايا.

الإنزيمات Enzymes تحدث مجموعة هائلة من التفاعلات الكيميائية في جميع المخلوقات الحية. وتحدث هذه التفاعلات الكيميائية ببطء عندما تتم في المختبر؛ لأن طاقة التنشيط لها عالية. و**طاقة التنشيط** activation energy هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل الكيميائي.

وحتى يكون الأمر مفيدًا للمخلوقات الحية دون الحاجة إلى استهلاك المزيد من الطاقة، يجب أن يكون هناك مواد إضافية لضمان حدوث التفاعل الكيميائي، على أن تقلل طاقة التنشيط، وتسمح للتفاعل بأن يكتمل بسرعة.

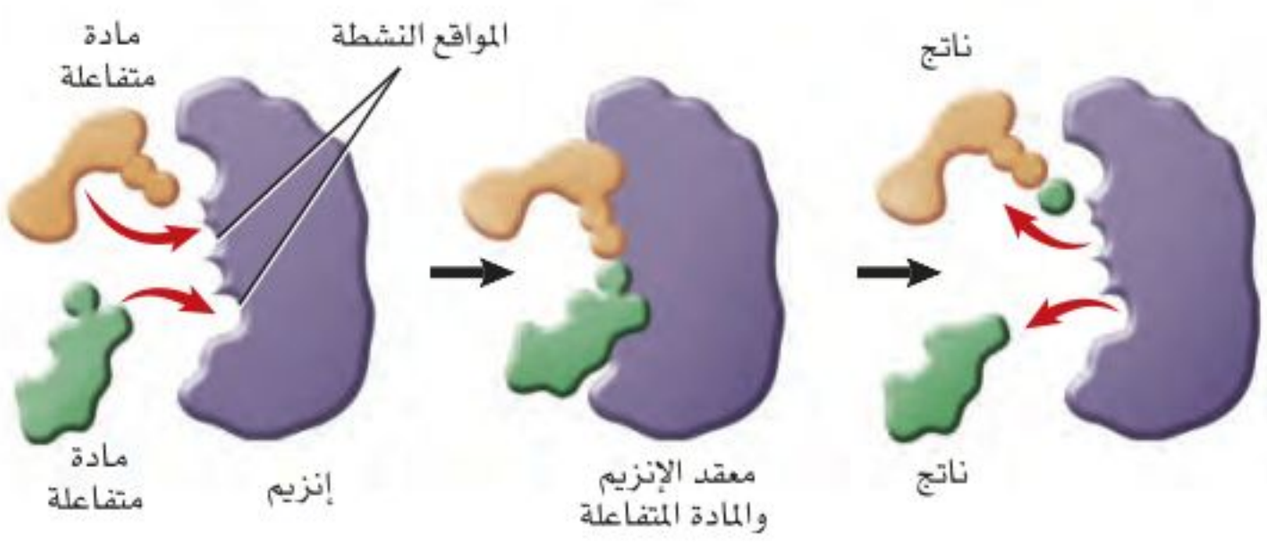
المحفِّز catalyst مادة تقلل طاقة التنشيط التي يتطلبها بدء التفاعل الكيميائي. وعلى الرغم من أن المحفِّز يؤدي دورًا مهمًّا في تسريع التفاعل الكيميائي، إلا أنه لا يزيد من كمية نواتج التفاعل ولا يُستهلك في التفاعل. ويستخدم العلماء أنواعًا عديدة من المحفِّزات لحدوث التفاعلات بصورة أسرع آلاف المرات مما لو حدث التفاعل من دون المحفِّز. هناك أنواع خاصة من البروتين تسمى الإنزيمات، وهي محفزات حيوية خلقها الله سبحانه وتعالى لكي تزيد سرعة التفاعل الكيميائي في العمليات الحيوية؛ فالإنزيمات ضرورية للحياة. قارن بين مسار التفاعل في **الشكل 22–4**، لتتعرف أثر الإنزيم في التفاعل الكيميائي. والإنزيم كأي محفِّز لا يتم استهلاكه في أثناء التفاعل الكيميائي. فيمكن استخدامه مرة أخرى بعد أن يسهم في أي تفاعل كيميائي.

ومن الإنزيمات الأميليز، وهو مهم في اللعاب. وتبدأ عملية الهضم في الفم عندما يسرّع إنزيم الأميليز تحليل سكر الأميلوز، أحد مكونات النشا. وكما هو الحال في الأميليز، فإن معظم الإنزيمات تختص بتفاعل واحد فقط.

تكون الإنزيمات على درجة عالية من التخصص بنوع من التفاعلات. وهي في هذا تختلف عن العوامل المساعدة الكيميائية الأخرى؛ فهي اختيارية في تفاعلاتها، فكل إنزيم ينشّط تفاعلًا واحدًا أو عددًا قليلًا من التفاعلات، ولا تحدث تفاعلات جانبية غير مرغوبة.

يعمل الإنزيم على تقليل طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل، بحيث يحدث عند درجة حرارة الخلية، فكيف يقلل الإنزيم طاقة التنشيط لبدء التفاعل؟ تتبع **الشكل 23–4** لتتعلم كيف يعمل الإنزيم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443



■ **الشكل 23–4** تتفاعل المادة المتفاعلة مع الإنزيم في أماكن خاصة تسمى المواقع النشطة. حيث ترتبط معه المواد التي يتناسب شكلها مع شكل الموقع النشط.

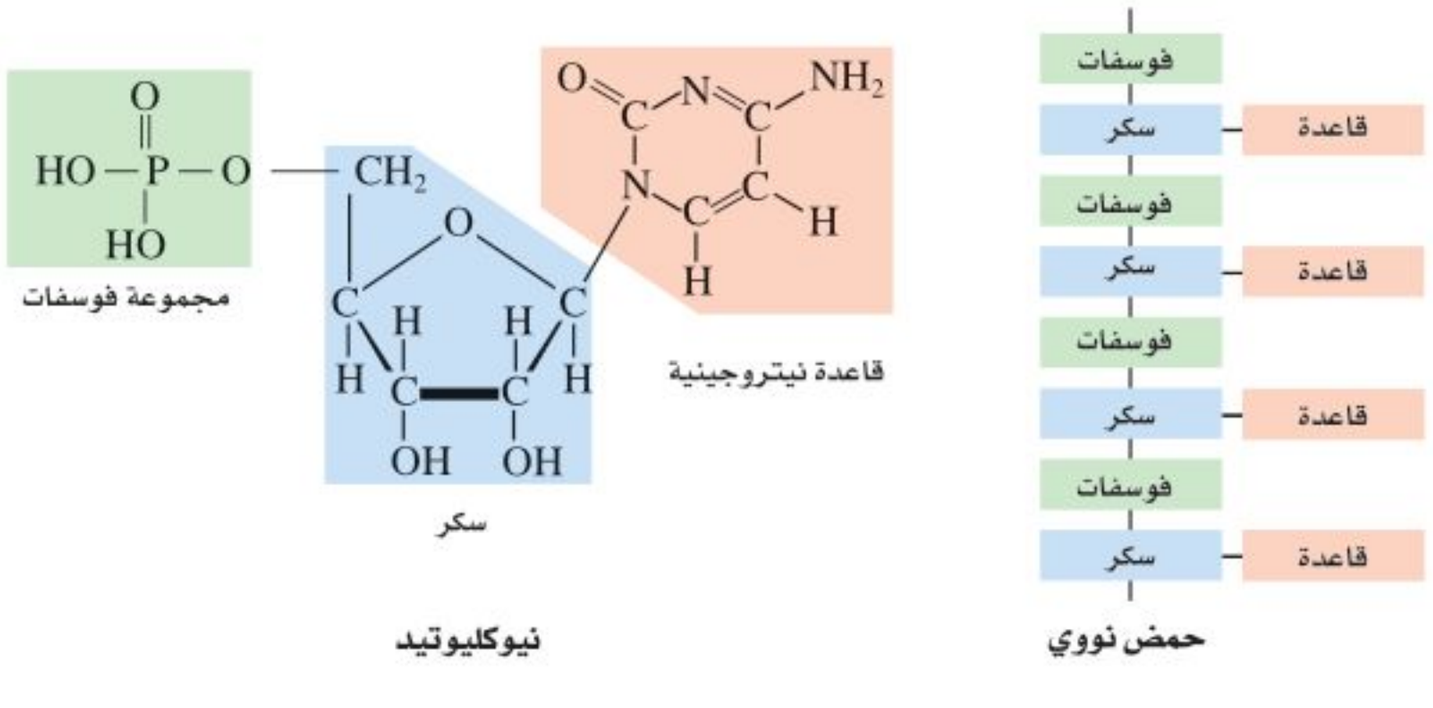
تسمى المواد التي ترتبط مع الإنزيم المواد المتفاعلة substrates. ويسمى موقع ارتباط المادة المتفاعلة مع الإنزيم **الموقع النشط** active site . وللموقع النشط والمادة المتفاعلة شكل متماثل أو متطابق يمكّن المادة المتفاعلة والإنزيم من الارتباط بأسلوب دقيق مشابه لطريقة تثبيت قطع الأحاجي بعضها مع بعض. وكما هو مبين في **الشكل 23–4** يتحد الإنزيم بالمواد المتفاعلة التي لها نفس حجم الموقع النشط وشكله.

عندما ترتبط المادة المتفاعلة مع الموقع النشط يغير هذا الموقع شكله ويكوِّن مُعقد الإنزيم–المادة المتفاعلة. ويساعد الإنزيم المواد المتفاعلة على تكسير الروابط الكيميائية في المواد المتفاعلة، وتتكون روابط جديدة؛ حيث تتفاعل المواد المتفاعلة لتكوّن ناتجًا يحرره الإنزيم بعد ذلك.

تؤثر عوامل – منها الرقم الهيدروجيني، ودرجة الحرارة، ومواد أخرى – في نشاط الإنزيم. فمثلاً تكون معظم الإنزيمات في خلايا الإنسان في أقصى نشاط لها عند درجة حرارة مُثلى قريبة من 37 °C. ولكن الإنزيمات في المخلوقات الحية الأخرى كالبكتيريا تكون نشطة عند درجة حرارة مختلفة.

تؤثر الإنزيمات في الكثير من العمليات الحيوية. فعندما تلسع أفعى سامة شخصًا ما يُحلل إنزيم موجود في سمّها الغشاء البلازمي في خلايا دمه الحمراء، وكذلك ينضج التفاح الأخضر القاسي نتيجة نشاط الإنزيم، وتعطي عمليتا البناء الضوئي والتنفس الطاقة للخلية بمساعدة الإنزيمات. ولما كان النحل العامل مهمًّا في بقاء خلية النحل، فإن الإنزيمات أيضًا مهمة في الخلية.

الأحماض النووية Nucleic acids المجموعة الرابعة من الجزيئات الحيوية الكبيرة هي الأحماض النووية. **الأحماض النووية** nucleic acids جزيئات كبيرة معقدة تخزّن المعلومات الوراثية وتنقلها. يتكون الحمض النووي من وحدات بنائية صغيرة مكررة تسمى **النيوكليوتيدات** nucleotides. وتتكون النيوكليوتيدات من ذرات كربون ونيتروجين وأكسجين، وفوسفور وهيدروجين، **الشكل 24–4**. هناك ستة نيوكليوتيدات رئيسة، كلها تحوي ثلاث وحدات، هي الفوسفات والقاعدة النيتروجينية وسكر الرايبوز الخماسي.



الشكل 24–4

يمين: ترتبط النيوكليوتيدات معًا نتيجة وجود روابط بين مجموعة السكر ومجموعة الفوسفات.

يسار: تحوي نيوكليوتيدات الـDNA سكر الرايبوز المنقوص الأكسجين، في حين تحوي نيوكليوتيدات RNA سكر الرايبوز.

وهناك نوعان من الأحماض النووية في المخلوقات الحية، هما الحمض النووي الرايبوزي المنقوص الأكسجين (DNA)، والحمض النووي الرايبوزي (RNA). ففي الأحماض النووية مثل DNA و RNA، يرتبط سكر الرايبوز في أحد النيوكليوتيدات مع مجموعة فوسفات لنيوكليوتيد آخر. أما القاعدة النيتروجينية التي تبرز خارج السلسلة فهي قابلة لتكوين رابطة هيدروجينية مع قواعد أخرى في نيوكليوتيدات أخرى.

يسمى النيوكليوتيد الذي يحوي ثلاث مجموعات من الفوسفات بالأدينوسين الثلاثي الفوسفات (ATP)، وهو الجزيء الذي يخزن الطاقة الكيميائية التي تستخدمها الخلايا في تفاعلاتها المختلفة، حيث تتحرر الطاقة عند تكسير الرابطة بين مجموعة الفوسفات الثانية والثالثة.

التقويم 2-4

الخلاصة

- المركبات الكربونية جزيئات البناء الأساسية في المخلوقات الحية.
- تتكون الجزيئات الحيوية الكبيرة بواسطة ارتباط مركبات كربونية صغيرة لتكوّن البوليمرات.
- هناك أربعة أنواع من الجزيئات الحيوية الكبيرة.
- ترتبط الأحماض الأمينية برابطة ببتدية لتكوّن البروتين.
- تكوّن سلاسل النيوكليوتيدات الأحماض النووية
- الإنزيمات محفِّزات حيوية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **فسّر** إذا تم تحديد مادة غير معروفة وجدت في النيزك ولا تحتوي على بقايا كربون، فهل يستطيع العلماء استنتاج أن هناك حياة في النيزك؟
2. **اعمل** قائمة تقارن فيها بين الجزيئات الحيوية الكبيرة الأربعة.
3. **حدّد** مكونات الكربوهيدرات والبروتينات.
4. **ناقش** أهمية ترتيب الحمض الأميني في وظيفة البروتين.
5. **صف** أهمية الإنزيمات في المخلوقات الحية.

التفكير الناقد

6. **لخّص** نتيجة وجود الكثير من البروتينات في الجسم، وفسّر لماذا يعد شكل الإنزيم مهمًّا لوظيفته؟
7. **ارسم** تركيبين (أحدهما سلسلة مستقيمة وأخرى حلقية) لكربوهيدرات صيغتها الكيميائية $(CH_2O)_6$.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

استكشاف تقنية النانو Exploring Nanotechnology

تخيل أنه يمكن اكتشاف خلايا السرطان والقضاء عليها الواحدة تلو الأخرى، أو أن دواءً جديدًا يمكن اختباره على خلية واحدة لتقويم فاعليته السريرية. إنَّ التقدم التقني هو الذي سمح للعلماء بالتركيز على خلايا محددة، ويجعلها حقيقة في المستقبل القريب.

إن علم تقنية النانو فرع من العلوم يدرس تطور آلات تعمل بمقياس دقيق جدًّا هو النانو، واستخدامها. والنانو يساوي واحدًا من البليون من المتر (10^{-9} m). ولوضع هذا المقياس في منظوره الحقيقي لاحظ أن معظم خلايا الإنسان يتراوح قطرها بين 10,000–20,000 nm.

مجهر القوة الذرية Atomic force microscope

يستخدم الباحثون تقنية النانو في مجهر القوة الذرية ليعملوا على خلية مفردة. ويستخدم هذا المجهر إبرة دقيقة جدًّا. ويعطي هذا النوع من المجاهر صورة للخلية باستخدام مجسّ مجهري لفحص الخلية. إذ يدخل المجس الدقيق كإبرة قطرها 200 nm تقريبًا إلى الخلية دون إلحاق ضررٍ بغشائها. كما تساعد الإبرة الدقيقة العلماء على دراسة كيف تستجيب الخلية لعلاج جديد، أو كيف تختلف كيمياء خلية مريضة عن الخلية السليمة. هناك تطبيق آخر للإبرة الدقيقة يتم بإدخال سلاسل DNA مباشرة إلى نواة الخلية لفحص تقنية علاج جيني جديد لمعالجة الأمراض الوراثية.

تبين هذه الصورة المأخوذة بوساطة الحاسوب قطعة دقيقة جدًّا لها أذرع من رقائق حيوية. وتحتوي الرقائق الحيوية على مواد عضوية قد تكون قادرة على إصلاح الأضرار في الخلية العصبية يومًا ما.

الليزر Lazers طوّر العلماء تقنية الليزر التي تسمح لهم بالتعامل مع أجزاء الخلية الداخلية أو علاجها دون إحداث ضرر بالغشاء الخلوي أو التراكيب الخلوية الأخرى. تخيل أن لك القدرة على القيام بجراحة دقيقة جدًّا على المستوى الخلوي.

وربما تكون تقنية النانو في المستقبل خط الدفاع الأول في معالجة السرطان، وربما تصبح أيضًا التقنية المعيارية لفحص أدوية جديدة أو العلاج المفضل المستخدم في العلاج الجيني.

الكتابة في علم الأحياء

مراجعة اكتب تلخيصًا حول استخدام تقنية النانو في الطب والرعاية الصحية، وصف فوائدها وتحدياتها، وتستطيع أن تُضمّن تقريرك عرضًا توضيحيًّا.

مختبر الأحياء

استقصاء ميداني: ما المواد التي تنتقل خلال غشاء شبه منفذ؟

الخلفية النظرية: جميع الأغشية في الخلايا -ومنها الغشاء البلازمي والأغشية التي تحيط بالعضيات في الخلايا الحقيقية النواة- شبه منفذة. وفي هذه التجربة تفحص حركة بعض الجزيئات الحيوية المهمة عبر غشاء ديلزة مشابه للغشاء البلازمي. ولأن الغشاء ذو ثقوب، لذا فهو يسمح بنفاذ الجزيئات الصغيرة الحجم فقط.

سؤال: ما المواد التي تنتقل عبر غشاء الديلزة؟

المواد والأدوات

- أنابيب ديلزة من السيليلوز (2).
- دورق 400 mL (2).
- سلك.
- مقصات.
- ماء مقطر.
- صحن بلاستيكي صغير.
- محلول نشا.
- محلول البيومن.
- محلول جلوكوز.
- محلول NaCl.
- محلول يود (لفحص النشا).
- محلول بينيدكت اللامائي (للكشف عن الجلوكوز).
- محلول نترات الفضة (للكشف عن NaCl).
- كاشف بيورت (للكشف عن البيومن).
- مخبار مدرج سعته 10mL.
- أنابيب اختبار (2).
- حامل أنابيب.
- قمع.
- قلم شمعي.
- قطارة.

احتياطات السلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدول بيانات وفق تعليمات معلمك.
3. خذ قطعتين من أنابيب الديلزة ودورقين سعة كل منهما 400 mL، ومحلولين أعددتهما للفحص من قبل.
4. اكتب على الدوارق نوع المحلول الذي وضعته في أنبوب الديلزة.
5. حضّر مع زميلك أحد أنابيب الديلزة، واملآه بأحد المحاليل، واغسل الكيس من الخارج جيدًا، ثم ضع كيس الديلزة المملوء في دورق يحوي ماءً مقطرًا.
6. أعد الخطوة رقم 5 مستخدمًا المحلول الثاني.
7. بعد 45 دقيقة انقل بعض الماء من كل دورق في أنابيب اختبار.
8. أضف بضع قطرات من محاليل الاختبار المناسبة إلى الماء.
9. سجِّل نتائجك، وحدّد ما إذا كان توقعك صحيحًا. ثم قارن نتائجك بنتائج مجموعات أخرى من زملاء صفك، وسجل النتائج للمحلولين اللذين أعددتهما للفحص.
10. **التنظيف والتخلُّص من الفضلات.** اغسل جميع المواد، ثم أعدها إلى مكانها. وتخلص من المحاليل وأنابيب الديلزة التي استخدمت وفق إرشادات معلمك. اغسل يديك جيدًا بعد استخدام أي مادة كيميائية.

حلل ثم استنتج

1. **قوّم.** هل انتقلت جزيئات المحلول الذي فحصته عبر أنبوب الديلزة؟ فسّر إجابتك.
2. **التفكير الناقد.** ما خصائص الغشاء البلازمي التي تجعله ينظم حركة الجزيئات بدرجة أكبر من غشاء الديلزة؟
3. **تحليل الخطأ.** كيف يؤدي عدم غسل كيس الديلزة بالماء المقطر قبل وضعه في الدورق إلى اختبار موجب كاذب لوجود جزيئات مذابة؟ وما مصادر الخطأ الأخرى التي تؤدي إلى نتائج غير صحيحة؟

عرض الملصقات

تواصَل. يظهر مرض التليف الكيسي عندما يفتقر الغشاء البلازمي إلى وجود جزيء يساعد على نقل أيون الكلور. ابحث عن هذا المرض، ثم اعرض ما وجدته على صفك مستخدمًا الملصقات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الفصل 4

دليل مراجعة الفصل

المطويات **اكتب** تقريرًا عن أهمية الأنزيمات في المخلوقات الحية، وفسّر أهمية وجودها في العديد من التفاعلات في الخلية.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
4-1 التراكيب الخلوية والعضيات	
الغشاء البلازمي العضيات النفاذية الاختيارية طبقة الدهون المفسفرة المزدوجة البروتين الناقل النموذج الفسيفسائي السائل الهيكل الخلوي البلاستيدات الخضراء الجدار الخلوي الهدب السوط	**الفكرة الرئيسة** **يساعد الغشاء البلازمي على المحافظة على الاتزان الداخلي للخلية، كما تسمح العضيات الموجودة في الخلايا الحقيقية النواة بالقيام بوظائف متخصصة داخل الخلية.** • هناك نوعان رئيسان من الخلايا، هما الخلايا البدائية النواة والخلايا الحقيقية النواة. • تحتوي الخلايا الحقيقية النواة على النواة والعضيات. • النفاذية الاختيارية خاصية الغشاء البلازمي التي تسمح للخلية بالسيطرة على ما يدخل إليها أو يخرج منها. • يتكون الغشاء البلازمي من طبقة مزدوجة من جزيئات الدهون المفسفرة. • يسهم الكولسترول والبروتينات الناقلة في وظيفة الغشاء البلازمي. • يصف النموذج الفسيفسائي السائل الغشاء البلازمي. • تحوي الخلايا الحقيقية النواة عضيات محاطة بغشاء في السيتوبلازم، تؤدي وظائف الخلية. • الرايبوسومات مواقع لبناء البروتين. • الميتوكندريا مصانع الطاقة في الخلية.
4-2 كيمياء الخلية	
الجزيئات الكبيرة البوليمر الحمض الأميني طاقة التنشيط المحفز الموقع النشط الحمض النووي النيوكليوتيدات	**الفكرة الرئيسة** **تتكون خلايا د الحية من مركبات عضوية يدخل في تركيبها الكربون بوصفه عنصرًا أساسيًّا.** • المركبات الكربونية جزيئات البناء الأساسية في المخلوقات الحية. • تتكون الجزيئات الحيوية الكبيرة بواسطة ارتباط مركبات كربونية صغيرة لتكوّن البوليمرات. • هناك أربعة أنواع من الجزيئات الحيوية الكبيرة. • تربط الرابطة الببتيدية الأحماض الأمينية معًا لتكوّن البروتين. • تكوّن سلاسل النيوكليوتيدات الأحماض النووية. • الإنزيمات محفِّزات حيوية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الفصل 4 التقويم

4–1

مراجعة المفردات

استبدل الكلمة التي تحتها خط بكلمة أخرى من دليل مراجعة الفصل لتصبح الجملة صحيحة:

1. النواة تركيب يحيط بالخلية ويساعد على ضبط ما يدخل إلى الخلية أو يخرج منها.
2. للخلية البدائية النواة عضيات محاطة بغشاء.
3. العضيات هي جزيئات البناء الأساسية في المخلوقات الحية.

أكمل الجمل الآتية مستخدمًا مفردات من دليل مراجعة الفصل:

4. _____ تعد الجزيء التركيبي الأساسي الذي يكوّن الغشاء البلازمي.
5. _____ بروتينات ضرورية لنقل المواد أو الفضلات خلال الغشاء البلازمي.
6. _____ الخاصية التي تسمح لبعض المواد فقط بالدخول إلى الخلية والخروج منها.

املأ الفراغ في الجمل الآتية بمصطلح من صفحة دليل مراجعة الفصل:

7. _____ تخزن الفضلات.
8. _____ تنتج رايبوسومات.
9. _____ تولد طاقة للخلية.
10. _____ توزع البروتينات في حويصلات.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

11. أيُّ التراكيب الآتية تتوقع أن تجد فيها الجدار الخلوي؟

a. خلية من جلد الإنسان.

b. خلية من شجر بلوط.

c. خلية دم من قطة.

d. خلية كبد من فأر.

استخدم الصورة الآتية في الإجابة عن السؤال 12.

صورة ملونة بالمجهر الإلكتروني النافذ تكبير × 5000

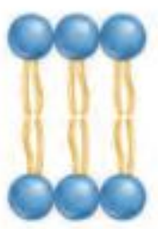
12. ما نوع الخلية التي تظهر في الصورة أعلاه؟

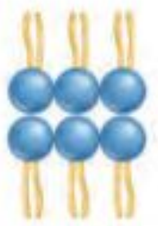
a. الخلية البدائية النواة.
c. الخلية الحيوانية.
b. الخلية الحقيقية النواة.
d. الخلية النباتية.

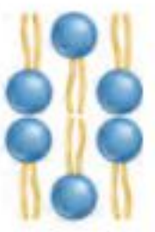
وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

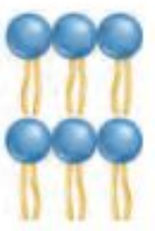
4 تقويم الفصل

13. ما الترتيب الأفضل للدهون المفسفرة الذي يمثل طبقة الدهون المفسفرة المزدوجة في الغشاء البلازمي؟

a. 

b. 

c. 

d. 

14. ما الوضع الذي يزيد من سيولة طبقة الدهون المفسفرة المزدوجة؟

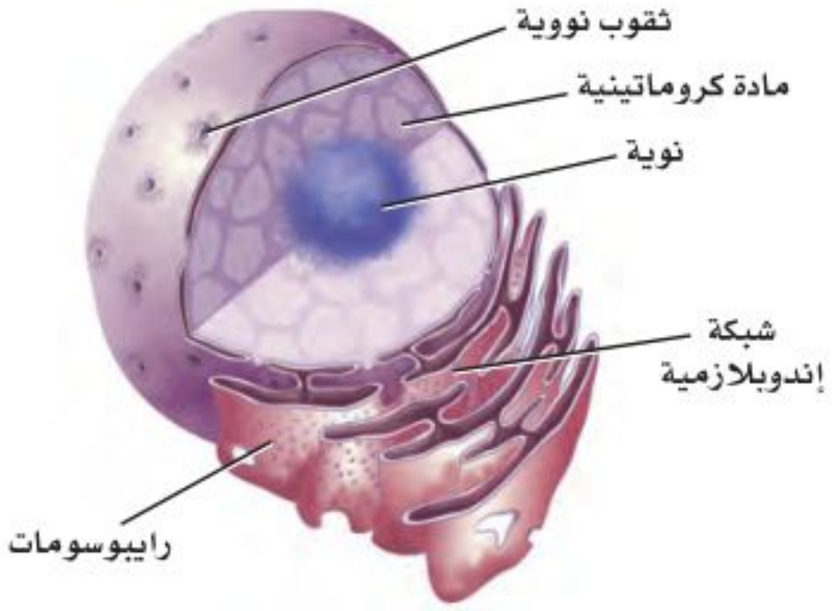
a. انخفاض درجة الحرارة.

b. زيادة عدد البروتينات.

c. زيادة عدد جزيئات الكولسترول.

d. زيادة عدد الأحماض الدهنية غير المشبعة.

استخدم المخطط أدناه في الإجابة عن السؤالين 15 و 16.



15. ما التركيب الذي يُصنّع البروتينات التي تستخدمها الخلية؟

a. المادة الكروماتينية. **c.** الرايبوسومات.

b. النوية. **d.** الثقوب النووية.

16. أين تنتج الرايبوسومات؟

a. الثقب النووي. **c.** المادة الكروماتينية.

b. النوية. **d.** الشبكة الإندوبلازمية.

أسئلة بنائية

17. **حلّل.** ربما تكون المادة الموجودة في نيزكٍ ما خلية. ما الصفات التي ينبغي وجودها في المادة حتى تُعدّ خلية؟

18. **إجابة قصيرة.** فسر كيف يحافظ الغشاء البلازمي على الاتزان الداخلي في الخلية؟

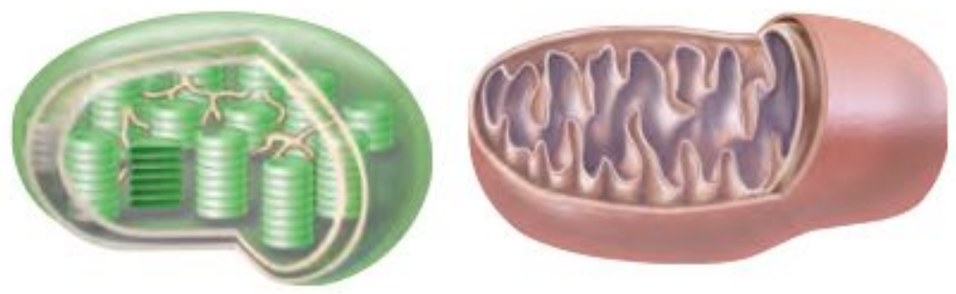
19. **نهاية مفتوحة.** فسر ما الفسيفساء؟ ولماذا يستخدم مصطلح "النموذج الفسيفسائي المائع" في وصف الغشاء البلازمي؟

20. **إجابة قصيرة.** كيف يسمح ترتيب الدهون المفسفرة في الطبقة المزدوجة للخلية بالتفاعل مع البيئة الداخلية والخارجية؟

4 تقويم الفصل

21. **إجابة قصيرة.** صف لماذا يُعد الهيكل الخلوي في السيتوبلازم اكتشافًا حديثًا؟

22. **إجابة قصيرة.** قارن بين تركيب ووظيفة الميتوكندريا والبلاستيدة الخضراء في الرسم أدناه.



23. **نهاية مفتوحة.** اقترح سببًا يبين لماذا تتحد البروتينات المغلفة التي تم تجميعها في الفجوة مع الأجسام المحلِّلة؟

التفكير الناقد

24. **إجابة قصيرة.** قارن بين الخلايا البدائية النواة والخلايا الحقيقية النواة.

25. **كوِّن فرضية.** كيف تتأثر الخلية إذا فقد غشاؤها البلازمي القدرة على النفاذية الاختيارية؟

26. **توقّع.** ما الذي يحدث للخلية إذا لم تعد تستطيع إنتاج الكولسترول؟

27. **حدّد** مثالًا يساعد فيه جدار الخلية على بقاء النبات في بيئته الطبيعية.

28. **استنتج.** فسّر لماذا تحوي خلايا النبات التي تنقل الماء عكس اتجاه الجاذبية الأرضية ميتوكندريا أكثر مما تحوي الخلايا النباتية الأخرى؟

4–2 مراجعة المفردات

صل بين المصطلح في القائمة اليمنى مع ما يناسبه في القائمة اليسرى في كل مما يأتي:

29. طاقة التنشيط. **A.** بروتين يزيد من سرعة التفاعل.

30. المادة المتفاعلة. **B.** المادة التي تتكوّن بالتفاعلت المتفاعلة.

31. الإنزيم. **C.** الطاقة اللازمة لبدء التفاعل.

32. المادة الناتجة. **D.** المادة التي ترتبط مع الإنزيم.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

33. أيٌّ مما يأتي مادة تقلل من طاقة التنشيط؟

a. الأيون. **c.** المحفز.

b. المواد المتفاعلة. **d.** مادة الإنزيم المتفاعلة.

34. ما العناصر التي توجد في الأحماض الأمينية؟

a. النيتروجين والكبريت.

b. الكربون والأكسجين.

c. الهيدروجين والفوسفور.

d. الكبريت والأكسجين.

35. ما الذي يربط الأحماض الأمينية بعضها مع بعض؟

a. الروابط الببتيدية. **c.** قوى ڤان درڤال.

b. الروابط الهيدروجينية. **d.** الروابط الأيونية.

36. ما المادة التي **لا** تعد جزءًا من النيوكليوتيدات؟

a. الفوسفات. **c.** السكر.

b. القاعدة النيتروجينية. **d.** الماء.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

تقويم الفصل 4

أسئلة بنائية

37. **إجابة قصيرة.** ما خصائص الإنزيمات؟

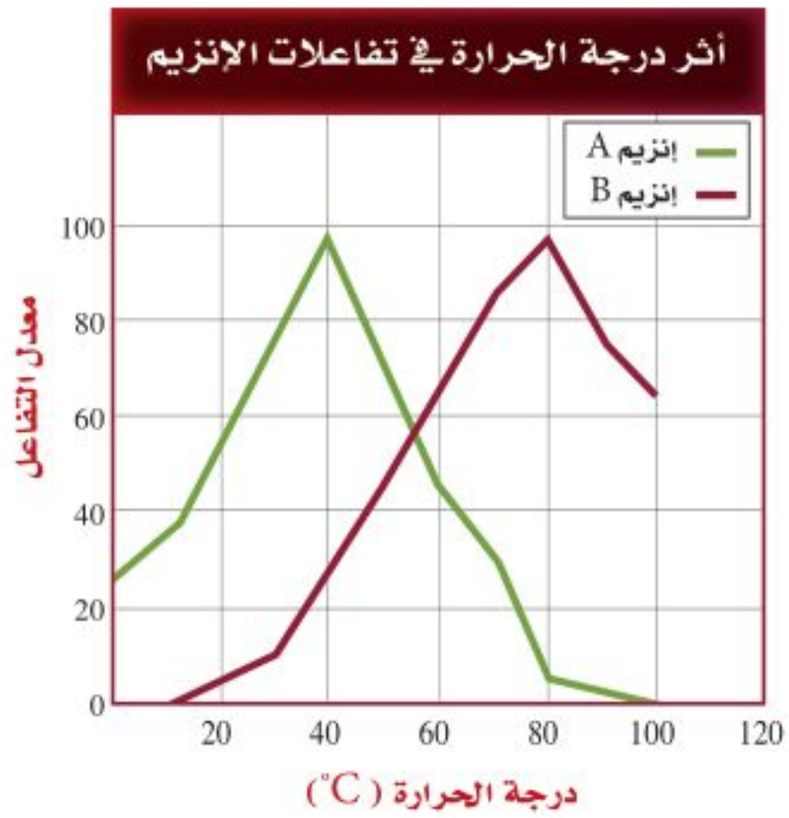
38. **نهاية مفتوحة.** حدّد ثم صف العوامل التي تؤثر في نشاط الإنزيمات.

39. **نهاية مفتوحة.** لماذا تحتوي الخلايا على الجزيئات الكبيرة والمركبات الكربونية الصغيرة معًا؟

40. **نهاية مفتوحة.** لماذا لا يستطيع الإنسان هضم جميع أنواع الكربوهيدرات؟

التفكير الناقد

استعمل الرسم البياني الآتي في الإجابة عن السؤالين 41 و 42.



41. **صف** أثر درجة الحرارة في معدل التفاعلات مستعملًا المخطط أعلاه.

42. **استنتج.** أيّ الإنزيمات أكثر نشاطًا في خلية إنسان؟ ولماذا؟

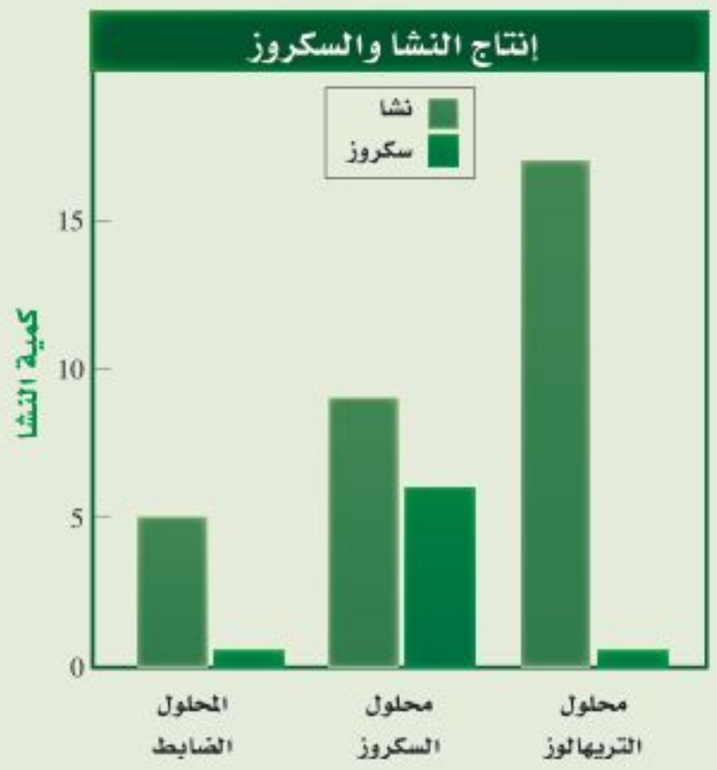
43. **اعمل.** ارسم جدولًا يضم الجزيئات الحيوية الأربعة الكبيرة مضمنًا الجدول تركيبها ووظيفة كل منها.

تقويم إضافي

44. الكتابة في علم الأحياء اكتب مقالة تصف فيها وظائف خمس عضيات في الخلية على الأقل.

أسئلة المستندات

يعد النشا المخزن الرئيس للكربون في النباتات. أجريت تجارب لتحديد ما إذا كان لسكر تريهالوز Trehalose دور في تنظيم إنتاج النشا في النباتات؛ حيث قُطعت أوراق نباتات في صورة أقراص، ووضعت في حاضنة مدة 3 ساعات في محلول السربتول (المجموعة الضابطة)، والسكروز (سكر المائدة)، والتريهالوز. ثم تم قياس مستويات النشا والسكروز في الأوراق. استخدم البيانات في المخطط أدناه للإجابة عن الأسئلة التي تليه:



45. لخّص معدل إنتاج النشا والسكروز في المحاليل الثلاثة.

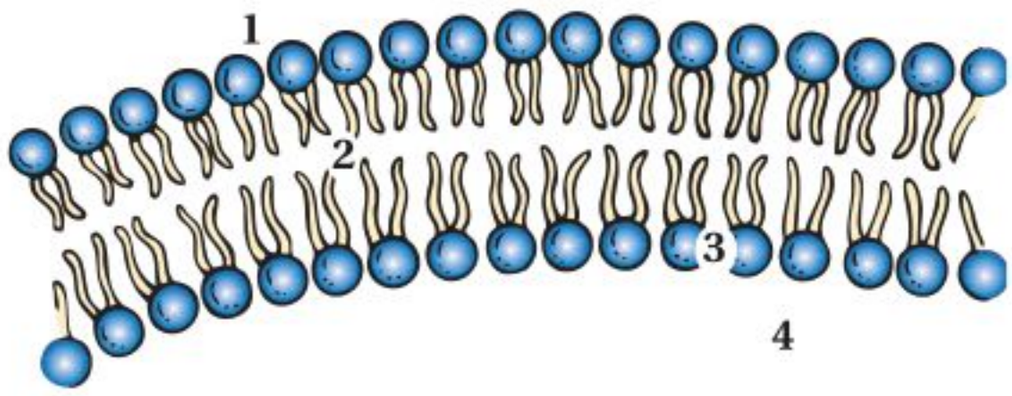
46. ما الاستنتاجات التي توصل إليها الباحثون بناءً على هذه البيانات؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤالين 1 و2.



1. أيّ الأرقام يمثِّل الموقع الذي تتوقع فيه وجود مواد غير ذائبة في الماء؟
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

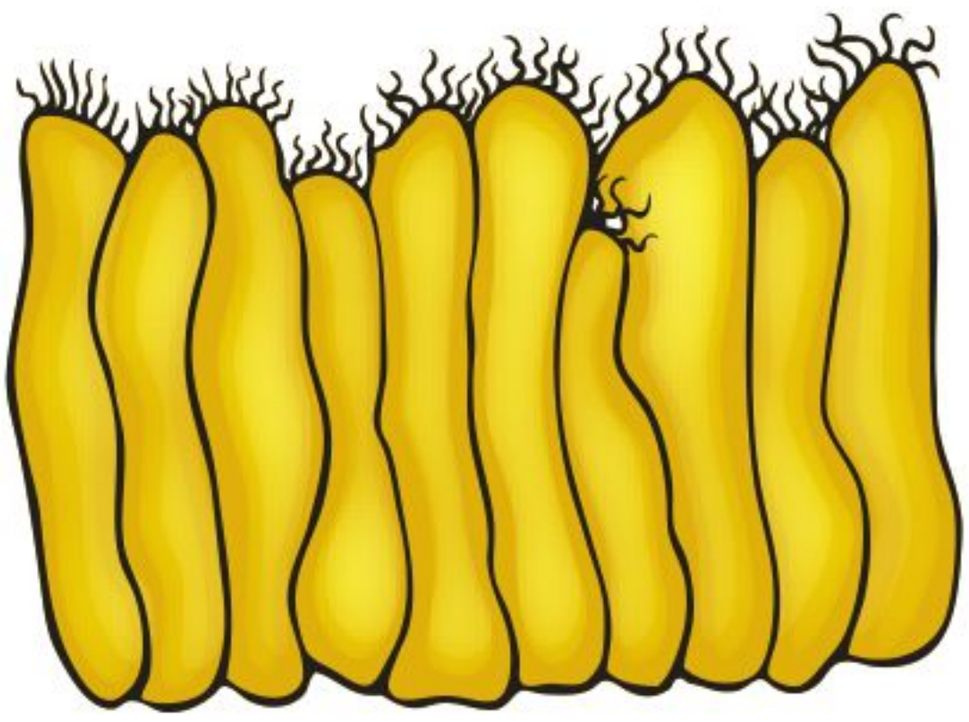
2. ما أثر وجود جزيئات مرتبة من الدهون المفسفرة القطبية وغير القطبية بالنمط المبين في الشكل أعلاه؟
   a. تسمح بتحرك البروتينات الناقلة بسهولة خلال الغشاء.
   b. تسيطر على حركة المواد عبر الغشاء.
   c. تساعد الخلية على الحفاظ على خصائصها الشكلية.
   d. تكوّن فراغات كثيرة داخل طبقة الدهون المفسفرة المزدوجة.

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤالين 3 و4.

3. أيّ الجزيئات الكبيرة لها تركيب يشبه الشكل السابق؟
   a. كربوهيدرات.
   b. دهون.
   c. نيوكليوتيد.
   d. بروتين.

4. أيّ وظائف الجزيئات تحتاج إلى انثناءات في أشكالها؟
   a. سلوك مركب غير قطبي.
   b. عندما تؤدي وظيفة الموقع النشط.
   c. الانتقال عبر الغشاء البلازمي.
   d. عندما تؤدي وظيفة تخزين طاقة الخلية.

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤال 5.



5. البروزات التي تخرج من التركيب أعلاه هي:
   a. الأهداب.
   b. الأسواط.
   c. الأنيبيبات الدقيقة.
   d. الخملات المعوية.

6. ما الذي يسهم في النفاذية الاختيارية للغشاء الخلوي؟
   a. الكربوهيدرات.
   b. الأيونات.
   c. الأملاح المعدنية.
   d. البروتينات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات القصيرة

7. استخدم المخطط التنظيمي في تنظيم المعلومات التي تتعلق بعضيات الخلية وصنع البروتين. وفي كل خطوة حلّل دور كل عضية في صنع البروتين.

8. قارن بين وظائف كل من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والأحماض النووية.

9. ماذا يحدث إذا لم يكن الغشاء البلازمي شبه منفذ؟

10. لماذا تعد عملية ارتباط الإنزيمات مع مادتها المتفاعلة الخاصة بها مهمًّا جدًّا؟

11. اذكر ثلاثة مكونات لغشاء الخلية البلازمي، ثم وضِّح لماذا تعد كل منها مهمة في وظائف الخلية؟

12. قارن بين تركيب الجدار الخلوي وتركيب الغشاء البلازمي.

أسئلة الإجابات المفتوحة

13. صف وظيفة الأنيبيبات الدقيقة، ثم توقع ما يحدث إذا لم تحوِ الخلية الأنيبيبات الدقيقة.

14. رغم أن البلاستيدات الخضراء والميتوكندريا تؤديان وظائف مختلفة، إلا أن تركيبيهما متشابهان، اربط بين تركيبيهما المتشابهين ووظائفها.

سؤال مقالي

يوجد في المخلوقات الحية الكثير من الجزيئات التي تتكون من ترابط وحدات صغيرة (مونومر) بعضها مع بعض في تسلسل مختلف، أو في أنماط مختلفة. فعلى سبيل المثال، تستخدم المخلوقات الحية عددًا قليلًا من النيوكليوتيدات لبناء الأحماض النووية. ويوفر وجود آلاف النيوكليوتيدات المتسلسلة المختلفة في الأحماض النووية الشفرة الأساسية للمعلومات الوراثية في المخلوقات الحية.

استخدم المعلومات الواردة في الفقرة أعلاه في الإجابة عن السؤال الآتي في صورة مقال:

15. صف كيف تعد عملية استخدام الوحدات الأساسية (المونومر) مهمة لبناء جزيئات كبيرة معقدة في المخلوقات الحية.

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الفصل 5

الطاقة الخلوية

Cellular Energy

الفكرة العامة تُحوّل عملية البناء الضوئي الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، في حين يستعمل التنفس الخلوي الطاقة الكيميائية لإتمام الوظائف الحيوية.

5–1 كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة؟

الفكرة الرئيسة تستخدم جميع المخلوقات الحية الطاقة للقيام بوظائفها الحيوية.

5–2 البناء الضوئي

الفكرة الرئيسة تتحوّل الطاقة الضوئية بعد امتصاصها إلى طاقة كيميائية في أثناء عملية البناء الضوئي.

5–3 التنفس الخلوي

الفكرة الرئيسة تحصل المخلوقات الحية على الطاقة بتحليل الجزيئات العضوية في أثناء عملية التنفس الخلوي.

حقائق في علم الأحياء

- تأكل الأغنام أنواعًا مختلفة من الأعشاب للحصول على الجلوكوز الذي يعد مصدرًا للطاقة.
- الأعشاب لونها أخضر لأنها تحتوي على الكلوروفيل، وهو صبغة موجودة في البلاستيدات الخضراء.
- قد يستهلك عدّاؤو الماراثون 4.5 g من الجلوكوز كل دقيقة لتزويد عضلاتهم بالطاقة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

تجربة استهلالية

كيف تتحول الطاقة؟

يسيطر على تدفق الطاقة في الأنظمة البيئية الحيوية تفاعلاتٌ وعمليات كيميائية متنوعة. تتحول الطاقة من طاقة الشمس الضوئية إلى طاقة كيميائية، ثم إلى أشكال أخرى من الطاقة. ستلاحظ في هذه التجربة عمليتين مرتبطتين مع تحولات الطاقة.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. استخدم **مخبارًا مدرجًا** لقياس 100 mL من الماء، ثم ضعها في **كأس زجاجية** سعتها 250 mL. استعمل **مقياس الحرارة** لتُسجل درجة حرارة الماء.
3. زن 40 g من مادة **كلوريد الكالسيوم اللامائي** ($CaCl_2$). استخدم **ساق تحريك زجاجية** لإذابة كلوريد الكالسيوم في الماء. ثم سجل درجة حرارة المحلول كل 15 ثانية مدة ثلاث دقائق.
4. كرّر الخطوتين 2 و3 باستخدام 40 g من **ملح إبسوم (كبريتات الماغنسيوم المائية** MgSO4) بدلاً من $CaCl_2$.
5. مثِّل بياناتك بالرسم البياني مستخدمًا ألوانًا مختلفة لكل عملية.

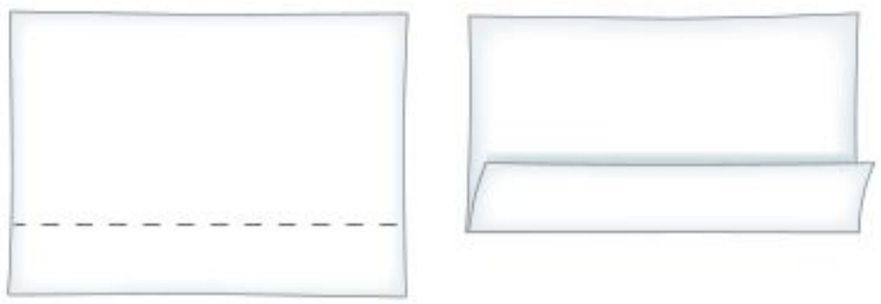
التحليل

1. **صِف** الرسم البياني للبيانات التي جمعتها.
2. **توقّع** ما تحولات الطاقة التي حدثت في العمليتين؟

المطويات
منظمات الأفكار

مراحل التنفس الخلوي اعمل المطوية الآتية لتساعدك على فهم آلية حصول المخلوقات الحية على طاقتها من المواد المغذية في أثناء عملية التنفس الخلوي.

الخطوة 1: اثنِ لسانًا عرضه 5.5 cm على طول ورقة كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الورقة لتكوّن ثلاثة أجزاء كما في الشكل الآتي:

الخطوة 3: ثبّت الحواف الخارجية للألسنة باستخدام الصمغ أو الدباسة لتكوِّن مطوية في صورة كتيب من ثلاثة جيوب، ثمَّ عنون الجيوب كما في الشكل. استخدم بطاقات صغيرة لتسجيل المعلومات، ثم ضعها في الجيب (المحفظة) المناسب.

المطويات **استعمل هذه المطوية في القسم 3-5.** سجل - وأنت تقرأ الدرس - ما تعلمته حول مراحل التنفس الخلوي الآتية: التحلل السكري، حلقة كربس، نقل الإلكترون.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

5-1

كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة؟

How Organisms Obtain Energy?

الأهداف

- **تلخّص** قانوني الديناميكا الحرارية.
- **تقارن** بين المخلوقات ذاتية التغذي وغير ذاتية التغذي.
- **تصف** آلية عمل جزيء الطاقة ATP في الخلية.

مراجعة المفردات

المستوى الغذائي: كل خطوة في السلسلة الغذائية أو الشبكة الغذائية.

المفردات الجديدة

الطاقة
الديناميكا الحرارية
عملية الأيض
التنفس الخلوي
أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP

الفكرة الرئيسة تستخدم جميع المخلوقات الحية الطاقة للقيام بوظائفها الحيوية.

الربط مع الحياة يطلق على بعض المدن أحيانًا "مدينة لا تنام"؛ لعدم توقف الحركة فيها. وهي في ذلك تشبه الخلايا الحيَّة التي تقوم بنشاطات مستمرة وثابتة.

تحوّلات الطاقة Energy Transformations

معظم التفاعلات والعمليات الكيميائية في خلايا الجسم مستمرة، حتى لو ظننت أنك لا تستهلك أي طاقة. فالجزيئات الكبيرة تُبنى وتتحلل، وتنقل المواد عبر الغشاء الخلوي، وكذلك تنقل المعلومات الوراثية. هذه الأنشطة الخلوية جميعها تحتاج إلى **الطاقة** energy، وهي القدرة على إنجاز شغل. ويبين **الشكل 1–5** بعض المحطات الرئيسة في دراسة الطاقة الخلوية. أما **الديناميكا الحرارية** thermodynamics فهي دراسة تدفُّق الطاقة وتحوُّلها في الكون.

قوانين الديناميكا الحرارية Laws of Thermodynamics يُسمى القانون الأول في الديناميكا الحرارية قانون حفظ الطاقة، وينص على أن الطاقة يمكن أن تتحوَّل من شكل إلى آخر، ولكن لا يمكن أن تفنى أو تُستحدث إلا بمشيئة الله سبحانه وتعالى. فمثلاً تتحول الطاقة المخزنة في المواد المغذية إلى طاقة كيميائية عندما تأكل، وتتحول إلى طاقة ميكانيكية عندما تركض أو تركل الكرة.

■ **الشكل 1–5**
فهم الطاقة الخلوية
أدت الاكتشافات العلمية إلى فهم أكبر لعملية البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

■ **الشكل 2–5** سخر الله جلَّ وعلا الشمس لتكون المصدر الرئيس لمعظم الطاقة في المخلوقات الحية، وتنتقل الطاقة من المخلوقات الذاتية التغذي إلى المخلوقات غير الذاتية التغذي.

اربط بين قانوني الديناميكا الحرارية والمخلوقات الحية في الشكل.

ينص القانون الثاني في الديناميكا الحرارية على حدوث فقدان في الطاقة عند تحولها من شكل إلى آخر . وعمومًا، فإن الطاقة التي تُفقد أو تضيع ، تتحول إلى طاقة حرارية. وتعد السلسلة الغذائية مثالًا واضحًا على القانون الثاني للديناميكا الحرارية. ومن المعروف أن كمية الطاقة القابلة للاستخدام والمتوافرة في المستوى الغذائي الأعلى تتناقص على نحوٍ مستمر في السلسلة الغذائية.

ذاتية التغذي وغير ذاتية التغذي Autotrophs and Heterotrophs

خلق الله سبحانه وتعالى المخلوقات ذاتية التغذي لكي تكون قادرة على صنع غذائها بنفسها. فبعض ذاتية التغذي - التي تُسمى ذاتية التغذي كيميائية- تستخدم المواد غير العضوية مثل كبريتيد الهيدروجين مصدرًا للطاقة. أما بعضها الآخر- ومنها النباتات، كما في **الشكل 2–5** -فتسمى المخلوقات ذاتية التغذي ضوئية؛ لأنها تقوم بتحويل الطاقة الضوئية من الشمس إلى طاقة كيميائية. أما المخلوقات غير الذاتية التغذي مثل حشرة المن والدعسوقة في **الشكل 2–5**، فهي مخلوقات حية تحتاج إلى ابتلاع الطعام وهضمه للحصول على الطاقة.

المفردات

أصل الكلمة

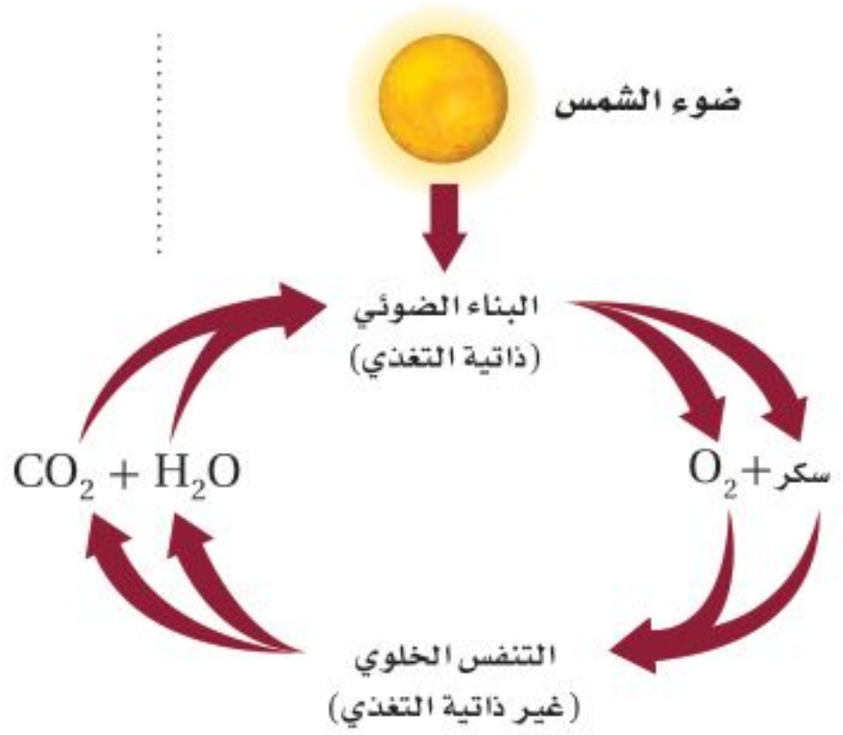
ذاتي التغذي Autotroph

من الكلمة اليونانية *Autotrophos*، وتعني "بناء المخلوق الحي غذاءه بنفسه"

عملية الأيض Metabolism

يُشار إلى جميع التفاعلات الكيميائية في الخلية بعملية تسمى **عملية الأيض** metabolism. وتُسمى سلسلة التفاعلات الكيميائية التي تعد المادة الناتجة عن أحد تفاعلاتها مادةً متفاعلة للتفاعل التالي مسارَ الأيض. ومسارات الأيض نوعان: مسارات الهدم، ومسارات البناء. ففي مسار الهدم تتحرر الطاقة نتيجة تحليل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة. أما مسار البناء فيستخدم الطاقة الناتجة عن مسار الهدم في بناء جزيئات كبيرة من جزيئات صغيرة. وينتج عن العلاقة بين مسارات الهدم والبناء تدفُّق مستمر للطاقة في المخلوق الحي.

تنتقل الطاقة باستمرار بين عمليات الأيض داخل المخلوقات الحية في النظام البيئي. فعلى سبيل المثال تعد عملية البناء الضوئي photosynthesis مسار بناء؛ حيث تتحول طاقة الشمس الضوئية إلى طاقة كيميائية تستخدمها الخلية. وفي هذا التفاعل تستخدم المخلوقات الحية الذاتية التغذي طاقة الضوء من الشمس وثاني أكسيد الكربون والماء لتكوّن سكر الجلوكوز والأكسجين. وكما يبين **الشكل 3-5**، يمكن للطاقة المخزنة بين جزيئات سكر الجلوكوز الناتج عن عملية البناء الضوئي أن تنتقل إلى مخلوقات حية أخرى عند استهلاك هذه الجزيئات في صورة غذاء.



الشكل 3-5 في النظام البيئي، يكوّن البناء الضوئي والتنفس الخلوي دورة مستمرة. **حدد مسارات الهدم والبناء في الشكل.**

تجربة استهلالية

مراجعة بناءً على ما قرأته عن تحولات الطاقة، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

تجربة 1-5

ربط البناء الضوئي بالتنفس الخلوي

كيف يعمل البناء الضوئي والتنفس الخلوي معًا في النظام البيئي؟ استخدم كاشفًا كيميائيًّا لاختبار انتقال ثاني أكسيد الكربون خلال عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدول بيانات لتُسجل محتويات أنبوبي اختبار، وظروف التعامل مع كل منهما، واللون في البداية واللون النهائي لمحتوياتهما بعد التفاعل.
3. أضف 100 mL من **محلول بروموثيمول الأزرق (BTB)** إلى **كأس زجاجية** باستخدام **ماصة**، انفخ في المحلول برفق إلى أن يتحول إلى اللون الأصفر.

تحذير: لا تنفخ بقوة حتى لا تخرج الفقاقيع من المحلول، أو تُصاب بالصداع، وإياك وشفط المحلول بالماصة.

4. املأ ¾ **أنبوبي اختبار** كبيرين بمحلول BTB الأصفر الناتج من الخطوة **3**.
5. غطِّ أحد الأنبوبين **بورق الألومنيوم**، ثم ضع **نباتًا مائيًّا** طوله 6 cm في كلا الأنبوبين. **وأغلقهما** بإحكام، ثم ضعهما في **حامل أنابيب** في ضوء خافت طوال الليل.
6. سجل ملاحظاتك في جدول البيانات الناتج عن الخطوة 3.

التحليل

1. **استنتج** الهدف من تغطية الأنبوب بورق الألومنيوم.
2. **فسّر** كيف توضح نتائجك اعتماد البناء الضوئي والتنفس الخلوي أحدهما على الآخر؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

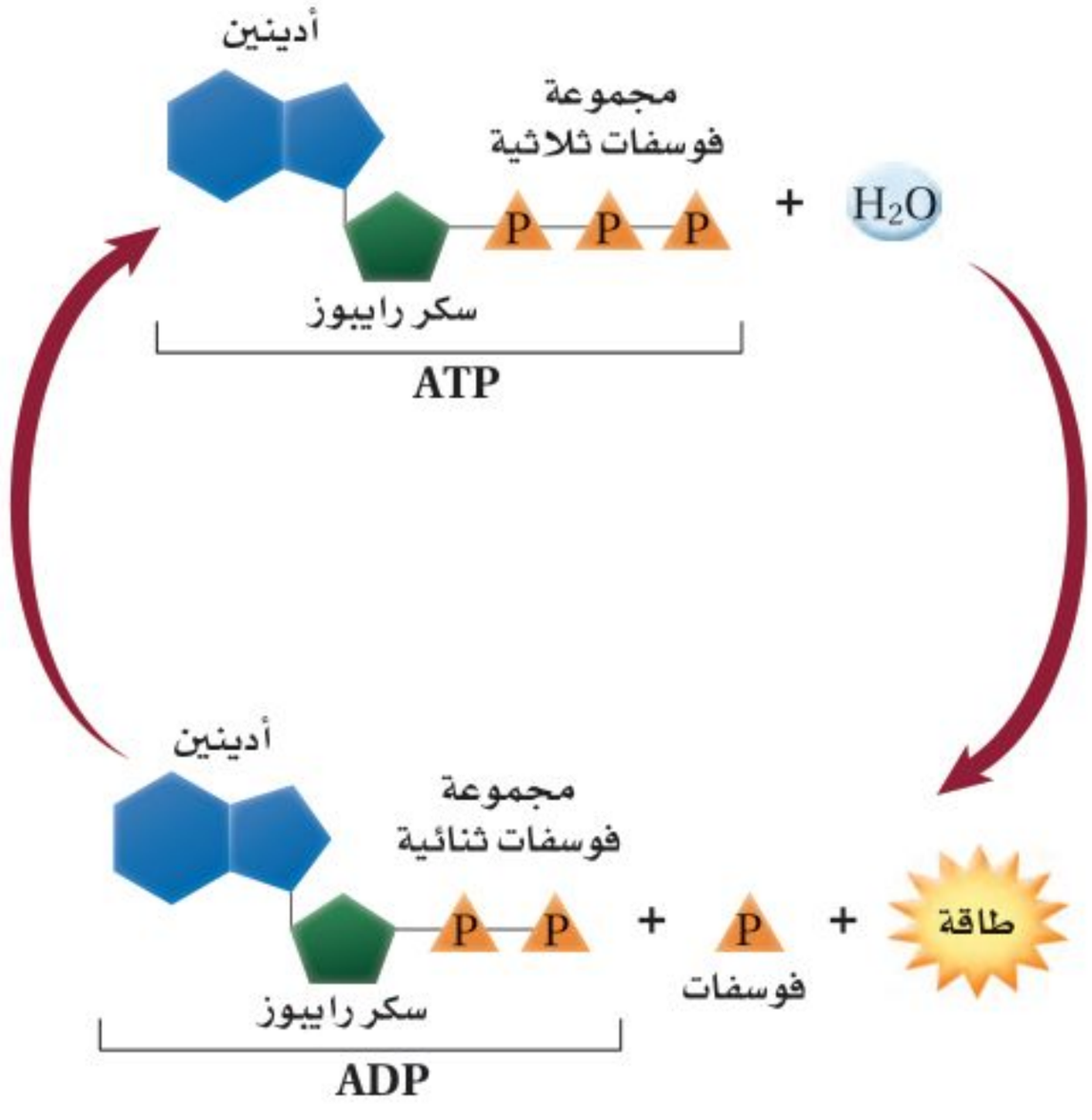
يعـد **التنفـس الخلـوي** cellular respiration مسـار هـدم تتحلـل فيـه المـواد العضويـة لتُحـرر الطاقة اللازمة للخلية. حيث يُسـتخدم الأكسـجين في التنفس الخلوي لتحليل المواد العضوية، فينتج عنها ثاني أكسيد الكربون والماء. لاحظ الدورات الطبيعية لهذه العمليات في **الشكل 3–5**؛ حيث تعد المواد الناتجة عن أحد التفاعلات مواد متفاعلة للتفاعل الآخر.

ATP: وحدة الطاقة الخلوية ATP: The Unit of Cellular Energy

الربط مع الكيمياء توجد الطاقة في أشكال عدة، منها: الطاقة الضوئية، والطاقة الميكانيكيـة، والطاقة الحرارية، والطاقة الكيميائية. ففـي المخلوقات الحية يتم تخزين الطاقة الكيميائية داخل الجزيئات الحيوية، ويمكن تحويلها إلى أشـكال أخـرى مـن الطاقة عنـد الحاجة. فمثـلاً تتحـول الطاقـة الكيميائيـة المخزنة في الجزيئات الحيوية إلى طاقة ميكانيكية عند انقباض العضلات.

ويعد جزيء الطاقة **أدينوسـين ثلاثي الفوسـفات**– Adenosine triphosphate ATP من أهم الجزيئات الحيوية التي تزود الخلايا بالطاقة الكيميائية.

تركيـب جزيء الطاقة ATP structure يعد جزيء (ATP) مخزنًا للطاقة الكيميائيـة التـي تسـتخدمها الخلايا في التفاعـلات المتنوعة. وعلـى الرغم من وجـود جزيئـات ناقلة أخرى للطاقـة خلال الخلايا، فإن جـزيء (ATP) يعد من الجزيئات الناقلة الأكثر انتشـارًا في خلايـا جميع أنواع المخلوقات الحية. وكما يبيـن **الشـكل 4–5** فـإن جـزيء (ATP) عبارة عـن نيوكليوتيد يتكـون من قاعدة نيتروجينية هي: الأدينين، وسكر الرايبوز، وثلاث مجموعات من الفوسفات.



■ **الشـكل 4–5** ينتـج عـن تحلـل جزيء ATP طاقـة تدعـم الأنشـطة الخلويـة في المخلوقات الحية.

وظيفة جزيء الطاقة ATP function يُحرر جزيء (ATP) الطاقة عندما تتكسر الرابطة بين مجموعة الفوسفات الثانية والثالثة، مكوّنًا جزيئًا يُسمى أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) ومجموعة فوسفات حرّة، **الشكل 4-5**. تُختزن الطاقة في الرابطة الفوسفاتية التي تتشكل عندما يرتبط جزيء (ADP) مع مجموعة فوسفات أخرى ليتكوّن جزيء (ATP). ويمكن أن تتحول جزيئات (ATP) و(ADP) بإضافة أو حذف مجموعة فوسفات، كما في **الشكل 4-5**، وفي بعض الأحيان يتحول جزيء ADP إلى جزيء أدينوسين أحادي الفوسفات (AMP) بفقد مجموعة فوسفات إضافية، والطاقة المتحررة بفعل هذا التفاعل قليلة جدًّا؛ لذا فإن معظم تفاعلات الطاقة في الخلية تتضمن جزيئات ATP وADP.

التقويم 1-5

الخلاصة

- تسيطر قوانين الديناميكا الحرارية على انتقال الطاقة وتحولها من شكل إلى آخر في المخلوقات الحية.
- تصنّع بعض المخلوقات الحية غذاءها بنفسها، في حين يحصل بعضها الآخر على الطاقة من الغذاء الذي يتناوله.
- تُخزن الخلايا الطاقة وتحررها بتفاعلات الهدم والبناء.
- الطاقة المتحررة من تحلل جزيء ATP تدعم الأنشطة الخلوية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **حدّد** المصدر الرئيس للطاقة في المخلوقات الحيّة.
2. **اشرح** قانون الديناميكا الحرارية الأول.
3. **قارن** بين مساري البناء والهدم.
4. **فسّر** كيف يُخزن جزيء ATP الطاقة، ويحررها؟

التفكير الناقد

5. الكتابة في علم الأحياء **اكتب** مقالة تصف فيها قوانين الديناميكا الحرارية مستخدمًا أمثلة من علم الأحياء في دعم أفكارك.
6. **استخدم التشابه** لتوضيح العلاقة بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

5-2

البناء الضوئي Photosynthesis

الأهداف

- **تلخّص** مرحلتي عملية البناء الضوئي.
- **توضّح** وظيفة البلاستيدة الخضراء في أثناء التفاعلات الضوئية.
- **تصف** عملية نقل الإلكترونات وترسمها.

مراجعة المفردات

الكربوهيدرات: مركبات عضوية تحوي الكربون، والهيدروجين والأكسجين فقط بنسب (1:2:1) بالترتيب.

المفردات الجديدة

الثايلاكويد
الغرانا
الحشوة (اللُّحمة)
الصبغة
ناقل الإلكترون +NADP
حلقة كالفن
إنزيم روبيسكو

الفكرة الرئيسة **تتحـوّل الطاقة الضوئية بعـد امتصاصها إلى طاقـة كيميائية في أثناء عملية البناء الضوئي.**

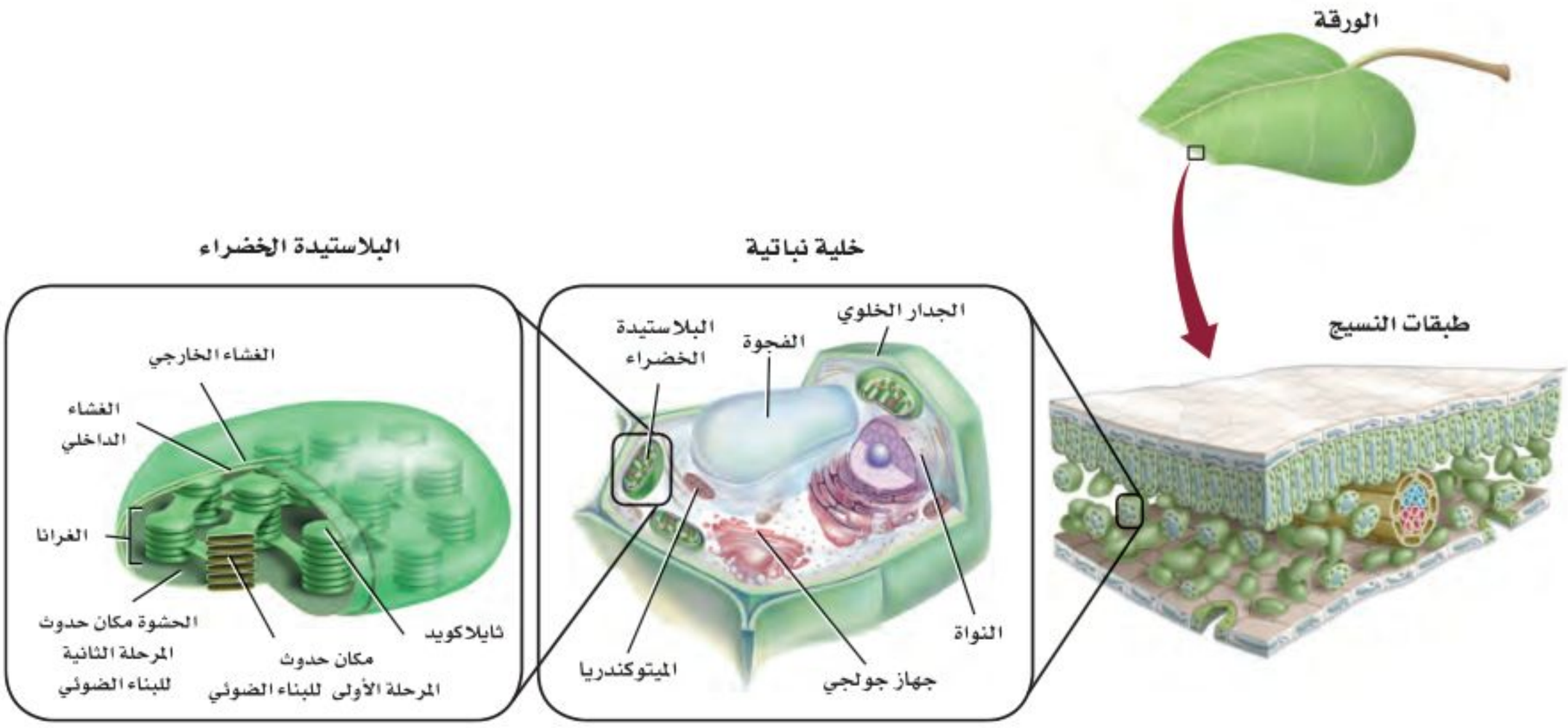
الربـط مـع الحياة تتحـول الطاقة من حولنا كل يوم. حيث تحـوّل البطاريات الطاقة الكيميائيـة إلى طاقـة كهربائية، ويحول الراديـو الطاقة الكهربائية إلـى طاقة تحملها الموجات الصوتية. وبطريقة مشابهة تحول بعض المخلوقات الحية الذاتية التغذي الطاقةَ الضوئيةَ إلى طاقة كيميائية من خلال عملية البناء الضوئي.

عملية البناء الضوئي Photosynthesis

معظم المخلوقات الذاتية التغذي، ومنها النباتات، قادرة على صنع المركبات العضوية مثل السكر بعملية البناء الضوئي. وتتحول الطاقة الضوئية في أثناء عملية البناء الضوئي إلى طاقة كيميائية. والمعادلة الكيميائية الآتية تمثل عملية البناء الضوئي:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{الكلوروفيل}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

تحـدث عمليـة البناء الضوئي في مرحلتين؛ في المرحلـة الأولى تحدث التفاعلات التـي تعتمد على الضوء (التفاعلات الضوئيـة)، حيث يتم امتصاص الطاقة الضوئية وتحويلهـا إلـى طاقة كيميائية على شـكل ATP و NADPH. أما فـي المرحلة الثانية فهي التفاعلات التي تحدث في الضوء ولكن لا تعتمد عليه (التفاعلات اللاضوئية) وتسـمى حلقة كالفن، بحيث يتم اسـتخدام جزيئات ATP و NADPH التي تكوّنت فـي المرحلـة الأولى لإنتاج الجلوكـوز. وعندما ينتج الجلوكـوز يتحد مع جزيئات سـكريات بسـيطة أخرى لتكوين جزيئات أكبر، وهذه الجزيئـات هي كربوهيدرات معقدة مثل النشا. وقد يُستخدم الناتج النهائي لعملية البناء الضوئي في بناء جزيئات عضوية أخرى مثل البروتينات والدهون والأحماض النووية.



■ **الشكل 5–5** تحدث عملية البناء الضوئي داخل عضيات صبغية تسمى البلاستيدات الخضراء.

المرحلة الأولى: التفاعلات الضوئية Phase one: Light Reactions

يُعد امتصاص الضوء الخطوة الأولى في عملية البناء الضوئي؛ حيث تحتوي النباتات على عضيات خاصة تمتص الطاقة الضوئية. وبعد امتصاص الطاقة يتم إنتاج جزيئات تخزن الطاقة، هي NADPH وATP؛ لاستخدامهما في التفاعلات التي لا تعتمد على الضوء (اللاضوئية).

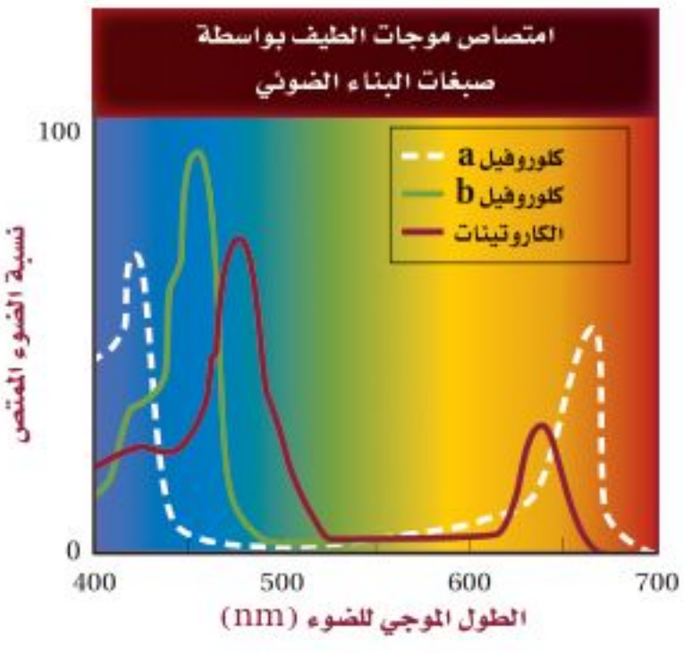
البلاستيدات الخضراء Chloroplasts عضيات كبيرة تمتص الطاقة الضوئية في المخلوقات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي. وتوجد البلاستيدات الخضراء في النباتات بشكل رئيس في خلايا الأوراق. والبلاستيدات كما في **الشكل 5–5**، عضيات تشبه القرص، وتحتوي على جزأين ضروريين لعملية البناء الضوئي. يسمى الجزء الأول **ثايلاكويدات** thylakoids، وهي مجموعة من الأغشية المُسطحة تشبه الكيس، تترتب في رزم متراصة تسمى **الغرانا** grana. وتحدث التفاعلات الضوئية في الثايلاكويدات. أما الجزء الثاني المهم فيسمى **الحشوة (اللُّحمة)** stroma، وهي سائل يملأ الفراغات المحيطة بالغرانا، وتعد مكان حدوث التفاعلات اللاضوئية في المرحلة الثانية من عملية البناء الضوئي، انظر **الشكل 5–5**.

ماذا قرأت؟ ميز بين الثايلاكويد والحشوة (اللُّحمة).

الأصبـاغ Pigments تسمى الجزيئات الملونة التي تمتص الضوء **الأصباغ** pigments، وتوجد في أغشية الثايلاكويد في البلاستيدات الخضراء. وتمتص الأصباغ المختلفة أطوالًا موجية محددة من الضوء، **الشكل 6–5**. والصبغة الأساسية في النباتات هي الكلوروفيل، وهناك أنواع من صبغة الكلوروفيل، ومن أهمها الكلوروفيل (a) والكلوروفيل (b).

يختلف تركيب الكلوروفيل من جزيء إلى آخر، مما يسمح لجزيئات الكلوروفيل بامتصاص الضوء عند مناطق محددة من طيف امتصاص الضوء المرئي.

■ **الشكل 6–5** تختلف الأصباغ الملونة التي توجد في أوراق الأشجار في قدرتها على امتصاص أطوال موجية محددة من الضوء.
كوّن فرضية إذا لم يحتو النبات على كلوروفيل b، فما أثر ذلك في امتصاص الضوء؟



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

وعمومًا يزداد معدل امتصاص الضوء بواسطة الكلوروفيل في منطقة الطيف المحصورة بين الأزرق والبنفسجي من طيف الضوء المرئي، ويعكس الضوء في المنطقة الخضراء من الطيف. وهذا يفسر سبب رؤية الإنسان لأجزاء النبات التي تحوي الكلوروفيل باللون الأخضر.

تحوي معظم المخلوقات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي أصباغًا إضافية بالإضافة إلى الكلوروفيل، تسمح للنباتات بامتصاص طاقة ضوئية إضافية من مناطق أخرى من الطيف المرئي. ومن هذه الأصباغ مجموعة أصباغ الكاروتينات، ومنها صبغة β كاروتين (بيتا- كاروتين) التي تمتص الضوء في المناطق الزرقاء والخضراء من الطيف، في حين تعكس أغلب الضوء في المناطق الصفراء والبرتقالية والحمراء، **الشكل 7-5**. وتعد أصباغ الكاروتين المسؤولة عن ألوان كل من الجزر والبطاطا الحلوة. تعد صبغة الكلوروفيل في الأوراق أكثر شيوعًا ووفرة من الأصباغ الأخرى، لذلك فهي تطغى عليها، وتمنع ظهور ألوان الأصباغ الأخرى. ومع ذلك يمكن أن يظهر اللون الأصفر والأحمر والبرتقالي في الأوراق في فصل الخريف نتيجة تحلل جزيئات الكلوروفيل، مما يسمح بظهور ألوان الصبغات الأخرى.

نقل الإلكترون Electron Transport يُشكِّل تركيب غشاء الثايلاكويد الأساس في الانتقال الفعال للطاقة في أثناء نقل الإلكترون؛ حيث يتميز غشاء الثايلاكويد بمساحة سطح كبيرة، مما يوفر المساحة اللازمة للاحتفاظ بأعداد كبيرة من الجزيئات الناقلة للإلكترون، وكذلك وجود نوعين من البروتينات المعقدة التي تسمى الأنظمة الضوئية.

الشكل 7-5 عندما يتحلل الكلوروفيل في أوراق بعض الأشجار، تصبح الأصباغ الأخرى أكثر وضوحًا.

المفردات

مفردات أكاديمية

النقل Transport

هو حمل شيء من مكان إلى آخر.

وتنقل جزيئات $NADP^+$ الإلكترونات في أثناء عملية البناء الضوئي.

تجربة 2-5

ملاحظة البلاستيدات الخضراء

كيف تبدو البلاستيدات الخضراء؟ تعتمد معظم الأنظمة البيئية والمخلوقات الحية في العالم على عُضيات صغيرة جدًّا تسمى البلاستيدات الخضراء. اكتشف كيف تبدو البلاستيدات الخضراء في هذا الاستقصاء؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. لاحظ **شرائح خلايا نباتية** وأخرى **للطحالب الخضراء بالمجهر المركب**.
3. حدد البلاستيدات الخضراء في الخلايا التي تلاحظها.
4. اعمل جدول بيانات لتسجل ملاحظاتك، ثم ارسم البلاستيدات الخضراء داخل الخلايا.

التحليل

1. **قارن** بين خصائص البلاستيدات الخضراء التي لاحظتها في الخلايا المختلفة.
2. **كوّن فرضية** لماذا تختلف أوراق النبات الخضراء في لونها؟

يحـوي النظامـان الضوئيـان (I و II) أصباغًا تمتص الضـوء، وبروتينات تؤدي دورًا مهمًّا في التفاعلات الضوئية.

تتبع الشكل **8—5** في أثناء قراءتك عن نقل الإلكترون.

- أولاً تحفـز الطاقـة الضوئيـة الإلكترونات في النظام الضوئـي **II**، كما تؤدي الطاقـة الضوئية إلى تحلّل جـزيء الماء منتجةً إلكترونًا واحدًا إلى نظام نقل الإلكتـرون وأيون هيدروجين H^+ (يسـمى أيضًا البروتـون) -إلى الفراغ في الثايلاكويد - وكذلك الأكسجين (O_2) بوصفه ناتجًا غير مُستخدم.
- تنتقـل الإلكترونـات المُحفـزة من النظـام الضوئـي **II** إلى جزيء مسـتقبل للإلكترون يوجد في غشاء الثايلاكويد.
- ينقـل الجزيء المسـتقبل للإلكتـرون لاحقًـا الإلكترونات عبر سلسـلة من نواقل الإلكترون إلى النظام الضوئي **I**.
- ينقـل النظـام الضوئي **I** مـع وجود الضـوء الإلكترونات إلى بروتين يسـمى فيرودوكسـين، ويتـم تعويض الإلكترونـات المفقودة في النظـام الضوئي **I** بإلكترونات من النظام الضوئي **II**.
- وأخيرًا ينقل بروتين فيرودوكسين الإلكترونات إلى ناقل الإلكترون **$NADP^+$** مكوِّنًا الجزيء المخزن للطاقة NADPH.

الأسموزيـة الكيميائيـة Chemiosmosis بالتزامن مع نقل الإلكترون يتم إنتاج جـزيء ATP بعملية تسـمى الأسـموزية الكيميائية، وهـي عملية يتـم فيها إنتاج ATP نتيجة انتقال الإلكترونات مع تدرّج التركيز. ولا تقتصر أهمية عملية تحلل جـزيء الماء على توفير الإلكترونات اللازمة لبدء سلسـلة نقل الإلكترون فقط، بـل توفر أيضًا البروتونات H^+ الضرورية لتنشـيط عمليـة بناء جزيء ATP خلال عمليـة الأسـموزية الكيميائية. وتتراكم أيونـات H^+ التي تحـررت خلال عملية نقـل الإلكترون على الجانـب الداخلي للثايلاكويد. وبسـبب التركيز العالي من أيونات H^+ داخل الثايلاكويد وانخفاض تركيزها في الحشوة، تنتقل أيونات H^+ مع تدرّج التركيز من داخل الثايلاكويد إلى الحشوة عبر قنوات أيونية في الغشاء، كمـا في **الشـكل 8–5**، وهـذه القنوات عبارة عـن إنزيمات تسـمى إنزيمات بناء الطاقـة (ATP synthases). وكلما انتقلـت أيونات H^+ عبر إنزيمات بناء الطاقة تكوّن ATP في الحشوة.

مـاذا قـرأت؟ لخّص وظيفـة الماء في أثناء الأسـموزية الكيميائيـة في عملية البناء الضوئي.

تجربة علمية

ما الذي يؤثر في معدل عملية البناء الضوئي؟

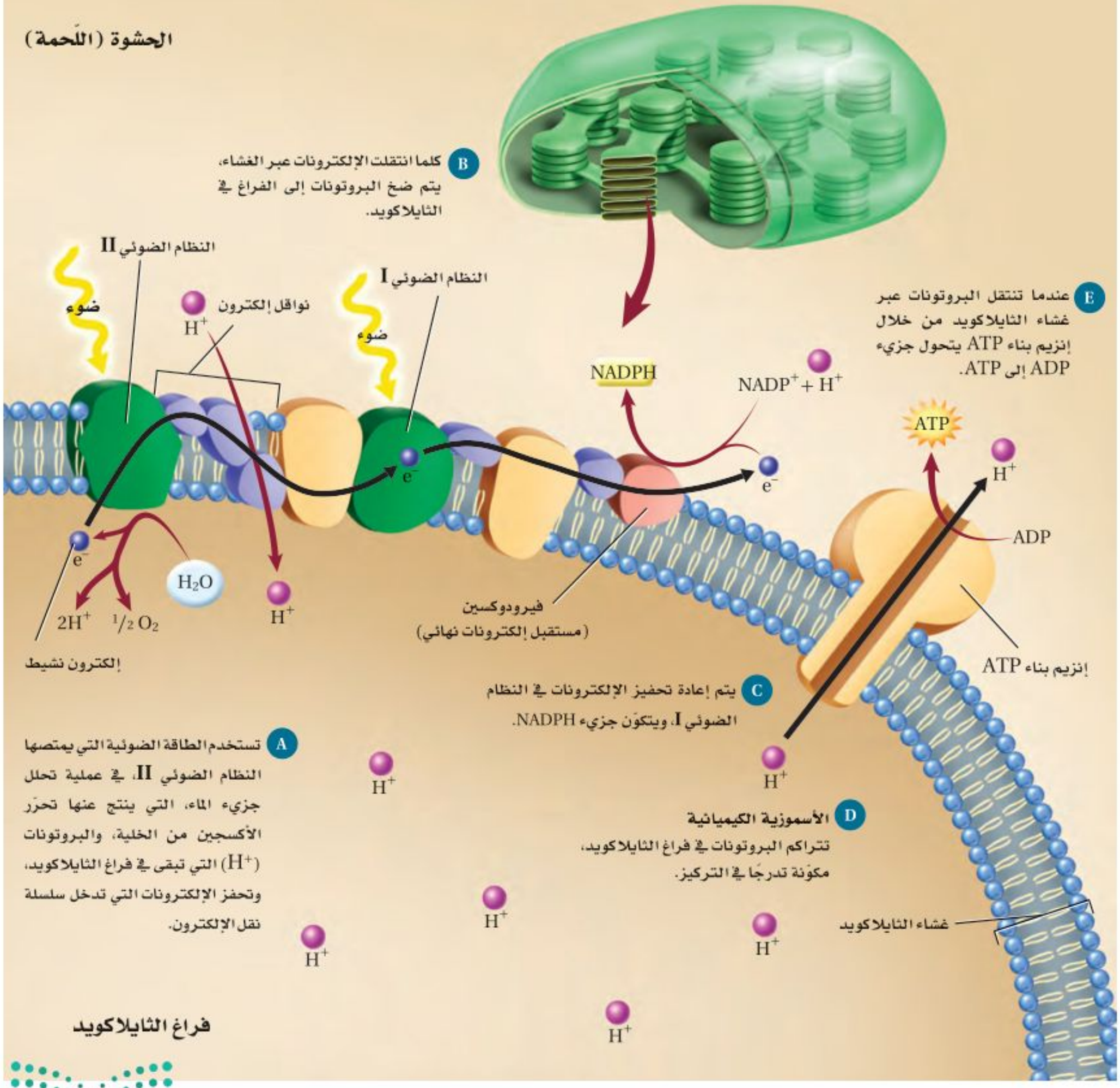
ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين

وزارة التعـليم
Ministry of Education
2021 - 1443

Electron Transport

نقل الإلكترون

■ **الشكل 8–5** تنتقل الإلكترونات النشيطة من جزيء إلى آخر على طول غشاء الثايلاكويد في البلاستيدة الخضراء. وتستخدم الطاقة الناتجة عن الإلكترونات في تكوين فرق في تركيز أيونات البروتونات H^+، وكلما انتقلت البروتونات مع تدرج التركيز تضاف مجموعة فوسفات إلى جزيء ADP، فتكوّن جزيء ATP.



مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي كيمياء النبات

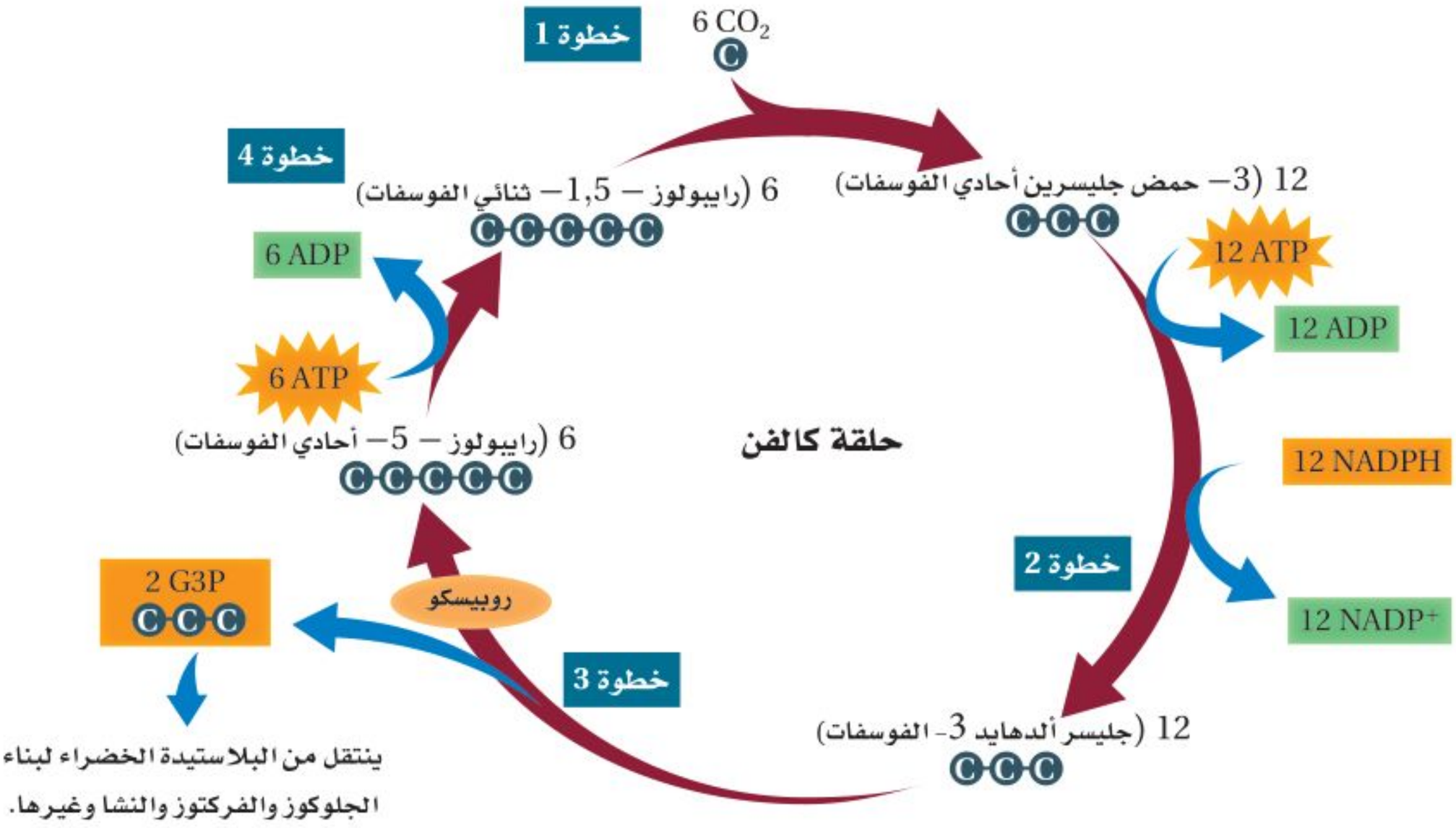
Phytochemist عالم الأحياء الذي يدرس النواتج الكيميائية للنباتات، ويقوم بالأبحاث الطبية لإيجاد علاجات جديدة للأمراض.

المرحلة الثانية: حلقة كالفن Phase two: Calvin Cycle

على الرغم من أن جزيئات NADPH و ATP تزود الخلايا بكميات كبيرة من الطاقة إلا أنها جزيئات غير مستقرة بصورة كافية حتى تُخزن الطاقة الكيميائية فترات زمنية طويلة. لذا هناك مرحلة ثانية من عملية البناء الضوئي تسمى **حلقة كالفن** calvin cycle، يتم فيها تخزين الطاقة في جزيئات عضوية مثل الجلوكوز. وتعد حلقة كالفن من التفاعلات التي لا تعتمد على الضوء. تتبّع **الشكل 9-5** في أثناء دراستك خطوات حلقة كالفن.

- في الخطوة الأولى من حلقة كالفن تتحد ستة جزيئات من CO2 الجوي مع ستة جزيئات من سكر الرايبولوز الثنائي الفوسفات (سكر خماسي الكربون) تسمى هذه العملية (تثبيت الكربون) لينتج 6 جزيئات من مركب سداسي الكربون.
- في الخطوة الثانية، تنتقل الطاقة الكيميائية المخزنة في جزيئات ATP و NADPH إلى جزيئات **(3-PGA)** لتكوين جزيئات ذات طاقة عالية تسمى جليسر ألدهايد 3- الفوسفات **(G3P)**. فجزيئات ATP تحفز مجموعة الفوسفات على تكوين **(G3P)**، في حين يوفر جزيء NADPH أيونات الهيدروجين والإلكترونات.
- في الخطوة الثالثة، يخرج جزيئا **(G3P)** من الحلقة ليستخدما في إنتاج الجلوكوز ومركبات عضوية أخرى.
- في الخطوة النهائية من حلقة كالفن يحول إنزيم يسمى **روبيسكو** rubisco، الجزيئات العشرة المتبقية من **(G3P)** إلى ستة جزيئات خماسية الكربون تسمى رايبولوز -5-أحادي الفوسفات، التي تتحول فيما بعد إلى ستة جزيئات من رايبولوز 1،5- ثنائي الفوسفات **(RuBp)**. تتحد هذه الجزيئات مجددًا مع جزيئات جديدة من ثاني أكسيد الكربون لإعادة الحلقة مرة أخرى. ويعد إنزيم روبيسكو واحدًا من أهم الإنزيمات الحيوية؛ لأنه يحول جزيئات CO_2 غير العضوية إلى جزيئات عضوية تستخدمها الخلية. بالإضافة إلى استخدام السكر الناتج عن حلقة كالفن مصدرًا للطاقة فإن النبات يستخدمه بوصفه وحدات بناء أساسية في الكربوهيدرات المعقدة، ومنها السيليلوز الذي يوفر الدعم للنبات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443



■ **الشكل 9–5** تربط حلقة كالفن ثاني أكسيد الكربون مع الجزيئات العضوية داخل الحشوة في البلاستيدات الخضراء.
حدِّد المركب الذي يخزن الطاقة في نهاية حلقة كالفن.

مسارات بديلة Alternative Pathways

تؤثر البيئة التي يعيش فيها المخلوق الحي في قدرته على القيام بعملية البناء الضوئي؛ فالبيئة التي لا يوجد فيها كميات كافية من الماء أو ثاني أكسيد الكربون تقلل من قدرة المخلوق الحي الذي يقوم بعملية البناء الضوئي على تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية. فمثلاً تتعرض النباتات التي تعيش في البيئات الجافة والحارة إلى فقدان كميات كبيرة من الماء؛ مما يقلل من عملية البناء الضوئي. وتحوي النباتات التي تعيش في مناخات قاسية مسارات بديلة في عملية البناء الضوئي تمكّنها من تحويل الحد الأقصى من الطاقة.

نباتات C_4: C_4 plants وهب الله- سبحانه وتعالى- للنباتات تكيفًا في أحد المسارات التي تساعدها على الحفاظ على عملية البناء الضوئي بأقل حدّ ممكن من فقدان الماء، يسمى مسار C_4. ويحدث هذا المسار في نباتات منها قصب السكر والذرة، وتُسمى هذه النباتات نباتات C_4؛ لأنها تُثبِّت ثاني أكسيد الكربون وتربطه مع مركبات رباعية الكربون بدلاً من مركبات ثلاثية الكربون في أثناء حلقة كالفن، كما أن لنباتات C_4 تكيفات تركيبية مهمة في ترتيب الخلايا في الأوراق. وعمومًا تعمل نباتات C_4 على إغلاق ثغورها في الأيام الحارة، في حين تنتقل المركبات الرباعية الكربون إلى خلايا خاصة، حيث يدخل فيها ثاني أكسيد الكربون حلقة كالفن، مما يسمح باستهلاك كمية كافية من ثاني أكسيد الكربون، ويقلل كمية الماء المفقودة.

نباتات أيض الحمض العشبي CAM plants من مسارات التكيف الأخرى التي تستخدمها النباتات للقيام بعملية البناء الضوئي بأقصى فاعلية مسار يُسمى أيض الحمض العشبي CAM (Crassulacean Acid Metabolism).

يحدث هذا المسار في النباتات التي تحتفظ بالماء وتعيش في الصحراء والمستنقعات المالحة وأي بيئة أخرى؛ حيث الوصول إلى الماء محدود جدًّا. ومنها الصبّار والسحلب والأناناس في **الشكل 10–5**، التي تسمح لثاني أكسيد الكربون بالدخول إلى الأوراق في الليل فقط، أي عندما يميل الجو إلى البرودة والرطوبة. وفي الليل تقوم النباتات بتثبيت ثاني أكسيد الكربون في مركبات عضوية. وفي أثناء النهار يتم تحرير ثاني أكسيد الكربون من هذه المركبات، ويدخل حلقة كالفن. كما يسمح هذا المسار باستهلاك كمية كافية من ثاني أكسيد الكربون وتقليل فقدان الماء.

الشكل 10–5 نبات الأناناس مثال على نباتات CAM.

التقويم 2-5

الخلاصة

- تحتوي النباتات على بلاستيدات خضراء وأصباغ تمتص الضوء، وتحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.
- تمر عملية البناء الضوئي بمرحلتين تضم تفاعلات ضوئية وحلقة كالفن.
- في التفاعلات الضوئية، تمتص المخلوقات الحية الذاتية التغذي الطاقة الضوئية، وتحولها إلى طاقة كيميائية في صورة ATP و NADPH.
- في حلقة كالفن تستخدم الطاقة الكيميائية المخزنة في جزيئات ATP و NADPH لإنتاج الكربوهيدرات ومنها الجلوكوز.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **لخّص** كيف تتكوّن الطاقة الكيميائية من الطاقة الضوئية في أثناء عملية البناء الضوئي.
2. **اربط** تركيب البلاستيدة الخضراء مع مراحل عملية البناء الضوئي.
3. **فسّر** أهمية الماء في التفاعلات الضوئية.
4. **لخّص** الخطوات في حلقة كالفن.
5. **ارسم** آلية نقل الإلكترون وفسّرها.

التفكير الناقد

6. **توقع** كيف تؤثر العوامل البيئية مثل كثافة الأشعة الضوئية ومستويات CO_2 في معدلات البناء الضوئي؟
7. الكتابة في علم الأحياء

ابحث في آثار الاحتباس الحراري في عملية البناء الضوئي، واكتب مقالة تُلخّص فيها ما توصلت إليه.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

التنفس الخلوي
Cellular Respiration

الفكرة الرئيسة **تحصل المخلوقات الحية على الطاقة بتحليل الجزيئات العضوية في أثناء عملية التنفس الخلوي.**

الربط مع الحياة يجب أن تتغذى طيور الخرشنة القزوينية (خرشنة بحر قزوين) *Sterna caspia* باستمرار للتزود بالطاقة لاستمرار حياتها في أثناء هجرتها الشتوية إلى المملكة كل عام. وكذلك الإنسان والمخلوقات الحية الأخرى تحتاج إلى مصادر غذائية متنوعة تزودها بالطاقة الضرورية لبقائها ونموها.

التنفس الخلوي Cellular Respiration

تحصل المخلوقات الحية على الطاقة بعملية تسمى التنفس الخلوي. وتتمثل وظيفة التنفس الخلوي في جمع الإلكترونات من المركبات الكربونية، مثل الجلوكوز، واستخدام طاقتها في إنتاج جزيء ATP، الذي يزود الخلايا بالطاقة لتؤدي وظائفها. وتمثل المعادلة الآتية التنفس الخلوي:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة}$$

لاحظ أن عملية التنفس الخلوي تحدث في عكس اتجاه عملية البناء الضوئي. يحدث التنفس الخلوي في مرحلتين رئيستين، هما: التحلل السكري والتنفس الهوائي. المرحلة الأولى: التحلل السكري **عملية لاهوائية** anaerobic process، لا تتطلب وجود الأكسجين. أما **التنفس الهوائي** aerobic respiration فيشمل حلقة كربس ونقل الإلكترون، وهو **عملية هوائية** aerobic process تتطلب وجود الأكسجين. ويلخص **الشكل 11–5** التنفس الخلوي الهوائي.

الأهداف

- **تلخّص** مراحل التنفس الخلوي.
- **تحدّد** دور نواقل الإلكترونات في كل مرحلة من مراحل التنفس الخلوي.
- **تقارن** بين التخمر الكحولي والتخمر اللبني.

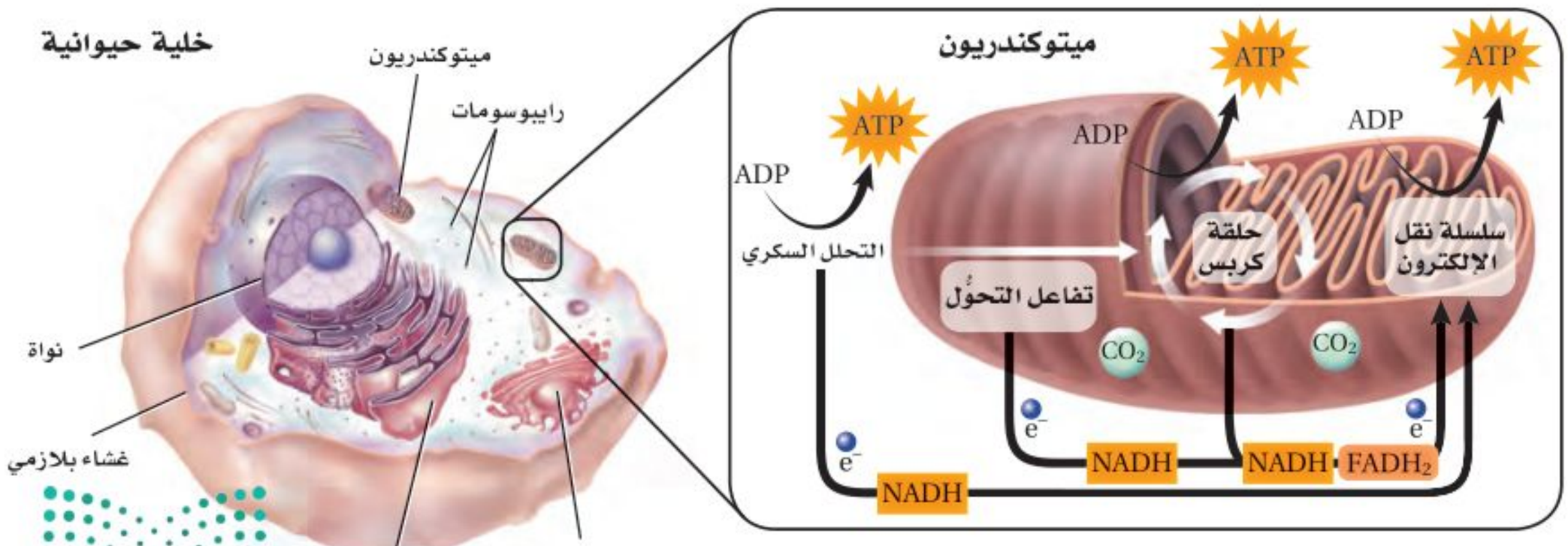
مراجعة المفردات

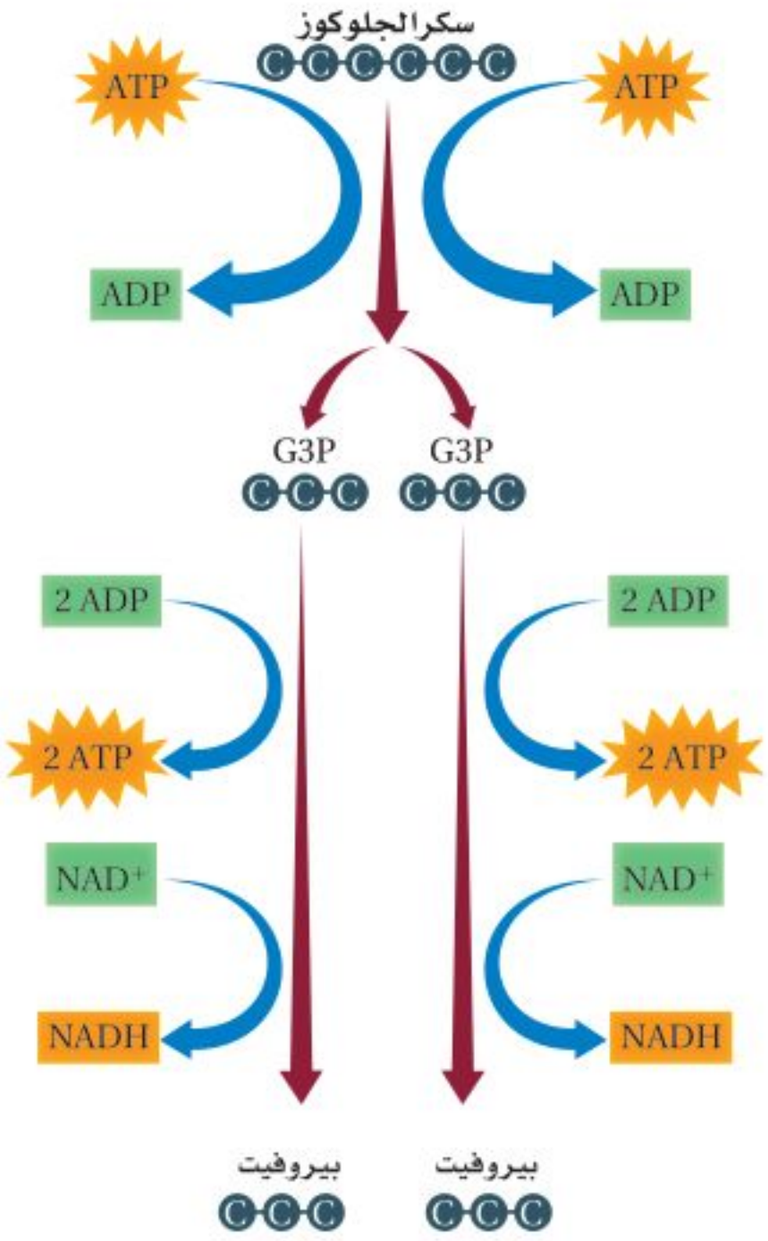
البكتيريا الخضراء المزرقّة: نوع من البكتيريا، الذاتية التغذي، تقوم بعملية البناء الضوئي.

المفردات الجديدة

عملية لاهوائية
التنفس الهوائي
عملية هوائية
التحلّل السكري
حلقة كربس
التخمر

■ **الشكل 11–5** يحدث التنفس الخلوي في الميتوكندريا التي تعد مصنع الطاقة في الخلية.





■ **الشكل 12–5** يتحلل الجلوكوز خلال عملية التحلل السكري داخل سيتوبلازم الخلايا.

لخّص المواد المتفاعلة والناتجة عن عملية التحلل السكري.

التحلّل السكري Glycolysis

يتحلل الجلوكوز في السيتوبلازم خلال عملية **التحلل السكري** glycolysis. ويتكون جزيئان من ATP وجزيئان من NADH، عند تحلل جزيء واحد من الجلوكوز. تتبّع **الشكل 12–5** في أثناء قراءتك خطوات التحلل السكري.

أولاً: ترتبط مجموعتا فوسفات مع الجلوكوز بعد انفصالهما عن جزيئين من ATP. لاحظ أن التفاعلات التي تنتج طاقة الخلية تحتاج إلى طاقة بسيطة (جزيئين ATP) لكي تبدأ؛ حيث يتحلل جزيء الجلوكوز السداسي الكربون إلى مركبين ثلاثي الكربون.

ثانيًا: تضاف مجموعتا فوسفات، ثم تتحد الإلكترونات وأيونات H^+ مع جزيئين من NAD^+ فيتكون جزيئان من NADH. يشبه جزيء NAD^+، جزيء NADP، وهو ناقل إلكترونات يُستخدم خلال عملية البناء الضوئي.

ثالثًا: تتحول أخيرًا المركبات الثلاثية الكربون إلى جزيئين من بيروفيت، وفي الوقت نفسه يتم إنتاج أربعة جزيئات ATP.

ماذا قرأت؟ فسّر لماذا يكون الناتج النهائي من الطاقة في عملية التحلّل السكري جزيئين فقط من ATP وليس أربعة جزيئات.

المفردات

أصل الكلمة

التحلل السكري Glycolysis

أصل الكلمة من اليونانية:

Glykys- وتعني "حلو".

lysis- وتعني "تحلل أو تحطم"...

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

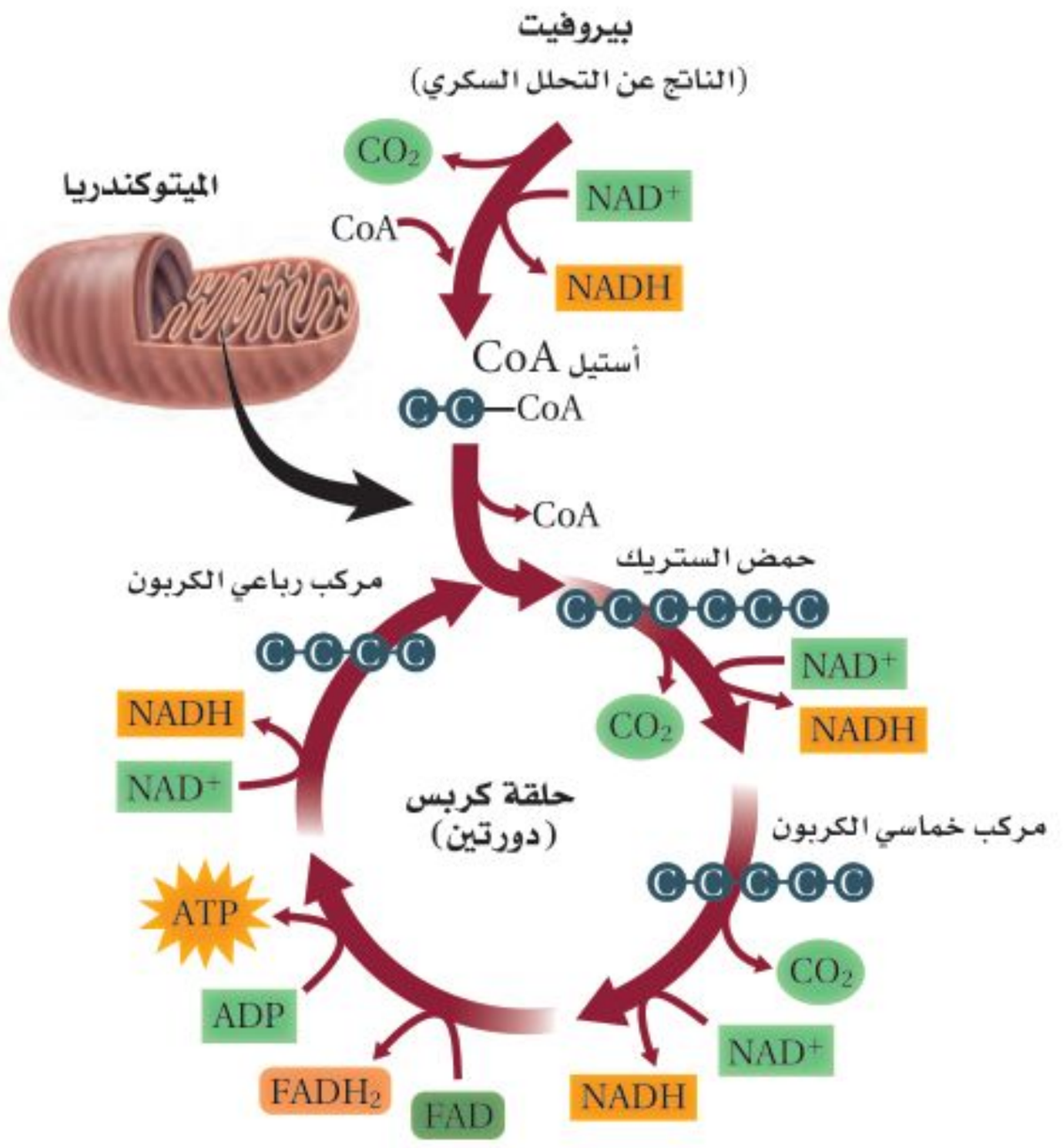
حلقة كربس Krebs Cycle

ينتج عن عملية التحلل السكري جزيئا ATP وجزيئان من البيروفيت، ومعظم الطاقة الناتجة عن تحلل سكر الجلوكوز لا تزال مخزنة في جزيئات البيروفيت. ينتقل البيروفيت في وجود الأكسجين، إلى الحشوة في الميتوكندريا؛ حيث يتحول في النهاية إلى CO_2. وتسمى سلسلة التفاعلات التي يتحلل فيها البيروفيت إلى ثاني أكسيد الكربون **حلقة كربس** Krebs cycle أو دورة TCA (حمض الكربوكسيل الثلاثي)، ويشار إلى هذه الحلقة أيضًا بحلقة حمض الستريك.

خطوات حلقة كربس Steps of Krebs cycle

قبل أن تبدأ حلقة كربس يتفاعل البيروفيت مع مرافق إنزيم- أ (CO-A)، فينتج مركب وسطي ثنائي الكربون يسمى أستيل مرافق الإنزيم- أ. وفي الوقت نفسه يتحرر غاز CO_2، ويتحول +NAD إلى NADH، ثم ينتقل أستيل CoA إلى الحشوة في الميتوكندريا. وينتج عن التفاعل جزيئان من CO_2 وجزيئان من NADH. تتبَّع **الشكل 13-5** في أثناء قراءتك خطوات حلقة كربس.

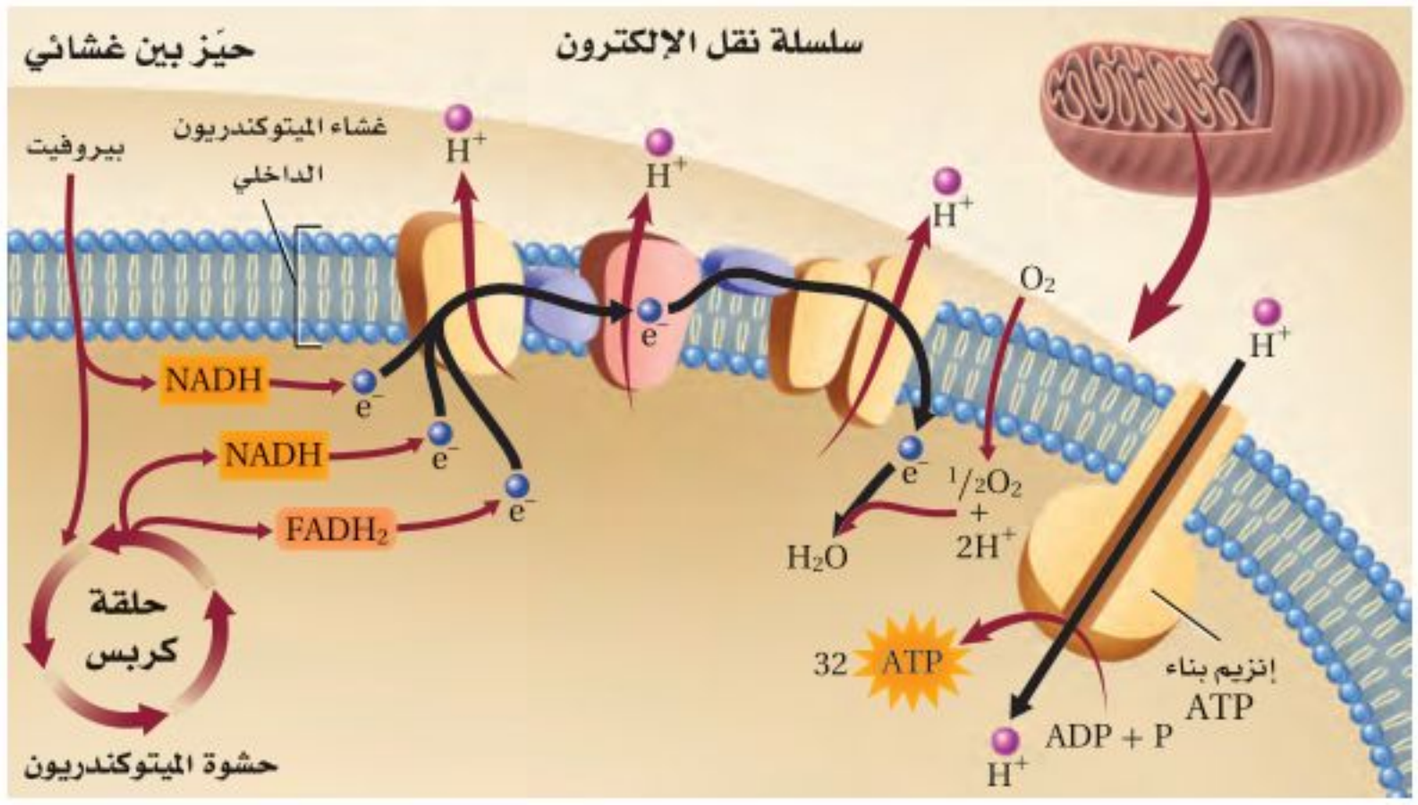
- تبدأ حلقة كربس بارتباط أستيل CoA مع مركب رباعي الكربون لتكوين مركب سداسي الكربون يسمى حمض الستريك.
- يتحلل حمض الستريك في سلسلة الخطوات اللاحقة من التفاعل، منتجًا جزيئين من CO_2 ومولّدًا جزيئًا واحدًا من ATP، وثلاثة جزيئات NADH وجزيئًا واحدًا من $FADH_2$. ويعد جزيء FAD ناقلًا إلكترونيًّا آخر شبيهًا بجزيء NAD^+ وجزيء $NADP^+$.
- وأخيرًا يتم إعادة تكوين أستيل CoA، وحمض الستريك لكي تستمر الحلقة. تذكر أن جزيئين من البيروفيت يتكونان خلال عملية التحلل السكري، مما ينتج عنهما دورتا كربس -لكل حلقة- من جزيء السكر الواحد. وتكون النواتج النهائية لحلقة كربس على النحو التالي: ستة جزيئات من CO_2، وجزيئي ATP، وثمانية جزيئات NADH وجزيئي $FADH_2$. تنتقل جزيئات NADH و $FADH_2$ لتؤدي دورًا مهمًّا في المرحلة التالية من التنفس الهوائي.



■ **الشكل 13-5** يتحلل البيروفيت داخل الخلايا إلى ثاني أكسيد الكربون خلال حلقة كربس في الميتوكندريا.
تتبَع مسار جزيئات الكربون التي تدخل حلقة كربس وتخرج منها.

إرشادات الدراسة

جملة توضيحية اعمل مع أحد زملائك على قراءة النص ومناقشة الكلمات غير المألوفة والمفاهيم الصعبة. واكتب فقرة توضيحية تلخص فيها حلقة كربس.



■ **الشكل 14–5** تحدث سلسلة نقل الإلكترون على طول غشاء الميتوكندريا.
قارن بين سلسلة نقل الإلكترون في التنفس الخلوي وعملية البناء الضوئي.

سلسلة نقل الإلكترون Electron Transport

تعد سلسلة نقل الإلكترون في التنفس الهوائي الخطوة النهائية من عملية تحلل سكر الجلوكوز، وهي أيضًا النقطة التي يتم فيها إنتاج معظم جزيئات ATP. وتستخدم الإلكترونات العالية الطاقة وأيونات الهيدروجين من جزيئات NADH و $FADH_2$ التي أُنتجت في حلقة كربس لتحويل ADP إلى ATP.

ويمكنك تتبع هذه العملية كما يبين **الشكل 14–5**، والتي تحدث كالتالي:

أولاً: تنتقل الإلكترونات على طول غشاء الميتوكندريا من بروتين إلى آخر، وعندما تتحرر جزيئات الإلكترونات من نواقل الإلكترون NADH و $FADH_2$ فإنها تتحول إلى NAD^+ و FAD، وتتحرر كذلك أيونات الهيدروجين (H^+) في اتجاه حشوة الميتوكندريا.

ثانيًا: يتم ضخ أيونات H^+ من الحشوة عبر الغشاء الداخلي للميتوكندريا.

ثالثًا: بسبب اختلاف فرق التركيز لأيونات H^+ على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكندريا فإنها تنتشر لتعود مرة أخرى من الحيز بين الغشائي للميتوكندريا (الأكثر تركيزًا من H^+) إلى الحشوة عبر الغشاء الداخلي مرورًا بجزيئات إنزيم بناء ATP بواسطة العملية الأسموزية الكيميائية. تتشابه عمليتا الأسموزية الكيميائية وسلسلة نقل الإلكترون في التنفس الخلوي مع العمليات التي تحدث في البناء الضوئي. ويعد الأكسجين المستقبِل النهائي للإلكترون في سلسلة نقل الإلكترون في عملية التنفس الخلوي؛ حيث تنتقل البروتونات والإلكترونات إلى الأكسجين لإنتاج الماء.

ينتج عن عملية نقل الإلكترون 24 جزيئًا من ATP. وكل جزيء NADH ينتج ثلاثة جزيئات ATP. ويعطي كل جزيء $FADH_2$ جزيئين من ATP. وفي المخلوقات الحية الحقيقية النواة ينتج عن تحلل كل جزيء من الجلوكوز 38 جزيئًا من ATP، يستهلك منهما الجزيئان اللذان ينتجان عن عملية التحلل السكري عند انتقال البيروفيت إلى حشوة الميتوكندريا.

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع

التركيز Concentration

الاستعمال العلمي: الكمية النسبية من المادة المذابة في مادة أخرى.
تركيز أيونات الهيدروجين في جانب واحد من الغشاء أكبر من الجانب الآخر.

الاستعمال الشائع : الاهتمام، الانتباه.
كان تركيز الطلاب موجهًا نحو الامتحان.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالم الطاقة الحيوية
Bioenergeticist باحث يدرس انتقال الطاقة في الخلايا. وبعض علماء الطاقة الحيوية يدرسون الميتوكندريا وعلاقتها بالشيخوخة والمرض.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

ينتقـل البيروفيت إلى الميتوكندريا فـي المخلوقات الحية الحقيقية النواة، أما في المخلوقـات الحية البدائية النواة فهذه الخطوة غير ضرورية؛ إذ توفر على الخلية البدائية النواة جزيئين من ATP. ليصبح الناتج النهائي من عملية التنفس الخلوي 38 جزيئًا من ATP بدلًا من 36 جزيئًا في الخلايا الحقيقية النواة.

التنفس اللاهوائي Anaerobic Respiration

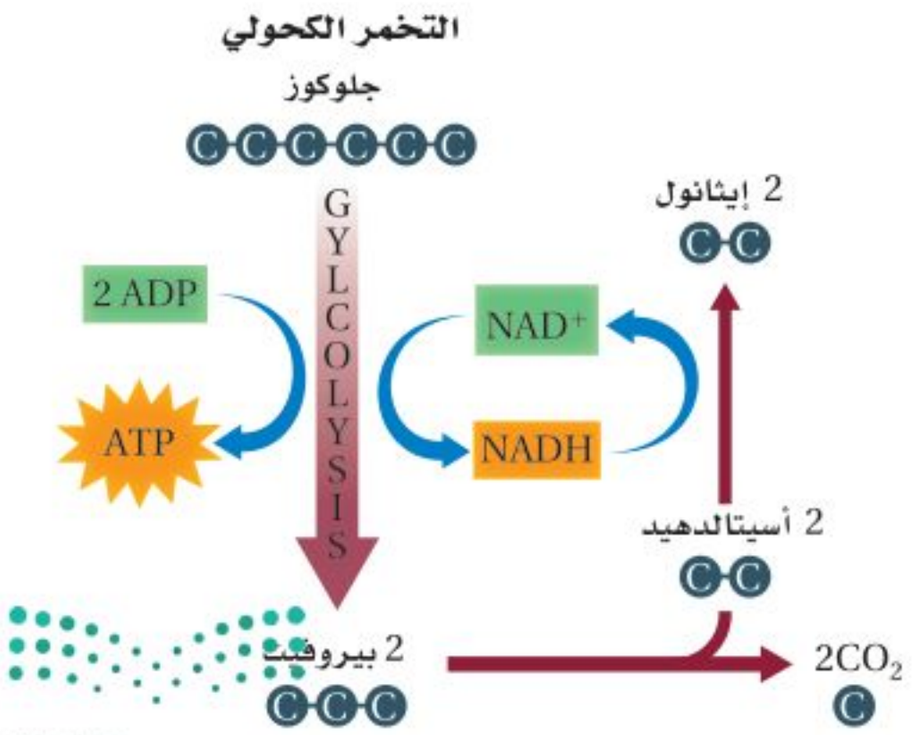
يمكن أن تعمل بعض الخلايا فترة زمنية قصيرة عندما تكون مستويات الأكسجين منخفضـة. وبعـض بدائيـات النـوى مخلوقـات لاهوائيـة، أي تسـتطيع أن تنمو وتتكاثر دون وجود الأكسجين. وتستمر هذه الخلايا في بعض الأحيان في إنتاج ATP عن طريق التحلل السـكري. ومع ذلك فهناك مشـكلات تنتج عن الاعتماد على التحلل السـكري وحده في الحصول على الطاقة. فالتحلل السـكري يزود الخليـة بجزيئي ATP فقط لـكل جزيء جلوكوز. ولأن للخليـة كمية محددة من جـزيء NAD^+، تتوقـف عمليـة التحلل السـكري عند اسـتهلاك جميع جزيئات NAD^+، وخصوصًـا عند عدم وجـود عملية تعوض النقص فـي هذه الجزيئات. فالمسـار اللاهوائي الذي يتبع عملية التحلل السـكري هـو التنفس اللاهوائي أو التخمـر. ويحـدث **التخمـر** fermentation في السـيتوبلازم، وهـو يعيد تزويد الخليـة بجزيئات NAD^+، وينتج كمية قليلة مـن جزيئات ATP. والتخمر نوعان: التخمر اللبنى (تخمر حمض اللاكتيك) والتخمر الكحولى.

الربط مع الصحة تخمر حمض اللاكتيك Lactic acid fermentation

عنـد تخمر حمض اللاكتيك تحوِّل الإنزيمـات البيروفيت -الذي تكوّن في أثناء عمليـة التحلـل السـكري - إلـى حمـض اللاكتيك، كمـا في **الشـكل B 15–5**. وتضـم العملية نقل الإلكترونات العالية الطاقة والبروتونات من NADH. وتنتج العضـلات الهيكليـة حمض اللاكتيـك عند عدم وجـود الأكسـجين الكافي في الجسم نتيجة القيام بالتمارين الرياضية المجهدة مثلاً.

■ **الشـكل 15–5** عند وجود الأكسـجين بكميـة محـدودة أو عدم وجـوده تحدث عملية التخمر.

قارن بين التخمر الكحولي والتخمر اللبني.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

وعندما يتجمع حمض اللاكتيك يحدث إجهاد للخلايا العضلية، وتشعر بالألم. كما ينتج حمض اللاكتيك بواسطة العديد من المخلوقات الحية الدقيقة التي تُستخدم في إنتاج أطعمة معينة، مثل الجبن واللبن الرائب (الزبادي) والقشدة الحامضة.

التخمّر الكحولي Alcohol fermentation يحدث التخمر الكحولي في الخميرة، وبعض أنواع البكتيريا. انظر **الشكل A 15-5** الذي يُبين التفاعل الكيميائي الذي يحدث في أثناء التخمر الكحولي؛ حيث يتحول البيروفيت إلى الكحول الإيثيلي وثاني أكسيد الكربون. وتوفر جزيئات NADH الإلكترونات، كما في تخمر حمض اللاكتيك، وتتحول إلى جزيئات NAD^+.

عمليتا البناء الضوئي والتنفس الخلوي
Photosynthesis and Cellular Respiration

كما تعلمت سابقًا فإن البناء الضوئي والتنفس الخلوي عمليتان مهمتان تستخدمهما الخلايا في الحصول على الطاقة، وهما من المسارات الأيضية التي تُنْتِج الكربوهيدرات البسيطة وتحللها. ويبين **الشكل 16-5** الارتباط بين هاتين العمليتين.

مختبر تحليل البيانات 1-5

بناءً على بيانات حقيقية

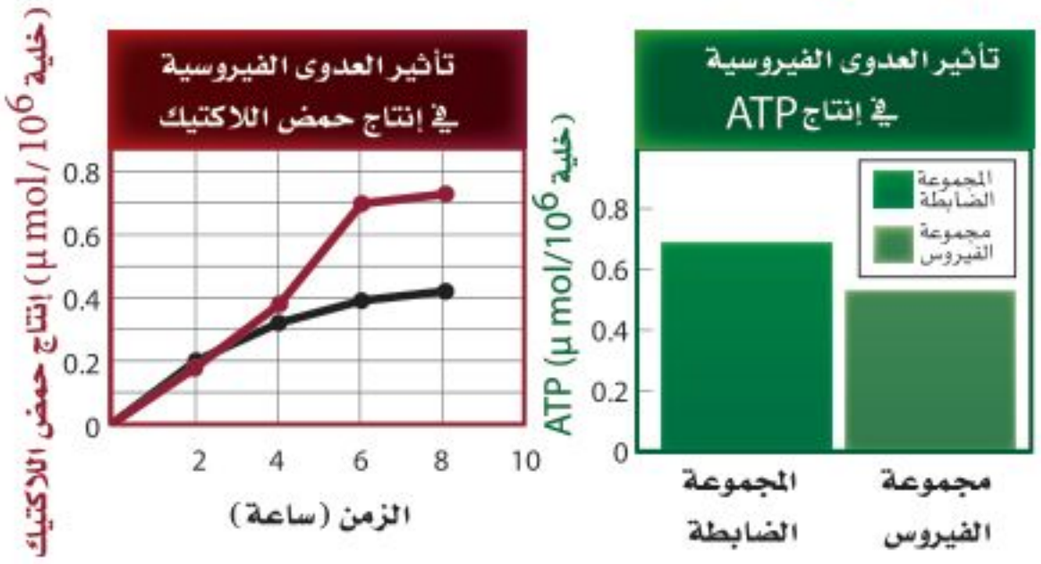
فسّر البيانات

كيف تؤثر العدوى الفيروسية في التنفس الخلوي؟ يمكن للالتهابات الناجمة عن الفيروسات أن تؤثر في عملية التنفس الخلوي، وفي قدرة الخلايا على إنتاج ATP. ولاختبار أثر الالتهابات الفيروسية في مراحل التنفس الخلوي في الخلايا المصابة بالفيروسات تم قياس كمية حمض اللاكتيك وجزيئات ATP الناتجة.

التفكير الناقد

1. **حلّل** كيف يؤثر الفيروس في إنتاج حمض اللاكتيك في الخلايا؟
2. **احسب** بعد مرور 8 ساعات، ما نسبة ارتفاع إنتاج حمض اللاكتيك في الفيروس مقارنة بالمجموعة الضابطة؟ وما نسبة انخفاض إنتاج جزيئات ATP؟
3. **استنتج** ما سبب شعور الإنسان المصاب بفيروس الأنفلونزا بالتعب الشديد؟

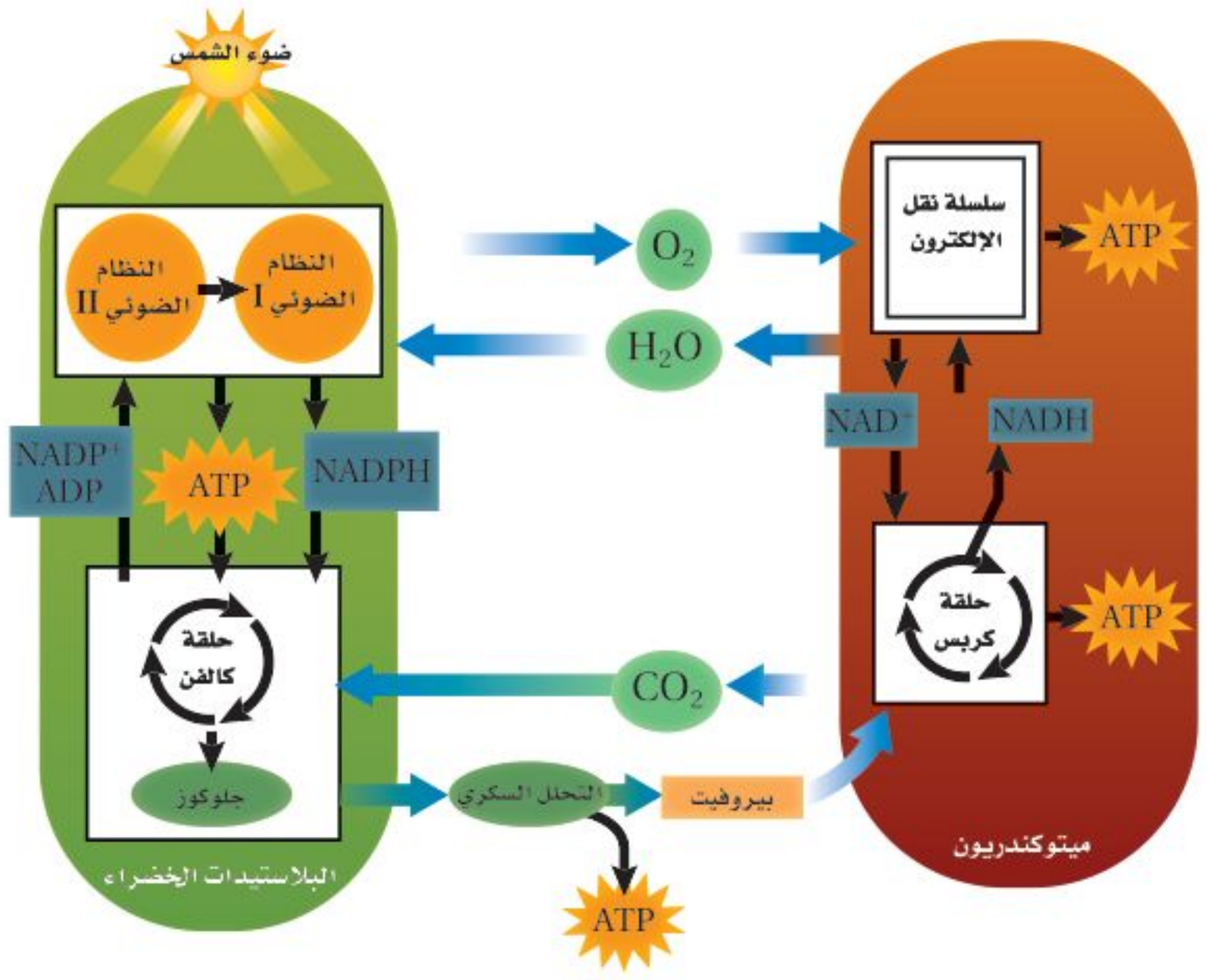
البيانات والملاحظات



أخذت البيانات في هذا المختبر من:

El- Bacha, T., et al. 2004. Mayaro virus infection alters glucose metabolism in cultured cells through activation of the enzyme 6- phosphofructo -1- Kinase. *Molecular and Celluar biochemistry*. 266: 191 – 198.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443



■ **الشكل 16–5** تشكل عمليتا البناء الضوئي والتنفس الخلوي دورة؛ فالمواد الناتجة عن أحد هذه المسارات الأيضية تشكل مواد متفاعلة للمسار الأيضي الآخر.

تذكر أن المواد الناتجة عن عملية البناء الضوئي هي الأكسجين والجلوكوز، وهي المواد المتفاعلة التي تتطلبها عملية التنفس الخلوي. والمواد الناتجة عن عملية التنفس الخلوي هي ثاني أكسيد الكربون والماء، وهي المواد المتفاعلة اللازمة لعملية البناء الضوئي.

التقويم 5-3

الخلاصة

- تستخدم العديد من المخلوقات الحية عملية التنفس الخلوي لتحليل الجلوكوز.
- تضم مراحل التنفس الخلوي التحلّل السكري وحلقة كربس ونقل الإلكترون.
- NADH و $FADH_2$ نواقل إلكترونات مهمة جدًّا في عملية التنفس الخلوي.
- تقوم الخلايا بعملية التحلل السكري بواسطة التخمر عند عدم توافر الأكسجين.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **سمِّ** الشكل النهائي من الطاقة الكيميائية الناتجة عن الخلايا في أثناء التنفس الخلوي.
2. **حدِّد** ما عدد ذرات الكربون من جزيء جلوكوز واحد التي تدخل في دورة كربس واحدة؟
3. **فسِّر** كيف تُستخدم الإلكترونات العالية الطاقة في سلسلة نقل الإلكترون؟
4. **صِفْ** دور التخمر في الحفاظ على مستويات ATP و NAD^+.

التفكير الناقد

5. الرياضيات في علم الأحياء ما عدد جزيئات ATP و NADH و $FADH_2$ الناتجة في كل خطوة من خطوات التنفس الخلوي؟ كيف يختلف عدد جزيئات ATP الناتجة (الفعلية) عن عدد جزيئات ATP الكلية (المتوقعة)؟
6. **قارن** بين نوعي التخمر.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

البناء الضوئي الاصطناعي Artificial photosynthesis

على مدى عقود، كان تطوير الطاقة المتجددة يركز- إلى حد كبير- على توليد الطاقة الكهربائية. ولكن ما يزيد على 60% من الطاقة في العالم يوفرها الوقود الأحفوري على الرغم من آثاره السلبية على البيئة، خصوصًا ظاهرة الاحتباس الحراري؛ نتيجة للانبعاثات الكربونية إلى الغلاف الجوي الناتجة عن احتراق الكربون. ولكن هل يوجد بديل قابل للتطوير لا ينبعث عنه غازات ضارة؟

هناك تقنية واعدة تقوم على البناء الضوئي الاصطناعي، الذي يستخدم مواد غير حيوية لإنتاج الطاقة من ضوء الشمس مباشرة، حيث تعد الشمس مصدرًا متجددًا من مصادر الطاقة. ويجمع البناء الضوئي الاصطناعي بين هذه الميزات في تقنية قابلة للتطبيق واعدة بأمن الطاقة والاستدامة البيئية والاستقرار الاقتصادي.

وفي حين يزودنا البناء الضوئي الطبيعي في النباتات بالطاقة التي يحولها من ضوء الشمس، فإن حدودًا كبيرة تقيد أداءه. فمن المعروف أن جزءًا بسيطًا من الطاقة الشمسية يستخدم فعليًّا في عملية البناء الضوئي في النباتات، ولا يتجاوز صافي تحويل الطاقة السنوية 1%، كما تستهلك كميات كبيرة من الطاقة داخل خلايا النبات للحفاظ على عملياتها الحيوية، ومنها عملية البناء الضوئي؛ ويخزّن الباقي من الطاقة في أشكال متعددة من المركبات الكربونية. ومع ذلك فإن البناء الضوئي الاصطناعي، المستلهم من البديل الطبيعي، أظهر إمكانية للأداء الفعال؛ حيث يوفر الطاقة في شكل يمكن استخدامه.

فكما يعمل الكلوروفيل على امتصاص الضوء في عملية البناء الضوئي الطبيعية، فإن المواد المناسبة مطلوبة لامتصاص ضوء الشمس اللازم لتكسير جزيئات الماء في الأنظمة الاصطناعية، كما يحتاج النظام أيضًا إلى محفزات لتسهيل الإنتاج الفعّال للوقود. ولا بد أن تكون هذه المحفزات عالية النشاط، ومستقرة.

كيف يمكن أن يبدو نظام البناء الضوئي الاصطناعي؟ الشكل الأساسي لهذا النظام عبارة عن لفافة رقيقة من طبقات تشبه البلاستيك - وهي كالقماش العالي الأداء في سترة المطر- يمكن بسطها وطيها حسب الحاجة. وتمتص الطبقة العلوية منها الماء وثاني أكسيد الكربون من الجو، أما الطبقة التالية فتمتص ضوء الشمس ومن ثم استخدامه في إنتاج الوقود. ومن خلال فصل الوقود عن طريق غشاء فإنه لن يتسرب إلى الهواء بل يمر عبر الجزء السفلي من الطبقات التي تشبه البلاستيك إلى صهريج تجميع لاستخدامه فيما بعد.

ينقسم الماء إلى غازي الهيدروجين والأكسجين بفعل أشعة الشمس. ومن الممكن تحويل غاز الهيدروجين إلى وقود سائل، أو حمله على التفاعل مع ثاني أكسيد الكربون، أو معالجته لإنتاج وقود سائل يمكن استخدامه في الحياة اليومية. وبدلًا من ذلك فإن المحفزات، كما في أنظمة البناء الضوئي الطبيعية، يمكنها تحويل غاز CO_2 مباشرة إلى ميثانول أو ميثان. لقد زودتنا التطورات الحديثة في علوم النانو والمواد والكيمياء والفيزياء بالأدوات اللازمة لتحقيق تقدم سريع في هذا المجال، لنستخدمها في إنتاج الطاقة النظيفة القادرة على توفير الأساس لمستقبل الطاقة الآمنة المستدامة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

صمم بنفسك

مختبر الأحياء

هل تؤثر أطوال الموجات الضوئية المختلفة في معدل حدوث عملية البناء الضوئي؟

الخلفية النظرية: تحتاج المخلوقات الحية التي تعتمد على عمليـة البناء الضوئي إلى الضوء لإتمامها. يتكون الضوء الأبيض من ألوان مختلفة توجد في الطيف الضوئي المرئي. ولكل لون من الضوء طول موجي محدد. وفي هذا المختبر تصمم تجربة لاختبار أثر أطوال الموجات الضوئية المختلفة في معدل حدوث عملية البناء الضوئي.

سؤال: كيف تؤثر أطوال الموجات الضوئية المختلفة في معدلات حدوث عملية البناء الضوئي؟

المواد والأدوات

اختر المواد التي تراها مناسبة للتجربة التي تصممها.

- أنابيب اختبار سعتها (15 mL).
- مخبار مدرج سعته (10 mL).
- محلول صودا الخبز (0.25 ٪).
- مصباح مع عاكس ومصباح صغير بقدرة 150 واط.
- دورق زجاجي مخروطي.
- نبات مائي.
- ساعة إيقاف.
- مسطرة مترية.
- ورق سلوفان ملون.
- ورق ألومنيوم.

احتياطات السلامة

خطط ونفذ المختبر

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. توقع كيف تؤثر أطوال الموجات الضوئية المختلفة في معدل حدوث عملية البناء الضوئي في النبات؟
3. صمّم تجربة لاختبار توقعك، واكتب قائمة بالخطوات التي تتبعها، وحدّد المجموعة الضابطة والمتغيرات التي ستستخدمها.
4. وضّح كيف تولد ضوءًا بأطوال موجية مختلفة؟ وزوّد النبات بثاني أكسيد الكربون، واحسب كمية الأكسجين التي ينتجها النبات.
5. اعمل جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك وقياساتك.
6. تأكد من موافقة معلمك على خطتك قبل بدء العمل.
7. ابدأ بإجراء تجربتك كما اتفق عليها.
8. **التنظيف والتخلص من الفضلات** نظّف جميع الأجهزة بحسب التعليمات، وأعد كل شيء استخدمته إلى مكانه المناسب. وتخلص من النبات بحسب توجيهات معلمك، ثم اغسل يديك جيدًا بالماء والصابون.

حلل ثم استنتج

1. **حدِّد** المجموعة الضابطة والمتغيرات في تجربتك.
2. **فسِّر** طريقة حسابك لمعدل حدوث عملية البناء الضوئي.
3. **مثِّل** بياناتك بالرسم.
4. **صِف** كيف تأثّر معدل حدوث البناء الضوئي بأطوال الموجات الضوئية المختلفة بناءً على بياناتك؟
5. **ناقِش** ما إذا كانت بياناتك تدعم توقعك أم لا.
6. **تحليل الخطأ.** حدّد مصادر الخطأ المحتملة في تصميم التجربة، وخطوات العمل وجمع البيانات.
7. **اقترحْ** كيف يمكنك تقليل مصادر الخطأ هذه إذا كررت التجربة؟

تواصل

مراجعة اعرض بياناتك على زملائك، ثم ناقش ما عرضه زملاؤك، واستخدم ملاحظاتهم في الصيف لتحسين أدائك.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

الفصل 5

دليل مراجعة الفصل

المطويات **قارن** ما أوجه التشابه والاختلاف بين عملية نقل الإلكترون في الميتوكندريا وعملية نقل الإلكترون في البلاستيدات الخضراء.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
5–1 كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة؟	
الطاقة الديناميكا الحرارية عملية الأيض عملية البناء الضوئي التنفس الخلوي أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP	**الفكرة الرئيسة** **تستخدم جميع المخلوقات الحية الطاقة للقيام بوظائفها الحيوية.** • تسيطر قوانين الديناميكا الحرارية على انتقال الطاقة وتحولها من شكل إلى آخر في المخلوقات الحية. • تصنّع بعض المخلوقات الحية غذاءها بنفسها، في حين يحصل بعضها الآخر على الطاقة من الغذاء الذي يتناوله. • تُخزن الخلايا الطاقة وتحررها بتفاعلات الهدم والبناء. • الطاقة المتحررة من تحلل جزيء ATP تدعم الأنشطة الخلوية.
5–2 البناء الضوئي	
الثايلاكويد الغرانا الحشوة (اللُّحمة) الصبغة ناقل الإلكترون $NADP^+$ حلقة كالفن إنزيم روبيسكو	**الفكرة الرئيسة** **تتحوّل الطاقة الضوئية بعد امتصاصها إلى طاقة كيميائية في أثناء عملية البناء الضوئي.** • تحتوي النباتات على بلاستيدات خضراء وأصباغ تمتص الضوء، وتحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية. • تمر عملية البناء الضوئي بمرحلتين تضم تفاعلات ضوئية وحلقة كالفن. • في التفاعلات الضوئية تمتص المخلوقات الحية الذاتية التغذي الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية في صورة ATP و NADPH. • في حلقة كالفن تستخدم الطاقة الكيميائية المخزنة في جزيئات ATP و NADPH لإنتاج الكربوهيدرات مثل الجلوكوز.
5–3 التنفس الخلوي	
عملية لاهوائية التنفس الهوائي عملية هوائية التحلّل السكري حلقة كربس التخمر	**الفكرة الرئيسة** **تحصل المخلوقات الحية على الطاقة بتحليل الجزيئات العضوية في أثناء عملية التنفس الخلوي.** • تستخدم العديد من المخلوقات الحية عملية التنفس الخلوي لتحليل الجلوكوز. • تضم مراحل التنفس الخلوي التحلّل السكري، حلقة كربس ونقل الإلكترون. • NADH و $FADH_2$ نواقل إلكترونات مهمة جدًّا في عملية التنفس الخلوي. • تقوم الخلايا بعملية التحلل السكري بواسطة التخمر عند عدم توافر الأكسجين.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

5-1

مراجعة المفردات

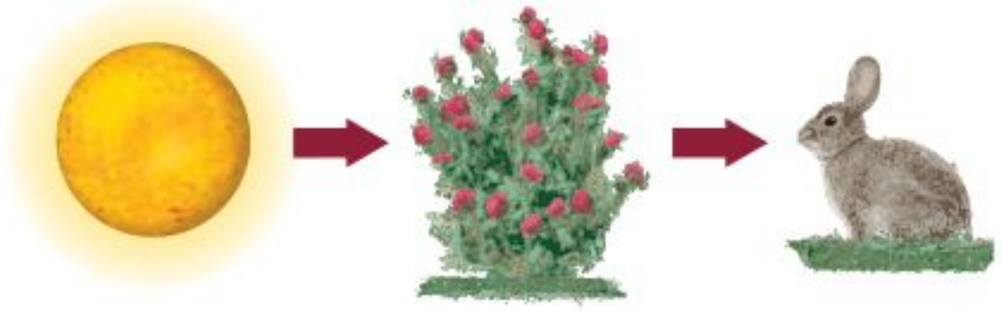
استبدل الكلمة التي تحتها خط بكلمة أخرى من صفحة دليل مراجعة الفصل لتصبح الجملة صحيحة:

1. الذاتية التغذي جزيء الطاقة في الخلية.
2. تسمى دراسة تدفق الطاقة وتحويلها من شكل إلى آخر الطاقة.
3. توجد الطاقة الحيوية في أشكال كثيرة.
4. تسمى التفاعلات الكيميائية المتنوعة التي تنتج الطاقة في الخلية المخلوقات الحية الذاتية التغذي.
5. تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية خلال عملية ضوء الشمس.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

6. أيّ مما يأتي ليس من خصائص الطاقة؟
   a. لا يمكن أن تفنى أو تُستحدث إلا بمشيئة الله.
   b. القدرة على القيام بالعمل.
   c. توجد بأشكال عدة، منها الكيميائية والضوئية والميكانيكية.
   d. تتغير تلقائيًّا من عشوائية إلى منظمة.
7. أيّ المخلوقات الحية الآتية تعتمد على مصادر خارجية للمركبات العضوية؟
   a. الذاتية التغذي.
   b. غير الذاتية التغذي.
   c. الذاتية التغذي الكيميائية.
   d. الذاتية التغذي الضوئية.

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 8.



8. أيّ مما يأتي في هذه السلسلة الغذائية يوفر الطاقة لجزء واحد آخر فقط؟
   a. الذاتية التغذي
   b. غير الذاتية التغذي.
   c. الشمس.
   d. الذاتية التغذي الضوئية.
9. ما الذي تخزنه الخلايا وتطلقه بوصفه مصدرًا رئيسًا للطاقة الكيميائية؟
   a. ATP
   b. ADP^+
   c. $NADP^+$
   d. NADPH

أسئلة بنائية

10. **إجابة قصيرة.** فيم تختلف المخلوقات الحية الذاتية التغذي وغير الذاتية التغذي في طريقة حصولها على الطاقة؟
11. **نهاية مفتوحة.** استخدم التشابه في وصف دور جزيء ATP في المخلوقات الحية.

التفكير الناقد

12. **صِف.** كيف تتحرر الطاقة من جزيء ATP؟
13. **اربط** بين تفاعلات الهدم والبناء، ثم وضح التشابه في العلاقة بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

5-2

مراجعة المفردات

اختر المصطلح الصحيح من صفحة دليل مراجعة الفصل، الذي يمثل كلًّا من التعريفات الآتية:

14. مكان حدوث التفاعلات الضوئية.

15. رزمة من أقراص الثايلاكويد.

16. جزيء ملون يمتص الضوء.

17. عملية يتم فيها تخزين الطاقة في الجزيئات العضوية.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استخدم المعادلة الآتية للإجابة عن السؤال 18.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{طاقة}} C_6H_{12}O_6 + ?$$

18. ما ناتج عملية البناء الضوئي الذي يتحرر إلى البيئة؟

a. CO_2 **c.** O_2

b. H_2O **d.** NH_3

19. أيّ مما يأتي يمثل الغشاء الداخلي للبلاستيدة الخضراء المنظم في صورة أكياس غشائية مسطحة؟

a. الثايلاكويد.

b. الميتوكندريا.

c. الكيس (الغِمد).

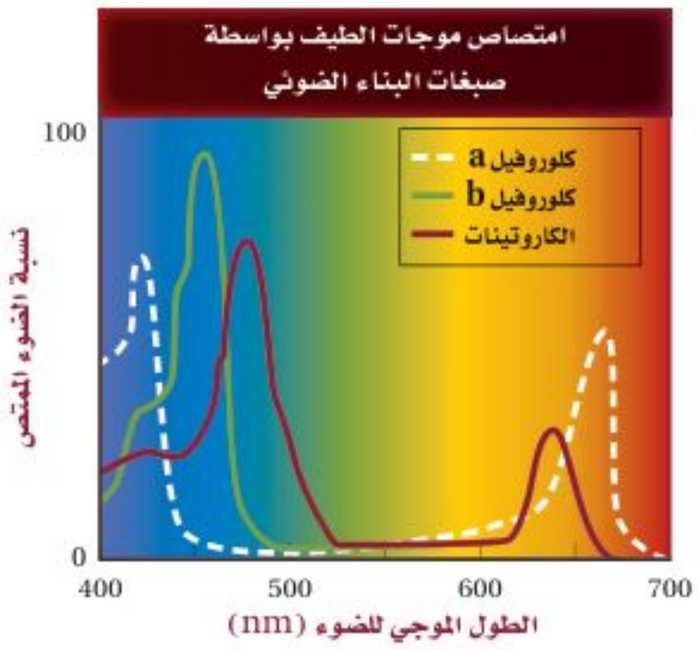
d. الحشوة.

20. ما مصدر الطاقة اللازمة لبناء الكربوهيدرات في أثناء حلقة كالفن؟

a. CO_2 و ATP **c.** NADPH و H_2O

b. ATP و NADPH. **d.** H_2O و O_2.

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤال 21.



21. ما الطول الموجي للضوء الذي تمتص عنده أصباغ الكاروتينات أعلى نسبة من الضوء؟

a. 400 **c.** 600

b. 500 **d.** 700

أسئلة بنائية

22. إجابة قصيرة. لخِّص مراحل عملية البناء الضوئي، وصف أين تحدث كل مرحلة في البلاستيدة الخضراء؟

23. إجابة قصيرة. لماذا يعد تحرير أيونات الهيدروجين ضروريًّا لإنتاج ATP في أثناء عملية البناء الضوئي؟

24. إجابة قصيرة. فسّر لماذا تعتمد حلقة كالفن على التفاعلات الضوئية.

التفكير الناقد

25. فسّر الجملة الآتية: الأكسجين المتحرر من عملية البناء الضوئي مجرد ناتج ثانوي يتكون في أثناء إنتاج جزيئات ATP والكربوهيدرات.

26. توقَّع أثر فقدان الغابات في عملية التنفس الخلوي عند المخلوقات الحية الأخرى.

27. صِف مسارين بديلين لعملية البناء الضوئي في النباتات، واقترح كيف يمكن أن تساعد هذه التكيفات النباتِ؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

تقويم الفصل 5

5-3

مراجعة المفردات

عرّف المفردات الآتية بجملة تامة:

28. حلقة كربس.

29. عمليات التنفس اللاهوائية.

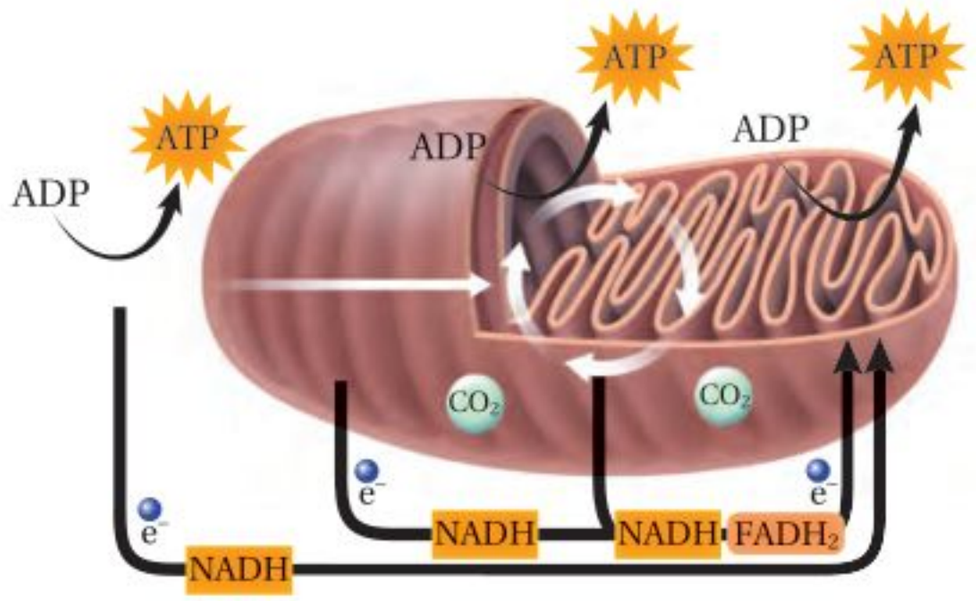
30. التخمُّر.

31. هوائي.

32. التحلّل السكري.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 33 و 34.



33. ما العضية التي يوضحها الشكل أعلاه؟

a. جهاز جولجي. **c.** النواة.

b. الميتوكندريون. **d.** الشبكة الإندوبلازمية.

34. ما العملية التي لا تحدث في العضية في الشكل أعلاه؟

a. التحلّل السكري.

b. حلقة كربس.

c. تحول البيروفيت إلى أستيل CoA.

d. سلسلة نقل الإلكترون.

35. أيّ مما يأتي لا يعد من مراحل التنفس الخلوي؟

a. التحلل السكري. **c.** سلسلة نقل الإلكترون .

b. حلقة كربس. **d.** تخمر حمض اللاكتيك.

36. ما الذي ينتج عند مغادرة الإلكترونات سلسلة نقل الإلكترون في التنفس الخلوي وارتباطها مع المستقبِل النهائي للإلكترونات في السلسلة؟

a. H_2O **c.** CO_2

b. O_2 **d.** CO

37. في نهاية عملية التحلل السكري، ما الجزيء الذي يتم فيه تخزين معظم الطاقة الناتجة عن الجلوكوز؟

a. البيروفيت.

b. أستيل CoA.

c. ATP

d. NADH

أسئلة بنائية

38. إجابة قصيرة. ناقش دور كل من NADH و $FADH_2$ في عملية التنفس الخلوي.

39. إجابة قصيرة. في التنفس الخلوي، ما مصدر الإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترون؟ وما وجهتها النهائية؟

40. إجابة قصيرة. لماذا تشعر بالألم في عضلاتك بعد القيام بتمارين رياضية مرهقة؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443

5 تقويم الفصل

التفكير الناقد

41. **فسّر.** النواتج النهائية في عملية التنفس الخلوي هي: CO_2 و H_2O. من أين جاءت ذرات الأكسجين في جزيء CO_2؟ ومن أين جاءت ذرات الأكسجين في جزيء H_2O؟

42. **استنتج.** ما مزايا عمليات الأيض عند وجود الأكسجين (عمليات هوائية) مقارنة بعمليات الأيض عند غياب الأكسجين (عمليات لاهوائية) من حيث إنتاج الطاقة في المخلوقات الحية؟

43. **قارن** بين نقل الإلكترون في عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

تقويم إضافي

44. الكتابة في علم الأحياء اكتب مقالة توضح أهمية النباتات في نظام بيئي مستخدمًا ما تعرفه عن العلاقة بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

أسئلة المستندات

الكادميوم من العناصر الثقيلة السامة للإنسان والنباتات والحيوانات. وعادة ما يوجد بوصفه أحد الملوثات في التربة. استخدم البيانات الآتية في الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بتأثير الكادميوم في عملية البناء الضوئي في نبات الطماطم.

45. ما أثر عنصر الكادميوم في حجم الورقة، ومحتوى الكلوروفيل، ومعدل البناء الضوئي؟

46. أيّ تركيز من الكادميوم كان له الأثر الأكبر في حجم الورقة، وفي محتوى الكلوروفيل، وفي معدل عملية البناء الضوئي؟

47. توقع الآثار في عملية التنفس الخلوي إذا تناول حيوانٌ الطماطمَ الملوثة بالكادميوم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 - 1443