

كل ما يحتاجه الطالب في جميع الصفوف من أوراق عمل واختبارات ومذكرات، يجده هنا في الروابط التالية لأفضل مواقع تعليمي إماراتي 100 %

<u>تطبيق المناهج الإماراتية</u>	<u>الاجتماعيات</u>	<u>الرياضيات</u>
<u>الصفحة الرسمية على التلغرام</u>	<u>الاسلامية</u>	<u>العلوم</u>
<u>الصفحة الرسمية على الفيسبوك</u>	<u>الانجليزية</u>	
<u>التربية الاخلاقية لجميع الصفوف</u>	<u>اللغة العربية</u>	
<u>التربية الرياضية</u>		
<b>مجموعات التلغرام.</b>	<b>مجموعات الفيسبوك</b>	<b>قنوات تلغرام</b>
<u>الصف الأول</u>	<u>الصف الأول</u>	<u>الصف الأول</u>
<u>الصف الثاني</u>	<u>الصف الثاني</u>	<u>الصف الثاني</u>
<u>الصف الثالث</u>	<u>الصف الثالث</u>	<u>الصف الثالث</u>
<u>الصف الرابع</u>	<u>الصف الرابع</u>	<u>الصف الرابع</u>
<u>الصف الخامس</u>	<u>الصف الخامس</u>	<u>الصف الخامس</u>
<u>الصف السادس</u>	<u>الصف السادس</u>	<u>الصف السادس</u>
<u>الصف السابع</u>	<u>الصف السابع</u>	<u>الصف السابع</u>
<u>الصف الثامن</u>	<u>الصف الثامن</u>	<u>الصف الثامن</u>
<u>الصف التاسع عام</u>	<u>الصف التاسع عام</u>	<u>الصف التاسع عام</u>
<u>الصف التاسع متقدم</u>	<u>الصف التاسع متقدم</u>	<u>الصف التاسع متقدم</u>
<u>الصف العاشر عام</u>	<u>الصف العاشر عام</u>	<u>الصف العاشر عام</u>
<u>الصف العاشر متقدم</u>	<u>الصف العاشر متقدم</u>	<u>الصف العاشر متقدم</u>
<u>الحادي عشر عام</u>	<u>الحادي عشر عام</u>	<u>الحادي عشر عام</u>
<u>الحادي عشر متقدم</u>	<u>الحادي عشر متقدم</u>	<u>الحادي عشر متقدم</u>
<u>ثاني عشر عام</u>	<u>الثاني عشر عام</u>	<u>الثاني عشر عام</u>
<u>ثاني عشر متقدم</u>	<u>ثاني عشر متقدم</u>	<u>ثاني عشر متقدم</u>



## تقديم الوحدة

### انتقال الطاقة

**اسأل الطلاب:** ما الذي يخطر في بالك عند سماع كلمة طاقة؟ قد تتضمن الإجابات الطاقة الكهربائية أو القوة البدنية والقدرة على التحمل. وضح أنّ الطاقة موجودة في أشكال متعددة ويمكن أن تتحول من شكل إلى آخر. اطلب من الطلاب تسمية أشكال الطاقة واكتبها على السبورة. اذكر بعض أمثلة تحوّل الطاقة. يمكن أن تتضمن الإجابات تشغيل جهاز راديو يعمل بالبطارية أو حرق الخشب. ما أهمية الطاقة بالنسبة إلى الحياة؟ ستتنوع الإجابات، لكن ذكّر الطلاب بالمهام المختلفة التي تؤديها الخلايا (مضاعفة الـ DNA وترجمة البروتينات وبناء الكربوهيدرات).

### الفكرة الرئيسية

استكشف الصورة قبل قراءة النص الموجود في هذا القسم. اطلب من الطلاب معاينة الأشكال. **اسأل الطلاب:** في رأيك، ماذا ستتعلم من دراسة هذا القسم؟ طريقة حصول النباتات والحيوانات والكائنات الحية الأخرى على الطاقة واستخدامها ما مصدر هذه الطاقة؟ الشمس ما أنواع الطاقة التي توضحها الأشكال في هذا القسم؟ الطاقة الضوئية والطاقة الكيميائية

### الاهتمام بالبيئة

كلّف الطلاب استخدام قطع قماش نظيفة بدلاً من المناشف الورقية لتنظيف المختبر. أحضر قطع قماش نظيفة في حجم منشفة الوجه مقطوعة من قمصان ومناشف قديمة. يمكن غسل تلك القطع القماشية وإعادة استخدامها. علق قطعة من الخيط عبر الجزء الخلفي من غرفة الصف حيث يستطيع الطلاب تعليق قطع القماش عليها لتجف.



الجلوكوز

البلاستيكية الخضراء

القسم 1 • كيف تحصل الكائنات الحية على الطاقة

القسم 2 • البناء الضوئي

القسم 3 • التنفس الخلوي

الموضوع المحوري الطاقة

الشمس هي مصدر كل الطاقة على سطح الأرض تقريباً.

**النعرة (الرئيسية)** تحوّل عملية البناء الضوئي الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، في حين تُستخدم الطاقة الكيميائية للقيام بالوظائف الحيوية في عملية التنفس الخلوي.

الوحدة 10 • الطاقة الخلوية 273

## الموضوعات

**الاستقصاء العلمي** إنّ التحقيقات العلمية في طريقها للبحث عن وظائف الجسم الفتيلى الأخرى غير إنتاج الطاقة.

**التنوع** ثمة تنوعات في العملية التي تحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.

**الطاقة** تعمل العمليات الخلوية على تكسير الروابط الكيميائية كي تستخدم الطاقة المخزنة فيها.

**الاتزان الداخلي** يتطلب العديد من العمليات الخلوية التي تساعد في الحفاظ على الاتزان الداخلي إدخالاً للطاقة.

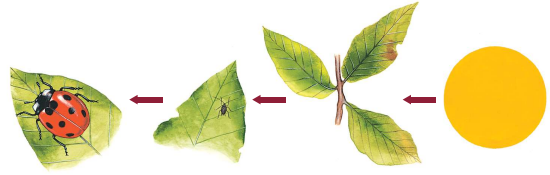
**التغيّر** إنّ تغيّر الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية عبر عملية البناء الضوئي يجعل معظم أشكال الحياة ممكنة.

الوحدة 10 • الطاقة الخلوية 273





الشكل 2 تَعَدُّ الشمس المصدر الرئيس لمعظم الطاقة في الكائنات الحية. وتنتقل الطاقة من الكائنات ذاتية التغذية إلى الكائنات غيرية التغذية. اربط بين قانوني الديناميكية الحرارية والكائنات الحية في هذا الشكل.



الشمس ذاتي التغذية غير ذاتي التغذية غير ذاتي التغذية

ينص القانون الثاني للديناميكية الحرارية على أنّ الطاقة لا تتحول دون فقدان بعض من الطاقة المستخدمة، وتحوّل الطاقة "المفقودة" عادةً إلى طاقة حرارية. يُعَدُّ الإنتروبي مقياس الخلل أو الطاقة غير المستخدمة في نظام ما. لهذا، يمكن أن نطلق على القانون الثاني للديناميكية الحرارية اسم "زيادة الإنتروبي". وتُعتبر السلسلة الغذائية مثالاً واضحاً على القانون الثاني للديناميكية الحرارية. تذكّر أنّ مقدار الطاقة المتوافرة والقابلة للاستخدام يتناقص بين مستوى غذائيّ معين والمستوى الذي يليه ضمن سلسلة غذائية.

**الكائنات ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية** تحتاج كل الكائنات الحية إلى الطاقة لتبقى على قيد الحياة، والشمس هي تقريباً، بشكل مباشر أو غير مباشر، مصدر كل الطاقة في الحياة. تصنع بعض الكائنات الحية غذاءها بنفسها، بينما يحتاج البعض الآخر إلى أن يحصل عليه من كائنات أخرى. فالكائنات ذاتية التغذية هي التي تستطيع صنع غذائها بنفسها، والجدير بالذكر أنّ بعض الكائنات ذاتية التغذية، تستخدم مواد غير عضوية مثل كبريتيد الهيدروجين كمصدر للطاقة وهي تُسمى الكائنات ذاتية التغذية الكيميائية. إنّ بعض الكائنات ذاتية التغذية مثل النبات في الشكل 2، تحوّل الطاقة الضوئية من الشمس إلى طاقة كيميائية، ويُطلق على الكائنات ذاتية التغذية التي تحوّل الطاقة من الشمس اسم الكائنات ذاتية التغذية الضوئية. أما الكائنات غير ذاتية التغذية مثل حشرة البين والدعسوقة في الشكل 2، فتحتاج إلى ابتلاع الطعام وهضمه للحصول على الطاقة.

**المفردات**  
**أصل الكلمة**  
**ذاتي التغذية autotroph**  
مشتقة من الكلمة اليونانية *autotrophos*، وتعني صنع الكائن الحي لغذائه بنفسه.

## م تدريب المهارات

ص م الثقافة المرئية

اطلب من الطلاب التّنبه إلى مصدر الطاقة الذي يستخدمه كل كائن حي مبيّن في الشكل 2.

تواصل مع الطلاب: أنشئ قائمة

بخمسة كائنات غير ذاتية التغذية

غير موجودة في الشكل 2، ثم ابحث

في أنواع الغذاء الذي تتناوله، كائنات

ذاتية التغذية أو كائنات أخرى غير

ذاتية التغذية أو كلاهما.

## ح تطوير المفاهيم

ص م الدعم التدريجي

اسأل الطلاب: ما الطاقة؟ القدرة

على بذل شغل هل يمكن استحداث

الطاقة؟ لا، فالطاقة موجودة في أشكال

متعددة. اذكر بعض أشكال الطاقة.

حرارية، ميكانيكية، مرونية، كيميائية، ضوئية

حلل لماذا تحتاج الكائنات الحية

إلى الطاقة. لتنمو وتحرّك وتتكاثر وما

إلى ذلك، كيف يحصل الإنسان على

الطاقة؟ يحصل الإنسان على الطاقة

بتناول الطعام وهضمه.

## ك دعم الكتابة

ص م ص م كتابة إبداعية

اطلب من الطلاب كتابة قصيدة قصيرة

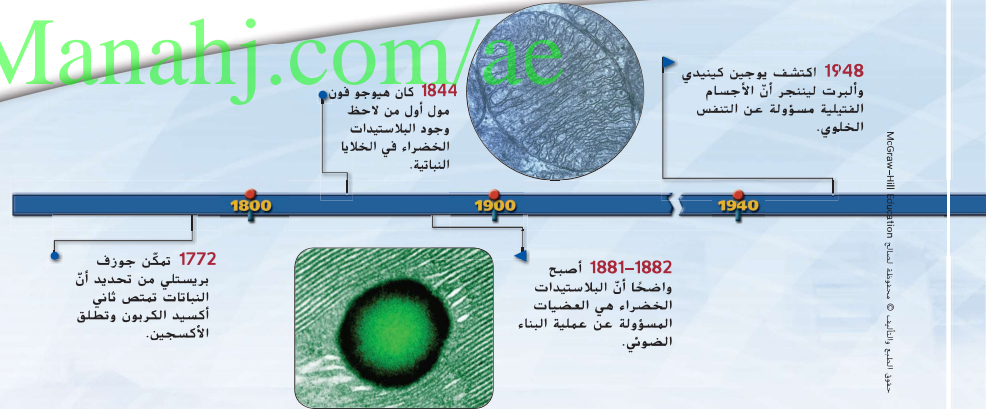
لوصف انتقال الطاقة من الكائنات ذاتية

التغذية إلى الكائنات غير ذاتية التغذية.

شجّع الطلاب على وصف الدور المحوري

للشمس كمصدر للطاقة.

alManahj.com/ae



القسم 1 • كيف تحصل الكائنات الحية على الطاقة 275

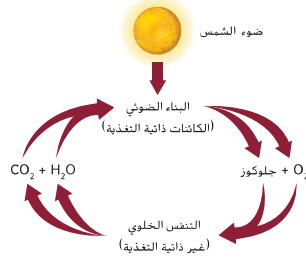
سؤال حول الشكل 2 الطاقة لا تستحدث ولا تفنى عن طريق الكائنات الحية الموجودة في السلسلة الغذائية، لكنها تتحوّل إلى أشكال يمكن استخدامها. أثناء تحوّل الطاقة، يتحوّل بعضها إلى شكل لا يمكن استخدامه - طاقة حرارية - ومن ثمّ يزداد إنتروبي النظام.



## الأبيض

تعرف كل التفاعلات الكيميائية في الخلية باسم **الأبيض الخلوي**. إن سلسلة التفاعلات الكيميائية التي تكون فيها المادة المنتجة من إحدى التفاعلات هي المادة المتفاعلة في التفاعل التالي تُعرف بالمسار الأبيض. وتشمل المسارات الأيضية نوعين رئيسيين: مسارات الهدم ومسارات البناء. تُطلق مسارات الهدم الطاقة نتيجة لتحلل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة. أما مسارات البناء، فتستخدم الطاقة التي أُطلقتها مسارات الهدم في بناء جزيئات كبيرة من جزيئات صغيرة، ويُنتج عن هذه العلاقة بين مسارات الهدم ومسارات البناء تدفق مستمر للطاقة داخل الكائن الحي. تتدفق الطاقة باستمرار بين التفاعلات الأيضية للكائنات الحية في نظام بيئي. إن **البناء الضوئي** عبارة عن مسار بناء تحول فيه طاقة ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية تستخدمها الخلية. في هذا النوع من التفاعل، تستخدم الكائنات ذاتية التغذية الطاقة الضوئية وثاني أكسيد الكربون والماء في تكوين الجلوكوز والأكسجين. يمكن للطاقة المخزنة في الجلوكوز الناتج عن عملية البناء الضوئي أن تنتقل إلى كائنات حية أخرى عند استهلاك هذه الجزيئات في صورة غذاء.

إن **التنفس الخلوي** عبارة عن مسار هدم تحلل فيه الجزيئات العضوية مطلعة طاقة تستخدمها الخلية. في عملية التنفس الخلوي، يُستخدم الأكسجين في تكسير الجزيئات العضوية، فينتج عن ذلك تَكُون ثاني أكسيد الكربون والماء، لاحظ الطبيعة الدورية لهاتين العمليتين في **الشكل 3**، حيث تكون نواتج أحد التفاعلات متفاعلات في التفاعل الآخر.



■ **الشكل 3** في النظام البيئي، يكون البناء الضوئي والتنفس الخلوي دورية. **حدّد** مسارات البناء والهدم في هذا الشكل.

**مراجعة** في ضوء ما قرأته عن أشكال **تحوّل** الطاقة، كيف **تجيب** الآن عن أسئلة التحليل؟

**تتوهم** تطور فهم المحتوى **قوّم** مدى تطور الفهم عندما يراجع الطلاب أسئلة تحليل التجربة الاستهلالية.

## تجربة مصفرة 1

الوقت **المقدّر** 10 min يومياً لمدة يومين  
**احتياطات السلامة** ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

**استراتيجية التدريس** تأكد من أنّ الطلاب يدركون أنّ محلول بروموثيمول الأزرق (BTB) سيعود إلى اللون الأزرق بعد نضاد غاز CO<sub>2</sub> أثناء عملية البناء الضوئي.

### التحليل

النتائج **المتوقّعة** لتغيرات الألوان:

محتويات الأنبوب	المعالجة	اللون الأولي	اللون النهائي
BTB و CO <sub>2</sub> ونبات الأيلوديا	في الظلام	أصفر	أصفر
BTB و CO <sub>2</sub> ونبات الأيلوديا	في الضوء	أصفر	أزرق

1. **بوّض** الأنبوب الملتفوف برفائيق الألمنيوم (الضابط) أنّ النبتة لا تستهلك ثاني أكسيد الكربون إلا في وجود الضوء ومن ثمّ يمكنها القيام بعملية البناء الضوئي. **2.** في عملية البناء الضوئي، تمتص النبتة CO<sub>2</sub> وتحوّله، باستخدام الطاقة الضوئية، إلى جلوكوز وأكسجين. يقوم كل من النبات والحيوان بعملية التنفس الخلوي التي تستخدم الأكسجين في حرق الكربوهيدرات وإنتاج ثاني أكسيد الكربون. بالتالي، تعتمد كلتا العمليتين بعضهما على بعض.

## تجربة مصفرة 1

### ربط البناء الضوئي بالتنفس الخلوي

كيف **يعمل** البناء الضوئي والتنفس الخلوي معاً في النظام البيئي؟ استخدم كاشفاً كيميائياً لمعرفة طريقة انتقال ثاني أكسيد الكربون أثناء عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.



1. **حدّد** المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. **حدّد** جدول بيانات لتسجيل المحتويات وظروف التفاعل واللون في البداية وفي النهاية لأنبوبتي اختبار.
3. أضف 100 mL من محلول بروموثيمول الأزرق (BTB) في إناء. واستخدم **ماصة** لتنفخ برفق في المحلول إلى أن يتحول لونه إلى الأصفر. **تحذير:** لا تنفخ بقوة حتى لا تخرج فقاعات من المحلول أو تصاب بالصداع. وإياك أن تشغط المحلول بالخاصة.
4. ابدأ ثلاثة أرباع كلاً من أنبوبي اختبار كبيرين بمحلول BTB الأصفر اللون.
5. قم بتغطية أحد أنبوبي الاختبار بكامله بورق **الألومنيوم**. ضع غصناً من نبتة مائية طوله 6 cm في كلا الأنبوبين. ثم أدخل السدادات في الأنبوبين. وأخيراً ضعهما في حامل أنابيب مسطحاً عليهما ضوءاً ساطعاً طوال الليل.
6. **سجّل** ملاحظاتك في جدول البيانات.

### التحليل

1. اذكر الهدف من تغطية الأنبوب بورق الألومنيوم.
2. اشرح كيف توضح نتائجك اعتماد البناء الضوئي والتنفس الخلوي بعضهما على بعض.

276 الوحدة 10 • الطاقة الخلوية

## عرض توضيحي

**النموذج** باستخدام مجموعة أدوات نمذجة الجزيء، كوّن هياكل المجموعة ثلاثية الفوسفات لجزيء ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP). مرّر النموذج على الصف حتى يتمكن الطلاب من رؤية النموذج ثلاثي الأبعاد، أو في حال توفر مكونات كافية من مجموعة أدوات نمذجة الجزيء، نظم الطلاب في مجموعات صغيرة ثم اطلب منهم إنشاء نموذج لمجموعة الفوسفات. الوقت **المقدّر**: 20 min

■ **سؤال حول الشكل 3** ينتقل مسار البناء من عملية البناء الضوئي في الكائنات ذاتية التغذية إلى الكائنات غير ذاتية التغذية. وينتقل مسار الهدم من التنفس الخلوي في الكائنات غير ذاتية التغذية إلى الكائنات ذاتية التغذية.

276 الوحدة 10 • الطاقة الخلوية

## التفكير الناقد

اربط

اسأل الطلاب: ما أوجه التشابه بين وظيفة مركّب ATP في الخلية ووظيفة بطارية السيارة؟ تحوّل البطاريات الطاقة الكيميائية المخزنة إلى طاقة ميكانيكية تُمكن السيارات من التحرك، وفي الخلية، عند تحليل مركّب ATP إلى مركّب ADP، تتحوّل الطاقة الكيميائية المخزنة إلى أشكال أخرى من الطاقة يمكن أن تستخدمها الخلية.

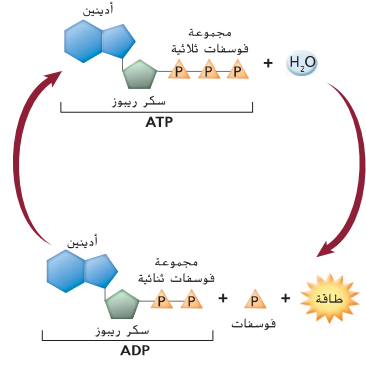
## التقويم التكويني

التقييم

اسأل الطلاب: ما الاختلاف الأساسي بين الكائنات ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية؟ تصنع الكائنات ذاتية التغذية غذاءها بنفسها للحصول على الطاقة؛ في حين تحصل الكائنات غير ذاتية التغذية على الطاقة الغذائية من خلال تناول كائنات حية أخرى.

المعالجة اطلب من أحد الطلاب التطوّع ليعيد قراءة النص أسفل العنوان الكائنات ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية بصوت مرتفع. ثم اطلب من الطلاب تحديد ما إذا كانت كل عبارة من العبارات التالية صواباً أم خطأ:

1. تعتمد الكائنات غير ذاتية التغذية على الكائنات ذاتية التغذية. 2. تعتمد الكائنات ذاتية التغذية على الكائنات غير ذاتية التغذية للحصول على غذائها. 3. تصنع الكائنات ذاتية التغذية غذاءها بنفسها. 4. تصنع الكائنات غير ذاتية التغذية الغذاء باستخدام الطاقة الضوئية.
- 1-صواب، 2-خطأ، 3-صواب، 4-خطأ



الشكل 4 ينتج عن تحلّل جزيء ATP طاقة تدعم الأنشطة الخلوية في الكائنات الحية.

## الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP): وحدة الطاقة الخلوية

**الربط بالكيمياء** للطاقة أشكال عديدة، منها الطاقة الضوئية والطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية والطاقة الكيميائية. ففي الكائنات الحية، تُخزّن الطاقة الكيميائية في الجزيئات الحيوية ويملكها أن تتحوّل إلى أشكال أخرى من الطاقة عند الحاجة. على سبيل المثال، تتحوّل الطاقة الكيميائية المخزنة في الجزيئات الحيوية إلى طاقة ميكانيكية عند انقباض العضلات. ويُعدّ الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) أهم الجزيئات الحيوية التي تزود الخلايا بالطاقة الكيميائية.

**تركيب جزيء ATP** يُعدّ جزيء ATP مخزناً متعدد الأغراض للطاقة الكيميائية التي يمكن للخلايا استخدامها في تفاعلات متنوعة. وبالرغم من وجود جزيئات ناقلة أخرى تنقل الطاقة داخل الخلايا، يُعدّ جزيء ATP ناقل الطاقة الأكثر انتشاراً في الخلايا. حيث أنّه موجود في كل أنواع الكائنات الحية، وكما هو مبين في الشكل 4، فإن جزيء ATP عبارة عن نيوكليوتيد يتكوّن من قاعدة من الأدينين وسكر ريبوز وفلات مجموعات من الفوسفات.

**وظيفة جزيء ATP** يطلق جزيء ATP الطاقة عندما تنكسر الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة، مكوّناً جزيئاً اسمه أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) ومجموعة فوسفات حرة، كما هو مبين في الشكل 4. وتُخزّن الطاقة في الرابطة الفوسفاتية التي تتكوّن عند استقبال جزيء ADP مجموعة فوسفات ليتحوّل إلى جزيء ATP. يتحوّل جزيء ATP إلى جزيء ADP، وبالعكس، عن طريق إضافة مجموعة فوسفات أو إزالتها، كما هو مبين في الشكل 4. وأحياناً يصبح جزيء ADP أدينوسين أحادي الفوسفات (AMP) عن طريق فقدان مجموعة فوسفات أخرى. تجدر الإشارة إلى أنّ مقدار الطاقة المنطلقة من هذا التفاعل أقلّ، لذا فإن معظم تفاعلات الطاقة في الخلايا تتضمن جزيئات ATP و ADP.

alManahj.com/ae

## القسم 1 التقويم

ملخص القسم

- إن قانون الديناميكية الحرارية يضيحان انتقال الطاقة وتحوّلها في الكائنات الحية.
- تصنع بعض الكائنات غذاءها بنفسها، في حين يحصل بعضها الآخر على الطاقة من الطعام الذي يتلعه وتضمه.
- تُخزّن الخلايا الطاقة وتطلقها من خلال تفاعلات الهدم والبناء المتراطة.
- إنّ الطاقة المنطلقة من تحلّل جزيء ATP هي التي تحرك الأنشطة الخلوية.

فهم الأفكار الأساسية

1. اشرح (أساسية) حدّد المصدر الرئيس للطاقة في الكائنات الحية.
2. اذكر مثالا على قانون الديناميكية الحرارية الأول.
3. قارن وقابل بين مسارات البناء ومسارات الهدم.
4. اشرح الطريقة التي يخزّن بها جزيء ATP الطاقة ويحررها.

فكّر بشكل ناقد

(الكتابة في) علم الأحياء

5. اكتب مقالاً تصف فيه قوانين الديناميكية الحرارية، واستخدم أمثلة من علم الأحياء لتدعم أفكارك.
6. ابتكر تشبيهاً لتصف العلاقة بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

القسم 1 • كيف تحصل الكائنات الحية على الطاقة 277

## القسم 1 التقويم

1. ضوء الشمس

2. تتحوّل الطاقة المخزنة في الغذاء إلى طاقة كيميائية تُم إلى طاقة ميكانيكية عند تحرك العضلات لبذل شغل.
3. تُحلّل مسارات الهدم الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة، وتبني مسارات البناء جزيئات كبيرة من الجزيئات الصغيرة.
4. يتكوّن مركّب ATP من ADP؛ تُخزّن الطاقة في روابط الفوسفات وتنتقل عندما يتحلل مركّب ATP مائياً إلى ADP.

5. القانون الأول: الطاقة لا تستحدث ولا تفتنى؛ في البناء الضوئي، تتحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية (جلوكوز).
- القانون الثاني: تتغيّر الأنظمة بشكل طبيعي من حالة النظام إلى الفوضى.
6. نموذج التشبيه: تحوّل الطاقة الكيميائية في البطارية إلى طاقة صوتية في الراديو.

القسم 1 • كيف تحصل الكائنات الحية على الطاقة 277

## القسم 2

### الفكرة الأساسية

د م ه م ف م طاقة الشمس

**أسأل الطلاب:** ما فائدة البناء الضوئي للإنسان؟ تُنتج تفاعلات البناء الضوئي الأكسجين الذي يتنفسه الإنسان، كما أنها تُنتج الطاقة الغذائية في النباتات التي يتغذى عليها الإنسان. كيف تستفيد النباتات من البناء الضوئي؟ يُمكن البناء الضوئي النباتات من إنتاج جزيئات الكربون التي تمثّل مخزونًا للطاقة.

### ح تطوير المفاهيم

د م ه م ف م

**توضيح مفهوم خاطئ** اعرض صورًا للتربة والماء والمعادن والسماء لتمثيل الهواء.

**أسأل الطلاب:** هل يوقر الهواء أو التربة أو الماء أو المعادن الطاقة اللازمة للبناء الضوئي؟ لا، فيصدر الطاقة الوحيد للبناء الضوئي هو الطاقة الضوئية. ذكّر الطلاب أنّ النباتات الخضراء تستخدم ثاني أكسيد الكربون والبناء في البناء الضوئي، لكنّ الطاقة التي تحقّق تلك العملية تأتي من الضوء، الذي يكون ضوء الشمس في العادة.

### تدريب المهارات

د م ه م ف م التعلّم التعاوني

**الثقافة المرئية** كلف الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لخص الأشكال الموجودة في هذا القسم. ثم اطلب منهم مناقشة ما يرونه في الأشكال وإعداد قائمة بالمعلومات التي يحددها من الأشكال. بمجرد انتهاء الطلاب من قراءة القسم، اطلب منهم إضافة المعلومات الإضافية إلى الملاحظات التي دونوها بناءً على الرسومات التوضيحية فقط.

**ف م** اطلب من الطلاب شرح عملية البناء الضوئي بناءً على المعلومات الموجودة في الأشكال.

## القسم 2

### تمهيد للقراءة

#### الأسئلة المهمة

- ما هما مرحلتا عملية البناء الضوئي؟
- ما وظيفة البلاستيدة الخضراء أثناء التفاعلات الضوئية؟
- كيف يمكن وصف عملية نقل الإلكترون ورسبها في مخطط؟

#### مفردات للمراجعة

الكربوهيدرات  
الكاربوهيدرات  
carbohydrate: مركبات عضوية تحتوي فقط على الكربون والهيدروجين والأكسجين بنسبة 1:2:1 عادة

#### مفردات جديدة

النايلوكويد  
الحبيبة الكلوروفيلية (الجرانم)  
stroma  
الخشوة  
الصبغة  
NADP<sup>+</sup>  
حلقة كالسن  
روبيسكو  
thylakoid granum (الجرانم)  
stroma  
pigment  
NADP<sup>+</sup>  
calvin cycle  
rubisco

## البناء الضوئي

**الفكرة الأساسية** أثناء عملية البناء الضوئي، تُحبس الطاقة الضوئية وتحوّل إلى طاقة كيميائية.

**روابط من القراءة بالحياة اليومية** تتحوّل الطاقة من حولنا كل يوم، فالبطاريات تُحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، وتحوّل أجهزة الراديو الطاقة الكهربائية إلى طاقة تحملها الموجات الصوتية، وبطريقة مشابهة، تُحوّل بعض الكائنات ذاتية التغذية الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية من خلال عملية البناء الضوئي.

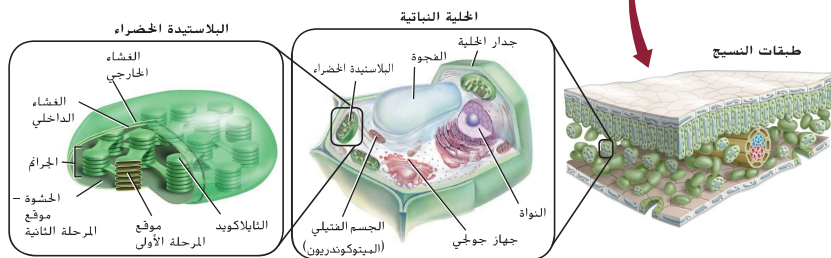
### نظرة عامة على عملية البناء الضوئي

إن معظم الكائنات ذاتية التغذية، ومنها النباتات، تصنع مركبات عضوية مثل السكريات من خلال عملية تُسمى البناء الضوئي. تدكّر أنّ عملية البناء الضوئي هي عملية تتحوّل فيها الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية، في ما يلي المعادلة الكيميائية الشاملة لعملية البناء الضوئي.



تحدث عملية البناء الضوئي على مرحلتين. يحدث كل منهما في أحد الموقعين الموضّحين في الشكل 5 في المرحلة الأولى تحدث تفاعلات ضوئية، حيث تُمنص الطاقة الضوئية ثم تُحوّل إلى طاقة كيميائية في صورة جزيئات من أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) و NADPH. أما في المرحلة الثانية، فتحدث تفاعلات لاضوئية، حيث تُستخدم جزيئات ATP و NADPH التي تكونت في المرحلة الأولى لإنتاج الجلوكوز الذي يمكن أن يتحد لاحقًا مع جزيئات أخرى من السكريات البسيطة لتكوين جزيئات أكبر حجمًا. تكون عبارة عن كربوهيدرات معقّدة مثل التشويات. تدكّر أنّ الكربوهيدرات تتكوّن من وحدات متكررة من جزيئات عضوية أصغر حجمًا. يمكن للنواتج النهائية لعملية البناء الضوئي أن تُستخدم في تكوين جزيئات عضوية أخرى مثل البروتينات والدهون والأحماض النووية.

الشكل 5 تحدث عملية البناء الضوئي داخل عضيات صغية تُسمى البلاستيدات الخضراء.



278 الوحدة 10 • الطاقة الخلوية

يمكن استخدام التجربة الواردة في نهاية الوحدة في هذه المرحلة من الدرس.

التعليم عملية اجتماعية، وهو يمثّل النمو، وليس استعدادًا للحياة، بل هو الحياة نفسها"

جون ديوي



## تجربة مصفرة 2

الوقت المقدّر 15 min

مواد إضافية ماء البركة وعينات من طحالب الماء العذبة وشرائح ميكروسكوب فارغة وأغطية للعينات

احتياطات السلامة ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

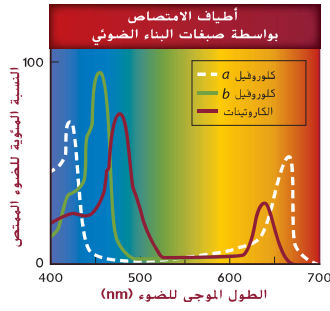
استراتيجيات التدريس

- يُمكن ملاحظة البلاستيدات الخضراء داخل خلايا الطحالب بسهولة عند فحصها باستخدام أعلى مستويات التكبير للمجهر.
- يُهَيِّز شرائح من عينات أوراق نباتية عن طريق قطع أجزاء قُطرية من طرف الورقة بالمشروط ووضع الشرائح الرفيعة على شريحة فارغة وتغطيتها بغطاء العيّنة.
- شجّع الطلاب على التركيز على طبقة واحدة في كل مرة في الأوراق متعددة الطبقات.

التنظيف والتخلص من النفايات تخلّص من ماء البركة أو أعدها مع كل عينات الطحالب مرةً أخرى إلى أنظمتها البيئية.

التحليل

1. يتنوع حجم البلاستيدات الخضراء وشكلها بين كروي أو بيضاوي إلى غير منتظم. ويتنوع لونها بين الأخضر الفاتح إلى الداكن ويمكن أن تحتوي على كميات مختلفة من الكلوروفيل.
2. توجد أنواع مختلفة من الكلوروفيل بألوان مختلفة، كما توجد صبغات أخرى تساهم في عملية البناء الضوئي.



الشكل 6 تختلف الأصباغ الملونة الموجودة في أوراق الأشجار من حيث قدرتها على امتصاص أطوال موجية معينة من الضوء. كَوْنُ فرضية حول تأثير عدم احتواء النبات على الكلوروفيل (b) في عملية امتصاص الضوء.

## المرحلة الأولى: التفاعلات الضوئية

يُعدّ امتصاص الضوء الخطوة الأولى في عملية البناء الضوئي وتحتوي النباتات على عضيات خاصة لامتصاص الطاقة الضوئية. وبعد امتصاص الطاقة، يتكون جزئياً تخزين للطاقة هما NADPH و ATP لاستخدامهما في التفاعلات اللاضوئية.

**البلاستيدات الخضراء** تمتص عضيات كبيرة، تُسمى البلاستيدات الخضراء، الطاقة الضوئية في الكائنات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي. في النباتات، تتواجد هذه البلاستيدات بشكل رئيس في خلايا الأوراق. وكما هو مبيّن في الشكل 5، فإن البلاستيدات الخضراء هي عبارة عن عضيات قرصية الشكل تحتوي على حبيبتين ضروريين لعملية البناء الضوئي. يُعرف الحبيبتين الأولى بالثايلاكويد. **الثايلاكويدات** هي أغشية مسطحة تشبه الأكياس ترتب في مجموعات متراصة، تُسمى **الحبيبات الكلوروفيلية** (الجرانا)، وتحدث التفاعلات الضوئية في الثايلاكويدات. أما الحبيبتين الثانية، فيسمى **الحشوة**، وهي مساحة ممثلة بالسائل تقع خارج الحبيبات الكلوروفيلية وتحدث فيها التفاعلات اللاضوئية في المرحلة الثانية من عملية البناء الضوئي.

**الأصباغ** إن الجزيئات الملونة الماصة للضوء تُسمى **الأصباغ**. وتتواجد في أغشية الثايلاكويد في البلاستيدات الخضراء، وتمتص الأصباغ المختلفة أطوالاً موجية معينة من الضوء كما هو مبيّن في الشكل 6. يُعدّ الكلوروفيل أهم الأصباغ الماصة للضوء في النباتات. وتوجد عدة أنواع من أصباغ الكلوروفيل، لكن النوعين الأكثر انتشاراً هما الكلوروفيل (a) والكلوروفيل (b). وقد يختلف تركيب الكلوروفيل من جزيء إلى آخر، مما ينتج لجزيئات الكلوروفيل المميزة امتصاص الضوء في مناطق فريدة من الطيف المرئي. في العموم، يمتص الكلوروفيل الضوء بقوة أكبر في منطقتي الضوء البنفسجي - الأزرق من طيف الضوء المرئي، بينما يعكس الكلوروفيل الضوء في المنطقة الخضراء من الطيف، وهذا ما يجعل الإنسان يرى أجزاء النباتات التي تحتوي على الكلوروفيل خضراء اللون.

التأكد من فهم النص مبيّن بين الثايلاكويد والحشوة.

## تجربة مصفرة 2

### ملاحظة البلاستيدات الخضراء

كيف تبدو البلاستيدات الخضراء؟ إن غالبية الأنظمة البيئية والكائنات الحية في العالم تعتمد على عضيات صغيرة جداً تُسمى البلاستيدات الخضراء. اكتشف كيف تبدو البلاستيدات الخضراء في هذا التحقيق.

الإجراءات

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. استخدم المجهر لملاحظة شرائح الخلايا النباتية وشرائح الطحالب.
3. حدّد البلاستيدات الخضراء في الخلايا التي تلاحظها.
4. أنشئ جدول بيانات لتسجيل ملاحظتك، وارسم شكل البلاستيدات الخضراء في الخلايا.

التحليل

1. قارن وقابل بين الخصائص الفيزيائية للبلاستيدات الخضراء التي لاحظتها في الخلايا المختلفة.
2. كَوْنُ فرضية حول سبب الاختلاف في لون أوراق النباتات.

القسم 2 • البناء الضوئي 279

- سؤال حول الشكل 6 بدون وجود الكلوروفيل
- b. ستمتصّ النبتة الضوء بكمية أقل، مما قد يسبب نقصاً في معدل حدوث البناء الضوئي.

التأكد من فهم النص تمثّل الثايلاكويدات الأغشية التي تحدث فيها التفاعلات الضوئية. أما الحشوة، فهي الحيز الموجود خارج الحبيبات الكلوروفيلية والذي تحدث فيه التفاعلات اللاضوئية.

### مقتطف من بحث

**حل المشكلات** تشير البحوث في مجال التربية إلى أنّ إنجاز الطلاب سيتحسن عندما يحصلون على تعليمات مباشرة حول طريقة حل مشكلات من الحياة اليومية. وتوفّر التجربة المصفرة الواردة في هذه الصفحة فرصة للطلاب للتدريب على مهارات حل المسائل وحفظ المفاهيم التي تعلموها بصورة أفضل. (شارلز وليستر، 1984)

القسم 2 • البناء الضوئي 279



تحتوي معظم الكائنات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي على أصباغ ثانوية بالإضافة إلى أصباغ الكلوروفيل. هذه الأصباغ تسمح للنباتات بامتصاص طاقة ضوئية إضافية من مناطق أخرى في الطيف المرئي. ومن هذه الأصباغ مجموعة أصباغ الكاروتينات، مثل  $\beta$ -كاروتين (بيتا كاروتين)، التي تمتص الضوء بشكل رئيس من المناطق الزرقاء والخضراء من الطيف. بينما تعكس غالبية الضوء في المناطق الصفراء والبرتقالية والحمراء منه. وتُنتج أصباغ الكاروتينات ألوان الجزر والبطاطا الحلوة.

تكون أصباغ الكلوروفيل أكثر وفرة من غيرها في الأوراق. وبالتالي تُخفي ألوان الأصباغ الأخرى. مع ذلك، قد يتميز الخريف في مناطق معينة من مزارع الإمارات العربية المتحدة بدرجات من ألوان الأصفر والأحمر والبرتقالي عندما تُغَيَّر الأوراق ألوانها كما هو موضح في الشكل 7. فبينما تستعد الأشجار لغدغان أوراقها قبل الشتاء، تتحلل جزيئات الكلوروفيل، كاشفة عن ألوان الأصباغ الأخرى.



الشكل 7 عندما يتحلل الكلوروفيل في أوراق بعض الأشجار، تُصبح الأصباغ الأخرى مرئية.

**نقل الإلكترون** إن تركيب غشاء الثايلاكويد يُعدّ الأساس للانتقال الفاعل للطاقة أثناء عملية نقل الإلكترون. وتتميز أغشية الثايلاكويد بمساحة سطح كبيرة، مما يوفر الحيز اللازم لاحتواء أعداد كبيرة من الجزيئات الناقلة للإلكترونات، بالإضافة إلى نوعين من البروتينات المعقّدة، تُسمى الأنظمة الضوئية. يحتوي كل من النظام الضوئي I والنظام الضوئي II على أصباغ ماصة للضوء وبروتينات تلعب أدوارًا مهمة في التفاعلات الضوئية. راجع الشكل 8 أثناء متابعة القراءة عن عملية نقل الإلكترون.

- أولاً، تُنقل الطاقة الضوئية الإلكترونية في النظام الضوئي II. وتسيب الطاقة الضوئية أيضًا انقسام جزيء من الماء، محررة إلكترونًا إلى نظام نقل الإلكترون، وأيون هيدروجين ( $H^+$ ). يسمى أيضًا بروتونًا. إلى حيز الثايلاكويد، وغاز الأكسجين ( $O_2$ ) يوصف ناتجًا لا دور له في العملية. ويُعدّ تحلل جزيئات الماء ضروريًا لحدوث عملية البناء الضوئي.
- تنتقل الإلكترونات المستنارة من النظام الضوئي II إلى جزيء مستقبل للإلكترون في غشاء الثايلاكويد.
- بعد ذلك، ينقل الجزيء المستقبل للإلكترون الإلكترونات إلى النظام الضوئي I عبر سلسلة من نواقل الإلكترونات.
- بوجود الضوء، ينقل النظام الضوئي I الإلكترونات إلى بروتين يُعرف بالفيرودوكسين، وتُستبدل الإلكترونات التي فقدها النظام الضوئي I بالكترونات واردة من النظام الضوئي II.
- أخيرًا، ينقل الفيرودوكسين الإلكترونات إلى ناقل الإلكترونات  $NADP^+$  مُكوّنًا جزيء تخزين الطاقة NADPH.

**الأسموزية الكيميائية** يترافق إنتاج جزيئات ATP مع عملية نقل الإلكترون من خلال عملية تُعرف بالأسموزية الكيميائية، وهي البية تُنتج جزيئات ATP بفعل تدفق الإلكترونات مع منحدر التركيز، ولا يختص أهمية تحلل جزيئات الماء على توفير الإلكترونات اللازمة لبدء سلسلة نقل الإلكترون. بل أيضًا على توفير البروتونات ( $H^+$ ) اللازمة لتحفيز بناء جزيئات ATP أثناء عملية الاسموزية الكيميائية. تتراكم أيونات  $H^+$  التي أُطلقت أثناء عملية نقل الإلكترون على الجهة الداخلية للثايلاكويد. كنتيجة لارتفاع تركيز أيونات  $H^+$  داخل الثايلاكويد، وانخفاض تركيز أيونات  $H^+$  في الحشوة، تنتشر بروتونات  $H^+$  على طول منحدر التركيز خارج الجهة الداخلية للثايلاكويد وصولًا إلى الحشوة عبر قنوات أيونية ممتدة على الغشاء. كما هو موضح في الشكل 8. يذُكر أنّ هذه القنوات هي عبارة عن إنزيمات تُسمى إنزيمات بناء جزيئات ATP، ومع كل انتقال لأيونات  $H^+$  عبر هذه الإنزيمات، تتكوّن جزيئات ATP في الحشوة.

✓ **التأكد من فهم النص** لخص وظيفة الماء أثناء الاسموزية الكيميائية في عملية البناء الضوئي.

## ق استراتيجية القراءة

ص م ق التصفح والأسئلة والقراءة

والتذكر والمراجعة (SQ3R) اطلب

من الطلاب تصحّح النص الذي يحمل عنوان نقل الإلكترون. مع التركيز على المفردات، واطلب منهم أن يكتبوا ثلاثة أسئلة على الأقل عن المفاهيم الأساسية.

سؤال نموذجي: لماذا يُعدّ جزيء  $NADP^+$  مهمًا لنقل الإلكترون في البناء الضوئي؟

ثم اطلب منهم قراءة الفقرة التي تحمل عنوان نقل الإلكترون. مع تدوين الملاحظات المرتبطة بالأسئلة التي كتبوها. وفي النهاية، اطلب منهم تذكّر المفردات ومراجعة النص لفهم المعاني.

## ك دعم الكتابة

د م ص التعمّن التعاوني

كتابة إبداعية نظّم الطلاب في مجموعات مكوّنة من خمسة أفراد واطلب من كل مجموعة كتابة قصة فكاهية تُلخّص المرحلة الضوئية من البناء الضوئي. يجب أن تتضمن القصة الفكاهية أدوار الصبغات مثل أصباغ الكلوروفيل والكاروتينات بالإضافة إلى تصوير نقل الإلكترون وتحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية. اطلب من الطلاب تمثيل قصصهم الفكاهية.

## ن التفكير الناقد

ص م ق قارن اطلب من الطلاب

استخدام تشبيه لربط تفاعلات البناء الضوئي في النباتات مع نشاط يؤدونه يوميًا. على سبيل المثال، يمكن ربط البناء الضوئي بالاستماع إلى الراديو. تلتقط أجزاء الراديو طاقة موجات الراديو مثلما تمتص البلاستيدات الخضراء الطاقة الضوئية. تُستخدم الطاقة الموجودة في الراديو لإنتاج الصوت، وتُستخدم الطاقة الضوئية الموجودة في النبات لإنتاج الغذاء.

## عرض توضيحي

**البناء الضوئي** املأ عدة أزواج من أنابيب الاختبار حتى نصفها بحلول الفينول الأحمر. يظهر مؤشر الرقم الهيدروجيني باللون الأحمر عندما يكون الرقم الهيدروجيني 7 أو أكثر (قاعدة) ويظهر باللون الأصفر الباهت عندما يكون الرقم الهيدروجيني أقل من 7 (حمض). استخدم قصبات المصّ لشفخ الهواء، الذي يحتوي على  $CO_2$ . في أنبوب واحد من كل زوج حتى يتحوّل لون الفينول الأحمر إلى الأصفر. أضف غصنًا من نبات الإيلوديا إلى الأنابيب التي تحتوي على المحلول الأصفر. لا إلى المحلول الأحمر. ضع أنابيب الاختبار تحت مصباح مكتب أو مصدر آخر للضوء لمدة 15-20 min. يجب أن يتحوّل لون المحلول الأصفر إلى الأحمر مجددًا كما يجب أن تتكوّن فقاعات صغيرة من الأكسجين في الأنابيب التي تحتوي على نبات الإيلوديا حيث يبدأ النبات في امتصاص  $CO_2$  والقيام بعملية البناء الضوئي. الوقت المقدّر: 25 min

✓ **التأكد من فهم النص** يوقّر تحلّل الماء الإلكتروني للقيام بعملية نقل الإلكترون وأيونات هيدروجين.





## ح تطوير المفاهيم

دم ه م ق م

توضيح مفهوم خاطئ

أسأل الطلاب: ما الذي يتبادر إلى ذهنك عندما تسمع المصطلح

عضوي؟ قد يعتقد الطلاب أنّ عضوي تعني "طبيعي". كما في "الأغذية الطبيعية".

ذكر الطلاب أنه عند استخدام المصطلح عضوي في الكيمياء أو العلوم الأحيائية، فإنه يشير إلى المركبات التي تحتوي على الكربون. على الرغم من أنّ ثاني أكسيد الكربون ليس مركبًا عضويًا في حد ذاته، إلا أنه يساهم بمتنصر الكربون في تكوين المركبات العضوية. وتتوافر المركبات العضوية في الكائنات الحية وبقاياها.

## ق استراتيجية القراءة

دم ه م ق م

الذي يحمل عنوان المرحلة الثانية: حلقة كالفن. كلف الطلاب إعداد مخطط يضمّ أعمدة بهذه العناوين: ما أعرفه وما أريد أن أتعلمه وما تعلمته. واطلب منهم الاطلاع على النص الذي يتناول موضوع حلقة كالفن وملء العمود الأول. عندما يبدأ الطلاب العمود الثاني، شجّعهم على التنبّه إلى تركيبات الجزيئات التي تكوّنت أثناء حلقة كالفن في الشكل 9. بعد أن يقرأ الطلاب النص الموجود في هذه الصفحة، اطلب منهم ملء العمود الأخير.

سؤال حول الشكل 9 في الجلوكون والجزيئات العضوية الأخرى (الفركتوز والنشا): اقبل كذلك بمركّب G3P

## المرحلة الثانية: حلقة كالفن

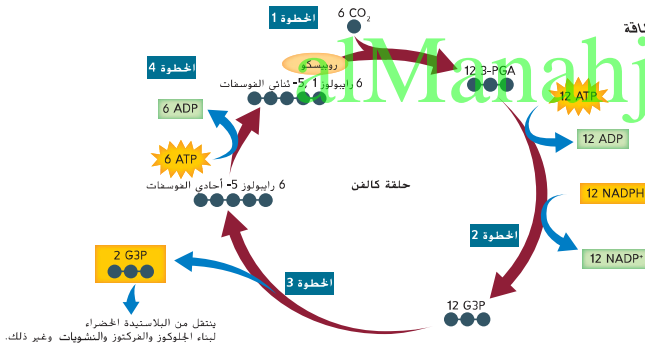
على الرغم من أنّ جزيئات NADPH وجزيئات ATP تزوّد الخلايا بكميات كبيرة من الطاقة، إلا أنها غير مستقرة بما يكفي لتخزين الطاقة الكيميائية لفترات زمنية طويلة. لذلك، ثمة مرحلة ثانية لعملية البناء الضوئي تُسمى **حلقة كالفن**، تُخزّن فيها الطاقة في جزيئات عضوية مثل الجلوكوز. ويُشار إلى تفاعلات حلقة كالفن بمصطلح التفاعلات اللاضوئية أيضًا. راجع الشكل 9 أثناء تعلم خطوات حلقة كالفن.

- في الخطوة الأولى من حلقة كالفن، التي تُعرف بتثبيت الإلكترون، تتحد ستة جزيئات من ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) مع ستة مركّبات خماسية الكربون لتكوّن اثني عشر جزيئًا ثلاثي الكربون يُسمّى 3-حمض جلسرين أحادي الفوسفات (3-PGA). وتُعرف عملية اتحاد ثاني أكسيد الكربون مع الجزيئات العضوية الأخرى بتثبيت الكربون.
- في الخطوة الثانية، تنتقل الطاقة الكيميائية المخزّنة في جزيئات ATP وNADPH إلى جزيئات 3-PGA لتكوّن جزيئات عالية الطاقة تُعرف بجليسرالدهايد 3-فوسفات (G3P). وتوفّر جزيئات ATP مجموعات الفوسفات اللازمة لتكوّن جزيئات G3P. بينما توفّر جزيئات NADPH أيونات الهيدروجين والإلكترونات.
- في الخطوة الثالثة، ينصل جزيئا G3P عن الحلقة ليستخدمًا في إنتاج الجلوكوز وغيره من المركّبات العضوية.
- في الخطوة الأخيرة من حلقة كالفن، يُحوّل إنزيم يُسمى **روبيسكو** جزيئات G3P العشرة المتبقية إلى جزيئات خماسية الكربون تُسمى رايبولوز 1، 5-ثنائي الفوسفات (RuBP). وتتحد هذه الجزيئات مع جزيئات جديدة من ثاني أكسيد الكربون لتستمر الحلقة. نظرًا إلى أنّ إنزيم روبيسكو يُحوّل جزيئات ثاني أكسيد الكربون غير العضوية إلى جزيئات عضوية يمكن للخلية استخدامها، فإنه يُعتبر أحد أكثر الإنزيمات الحيوية أهمية. يضاف إلى ذلك أنّ النباتات تستخدم السكريات المتكوّنة أثناء حلقة كالفن كمصدر للطاقة وأيضًا كوحدات بناء للكربوهيدرات المعقّدة، ومنها السيلولوز الذي يوفر الدعم الهيكلي للنباتات.

### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

عالم الكيمياء النباتية عالم الأحياء الذي يدرس النواتج الكيميائية للنباتات هو عالم الكيمياء النباتية. ويمكن أن يعمل علماء الكيمياء النباتية في مجال الأبحاث الطبية للوصول إلى علاجات جديدة للأمراض.

الشكل 9 تربط حلقة كالفن ثاني أكسيد الكربون مع المركّبات العضوية داخل حشرة البلاستيدات الخضراء. حدّد المركّب الذي تُخزّن فيه الطاقة في نهاية حلقة كالفن.



282 الوحدة 10 • الطاقة الخلوية



الشكل 10 نبات الأناناس مثال على نباتات أيض الحمض العصاري.

## مسارات بديلة

قد تؤثر البيئة التي يعيش فيها الكائن الحي في إمكان تحفيقه عملية البناء الضوئي، إذ إن النباتات التي تنقل فيها كميات الماء أو ثاني أكسيد الكربون عن المستوى اللازم قد تقلل من قدرة الكائن الحي على تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية خلال عملية البناء الضوئي. فعلى سبيل المثال، تتعرض النباتات التي تعيش في البيئات الحارة والجافة إلى نقص حاد في الماء مما قد يؤدي إلى انخفاض معدلات البناء الضوئي. لذلك، فإن لعدد كبير من النباتات التي تعيش في مناخات قاسية مسارات بديلة للبناء الضوئي تمكنها من تحويل الحد الأقصى من الطاقة.

**نباتات C<sub>4</sub>** يُعرف المسار التكويني الذي يساعد النباتات في الحفاظ على عملية البناء الضوئي ويقلل من فقدان الماء بالمسار C<sub>4</sub>. ويحدث مسار C<sub>4</sub> في نباتات مثل قصب السكر والذرة. وتُعرف هذه النباتات بنباتات C<sub>4</sub> لأنها تُنتج ثاني أكسيد الكربون في شكل مركبات رباعية الكربون بدلاً من الجزيئات ثلاثية الكربون أثناء حلقة كالفن. فضلاً عن ذلك، تتمتع نباتات C<sub>4</sub> أيضاً بتعدلات هيكلية مهمة في ترتيب الخلايا داخل الأوراق. وعموماً، تعمل نباتات C<sub>4</sub> على إغلاق ثغورها (ثغوب في خلايا النبات) أثناء الأيام الحارة، بينما تنتقل المركبات رباعية الكربون إلى خلايا خاصة حيث يدخل فيها ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) حلقة كالفن. مما يسمح باستهلاك كمية كافية من ثاني أكسيد الكربون بالتزامن مع تقليل فقدان الماء.

**نباتات أيض الحمض العصاري (CAM)** إن المسار التكويني الآخر الذي تستخدمه بعض النباتات لتحقيق عملية بناء ضوئي فائقة الفاعلية يُعرف بأبيض الحمض العصاري (البناء الضوئي بأبيض الحمض العصاري). ويحدث هذا المسار في النباتات الحافظة للماء التي تعيش في الصحاري والمستنقعات المالحة، وغيرها من البيئات التي يتعذر فيها الحصول على الماء. تسمح نباتات أيض الحمض العصاري، مثل الصبار ونبات الأوركيد والآناس كما في الشكل 10، لتأني أكسيد الكربون بالدخول إلى الأوراق في الليل فقط، وذلك عندما يكون الجو أكثر برودة ورطوبة. أثناء الليل، تقوم تلك النباتات بتثبيت ثاني أكسيد الكربون في مركبات عضوية، أما خلال النهار، ينطلق ثاني أكسيد الكربون من تلك المركبات ثم يدخل حلقة كالفن. إضافة إلى ذلك، يسمح هذا المسار بالحصول على كمية كافية من ثاني أكسيد الكربون مع تقليل فقدان الماء.

## التفكير الناقد

### توقع

اسأل الطلاب: ما الهدف من البناء

الضوئي؟ تحويل الطاقة الشمسية إلى

طاقة كيميائية مخزنة في روابط الجلوكوز

هل يحدث ذلك في التفاعل الضوئي؟

لا أين سيحدث هذا التحول؟ في حلقة

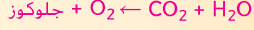
كالفن

## التقييم التكويني

### التقييم

اسأل الطلاب: ما المعادلة الكيميائية

للبناء الضوئي؟ في وجود الطاقة الضوئية



اطلب من الطلاب ربط مصدر تلك

المتفاعلات مع العضيات الخلوية التي

تحدث فيها التفاعلات.

المعالجة اطلب من الطلاب كتابة عبارة

تشرح البناء الضوئي، واطلب منهم أيضاً

تبادل الأدوار لقراءة العبارات بصوت مرتفع.

وضّح سوء الفهم الذي ربما يكون لدى

الطلاب عن العملية.

alManahj.com/ae

## القسم 2 التقييم

### ملخص القسم

- تحتوي النباتات على بلاستيدات خضراء وأصبغ ماصة للضوء تُحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.
- تمّ عملية البناء الضوئي بمرحلتين تتضمّنان التفاعلات الضوئية وحلقة كالفن.
- في التفاعلات الضوئية، تحبس الكائنات ذاتية التغذية الطاقة الضوئية وتحوّلها إلى طاقة كيميائية في صورة ATP و NADPH.
- في حلقة كالفن، تُستخدم الطاقة الكيميائية المخزنة في جزيئات ATP و NADPH لبناء الكربوهيدرات مثل الجلوكوز.

### فهم الأفكار الأساسية

1. **استفسار** **توقع** لخص آلية تكوّن الطاقة الكيميائية من الطاقة الضوئية أثناء عملية البناء الضوئي.
2. **اربط** تركيب البلاستيدة الخضراء بمراحل عملية البناء الضوئي.
3. **اشرح** أسباب أهمية الماء في التفاعلات الضوئية.
4. **لخص** الخطوات في حلقة كالفن.
5. **ارسم** عملية نقل الإلكترون وشرحها.
6. **فكر بشكل ناقد** **توقع** كيف يمكن لبعض العوامل البيئية مثل شدة الضوء ومستويات ثاني أكسيد الكربون التأثير في سرعة عملية البناء الضوئي.
7. **اكتب** **علم الأحياء** أجر بحثاً عن تأثيرات الاحترار العالمي في عملية البناء الضوئي. واكتب مقالة تلخص فيها النتائج التي توصلت إليها.

## القسم 2 التقييم

1. تتحوّل الطاقة الضوئية إلى مركّبي ATP و NADPH، اللذين يتحوّلان بعد ذلك إلى جلوكوز.
2. تحتوي البلاستيدات الخضراء على الثايلاكويدات، وهي مواقع التفاعلات الضوئية والحشوة وهي مواقع التفاعلات اللاضوئية.
3. يُنتج الماء أيونات الهيدروجين لإزيم بناء جزيئات ATP وإنتاج مركّب ATP.
4. تنقسم ستة جزيئات من ثاني أكسيد الكربون مع ستة جزيئات خماسية الكربون لتكوّن 12 مركّباً ثلاثي الكربون. وبمساعدة تحلّل المركّب ATP مائياً، يتكوّن السكروز بواسطة زوج من الـ 12 مركّباً؛ وتتحوّل المركّبات العشر المتبقية إلى

5. جزيئات خماسية الكربون تدخل في دورة أخرى.
6. تُوضّح الرسومات التخطيطية حركة الإلكترونات على غشاء الثايلاكويد، ويجب أن نصف التفسيرات كيفية توفير الماء للإلكترونات وأيونات الهيدروجين، وأن تتنبّأها خلال سلسلة نقل الإلكترون.
7. تؤدي زيادة الضوء و CO<sub>2</sub> إلى رفع معدلات حدوث البناء الضوئي.
8. ينبغي أن ينجم عن زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون نتيجة حرق الوقود الأحفوري زيادة المادة المتفاعلة مع الإنزيمات المتوفرة لعملية البناء الضوئي في حال توفر أشجار ومساحات خضراء أخرى كافية.

## القسم 3

### الفكرة الأساسية

#### دم من دم فم الطاقة الناتجة عن

#### الغذاء

اطلب من متطوع من الطلاب شرح أوجه الاختلاف بين الكائنات ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية.

#### أسأل الطلاب: كيف تُنتج معظم الكائنات ذاتية التغذية غذاءها؟

عن طريق البناء الضوئي؛ وتنتج بعض الكائنات ذاتية التغذية التي تعيش في عمق البحر غذاءها عن طريق البناء الكيميائي. هل يمكن أن يتوقع شخص طريقة حصول الكائنات غير ذاتية التغذية على الطاقة؟ عن طريق التنفس الخلوي. والذي يحوّل الطاقة الكيميائية الموجودة في الغذاء إلى طاقة خلوية.

## ح تطوير المفاهيم

### دم من دم فم

#### توضيح مفهوم خاطئ

أسأل الطلاب: هل الهواء هو نفسه

الأكسجين؟ لا، فمصطلح الهواء

والأكسجين ليسا مترادفين. ما أوجه

الاختلاف بين الهواء والأكسجين؟

يمثل الهواء خليطاً من عدة غازات تتضمّن

الأكسجين والنيتروجين وغاز ثاني أكسيد

الكربون. قد يظن الطلاب أنّ التنفس

الخلوي يحدث في خلايا الرئة أو خلايا

الخيضوم فقط. ذكّر الطلاب بأنّ التنفس

الخلوي يحدث في كل الخلايا ويجب

عدم الخلط بينه وبين عملية التنفس،

وهي عبارة عن تبادل المواد بين الرئتين

والغلاف الجوي، أو النّفس، وهو أخذ

الشهيق وإخراج الزفير.

## القسم 3

### تمهيد للقراءة

#### الأسئلة المهمة

ما مراحل التنفس الخلوي؟

ما دور نواقل الإلكترونات في كل

مرحلة من مراحل التنفس الخلوي؟

ما أوجه الشبه بين التخمّر الكحولي

وتخمّر حمض اللاكتيك؟

#### مفردات للمراجعة

البكتيريا المزرقة cyanobacterium:

نوع من البكتيريا ذاتية التغذية يقوم بعملية

البناء الضوئي

#### مفردات جديدة

العملية اللاهوائية anaerobic process

التنفس الهوائي aerobic respiration

العملية الهوائية aerobic process

التحلل السكري glycolysis

دورة كريس krebs cycle

التخمّر fermentation

## التنفس الخلوي

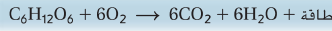
الشفرة 11: تحصل الكائنات الحية على الطاقة عن طريق تكسير

الجزيئات العضوية أثناء عملية التنفس الخلوي.

روابط من القراءة بالحياة اليومية يجب أن تغدّي الفراشات الملكية باستمرار على رحيق الأزهار لتستمد الطاقة اللازمة لاستمرار بقائها أثناء هجرتها الشتوية إلى مناطق في المكسيك وولاية كاليفورنيا كل عام. وكذلك يحتاج كل من الإنسان والكائنات الحية الأخرى إلى مصادر غذاء كافية للتزوّد بالطاقة الضرورية من أجل النموّ والبقاء على قيد الحياة.

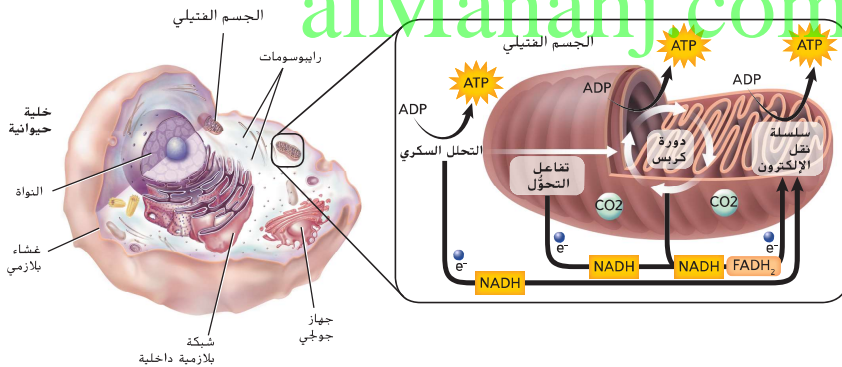
### نظرة عامة على عملية التنفس الخلوي

نذكر أنّ الكائنات الحية تحصل على الطاقة عن طريق عملية تُسمى التنفس الخلوي. إذ تتمثّل وظيفة هذه العملية في جمع الإلكترونات من مركّبات الكربون مثل الجلوكوز. واستخدام الطاقة المتبقيّة في إنتاج ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)، الذي يُستخدم بدوره في إمداد الخلايا بالطاقة من أجل أن تؤدي وظائفها. في ما يلي المعادلة الكيميائية الشاملة لعملية التنفس الخلوي. لاحظ أنّ المعادلة التي تُعبّر عن التنفس الخلوي هي عكس المعادلة التي تُعبّر عن عملية البناء الضوئي.



لعملية التنفس الخلوي مرحلتان رئيستان هما: التحلل السكري والتنفس الهوائي. المرحلة الأولى وهي التحلل السكري عبارة عن عملية لاهوائية. إنّ العمليات اللاهوائية هي عمليات لا تتطلب وجود الأكسجين. إنّ التنفس الهوائي يشمل دورة كريس ونقل الإلكترونات وهو عملية هوائية. فالعمليات الهوائية، هي عمليات تتطلب وجود الأكسجين. وبلخص الشكل 11 عمليّتي التنفس الخلوي والتنفس الهوائي.

الشكل 11 يحدث التنفس الخلوي في الأجسام الغشائية، التي تُعدّ عضيات توليد الطاقة في الخلية.



284 الوحدة 10 • الطاقة الخلوية

### نشاط

دم من دم فم بذل الطاقة أعط كل طالب مشبك غسيل. واطلب منهم فتح المشابك وغلقها بشكل

متكرر لمدة دقيقة واحدة. ثم أسألهم عما يشعرون به في أصابعهم. وضّح أنّ الضغط على مشبك

الغسيل يتطلب طاقة، كغيره من العمليات الحيوية. تتولد الطاقة اللازمة عن طريق تحلل السكريات

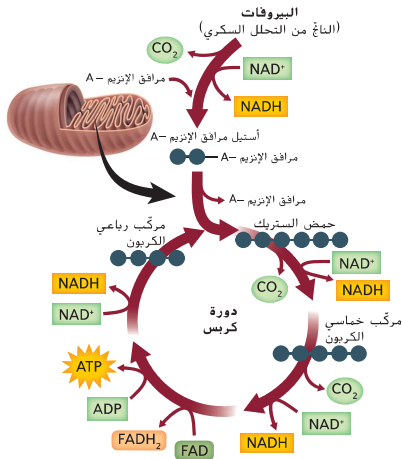
الموجودة في الغذاء لتكوين مركّب ATP، وهي العملية التي تُسمى بالتنفس الخلوي. ويحتاج التنفس

الخلوي إلى الأكسجين. لكن بعد فترة معيّنة تصبح الخلايا غير قادرة على توفير كمية الأكسجين

اللازمة. ومن ثمّ يحدث تخمّر حمض اللاكتيك. وعند تراكم حمض اللاكتيك في الخلايا العضلية أثناء

التمرين، تشعر العضلات بالألم والإرهاق. الوقت المقدّر: 10 min





الشكل 13 يتحلل البيروفات إلى ثاني أكسيد الكربون خلال دورة كريبس التي تحدث داخل الأجسام الغشائية للخلايا. تتبّع اتباع مسار جزيئات الكربون التي تدخل دورة كريبس وتخرج منها.

## م تدريب المهارات

اطلب من الطلاب مراجعة الرسم التخطيطي الموجود في الشكل 13. وبيّن أنّ الرسم التوضيحي يوضّح دورة. **أسأل الطلاب:** ما الدورات الأخرى التي تعرّفت عليها في مادة العلوم؟ تتضمن الإجابات المحتملة: دورة الحياة ودورة الخلية ودورة الماء. وضّح أنّ كل هذه المصطلحات تتضمن كلمة دورة. راجع تعريف كلمة دورة.

ما سبب أهمية الدورات في الأنظمة الحيوية؟ إنها تُعيد تدوير (أو تُعيد استخدام) المواد.

## ق استراتيجية القراءة

### الفهم الفعّال

اطلب من الطلاب قراءة النص الذي يحمل عنوان خطوات دورة كريبس. **أسأل الطلاب:** ما المعلومات الإضافية التي تريدون معرفتها عن دورة كريبس؟ شجّع الطلاب على المقارنة والمقابلة بين تفاعلات البناء الضوئي التي تحدث في الكائنات ذاتية التغذية والتفاعلات الأخرى. مثل دورة كريبس. التي تحدث في الكائنات غير ذاتية التغذية.

## ح تطوير المفاهيم

### النشاط ورّع الطلاب في

مجموعتين، مجموعة خاصة بدورة كريبس ومجموعة خاصة بحلقة كالفن. اطلب منهم مراجعة دورة كريبس وحلقة كالفن. وشجّعهم على جمع معلومات إضافية عن كريبس وكالفن في المكتبة. ثم اطلب من المجموعتين تصميم لوحة إعلانات للمقارنة والمقابلة بين العمليتين.

## اقترح لدراسة

**عبارة توضيحية** تشارك مع أحد زملائك في قراءة النص ومناقشة الكلمات غير المألوفة والمفاهيم الصعبة. ثم اكتب عبارة توضيحية تلخص فيها دورة كريبس.

**خطوات دورة كريبس** قبل بداية دورة كريبس. يتفاعل البيروفات مع مرافق الإنزيم A لتكوين مركب وسيط ثاني الكربون يسمى أستيل مرافق الإنزيم A. في الوقت نفسه، يتحرر ثاني أكسيد الكربون وتتحول جزيئات  $NAD^+$  إلى جزيئات NADH. ثم ينتقل أستيل مرافق الإنزيم A إلى حشوة الأجسام الغشائية. وينتج عن هذا التفاعل تكوّن جزيئين من ثاني أكسيد الكربون وجزيئي NADH. راجع الشكل 13 أثناء متابعة القراءة عن خطوات دورة كريبس.

- تبدأ دورة كريبس باتحاد أستيل مرافق الإنزيم A مع مركب رباعي الكربون لتكوين مركب سداسي الكربون يُعرف بحمض الستريك.
- يتحلل حمض الستريك خلال سلسلة الخطوات التالية، محرراً جزيئين من ثاني أكسيد الكربون ومنتجاً جزيء ATP. وثلاثة جزيئات NADH وجزيء  $FADH_2$ . يُعتبر FAD ناقل إلكترونات آخر يشبه  $NAD^+$  و  $NADH$ .
- أخيراً، ينتج كل من أستيل مرافق الإنزيم A وحمض الستريك. وتستمر الدورة. تدكّر أنّ جزيئين من البيروفات يتكونان خلال عملية التحلل السكري، فينتج عنها "دورتا كريبس" كاملتان لكل جزيء جلوكوز. ويكون الناتج النهائي لدورة كريبس ستة جزيئات من ثاني أكسيد الكربون وجزيئي ATP وثمانية جزيئات NADH وجزيئي  $FADH_2$ . بعد ذلك، تنتقل عشرة جزيئات NADH وجزيئا  $FADH_2$  لتؤدي دوراً مهماً في المرحلة التالية من عملية التنفس الهوائي.

## نقل الإلكترونات

في عملية التنفس الهوائي، يكون نقل الإلكترونات هو الخطوة الأخيرة في تحلل الجلوكوز. وهو أيضاً المرحلة التي تُنتج فيها غالبية جزيئات ATP. فُتستخدم الإلكترونات عالية الطاقة وأيونات الهيدروجين من جزيئات NADH و  $FADH_2$  المنتجة في دورة كريبس لتحويل ADP إلى ATP.

### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

**عالم الطاقة الحيوية** إنّ عالم الطاقة الحيوية هو الباحث الذي يدرّس انتقالات الطاقة في الخلايا، ويدرس بعض علماء الطاقة الحيوية الأجسام الغشائية وعلاقتها بالشيخوخة والمرض.

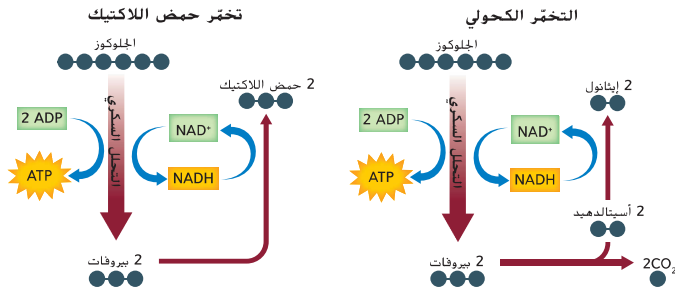
سؤال حول الشكل 13 من البيروفات إلى حمض الستريك ثم إلى مركب خماسي الكربون ثم إلى مركب رباعي الكربون

## مقتطف من بحث

**استراتيجيات القراءة** تشير البحوث في مجال التربية إلى أهمية تزويد الطلاب باستراتيجيات القراءة مثل الاستراتيجية المبتينة في هذه الصفحة. وسيتحسّن فهم الطلاب للنص عندما تقدّم لهم استراتيجيات لتطوير مهارات التساؤل الذاتي ومهارات التفكير العليا للاستفادة منها في المفاهيم. (ماكنيج، 1996)







**الربط بالصحة** تخمير حمض اللاكتيك في تخمير حمض اللاكتيك. تعمل الإنزيمات على تحويل البيروفات الناتج عن التحلل السكري إلى حمض اللاكتيك، كما هو مبين في الشكل 15. ويتضمن ذلك نقل الإلكترونات والبروتونات عالية الطاقة من NADH إلى أن العضلات الهيكلية تنتج حمض اللاكتيك عندما يعجز الجسم عن إمدادها بالأكسجين الكافي، كما هو الحال عند ممارسة التمارين الشاقة. وعندما يتجمع حمض اللاكتيك في الخلايا العضلية، تُصاب العضلات بالإجهاد وقد تشعر بالألم. إضافة إلى ذلك، يُنتج العديد من الكائنات الحية الدقيقة حمض اللاكتيك، وتُستخدم تلك الكائنات غالبًا لإنتاج العديد من الأطعمة مثل الجبن ولبن الزبادي والفطشة الحامضة.

**التخمير الكحولي** يحدث التخمير الكحولي في الخميرة وبعض أنواع البكتيريا. يبين الشكل 15 التفاعل الكيميائي الذي يحدث أثناء التخمير الكحولي عندما يتحول البيروفات إلى كحول إيثيلي وثاني أكسيد الكربون. وبشكل مشابه لتخمير حمض اللاكتيك، تُفقد جزيئات NADH الإلكترونات أثناء هذا التفاعل وتتجدد جزيئات NAD<sup>+</sup>.

■ الشكل 15 عندما يتعدم الأكسجين أو يتوفر بكون قليلًا، يمكن أن تحدث عملية التخمير. قارن وقابل بين تخمير حمض اللاكتيك والتخمير الكحولي.

## تطوير المفاهيم

دم 3 دم 3 دم 3 مراجعة راجع المفاهيم الرئيسية في البناء الضوئي. اسأل الطلاب: ما البناء الضوئي؟ تحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية ما مرحلتا البناء الضوئي؟ التفاعلات الضوئية والتفاعلات اللاضوئية أين تحدث هذه التفاعلات؟ تحدث التفاعلات الضوئية في الثايلاكويد، بينما تحدث التفاعلات اللاضوئية في الحشوة. ما الناتج الرئيس للتفاعلات الضوئية؟ ATP ما الناتج الرئيس للتفاعلات اللاضوئية؟ السكريات الأحادية

## مساحة لتحليل البيانات 1

### توضيحات عن الموضوع

- يمثّل الإحساس بالخمول أحد أعراض العدوى الفيروسية. فيمكن للفيروس المهاجم أن يقلل كمية ATP التي تُنتجها الخلية، وقد يؤدي انخفاض إنتاج ATP إلى إضعاف قدرة الجسم على تكوين استجابة مناعية.
- راجع أيضًا Forsyth, et al. 1999. Therapeutic effects of oral NADH on the symptoms of patients with chronic fatigue syndrome. *Annals of Allergy, Asthma, and Immunology* 82: 185-191.

### فكر بشكل ناقذ

1. لقد تسبب الفيروس في زيادة إنتاج حمض اللاكتيك بعد مرور أربع ساعات.
2. بعد مرور 8 ساعات، تسبب الفيروس في زيادة إنتاج حمض اللاكتيك بنسبة 75% تقريبًا وانخفاض إنتاج ATP بنسبة 28% تقريبًا.
3. بسبب انخفاض معدل بناء جزيئات ATP

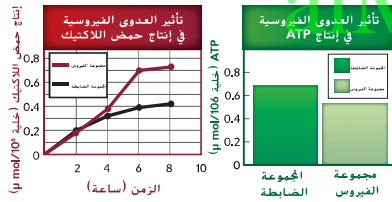
## مساحة لتحليل البيانات 1

### استنادًا إلى دراسات\* فسر البيانات

كيف تؤثر العدوى الفيروسية في التنفس الخلوي؟ يمكن للعدوى الفيروسية أن تؤثر بشكل كبير في عملية التنفس الخلوي وفي قدرة الخلايا على إنتاج جزيئات ATP. لاختبار تأثير العدوى الفيروسية في مراحل التنفس الخلوي، تم إصابة بعض الخلايا بعدوى فيروسية، وقياس كميات حمض اللاكتيك وجزيئات ATP الناتجة.

### فكر بشكل ناقذ

1. حلل كيف أثر الفيروس في إنتاج حمض اللاكتيك داخل الخلايا؟
2. احسب بعد مرور 8 ساعات، ما النسبة المئوية لارتفاع إنتاج حمض اللاكتيك في مجموعة الفيروس مقارنة بالمجموعة الضابطة؟ وما النسبة المئوية لانخفاض إنتاج جزيئات ATP؟



3. استدلّ ما سبب شعور الشخص المصاب بفيروس الإنفلونزا بالتعب؟  
أعدت البيانات من تجربة عدوى فيروسية في خلايا الكبد المتغيرة من خلال تنشيط إنزيم 6-فوسفو فركتوز 1-كيناز. *Molecular and Cellular Biochemistry* 266: 191-198

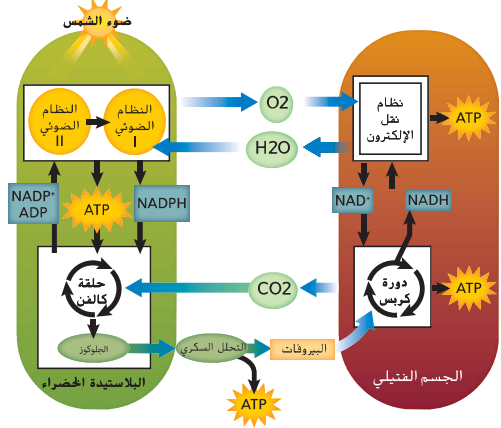
## التدريس المتمايز

**دون المستوى** ميّز بين الدروس عندما يكون في الصف طلاب ذوو قدرات مختلفة. على سبيل المثال، يُمكن تعديل السؤال الحسابي المذكور في "مختبر تحليل البيانات" ليناسب الطلاب الذين هم دون المستوى عن طريق مطابقتهم بتحديد النسبة المئوية فقط لإنتاج حمض اللاكتيك.

### سؤال حول الشكل 15

يعمل تخمير حمض اللاكتيك على تعويض مخزون مركّب NAD<sup>+</sup> عن طريق تحويل البيروفات إلى حمض لاكتيك، ويحوّل التخمير الكحولي البيروفات إلى الإيثانول وثاني أكسيد الكربون لتعويض NAD<sup>+</sup>. وتحدث العمليتان من دون أكسجين.

الشكل 16 تُشكل عمليتا البناء الضوئي والتنفس الخلوي معاً دورة إذ تُشكل نواتج أحد هذين المسارين الأيضيّين متفاعلات المسار الأيضي الآخر.



### البناء الضوئي والتنفس الخلوي

كما سبق وتعلمت، فإن عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي عمليتان مهمتان تستخدمهما الخلايا للحصول على الطاقة، وتعتبران مسارين أيضيين لإنتاج الكربوهيدرات البسيطة وتحليلها. يبين الشكل 16 الارتباط بين هاتين العمليتين. تذكر أنّ ناتج عملية البناء الضوئي هما الأكسجين والجلوكوز، اللذان هما المتفاعلات في عملية التنفس الخلوي، وأن ناتج عملية التنفس الخلوي هما ثاني أكسيد الكربون والماء، وهما المتفاعلات في عملية البناء الضوئي.

### التفكير الناقد

#### 5. وضع فرضية

**اسأل الطلاب:** إذا تناولت مشروبًا غازيًا يحتوي على 33 جرامًا من السكر (سكروز)، فلماذا لا تكتسب وزن هذا السكر؟ يُخزّن الجسم جزءًا فقط من الـ 33g، ويُحلّل الباقي. فيتحلل السكر حتى يتحوّل في النهاية إلى  $CO_2$  عن طريق التنفس الهوائي. ثم تتحد ذرات الهيدروجين الموجودة في جزيئات السكر مع غاز الأكسجين لإنتاج الماء. ويجري التخلّص من معظم الماء الناتج عن طريق التنفس والتبول، لكن الخلية تحتفظ ببعضها. وإذا لم يكن التنفس الخلوي بحاجة إلى السكر، فإنه سيتحوّل إلى جزيئات تخزين بولييمرية، كالجلايكوجين والدهون.

### التقييم التكويني

#### التقييم

**اسأل الطلاب:** ما نوع الطاقة التي يتحوّل إليها ضوء الشمس أثناء البناء الضوئي؟ طاقة كيميائية ما نوع الطاقة التي تُخزّن في الجلوكوز الموجود في الغذاء؟ طاقة كيميائية ما نوع الطاقة التي يتحول الجلوكوز إليها؟ طاقة كيميائية خلوية على شكل جزيئات ATP. ذكّر الطلاب أنّ الطاقة الكيميائية يمكن أن تتواجد في عدة أشكال.

**المعالجة:** اطلب من الطلاب إنشاء مخطط ثنائي الأعمدة لإدراج خصائص البناء الضوئي في أحدهما وسرد المفاهيم المهمة المتعلقة بالتنفس الخلوي في الآخر.

alManahj.com/ae

### القسم 3 التقييم

#### ملخص القسم

1. **النقطة الأساسية:** لخص مراحل عملية التنفس الخلوي.
  2. حدّد عدد ذرات الكربون الناتجة عن جزيء جلوكوز واحد والتي تدخل جولة واحدة من دورة كريس.
  3. فسّر طريقة استخدام الإلكترونات عالية الطاقة في عملية نقل الإلكترون.
  4. صف دور التخفّر في الحفاظ على مستويات جزيئات ATP و  $NAD^+$ .
- فكّر بشكل ناقد**  
الرياضيات في علم الأحياء
5. ما عدد جزيئات ATP و  $NADH$  و  $FADH_2$  الناتجة عن كل مرحلة من مراحل التنفس الخلوي؟ كيف يختلف عدد جزيئات ATP الناتجة عن العدد الصافي للجزيئات المتاحة؟
  6. قارن وقابل بين نوعي التخفّر.

### القسم 3 التقييم

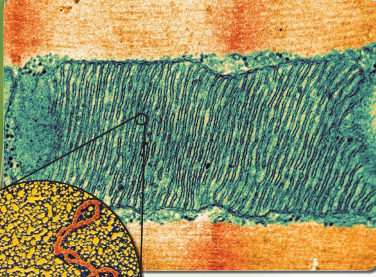
5. المرحلة الأولى (التحلّل السكري): 4 جزيئات ATP وجزيئا  $NADH$ . المرحلة الثانية (دورة كريس): جزيئا ATP و 8 جزيئات  $NADH$  وجزيئا  $FADH_2$ . المرحلة الثالثة (نقل الإلكترون): 32 جزيء ATP. يحتاج بدء التحلّل السكري إلى إلكترونين. لذلك تتممّل محصلة إنتاج جزيئات ATP من التحلّل السكري في جزيئين.
6. يعمل تخمر حمض اللاكتيك على تعويض مخزون  $NAD^+$  عن طريق تحويل البيروفات إلى حمض اللاكتيك. ويحوّل التخمر الكحولي البيروفات إلى الإيثانول وثاني أكسيد الكربون لتعويض  $NAD^+$ . وتحديث العمليتان من دون أكسجين.

1. يفصل التحلّل السكري الجلوكوز إلى جزيئي سكريات أصغر: نوّفّر دورة كريس الإلكترونات لعملية نقل الإلكترون؛ يُنتج نقل الإلكترون معظم جزيئات ATP الناتجة عن التنفس الخلوي.
2. تتم معالجة ثلاث ذرات كربون (بيروفات) من جزيء الجلوكوز سداسي الكربون الأصلي. بينما تدخل الذرات الثلاث الأخرى (كبيروفات) إلى دورة كريس منفصلة.
3. تُنقل أزواج الإلكترونات من  $NADH$  و  $FADH_2$  لتحويل ADP إلى ATP.
4. أثناء التخفّر، يفقد  $NADH$  الإلكترونات لتتجدد.

## مستجدات في علم الأحياء

### متابعة مراحل تطور البشر

صورة بالمجهر الإلكتروني  
التكبير ×150,000



تتواجد الأجسام الغشائية (في الأعلى) في الخلايا حيث تمدها بالطاقة. ويكون DNA الأجسام الغشائية (باللون الأحمر. جهة اليسار) مستغلا عن الـ DNA النووي الموجود في نواة الخلية.

تحدث الطفرات في DNA الأجسام الغشائية (mtDNA) بأناط يمكن توقعها نسبيا، وتخضع تلك الأناط للدراسة والمقارنة بواسطة العلماء. ويمكن للعلماء عن طريق مقارنة الطفرات في DNA الأجسام الغشائية (mtDNA) أن يتبعوا وراثة DNA الأجسام الغشائية (mtDNA). واستنادا إلى تلك الدراسات على DNA الأجسام الغشائية (mtDNA)، فقد حدّد العلماء أن أحدث سلف مشترك لسكان الأرض اليوم هي حواء الأجسام الغشائية. ويُعتقد أن هذه الأخيرة هي امرأة عاشت في أفريقيا قبل حوالي 200,000 عام.

بناء على نظرية "حواء الأجسام الغشائية"، تُجرى دراسة دولية لتتبع هجرة البشر القدامى وأسلافهم. ويعتمد المشروع على تسلسلات DNA الأجسام الغشائية (mtDNA) في الإناث، بينما يستخدم تسلسلات من الكروموسوم Y لتتبع أسلاف الذكور.

#### الكتابة في علم الأحياء

ورقة بحثية قم بإجراء بحث عن DNA الأجسام الغشائية (mtDNA). اختر أحد جوانب الأبحاث الحالية عن DNA الأجسام الغشائية (mtDNA) واكتب ورقة بحثية عنه.

لقد استُخدمت أدلة الـ DNA في حل القضايا الغامضة التي يعود تاريخها إلى عقود بل وقرون مضت، لكن تخيل كشف غموض لغز يعود تاريخه إلى ملايين السنين. هذا بالضبط ما يفعله العلماء عندما يستخدمون تحليل DNA لمتابعة مراحل تطور البشر.

الـ DNA للأجسام الغشائية (الميتوكوندريا) قد تتسأل عن علاقة الأجسام الغشائية بتحليل الـ DNA وتطور البشر. غالبا ما تُسمى الأجسام الغشائية بمركز توليد الطاقة في الخلية، فهي العضيات التي تُطلق فيها الخلية الطاقة المخزنة في الطعام. وتمتلك الأجسام الغشائية DNA خاص بها. وهو أصغر بكثير من الـ DNA النووي وأكثر وفرة نظرا إلى وجوده خارج النواة. وكثرة عدد الأجسام الغشائية في غالبية الخلايا، تجدر الإشارة إلى أنّ اكتشاف واستخراج الـ DNA الغشائية (mtDNA) أسهل من اكتشاف واستخراج الـ DNA النووي، مما يجعله أداة مفيدة لكشف غموض بعض أصعب الغاز العلم.

يتمتع الـ DNA الأجسام الغشائية (mtDNA) بخاصية فريدة تجعله مفيدا للغاية في متابعة مراحل تطور البشر. فالأجسام الغشائية تُورث عبر النسب الأمومي. وعندما يندمج السائل المنوي مع البويضة أثناء الإخصاب، يندمج الـ DNA النووي لكلا الشريكين. لكن مصدر الـ DNA الغشائية الناتجة في السائل يكون البويضة وحدها. لذلك يمكن استخدام الـ DNA الأجسام الغشائية (mtDNA) في تتبع هوية الأم للأجيال المتعاقبة.

**تتبع التطور** يستخدم العلماء تحليل DNA لتتبع مسار مخلوقات ما قبل البشر، التي تُعرف بأسلاف الإنسان. أثناء انتشارها في أنحاء العالم، ويكون الـ DNA الجينومي الذي يُعثر عليه في أنوية الخلايا الخاصة بتلك العينات القديمة في حالة متدهورة أو بكيمياء ضئيلة. إلا أنّ العلماء قد اكتشفوا أن الـ DNA الأجسام الغشائية (mtDNA) متواجد بوفرة ويمكنهم استخدامه في التحليل.

#### الهدف

سيفهم الطلاب طريقة استخدام العلماء للحمض النووي للأجسام الغشائية كوسيلة للتعرف على الأسلاف السابقة للإنسان.

#### توجيه استباقي

**أسأل الطلاب:** ما المقصود بالأجسام الغشائية في الخلية؟ إنّ الأجسام الغشائية محطات توليد الطاقة في الخلية؛ فهي المسؤولة عن إنتاج الطاقة. ما الدور الذي تقوم به الأجسام الغشائية؟ إنّ الأجسام الغشائية مواقع العمليات الحيوية المعقدة، مثل دورة كربس وسلسلة نقل الإلكترون. كيف يمكن أن تساعد الأجسام الغشائية في تحديد مكان نشأة الإنسان؟ ستتوّج الإجابات لكن يجب أن تعكس استنتاجات علمية.

#### الخلفية

يمثّل DNA (الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين) المادة الوراثية. وبالرغم من أنّ DNA اللازم لأغلب وظائف الخلية موجود في نواة الخلية، إلا أنّ الأجسام الغشائية تحتوي على DNA الدائري الخاص بها. فالحمض النووي للأجسام الغشائية (mtDNA) هو DNA مميّز عن DNA النووي وينتقل عبر جنس الإناث فقط لأنّ الأجسام الغشائية للذرية تأتي من بويضة الأم. كذلك يُستخدم DNA الكروموسوم Y في تحديد الوراثة في جنس الذكور. وبها أنّ كلّاً من الحمض النووي للجسم الغشائي (mtDNA) و DNA الكروموسوم Y لهما معدل طفرات يمكن توقّعه. فيمكن استخدامهما كجدول زمني وراثي للأنواع.

#### الكتابة في علم الأحياء

**المناقشة** ناقش كيف يمكن استخدام الطفرات في الحمض النووي للجسم الغشائي mtDNA و DNA الكروموسوم Y كموقّات وراثي نظرا إلى حدوث طفرات عشوائية في كل منهما بمعدل ثابت نسبيا. ناقش أيضا كيف يسهّل تعقّب طفرات mtDNA نظرا إلى انتقالها مباشرة من الأم إلى الطفل.



## تجربة في الأحياء

صممها بنفسك

الوقت المقدر 45 min

**خلفية عن المحتوى** تقوم النباتات المائية الخضراء والطحالب بعملية البناء الضوئي تحت الماء، منتجة الأكسجين المذاب. تستخدم معظم الكائنات الحية التي تعتمد على عملية البناء الضوئي الكلوروفيل a، الذي يمتص الضوء عند الأجزاء البنفسجية أو الحمراء من الطيف بأقصى فاعلية، بينما يقوم بذلك في الضوء الأزرق أو الأخضر أو الأصفر أو البرتقالي بأقل فاعلية.

### مواد بديلة

أوان سعتها 100 mL وشريط لاصق وميزان وأدوات الأكسجين المذاب وحجرة تفاعل وبعض النباتات المائية الخضراء الأخرى وساعة الحائط في غرفة الصف الكهربائية.

**احتياطات السلامة** ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل. تأكد من تجفيف أيدي الطلاب ومناطق العمل عند التعامل مع الأدوات الكهربائية.

### استراتيجيات التدريس

- ضع المواد النباتية المائية في وعاء كبير تحت مصباح لمدة 10 دقائق تقريباً لتقليل الوقت اللازم لبدء عملية البناء الضوئي.
- تؤدي تغطية المصباح بورق السيلوفان بألوان معينة إلى ترشيح أطوال موجية مختلفة للضوء.

### عرض إيضاحي بديل

ضع دورقاً أو أنبوب اختبار مع غصن تحت المصابيح المغطاة بورق السيلوفان الملون. اطلب متطوعين من الطلاب لقياس الأكسجين الناتج عن التعرض للأطوال الموجية المختلفة للضوء.

### التنظيف والتخلص من المخلفات

أعد المواد النباتية إلى حوض الماء.

## صممها بنفسك

## تجربة في الأحياء

### هل تؤثر الأطوال الموجية المختلفة للضوء في معدل البناء الضوئي؟

**الخلفية:** تحتاج الكائنات الحية التي تعتمد على عملية البناء الضوئي إلى الضوء لإتمام تلك العملية. ويتكون الضوء الأبيض من ألوان مختلفة من الضوء موجودة في الطيف الضوئي المرئي، ولكل لون من الضوء طول موجي محدد. ستصمم في هذا المختبر تجربة لاختبار تأثير الأطوال الموجية المختلفة للضوء في معدل البناء الضوئي.

**السؤال:** كيف تؤثر الأطوال الموجية المختلفة للضوء في معدلات البناء الضوئي؟

### المواد المحتملة

اختر مواد مناسبة لهذه التجربة.  
نبته مائية  
دوارق مخروطية  
أنابيب اختبار (15 mL)  
أسطوانة مدرجة (10 mL)  
مسطرة مترية  
ورق سيلوفان ملون (ألوان مختلفة)  
رفاقق المنيوم  
مصباح مزود بعكاس ولبية بقدرة 150 W  
محلول صودا الخبز (0.25%)  
ساعة بمؤشر للثواني

### الاحتياطات المتعلقة بالسلامة



### خطط للتجربة ونفذها

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. توفّق طريقة تأثير الأطوال الموجية المختلفة للضوء في معدل البناء الضوئي للنبته الخاصة بك.
3. صمّم تجربة لاختبار توقعك. واكتب قائمة بالخطوات التي ستبنيها. وحدّد العوامل الضابطة والمتغيرات التي ستستخدمها.

### شارك

مراجعة الأقران انشر بياناتك وتمثيلك البياني في مقدمة الغرفة. وراجع البيانات التي نشرها الطلاب الآخرون. ثم ناقش تعليقات الطلاب الآخرين واستخدمها لتحسين وسائلك.

الوحدة 10 • تجربة في الأحياء 291

### حلّ واستنتج

1. قد تتضمن الضوابط أحياناً متساوية من الماء ومحلول بيكربونات الصوديوم والضوء الأبيض. قد تتضمن المتغيرات الأطوال الموجية للضوء الناتجة من ورق السيلوفان الملون.
  2. ستعتمد الإجابات على طريقة قياس الطلاب لإنتاج الأكسجين. يُقاس معدل عملية البناء الضوئي عن طريق قياس إنتاج الأكسجين.
  3. يجب أن تُظهر التمثيلات البيانية حدود أعلى معدلات البناء الضوئي في الضوء الأحمر والبنفسجي، وحدوده بمعدلات أقل أو انعدامه في الأطوال الموجية الأخرى.
4. سيكون معدل البناء الضوئي أعلى ما يمكن في الضوء الأحمر والبنفسجي. يجب أن يحدث البناء الضوئي بمعدل قليل أو أن لا يحدث مطلقاً في الضوء الأزرق والأخضر والأصفر والبرتقالي.
  5. ستعتمد الإجابات على البيانات وتوقعات الطلاب.
  6. يؤثر تحريك النباتات في الإناء أو ترك جزء من النبات خارج الماء في إنتاج الأكسجين. قد تشمل الأخطاء الأخرى عدم تغطية المصباح بالكامل بورق السيلوفان أو ترك هواء في الجزء العلوي من أنبوب الاختبار.
  7. توخّ الحذر عند استخدام المواد.



**الموضوع المحوري الطاقة** الشمس هي مصدر كل الطاقة على سطح الأرض تقريباً. وتتحول هذه الطاقة من خلال عملية البناء الضوئي إلى طاقة كيميائية على المستوى الخلوي.

**المنقطة الرئيسية** تحوّل عملية البناء الضوئي الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، في حين يستخدم التنفس الخلوي الطاقة الكيميائية للقيام بالوظائف الحيوية.

**القسم 1 كيف تحصل الكائنات الحية على الطاقة**

- المنقطة الأساسية** تستخدم جميع الكائنات الحية الطاقة للقيام بوظائفها الحيوية.
- يحرك قانون الديناميكية الحرارية عملية انتقال الطاقة وتحويلها في الكائنات الحية.
  - تصنع بعض الكائنات غذاءها بنفسها، في حين يحصل بعضها الآخر على الطاقة من الطعام الذي يتلعه ويبيضه.
  - تخزن الخلايا الطاقة وتطلقها من خلال تفاعلات الهدم والبناء المترابطة.
  - إنّ الطاقة المتخلفة جزء تحلل جزئياً ATP تحرك الأنشطة الخلوية.

الطاقة  
الديناميكية الحرارية  
metabolism الأيض  
photosynthesis البناء الضوئي  
cellular respiration التنفس الخلوي  
أدينوسين ثلاثي الفوسفات  
adenosine triphosphate (ATP)

**القسم 2 البناء الضوئي**

- المنقطة الأساسية** أثناء عملية البناء الضوئي، تُحبس الطاقة الضوئية وتحول إلى طاقة كيميائية.
- تحتوي النباتات على بلاستيدات خضراء وأصبغ ماصة للضوء تُحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.
  - تميز عملية البناء الضوئي بمرحلتي نشيلان التفاعلات الضوئية وحلقة كالفن.
  - أثناء التفاعلات الضوئية، تمتص الكائنات ذاتية التغذية الطاقة الضوئية وتحوّلها إلى طاقة كيميائية في صورة ATP وNADPH.
  - في حلقة كالفن، تُستخدم الطاقة الكيميائية المخزنة في جزيئات ATP وNADPH لبناء الكربوهيدرات مثل الجلوكوز.

الثايلاكويد  
الجرانوم  
الحشوة  
الصبغة  
NADP<sup>+</sup>  
حلقة كالفن  
روبيسكو  
thylakoid  
granum  
stroma  
pigment  
NADP<sup>+</sup>  
calvin cycle  
rubisco

**القسم 3 التنفس الخلوي**

- المنقطة الأساسية** تحصل الكائنات الحية على الطاقة عن طريق تحليل الجزيئات العضوية أثناء عملية التنفس الخلوي.
- تستخدم العديد من الكائنات الحية التنفس الخلوي لتحليل الجلوكوز.
  - تضم عملية التنفس الخلوي ثلاث مراحل، وهي التنفس الخلوي ودورة كريس ونقل الإلكترونات.
  - إنّ NADH وFADH<sub>2</sub> هما ناقلتا الإلكترونات مهمين لعملية التنفس الخلوي.
  - في غياب الأوكسجين، تستطيع الخلايا الإبقاء على عملية التحلل السكري باللجوء إلى التخمر.

العملية اللاهوائية  
التنفس الهوائي  
العملية الهوائية  
التحلل السكري  
دورة كريس  
التخمير  
anaerobic process  
aerobic respiration  
aerobic process  
glycolysis  
krebs cycle  
fermentation

## التقويم

### القسم 1

#### مراجعة المفردات

1. أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)
2. الديناميكا الحرارية
3. الطاقة
4. الأيض
5. البناء الضوئي

#### فهم الأفكار الأساسية

6. D
7. B
8. D
9. A

#### الإجابة المبنية

10. تحصل الكائنات ذاتية التغذية على الطاقة عن طريق امتصاص الطاقة الضوئية من الشمس. في حين تحصل الكائنات غير ذاتية التغذية على الطاقة من الطاقة الكيميائية المخزنة في الغذاء.
11. التشبيه المحتمل: في الخلايا الحية. يشبه مركب ATP البنزين المستخدم لاستمرار حركة السيارة.

#### فكّر بشكل ناقد

12. تنطلق الطاقة من مركب ATP عندما يتحلل (التحلل المائي) إلى مركب ADP ومجموعة فوسفات.
13. تُخزّن مسارات البناء الطاقة عن طريق بناء الجزيئات. في حين تُحرّر مسارات الهدم الطاقة عن طريق تحليل الجزيئات. ستتوقع التشبيهات لكن يجب أن تُظهر العلاقة بين النواتج والمتفاعلات.

### القسم 2

#### مراجعة المفردات

14. الثايلاكويد
15. الجرانم
16. الصبغة
17. حلقة كالفن

#### فهم الأفكار الأساسية

18. C

9. ما الذي تخزّنه الخلايا وتطلقه كمصدر رئيس للطاقة الكيميائية؟  
A. ATP  
B. ADP  
C. NADP+  
D. NADPH

#### الإجابة المبنية

10. **الفترة الأساسية** كيف تختلف الكائنات الحية ذاتية التغذية عن الكائنات الحية غيرية التغذية من حيث طريقة حصولها على الطاقة؟
11. **إجابة مفتوحة** استخدم تشبيهاً لتصف دور جزيء ATP في الكائنات الحية.

#### فكّر بشكل ناقد

12. **صف** كيفية انطلاق الطاقة من جزيء ATP.
13. **اربط** بين تفاعلات الهدم والبناء. ثم وضح التشابه في العلاقة بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

### القسم 2

#### مراجعة المفردات

- اكتب مصطلحاً من صفحة دليل الدراسة ينطبق على كل تعريف مما يلي.
14. مكان حدوث التفاعلات الضوئية
15. مجموعة من أقراص الثايلاكويد
16. جزيء سون يمتص الضوء
17. عملية تُخزّن خلالها الطاقة في الجزيئات العضوية

#### فهم الأفكار الأساسية

- استخدم المعادلة التالية للإجابة عن السؤال 18.



18. ما ناتج عملية البناء الضوئي الذي ينطلق في البيئة؟  
A. ثاني أكسيد الكربون  
B. الماء  
C. الأوكسجين  
D. الأمونيا

### القسم 1

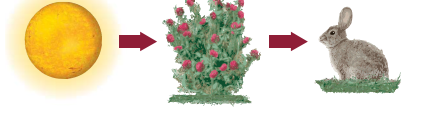
#### مراجعة المفردات

- الجملة التالية خطأ. صحح كلاً منها عبر استبدال الكلمة المائلة بمصطلح من صفحة دليل الدراسة.
1. الأيض جزيء الطاقة في الخلية.
  2. إن دراسة انتقال الطاقة وتحولها من شكل إلى آخر تُسمى الطاقة.
  3. للطاقة الحيوية أشكال كثيرة.
  4. إنّ التفاعلات الكيميائية التي تحوّل الطاقة في الخلية تُسمى الكائنات ذاتية التغذية.
  5. تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية خلال عملية ضوء الشمس.

#### فهم الأفكار الأساسية

6. أي مما يأتي ليس من خصائص الطاقة؟  
A. لا تفتن ولا تستحدث  
B. القدرة على بذل شغل  
C. لها أشكال عديدة. منها الكيميائية والضوئية والميكانيكية  
D. تتغير تلقائياً من عشوائية إلى منظمة
7. أي من الكائنات الحية التالية يعتمد على مصدر خارجي للبروتين العضوية؟  
A. الكائن الحي ذاتي التغذية  
B. الكائن الحي غير ذاتي التغذية  
C. الكائن الحي ذاتي التغذية الكيميائية  
D. الكائن الحي ذاتي التغذية الضوئية

استخدم الصورة التالية للإجابة عن السؤال 8.



8. **الموضوع المحوري الطاقة** أي جزء في هذه السلسلة الغذائية يوفّر الطاقة إلى جزء آخر واحد فقط؟  
A. الكائن الحي ذاتي التغذية الكيميائية  
B. الكائن الحي غيري التغذية  
C. الشمس  
D. الكائن الحي ذاتي التغذية الضوئية





D.35  
A.36  
C.37

### الإجابة المبنية

38. تُوفّر أكسدة المركبين  $NADH$

و  $FADH_2$  الإلكترونات التي تُستخدم في سلسلة نقل الإلكترون والتي تُوفّر الطاقة اللازمة لنقل أيونات الهيدروجين، ليتكوّن في النهاية مركّب ATP.

39. تأتي الإلكترونات الموجودة في

سلسلة نقل الإلكترون من مركّبي  $NADH$  و  $FADH_2$ . تتمثّل الوجهة النهائية للإلكترونات في الاندماج مع أيونات الهيدروجين والأكسجين لتكوّن الماء.

40. يتولّد الشعور بالألم في العضلات

بعد التمرين بسبب إنتاج حمض اللاكتيك عن طريق تخمّر البيروقات، وهو ما يحدث عند انخفاض مستويات الأكسجين.

### فكّر بشكل ناقد

41. تأتي ذرات الأكسجين الموجودة في ثاني أكسيد الكربون من الجلوكوز، في حين يأتي الأكسجين الموجود في الماء من الغلاف الجوي.

42. يكون الأيض الهوائي أكثر فعالية في

تكوين مركّب ATP لأن حلقة كريبس وسلسلة نقل الإلكترون (اللذين يحتاج كل منهما إلى الأكسجين) يُنتجان 32 جزيئاً من المركّب ATP. بينما لا يُنتج التحلل السكري سوى جزيئين فقط من ATP.

43. البناء الضوئي: تتحرّك الإلكترونات

على غشاء الثايلاكويد؛ التنفس الخلوي: تتحرّك الإلكترونات على طول غشاء الجسم الفتيلي.

### التقويم الختامي

44. يجب أن تتضمّن الإجابات معادلات البناء الضوئي والتنفس الخلوي، ويجب أن توضّح أنّ كل عملية منهما عكس الأخرى. يحوّل البناء الضوئي  $CO_2$  و  $H_2O$  إلى جلوكوز؛ بينما يحوّل التنفس الخلوي تلك السكريات إلى  $H_2O$  و  $CO_2$ .

45. يجب أن تركز المقالات على انتقال الطاقة، بدايةً من ضوء الشمس.

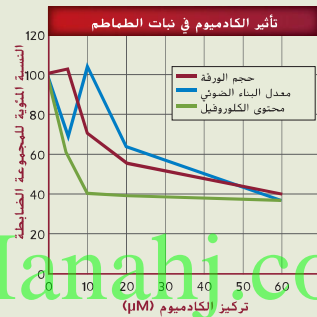
### التقويم الختامي

44. **المغزاة (الرئيسية)** ما المعادلات الكيميائية اللازمة لحدوث عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي؟ حلّل العلاقة بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي باستخدام معادلات كلتا العمليتين.

45. **المكتوبة في علم الأحياء** اكتب مقالة توضح فيها أهمية النباتات في النظام البيئي باستخدام ما تعرفه عن العلاقة بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

**أفم أسئلة حول مستند** يقدّم الكاديوم من المعادن الثقيلة السامة للإنسان والنبات والحيوان. وعادةً ما يكون موجوداً كأحد الملوثات في التربة. استخدم البيانات التالية لتجيب عن الأسئلة المتعلقة بتأثير الكاديوم في عملية البناء الضوئي في نبات الطماطم.

أخذت البيانات من Chaffei, C., et al. 2004. Cadmium toxicity induced changes in nitrogen management in *Lycopersicon esculentum* leading to a metabolic safeguard through an amino acid storage strategy. *Plant and Cell Physiology* 45(11): 1681-1693.



46. كيف أثر الكاديوم في حجم الورقة ومحتوى الكلوروفيل وسرعة عملية البناء الضوئي؟

47. أي تركيز من الكاديوم كان له التأثير الأكبر في حجم الورقة؟ وفي محتوى الكلوروفيل؟ وفي سرعة عملية البناء الضوئي؟

48. توقّع تأثيرات الكاديوم في عملية التنفس الخلوي في حال أكل حيواناً ما طماطم ملوثة به.

35. أي مما يلي ليس من مراحل التنفس الخلوي؟

- A. التحلل السكري  
B. دورة كريبس  
C. سلسلة نقل الإلكترون  
D. تخمّر حمض اللاكتيك

36. ما الذي يُنتج عندما تقادر الإلكترونات سلسلة نقل الإلكترون في التنفس الخلوي وترتبط مع المستقبل النهائي للإلكترونات في السلسلة؟

- A.  $H_2O$   
B.  $O_2$   
C.  $CO_2$   
D.  $CO$

37. في أي جزيء تُخزّن معظم الطاقة الناتجة عن الجلوكوز عند نهاية عملية التحلل السكري؟

- A. البيروقات  
B. الأستيل مرافق الإنزيم A  
C. ATP  
D. NADH

### الإجابة المبنية

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

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

40. إجابة قصيرة لماذا تشعر بألم في عضلاتك بعد القيام بالكثير من التمارين الشديدة؟

### فكّر بشكل ناقد

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

42. **المغزاة (أساسية)** ما مزايا الأيض الهوائي مقارنة بالأيض غير الهوائي من حيث إنتاج الطاقة في الكائنات الحية؟

43. قارن وقابل بين نقل الإلكترون في كلٍّ من عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي.

### أفم أسئلة حول مستند

Chaffei, C., et al. 2004. Cadmium toxicity induced changes in nitrogen management in *Lycopersicon esculentum* leading to a metabolic safeguard through an amino acid storage strategy. *Plant Cell Physiology* 45(11): 1681-1693.

46. أدى تزايد تركيزات الكاديوم إلى تقليل حجم الأوراق ومحتوى الكلوروفيل ومعدل حدوث البناء الضوئي.

47. كان للتركيز الأعلى أكبر تأثير في كل المتغيرات الثلاثة التي جرى اختبارها.

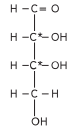
48. ربما ينخفض معدل التنفس الخلوي نظراً إلى التشابه الكبير بين التفاعل الضوئي وسلسلة نقل الإلكترون.

## تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

اختيار من متعدد

استخدم المخطط أدناه للإجابة عن السؤال 6.



6. بناءً على هذا المخطط، أي مما يلي يُعدّ صيغة جزيئية صحيحة إذا كان للجزيء المبيّن أعلاه ست ذرات من الكربون؟

- A.  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4$   
B.  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$   
C.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_4$   
D.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

7. أي من المسارات التالية لتحوّل الطاقة يحدث فقط في الكائنات ذائبة التغذية؟

- A. من الطاقة الكيميائية إلى الطاقة الميكانيكية  
B. من الطاقة الحرارية إلى الطاقة الحرارية  
C. من الطاقة الضوئية إلى الطاقة الكيميائية  
D. من الطاقة الميكانيكية إلى الطاقة الحرارية

8. أي من العبارات التالية تدعمها نظرية الخلية؟  
A. تتكوّن الخلايا من البروتينات الموجودة في البيئة.  
B. تحتوي الخلايا على عضيات مرتبطة بالغشاء.  
C. تتكوّن أشكال الحياة من خلية واحدة أو أكثر.  
D. تُعدّ العضيات أصغر أشكال الحياة.

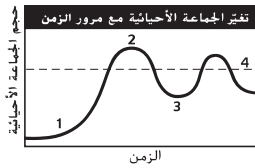
9. أي من المراحل التالية للطريقة العلمية تُقيم الإجراءات المستخدمة في تجربة ما؟

- A. تكوين فرضية  
B. نشر النتائج  
C. إجراء الملاحظات  
D. مراجعة الأقران

1. افترض أن الشكل الأكثر شيوعاً للعنصر X هو X-97. ما الذي يحتوي عليه نظيره X-99 بكمية أكبر؟

- A. النيوترونات  
B. البروتونات  
C. الإلكترونات الدوارة  
D. الشحنة الإجمالية

استخدم التمثيل البياني أدناه للإجابة عن السؤال 2.



2. ما الجزء الذي يؤشر إلى النمو الأسي في التمثيل البياني؟

- A. 1  
B. 2  
C. 3  
D. 4

3. ما نوع النقل الذي لا يتطلب طاقة إضافية؟

- A. النقل النشط  
B. الانتشار  
C. الانتقام  
D. الإخراج الخلوي

4. أي من الخطوات التالية يحدث خلال حلقة كالفن؟

- A. تتكوّن جزيئات ATP  
B. تتكوّن السكريات سداسية الكربون  
C. إطلاق غاز الأوكسجين  
D. نقل الإلكترونات بواسطة  $\text{NADP}^+$

5. أي مما يلي يصف حالات الانقراض التي حدثت بسبب قطع الغابات الاستوائية المطيرة؟

- A. طوث النظام البيئي  
B. تدمير الموطن البيئي  
C. الأنواع الدخيلة  
D. الاستغلال الجائر للأنواع

## تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. A. 5 B. 9 C. 6 D. 7  
2. A. 6 B. 7 C. 8 D. 4

إجابة قصيرة

10. التايلاكويد: التفاعلات الضوئية، المرحلة الأولى الحشوة، حلقة كالفن، المرحلة الثانية

11. أوجه الشبه: كلاهما نفاذ، مما يسمح بدخول المواد إلى الخلية والخروج منها، أوجه الاختلاف: لا يتميّز جدار الخلية بالنفاذية الاختيارية مثل غشاء الخلية؛ بل هو مسامي فقط. لدى جدار الخلية تركيب أكثر صلابة.

إذ يتكوّن من السيلولوز، وليس من "النموذج الفسيفسائي المائع" مثل طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة الخاصة بغشاء الخلية.

12. تُخزّن الطاقة في روابط الفوسفات الموجودة في جزيء ATP، مثل النايبض المُحطّل. عند إزالة مجموعة فوسفات، تنطلق الطاقة بسبب تكوّن مركّب ADP.

13. قد تتنوع الإجابات وفقاً لنوع المكونات التي يختارها الطالب.

تتضمّن الإجابات المحتملة: طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة؛ تصنع حاجزاً بين داخل الخلية وخارجها، حتى تعجز المواد الذائبة في الماء من الانتقال عبرها بسهولة البروتينات الناقلة؛ تسمح لبعض المواد بالدخول إلى الخلية والخروج منها، حتى في عكس اتجاه منحدر التركيز جزيئات الكوليسترول؛ تساهم في تركيب غشاء الخلية بحيث تحافظ الخلية بشكلها.

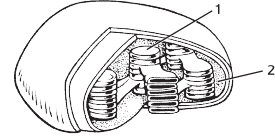
14. يتكوّن محلول أو خليط متجانس، ويكون الملح هو المذاب والماء هو المذيب.

15. يتواجد أكبر عدد من البلاستيدات الخضراء في خلايا الأوراق، ومع ذلك، فإنّ كل الأجزاء الخضراء في النبات تحتوي على بعض البلاستيدات الخضراء. إنّ الأوراق هي أجزاء النبات التي يُنتج فيها البناء الضوئي



### إجابة قصيرة

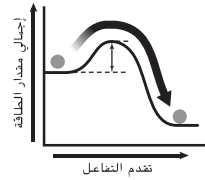
استخدم الرسم التوضيحي أدناه للإجابة عن السؤال 10.



10. يبيّن هذا الرسم بلاستيدة خضراء. قم بتسمية الجزأين الظاهرين في الرسم. ثم حدد مرحلة البناء الضوئي التي تحدث في كل منهما.
11. قارن وقابل بين تركيب كل من جدار الخلية وغشاء الخلية.
12. اربط بين الروابط الموجودة بين مجموعات الفوسفات في جزيء ATP وانطلاق الطاقة عندما يتحول جزيء ATP إلى جزيء ADP.
13. اذكر ثلاثة مكونات في الغشاء البلازمي للخلية. ثم وضح أهمية كل منها لوظيفية الخلية.
14. ما نوع الخليط الذي يتكوّن بعد تحريك كمية صغيرة من ملح الطعام في الماء إلى أن يذوب كلياً؟ حدّد مكونات هذا الخليط.
15. في أي جزء من النبات تتوقع أن تجد خلايا تحتوي على أكبر كمية من البلاستيدات الخضراء؟ اشرح إجابتك.
16. عادة ما يتحدث عدّاؤو المسافات الطويلة عن التدريب لرفع عنتهم اللاهوائية. وتعتبر العتية الهوائية النفضة التي لا تحصل فيها عضلات معينة على كمية كافية من الأكسجين للقيام بالتنفس الهوائي لذا تبدأ بالقيام بالتنفس اللاهوائي. كوّن فرضية توضح فيها رأيك في أهمية رفع العتية اللاهوائية للعدائين المتنافسين.

### إجابة مفتوحة

استخدم التمثيل البياني أدناه للإجابة عن السؤال 17.



17. يبيّن هذا التمثيل البياني تأثير إنزيم معين يعمل على تحليل البروتينات في الجهاز الهضمي. كوّن فرضية عن طريقة هضم البروتين عند شخص ليس لديه هذا الإنزيم.
18. ما العضبة التي تتوقع وجودها بأعداد كبيرة في الخلايا التي تضخ حمض المعدة إلى الخارج عكس اتجاه منحدر التركيز؟ قدّم سبباً يوضح إجابتك.

### سؤال مقالي

يتفاعل جسم الإنسان بصورة مستمرة مع البيئة، حيث يحصل على بعض المواد ويخرج مواد أخرى. إن العديد من المواد التي يحصل عليها الإنسان يضطلع بدور محدد في الحفاظ على العمليات الخلوية الأساسية. مثل التنفس ونقل الأيونات وبناء جزيئات ضخمة متنوعة. كذلك، فإن العديد من المواد التي يخرجها الإنسان هي فضلات ناتجة عن العمليات الخلوية.

استعن بالمعلومات الواردة في الفقرة السابقة للإجابة عن السؤال التالي في صورة مقال.

19. اكتب مقالاً توضح فيه طريقة حصول الإنسان على المواد الضرورية لعملية التنفس الخلوي وطريقة التخلص من فضلات هذه العملية.

السكريات التي يستخدمها النبات بالكامل.

16. يستطيع العدّاؤون عن طريق رفع عنتهم اللاهوائية الحصول على المزيد من الطاقة من عضلاتهم بواسطة التنفس الهوائي. كما يتيح لهم ذلك تجنّب الشعور بالإرهاق أو التعب أو الألم الناتج عن تراكم حمض اللاكتيك أثناء التنفس اللاهوائي.

### إجابة موسّعة

17. قد يكون من الضروري توفير المزيد من الطاقة لبدء التفاعل الذي يتضمن تحلّل البروتينات، ولزيادة سرعة التفاعل. كما سيستغرق هضم البروتين المزيد من الوقت. ونتيجة لذلك، لن يتمكّن الشخص من هضم البروتينات بالسرعة نفسها أو بدرجة الكمال نفسها.

18. تتطلب الخلايا التي تضخ الحمض في عكس اتجاه منحدر التركيز الكثير من الطاقة للقيام بتلك العملية. وستحتوي تلك الخلايا على الأرجح على أجسام فتيلية أكثر من الخلايا التي تؤدي وظائف تتطلب طاقة أقل. إنّ الأجسام الفتيلية هي العضيات التي تُطلق الطاقة الكيميائية في الخلايا.

### سؤال مقالي

19. يمتص الإنسان الأكسجين اللازم لعملية التنفس الخلوي عن طريق الشهيق. أما ثاني أكسيد الكربون، فهو أحد نواتج التنفس الخلوي ويخرج من الجسم عن طريق الزفير. يُمثّل الماء ناتجاً آخر من نواتج التنفس الخلوي. وتستهلك عمليات الجسم الأخرى بعض هذا الماء. ويخرج الزائد منها عن طريق التعرّق والزفير.