# الفصل 9

الفكرة العامة

**المركبات العضوية الحيوية** لتوضيح الفكرة العامة لهذا الفصل، اطلب إلى الطلاب ومن خلال جلسة عصف ذهني، ذكر ما يعرفونه عن البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات، ثم اسألهم عما يعرفونه عن البروتينات، وأي أنواع الطعام تعتبر مصدرًا جيدًا للبروتينات. تقبل كل الإجابات المنطقية. من أنواع الأغذية التي تعد مصدراً للبروتينات: اللحوم، البيض، الأجبان، الفول السوداني، البازلاء. ثم اسألهم عمّا يعرفونه حول الكربوهيدرات: تقبّل جميع الإجابات المعقولة. من أنواع الأغذية التي تعد مصدرًا للكربوهيدرات: البطاطس و المعكرونة. أكمل طرح الأسئلة حول الليبيدات والدهون . تقبل جميع الإجابات المنطقية.

## الربط مع المعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل:

- الروابط الهيدروجينية.
- المتشكلات.
- المجموعات الوظيفية، والبوليمرات.

## استعمال الصورة

**جسم الإنسان** اطلب إلى الطلاب التمعن في صور بداية الفصل، ثم اسألهم: ما علاقة النسيج الضام في موضوع الفصل. تتكون الأنسجة الضامّة من البروتينات. ثم اسألهم: ما علاقة الأنسجة الدهنية في موضوع الفصل. الخلايا الدهنية هي مثال على الخلايا التي تتكون من دهون. ثم اسألهم: ما علاقة الخلايا الجلدية في موضوع الفصل. الخلايا الجلدية هي مثال على الخلايا التي تتكون من أحماض نووية.

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلالية

كيف تختبر وجود السكريات البسيطة؟

تزود العديد من مصادر الغذاء المختلفة الجسم بالطاقة التي يستعملها باستمرار. وتُختزن هذه الطاقة في روابط جزيئات تسمى السكريات.

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. املأ كأسًا سعتها 400 mL بالماء إلى ثلثها، وضعها على سخان كهربائي، وسخنه حتى يغلي الماء.
3. استخدم مخبارًا مدرجًا لقياس 5 mL من محلول جلوكوز تركيزه 10%، واسكبه في أنبوب اختبار.
4. أضف 3.0 mL من محلول بندكت إلى أنبوب الاختبار، واخلط المحلولين مستخدمًا ساق التحريك. وأضف حبيبة غليان إلى أنبوب الاختبار، وهي قطعة صخرية صغيرة توضع لمنع فوران السائل في أثناء الغليان.

تحذير: محلول بندكت مهيج للعيون والجلد.

5. ضع أنبوب الاختبار في حمام الماء المغلي باستعمال الملقط، مدة 5 دقائق.
6. يدل تغير اللون إلى الأصفر أو البرتقالي على وجود سكر بسيط. سجل مشاهداتك.
7. كرّر الخطوات السابقة مستعملًا محلول النشا 10% ومعلق الجيلاتين 10%، وبضع قطرات من معلق العسل في الماء.

تحليل النتائج

1. صف تغيرات الألوان التي شاهدتها.
2. صنّف أي الأغذية تحتوي على سكر بسيط؟

استقصاء فكر في وجبة العشاء التي تناولتها أمس. ما الأغذية التي احتوت على سكريات بسيطة؟ وكيف يمكن اختبار هذه الأغذية للكشف عن ذلك؟

المطويات منظمات الأفكار

المركبات العضوية الحيوية: اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تنظيم المعلومات المتعلقة بالمركبات العضوية الحيوية.

الخطوة 1 اطو ورقة من أوراق دفتر الملاحظات طوليًا، تاركًا حاشية على الجانب الأيسر.

الخطوة 2 قصّ الجزء العلوي إلى أربعة ألسنة.

الخطوة 3 اكتب العنوان الآتي على الحاشية. "المركبات العضوية الحيوية". واكتب على كلٍّ من الألسنة الأربعة أحد المصطلحات الآتية: البروتينات، الكربوهيدرات، الليبيدات، الأحماض النووية.

المطويات استخدم هذه المطوية مع الأقسام 1–9، و2–9، و3–9، و4–9 لخص في أثناء قراءتك هذه الأقسام التركيب العام ووظيفة المركبات العضوية الحيوية، وأعط أمثلة على كل منها.

الكيمياء عبر المواقع الالكترونية
لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

117

## تحليل النتائج

1. شوهد تغير في اللون من الأزرق إلى الأصفر في أنابيب الاختبار التي تحتوي على الجلوكوز والعسل. استعمل محلول الجلوكوز كتجربة ضابطة إيجابية. لم يحدث تغير في لون الأنابيب التي كانت تحتوي على نشا وجيلاتين.
2. جلوكوز وعسل.

## استقصاء

ستتباين الإجابات.

# تجربة استهلالية

**الهدف** سيختبر الطلاب أغذية مختلفة للكشف عن وجود سكر بسيط.

**احتياطات السلامة** تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

**التخلص من النفايات** يمكن طرح محتويات أنابيب الاختبار في حوض المغسلة مع الماء.

### استراتيجيات التدريس

- استخدم هذا الاستقصاء لتوعية الطلاب عن مهنة محتملة كعالم تغذية. اعرض عددًا من الملصقات التي توجد هذه الأيام على أوعية الطعام الجاهز حيث يقوم علماء الغذاء بتزويد هذه المعلومات للمستهلكين. ناقش مع الطلاب أهمية المعرفة في مجال الكيمياء الحيوية للإفادة منها في عمل الاختيارات الصحيحة للأغذية التي يستهلكونها.
- انظر صفحة تحضير المحاليل في مقدمة الدليل للفصل الدراسي الأول.

**النتائج المتوقعة** يغير محلولا الجلوكوز والعسل لون محلول بندكت الأزرق إلى الأصفر. وهذا اختبار إيجابي للسكر الأحادي أو السكر البسيط.

# 9–1

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (29) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9–6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

**وظيفة البروتينات** اسأل الطلاب أين توجد البروتينات في أجسامهم. اقبل الإجابات المعقولة جميعها. اطلب إلى طالب أن يقرأ التعليق على **الشكل 1–9**، وبعد أن يقرأ الطالب السؤال، اطرح السؤال مرة ثانية. إجابات محتملة: الشعر، الأظفار، العضلات، الأعضاء. ض م

## 2. التدريس

### الخلفية النظرية للمحتوى

**البروتين** اكتشفت البروتينات لأول مرة في بدايات القرن التاسع عشر. ويأتي اسم بروتين من الكلمة اليونانية proteios والتي تعنى أوَّلي. هناك العديد من البروتينات المختلفة موجودة في المخلوقات الحية. وفي الواقع فإن البروتينات تتواجد فقط في المخلوقات الحية وخاصة بالأعضاء. تختلف البروتينات الموجودة في نوع من المخلوقات الحية عن البروتينات الموجودة في أنواع أخرى. والأعضاء المختلفة في المخلوق الحي نفسه مكونة من أنواع مختلفة من البروتينات

**عرض توضيحي**

### ما هو البروتين؟

**الهدف**

القيام بتقطير إتلافي لبروتين.

**المواد والأدوات**

بضع حبّات من الفول السوداني، أنبوبة اختبار زجاجية مقاومة للحرارة، ماسك، ورقة تباع الشمس الأحمر، ورق اختبار، خلات الرصاص، ورق اختبار كلوريد الكوبلت، موقد بنزن، ملقط.

**احتياطات السلامة**

**التخلص من النفايات** يمكن التخلص من النواتج جميعها في سلة النفايات.

**خطوات العمل**

ضع بضع حبات من الفول السوداني في أنبوبة الاختبار وسخنه. تحذير: قم بذلك في خزانة جمع الغازات أو غرفة جيدة التهوية. ضع قطعة رطبة من ورق تباع الشمس الأحمر فوق فوهة أنبوبة الاختبار أثناء التسخين لاختبار الأمونيا. تأكد من وضع الأنبوبة بشكل مائل فوق اللهب ووجِّه فوهته بعيدًا عنك وعن الأشخاص الآخرين. وبطريقة مماثلة استعمل ورقة خلاّت الرصاص لتختبر وجود كبريتيد الهيدروجين. واستعمل ورقة اختبار كلوريد الكوبلت كذلك للكشف عن وجود الماء.



## 9–1

**الأهداف**

- تصف تركيب الأحماض الأمينية والبروتينات.
- تشرح وظيفة البروتينات في الخلايا.

**مراجعة المفردات**

**البوليمرات** مركبات كبيرة تتكون من وحدات متكررة عديدة تسمى المونومرات.

**المفردات الجديدة**

البروتينات
الأحماض الأمينية
الرابطة الببتيدية
الببتيد
تغير الخواص الطبيعية
الإنزيم
المادة الخاضعة لفعل الإنزيم
الموقع النشط

### البروتينات Proteins

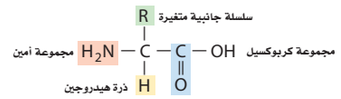
الفكرة الرئيسة **تؤدّي البروتينات وظائف أساسية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.**

**الربط مع الحياة** تحتوي بعض منتجات التنظيف –ومنها محلول تنظيف العدسات اللاصقة– على الإنزيمات. هل تساءلت يومًا ما الإنزيم؟

### تركيب البروتين Protein Structure

تعد الإنزيمات نوعًا من البروتينات. **والبروتينات** بوليمرات عضوية تتكون من أحماض أمينية مرتبطة معًا بترتيب معين. والبروتينات ليست مجرد سلاسل كبيرة من الأحماض الأمينية المرتبة عشوائيًا. ويجب أن يكون البروتين مطويًا في تركيب معين ثلاثي الأبعاد حتى يعمل بشكل صحيح. وجميع المخلوقات الحية؛ ومنها الإبل والنباتات المبينة في **الشكل 1–9**، تتكون من البروتينات.

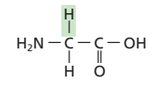
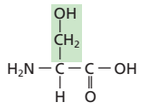
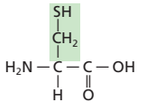
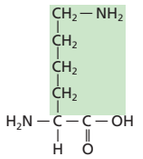
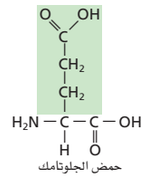
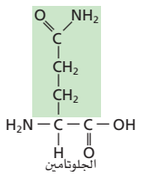
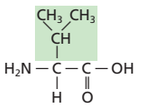
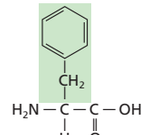
**الأحماض الأمينية** توجد مجموعات وظيفية كثيرة ومختلفة من الأحماض الأمينية في المركبات العضوية. **والأحماض الأمينية**، كما يدل اسمها، جزيئات عضوية توجد فيها مجموعة الأمين ومجموعة الكربوكسيل الحمضية. والشكل الآتي يبين التركيب العام للحمض الأميني:




يوجد في كل حمض أميني ذرة كربون مركزية محاطة بأربع مجموعات: مجموعة الأمين ($-NH_2$)، ومجموعة الكربوكسيل ($-COOH$)، وذرة هيدروجين، وسلسلة جانبية متغيرة R. وتتفاوت السلسلة الجانبية من ذرة هيدروجين واحدة إلى تركيب معقد ذي حلقتين.

**الشكل 1-9** تحتوي جميع المخلوقات الحية على البروتينات؛ فشعر الإبل وعضلاته جميعها تتكون من بروتينات بنائية، كما هو الحال لجذور النباتات وأوراقها.

**الجدول 1-9** أمثلة على الأحماض الأمينية

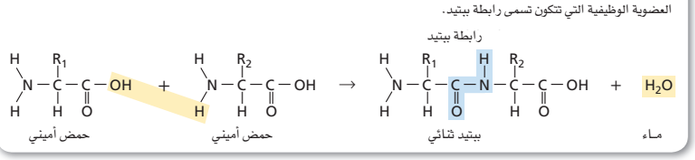
| الجلايسين | السيرين | السيستين | اللايسين |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| **حمض الجلوتامك** | **الجلوتامين** | **الفالين** | **فينيل الألنين** |
|  |  |  |  |

ادرس السلاسل الجانبية المختلفة للأحماض الأمينية المبينة في **الجدول 1-9**، وحدّد الألكانات غير القطبية، ومجموعات الهيدروكسيل القطبية، والمجموعات الحمضية والقاعدية مثل مجموعات الكربوكسيل والأمين، والحلقات الأروماتية، والمجموعات التي تحتوي على الكبريت. يزود هذا التنوع الواسع للسلاسل الجانبية الأحماض الأمينية المختلفة بتنوع كبير من الخواص الكيميائية والفيزيائية، ويساعد البروتينات على أداء وظائف عديدة ومختلفة.

**الرابطة الببتيدية** توفر مجموعات الأمين والكربوكسيل مواضع ربط مناسبة لربط الأحماض الأمينية معًا. ولأن الحمض الأميني هو في الوقت نفسه أمين وحمض كربوكسيلي، لذا يستطيع حمضان أمينيان أن يتحدا لتكوين أميد، وينطلق ماء في هذه العملية. هذا التفاعل هو تفاعل تكثف. وكما يبين **الشكل 2-9**، فإن مجموعة الكربوكسيل لأحد الحمضين الأمينيين تتحد مع مجموعة الأمين في الحمض الثاني لتكوين مجموعة الأميد الوظيفية.

**ماذا قرأت؟** **اشرح** كيف تتكون مجموعة الأميد الوظيفية.

**الشكل 2-9** ترتبط مجموعة الأمين لأحد الحمضين الأمينيين بمجموعة الكربوكسيل لحمض أميني آخر لتكوين ببتيد ثنائي وماء. والمجموعة العضوية الوظيفية التي تتكون تسمى رابطة ببتيد.






## عرض سريع

**عمل نماذج لأحماض أمينية** اعمل نماذج للحمضين الأمينين جلايسين والانين باستعمال مجموعة الكرة والعصا. وذكِّر الطلاب بمعنى الكربون اللامتماثل، ثم اطلب إليهم أن يحددوا عدد ذرات الكربون اللامتماثلة في كل تركيب. توجد واحدة في الألنين ولا توجد أي واحدة في الجلايسين.

اعمل نموذجًا لصورة المرآة لكل تركيب توجد فيه ذرة كربون لا متماثلة. اسأل الطلاب عن نوع المتشكلات التي تمثلها هذه التراكيب. إنها متشكلات فراغية من نوع صورة المرآة (المتشكلات البصرية). **ض م**

## التعلم البصري

**الجدول 1-9** ساعد الطلاب على تحديد خواص السلاسل الجانبية المختلفة في الأحماض الأمينية المبينة في الجدول. **د م** **ض م**

**ماذا قرأت؟** تأتي OH من مجموعة الكربوكسيل في الحمض الأميني الأول وتأتي H من مجموعة الأمين في الحمض الأميني الثاني.

### النتائج

يصبح البروتين أسود اللون عند التسخين، مما يدل على وجود الكربون. وستغير الأمونيا لون ورق تباع الشمس الأحمر إلى الأزرق. كما تتحول ورقة خلّات الرصاص إلى اللون الأسود وهذا اختبار إيجابي لوجود $H_2S$. كما أن تغير لون ورقة اختبار كلوريد الكوبلت يدل على وجود الماء.

### التحليل

1. على ماذا يدل تحول البروتين إلى اللون الداكن من حيث مكوناته؟ كربون.
2. ما العناصر الأخرى الموجودة كما يستدل عليها من أوراق الاختبار؟ الكبريت، الهيدروجين، الأكسجين والنيتروجين.

## التقويم

**الأداء** أعَد العرض، ولكن استعمل أنواعًا أخرى من المكسرات بدلًا من الفول السوداني لترى إذا كانت تظهر النتائج نفسها عند حرقها.

## الرياضيات في الكيمياء

**الببتيدات** يمكن إيجاد عدد الببتيدات التي تتكون من عدد ثابت من الأحماض الأمينية باستعمال الصيغة $20^n$ ، حيث تمثل n عدد الأحماض الأمينية في الببتيد. ويمكن أن يفهم الطلاب هذه الصيغة بشكل أفضل إذا شرحت على النحو الآتي: كل موقع في ببتيد عشوائي هناك احتمال 1/20 لوجود أي حمض أميني معين. وبالنسبة لموقعين فإن احتمال وجود أي حمضين أمينيين هو $1/20 \times 1/20 = 1/400$.

وهذا يدل على أنه يوجد واحد من 400 ثنائي ببتيد محتمل في تتابع معين للحمضين الأمينين. ونسبة 1/400 هي مقلوب $(20)^2$ والذي يعني أيضًا أنه يوجد 400 ثنائي ببتيد محتمل.

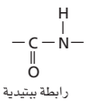
## الإثراء

**البروتين** وزع الطلاب في مجموعات ثلاثية أو رباعية واطلب إلى كل مجموعة أن تجري بحثًا حول اسم ، ووظيفة، وتعاقب بروتين بشري معروف. تستطيع مجموعات الطلاب أن تعد عروضًا صفية لنتائج أبحاثهم، أو ينشؤوا صفحات إلكترونية على شبكة الإنترنت لاستعمال الصفوف الأخرى.

**ماذا قرأت؟** الببتيد عبارة عن سلسلة مكونة من حمضين أمينيين أو أكثر مرتبطة معًا بروابط ببتيدية، وعندما تجمع الرابطة الببتيدية حمضين أمينين فقط يتكون ثنائي الببتيد.

**ماذا قرأت؟** $20^4$ أو $1.6x10^5$

■ **إجابة سؤال الشكل 4–9** تغيير ترتيب تسلسل الأحماض الأمينية يغير هوية المركب. فبينما يكون Gly–Phe عبارة عن جلايسين مع مجموعة أمين حرة، يتكون Phe–Gly من فينيل الألنين مع مجموعة أمينية حرة.



رابطة ببتيدية

**الشكل 3-9** تجمع الرابطة الببتيدية حمضين أمينيين لتكوين ثنائي الببتيد.

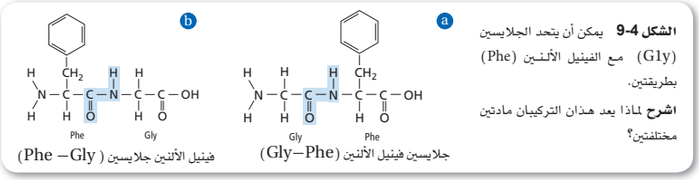
يطلق المختصون في الكيمياء الحيوية على رابطة الأميد المبينة في **الشكل 3–9**، والتي تجمع حمضين أمينيين اسم **الرابطة الببتيدية**. كما يطلق على السلسلة المكونة من حمضين أمينيين أو أكثر مرتبطة معًا بروابط ببتيدية **الببتيد**. أما الجزيء المكون من حمضين أمينيين مرتبطين معًا برابطة ببتيدية فيسمى ثنائي الببتيد. ويبين **الشكل 4a–9** تركيب ثنائي ببتيد مكونًا من الحمضين الأمينين الجلايسين (Gly) وفينيل الألنين (Phe). في حين يبين **الشكل 4b–9** ثنائي ببتيد آخر مختلفًا مكوّنًا أيضًا من الجلايسين وفينيل الألنين. فهل Gly– Phe هو المركب Phe–Gly نفسه؟ لا، إنهما مختلفان. تفحّص هذين المركبين ثنائي الببتيد لترى أن الترتيب الذي يرتبط فيه ثنائي الببتيد مهم، فما زال كل طرف من وحدة الحمضين الأمينين في ثنائي الببتيد لديه مجموعة حرة: أحد الطرفين لديه مجموعة كربوكسيل حرة، والطرف الآخر لديه مجموعة أمين حرة. وتستطيع كل من هاتين المجموعتين الارتباط مع الطرف المقابل من حمض أميني آخر، مكونة المزيد من الروابط الببتيدية. وتقوم الخلايا الحية دائمًا ببناء الببتيدات بإضافة أحماض أمينية إلى الطرف الكربوكسيلي من الطرف النامي.

**ماذا قرأت؟ اشرح** الفرق بين الببتيد وثنائي الببتيد.

**عديد الببتيد** كلما زاد طول السلاسل الببتيدية أصبح من الضروري إعطاؤها أسماء أخرى. فالسلسلة المكونة من عشرة أحماض أمينية أو أكثر متصلة معًا بروابط ببتيدية تسمى عديد الببتيد. ويتضمن **الشكل 5–9** مثالاً على عديد الببتيد. وعندما يصل طول السلسلة نحو 50 حمضًا أمينيًا يطلق عليها اسم بروتين.

ولأن هناك 20 حمضًا أمينيًا فقط تستطيع تكوين البروتينات، لذا فقد يبدو منطقيًا وجود عدد محدود فقط من تراكيب البروتينات. ولكن البروتين يمكن أن يحتوي على 50 حمضًا أمينيًا على الأقل، أو أكثر من 1000 حمض أميني مرتبة في أي تتابع ممكن. ولحساب عدد التتابعات الممكنة لهذه الأحماض الأمينية افترض أن كل موقع على السلسلة يمكن أن يكون فيه 20 حمضًا أمينيًا محتملاً.البتيد الذي يحتوي على n من الأحماض الأمينية فهناك $20^n$ من التتابعات المحتملة للأحماض الأمينية. وهكذا فإن ثنائي الببتيد الذي يتكون من حمضين أمينيين فقط يمكن أن يكون له $20^2$، أو 400 تتابع محتمل للأحماض الأمينية. وحتى أصغر البروتينات، والذي يحتوي على 50 حمضًا أمينيًا فقط لديه $20^{50}$ أو أكثر من $1 \times 10^{65}$ احتمال من ترتيبات الأحماض الأمينية! ولأن خلايا الإنسان تصنع ما بين 80,000 و 100,000 بروتين مختلف، لذا يمكنك أن ترى أن هذا عبارة عن جزء صغير فقط من مجموع عدد البروتينات المحتملة.

**ماذا قرأت؟ احسب** عدد التتابعات المحتملة لسلسلة ببتيد تتكون من أربعة أحماض أمينية.




جلايسين فينيل الألنين (Gly–Phe) فينيل الألنين جلايسين (Phe –Gly)

**الشكل 4-9** يمكن أن يتحد الجلايسين (Gly) مع الفينيل الألنين (Phe) بطريقتين.

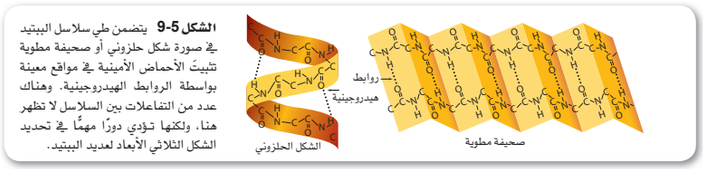
**اشرح** لماذا يعد هذان التركيبان مادتين مختلفتين؟



### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** ارسم الببتيدين المبينين في **الشكل 4–9** بحروف كبيرة على ورقتين منفصلتين، واقطع أجزاء الورق على طرفي الرابطة الببتيدية في شكل متعرج مكونًا قطعتين شبيهتين بقطع تركيب الصور.

أخبر الطلاب أن الرابطة الببتيدية تجمع حمضين أمينين مختلفين معًا لتكوين ثنائي ببتيد كامل بالطريقة نفسها التي يلتقي فيها مساران يبدوان لا علاقة لهما ببعضهما البعض، فيرتبطان معًا لتكوين صورة متكاملة. **د م**




**الشكل 5-9** يتضمن طي سلاسل الببتيد في صورة شكل حلزوني أو صحيفة مطوية تثبيتَ الأحماض الأمينية في مواقع معينة بواسطة الروابط الهيدروجينية. وهناك عدد من التفاعلات بين السلاسل لا تظهر هنا، ولكنها تؤدي دورًا مهمًّا في تحديد الشكل الثلاثي الأبعاد لعديد الببتيد.

**تركيب البروتين الثلاثي الأبعاد** تبدأ السلاسل الطويلة المكونة من الأحماض الأمينية بالطيّ مكونة أشكالاً ثلاثية الأبعاد قبل أن يكتمل تكوينها. ويتحدد الشكل الثلاثي الأبعاد عن طريق التفاعلات بين الأحماض الأمينية. فقد تتكون بعض أجزاء عديد الببتيد في صورة شكل حلزوني يشبه لفات سلك الهاتف. وقد تنثني بعض الأجزاء الأخرى إلى الأمام وإلى الخلف بصورة متكررة مكوّنة تركيبًا على هيئة صحيفة مطوية عدة طيات. وقد تنثني سلسلة العديد الببتيد إلى الخلف على نفسها وتغير اتجاهها. كما يمكن أن يحتوي بروتين معين على عدة لوالب، وصحائف، ولفّات، وقد لا يحتوي على أي منها. ويبين **الشكل 5-9** نمط الطي للولب نموذجي وصحيفة. والشكل الكلي الثلاثي الأبعاد للعديد من البروتينات شكل كروي غير منتظم. وهناك أنواع أخرى من البروتينات لها شكل ليفي طويل. وشكل البروتين مهم لعمله، فإذا تغير هذا الشكل فقد لا يستطيع أن يقوم بعمله داخل الخلية.

**تغير الخواص الطبيعية** ينتج عن التغيرات في درجة الحرارة وقوة الرابطة الأيونية والرقم الهيدروجيني pH والعوامل الأخرى انفكاك طيات البروتين ولوالبه، فيؤدي هذا إلى **تغيُّر الخواص الطبيعية** (Denaturation) الأصلية للبروتين، وهي العملية التي تشوه تركيب البروتين الطبيعي الثلاثي الأبعاد وتمزقه أو تتلفه. ويؤدي الطبخ عادة إلى تغير الخواص الطبيعية للبروتينات في الأغذية. فعند سلق بيضة تصبح صلبة لأن زلال البيضة الغني بالبروتين يتصلب نتيجة تغير الخواص الطبيعية للبروتين. ولما كانت البروتينات تعمل بصورة صحيحة فقط عندما تكون مطوية، لذا فإنها تصبح غير فعالة بصورة عامة إذا حدث لها تحويل في خواصها الطبيعية.

### وظائف البروتينات المتعددة
### The Many Functions of Proteins

تؤدي البروتينات أدوارًا كثيرة في الخلايا الحية؛ فهي تقوم بتسريع التفاعلات الكيميائية، ونقل المواد، وتنظيم العمليات الخلوية، والدعم البنائي للخلايا، والاتصالات داخل الخلايا وفيما بينها، وتسريع حركة الخلايا، وتعمل عمل المصدر للطاقة عند شحّ المصادر الأخرى.

**تسريع التفاعلات** يعمل العدد الأكبر من البروتينات في معظم المخلوقات الحية عمل الإنزيمات والعوامل المحفزة للتفاعلات الكثيرة التي تحدث في الخلايا الحية. يعد **الإنزيم** عاملًا محفزًا حيويًّا؛ حيث يعمل على تسريع التفاعل الكيميائي دون أن يُستهلك في هذا التفاعل. ويؤدي عادة إلى تخفيض طاقة تنشيط التفاعل عن طريق تثبيت الحالة الانتقالية.

### واقع الكيمياء في الحياة
### الإنزيمات

**البابايين** هو أحد أمثلة الإنزيمات التي قد تكون استعملتها ويوجد في البابايا، والأناناس، ومصادر نباتية أخرى. ويعمل هذا الإنزيم عاملًا مساعدًا في التفاعل الذي يفكك جزيئات البروتين، ويحوّلها إلى أحماض أمينية حرة. والبابايين هو العامل الفعّال في بقاء اللحوم طرية؛ فعندما تنثر البابايين المجفف على اللحم الرطب فإنه يكوّن محلولاً يكسر ألياف البروتين القاسية في اللحم فيجعله أكثر طراوة.



## مشروع الكيمياء

**لاينس بولينج** اطلب إلى الطلاب أن يعملوا بحثًا حول عمل العالم الأمريكي لاينَس بولينج ويقدموا تقارير صفيّة بنتائجهم. إذا لم يذكر الطلاب أن بولينج له اكتشافات في حقول عديدة مختلفة في الكيمياء، وأنه نال جائزة نوبل مرتين، واحدة في الكيمياء والأخرى للسلام، ذكرهم أنت بذلك. ض م

## المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

قد يكون الطلاب ملمّين بدور الكربوهيدرات والبروتينات والليبيدات فقط كمكونات للأغذية التي يأكلونها.

### الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلاب أن يذكروا بعض الوظائف المهمة للبروتينات، والكروبوهيدرات والليبيدات.

### عرض المفهوم

قسّم الصف إلى ثلاث مجموعات. واطلب أن تقدم كل مجموعة قائمة تتضمن عددًا من الأمثلة، أو إحضار عينات لوظائف أخرى لواحد من هذه المركبات. وعندما يعدد الطلاب الوظائف الأخرى العديدة التي تقوم بها هذه المركبات في المخلوقات الحية، وضح لهم أنهم يأكلون هذه المركبات حتى تستطيع خلايا الجسم استعمال وحدات البناء هذه لبناء مواد أخرى يحتاج إليها الجسم.

### تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى الطلاب التعرف على أمثلة إضافية عن مواد تتكون من البروتينات، أو الكروبوهيدرات، أو الليبيدات. ض م

## استخدام المصطلحات العلمية

**الإنزيمات** اطلب إلى الطلاب كتابة جمل توضح معاني المصطلحين: إنزيم، والموضع النشط. د م

## بناء نموذج

**الهيموجلوبين** اطلب إلى الطلاب أن يستعملوا الأسلاك القابلة للتشكل لبناء نموذج للهيموجلوبين مستعملين التركيب المبين في 7–9 واطلب إليهم أن يبينوا بوضوح موقع مجموعات الهيم الذي يحتوي على الحديد والذي يرتبط به الأكسجين.

### عرض سريع

**الإنزيمات** ضع 5 mL من محلول لاكتوز تركيزه 2% محضرًّ حديثًا في كل من أنبوبتي اختبار مكتوب على أحدهما "لاكتيز" وعلى الآخر "ضابط". أضف حبة أنزيم لاكتيز مطحونة إلى الأنبوب "لاكتيز". حرك محتويات كل أنبوبة اختبار بلطف واتركهما في كاس ماء دافئ لمدة 4–2 دقائق. اطلب إلى اثنين من الطلاب أن يختبرا كل أنبوبة للكشف عن وجود الجلوكوز باستعمال محلول بندكت أو شرائح الكشف عن الجلوكوز. اسأل الطلاب أن يشرحوا ما حصل في كل أنبوبة. قام إنزيم اللاكتيز بتفكيك اللاكتوز منتجًا جلوكوز وجلاكتوز، مما أعطى اختبارًا إيجابيًّا لوجود سكريات بسيطة. أما أنبوب الضبط فقد أعطى نتيجة سالبة لعدم وجود الأنزيم. ض م

**ماذا قرأت؟** إجابة محتملة:

تعمل الإنزيمات مواد خاضعة لفعل الإنزيم، فترتبط المادة الخاضعة لفعل الإنزيم بالموقع النشط للإنزيم. كما يغير الإنزيم شكله ليتناسب مع المادة الخاضعة لفعله. فتتكسر الروابط وتتحول المادة الخاضعة لفعل الإنزيم إلى نواتج. ولكن لا يتغير الإنزيم ويمكن أن يقوم بالعملية نفسها مرات عديدة.

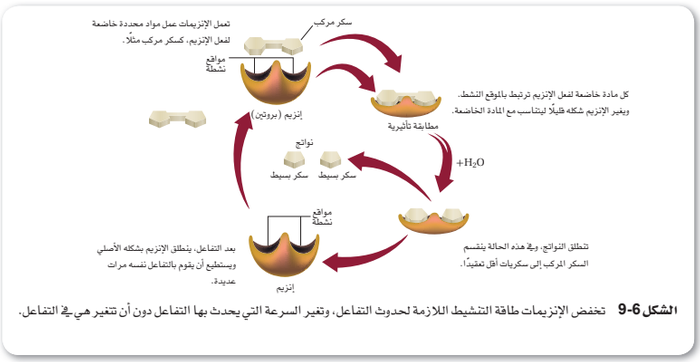
**مختبر الكيمياء** يمكن استعمال مختبر الكيمياء الموجود في نهاية هذا الفصل عند هذا الجزء من الدرس.

### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** من أجل فهم أفضل لمفهوم تكوين البوليمرات، دع الطلاب يستعملوا مشابك الورق لتمثيل كيف تستطيع الوحدات الأساسية من الأحماض الأمينية أن تكون بوليمرات بروتينية. د م

### دفتر الكيمياء

**الإنزيمات** اطلب إلى الطلاب أن يقوموا ببحث حول أحد الإنزيمات وعمل ملصق يصف المواد الخاضعة لفعل هذا الإنزيم، ووظائفه، واستعمالاته. اعرض الملصقات في غرفة الصف إذا كان ذلك ممكناً.



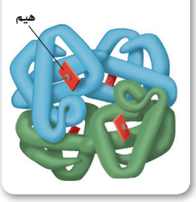

**الشكل 6-9** تخفض الإنزيمات طاقة التنشيط اللازمة لحدوث التفاعل، وتغير السرعة التي يحدث بها التفاعل دون أن تتغير هي في التفاعل.

كيف تعمل الإنزيمات؟ إن مصطلح **مادة خاضعة لفعل الإنزيم** يشير إلى مادة متفاعلة في تفاعل يعمل الإنزيم فيه عمل عامل محفز، كما في **الشكل 6–9**. وترتبط المواد الخاضعة لفعل الإنزيم بمواضع معينة على جزيئات الإنزيم، وهي عادة عبارة عن جيوب أو شقوق. وتسمى النقطة التي ترتبط بها المواد الخاضعة لفعل الإنزيم **الموقع النشط** للإنزيم. وبعدما ترتبط المادة الخاضعة بالموقع النشط يغير هذا الموضع شكله قليلاً ليحيط بالمادة الخاضعة بصورة أكثر إحكامًا، وتسمى هذه العملية المطابقة التأثيرية؛ إذ يجب أن تتطابق أشكال المواد الخاضعة مع شكل الموقع النشط، بالطريقة نفسها التي تتطابق بها قطع الألغاز أو القفل والمفتاح. ولن يرتبط الجزيء الذي يختلف شكله قليلاً عن شكل المادة الخاضعة المعتادة للإنزيم بصورة جيدة بالموقع النشط، وقد لا يحدث التفاعل.

ويسمى التركيب المتكون من الإنزيم والمادة الخاضعة عند ارتباطهما مركبَ الإنزيم والمادةَ الخاضعة. فالحجم الكبير لجزيئات الإنزيم يمكّنها من تكوين روابط متعددة مع المواد الخاضعة، كما يسمح التنوع الكبير للسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية في الإنزيم بتكوين عدد من القوى بين الجزيئية المختلفة. وتخفّض القوى بين الجزيئية هذه طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل؛ حيث تتكسر الروابط وتتحول المادة الخاضعة لفعل الإنزيم إلى نواتج.

**ماذا قرأت؟** **صف** بكلماتك الخاصة كيف يعمل الإنزيم؟

**بروتينات النقل** تنقل بعض البروتينات جسيمات أصغر منها في أرجاء الجسم. ويبين **الشكل 7–9** بروتين الهيموجلوبين، الذي ينقل الأكسجين في الدم من الرئتين إلى سائر الجسم. وهناك بروتينات أخرى تتحد بجزيئات حيوية تسمى ليبيدات؛ لتنقلها من جزء من الجسم إلى جزء آخر خلال مجرى الدم.




**الشكل 7-9** الهيموجلوبين بروتين كروي، فيه أربع سلاسل متعددة الببتيد، يحتوي كل منها على مجموعة حديد تسمى هيم، يرتبط معها الأكسجين.

**الشكل 8-9** يتكون شعر الإنسان من بروتين ليفي يسمى الكيراتين.

**الدعم البنائي** تقتصر بعض البروتينات على وظيفة وحيدة هي تكوين تراكيب حيوية للمخلوقات الحية، وتعرف هذه الجزيئات باسم البروتينات البنائية. والبروتين البنائي الأكثر توافرًا في معظم الحيوانات هو الكولاجين، وهو جزء من الجلد والأوتار والأربطة والعظام. وتشمل البروتينات البنائية الأخرى: الريش والفرو والصوف والحوافر والأظفار والشرنقات، والشعر، كما في **الشكل 8-9**.

**الاتصالات** الهرمونات جزيئات تحمل الإشارات من أحد أجزاء الجسم إلى جزء آخر. وبعض الهرمونات بروتينات. فالأنسولين -وهو مثال مألوف للبروتينات- هرمون بروتيني صغير يتكون من 51 حمضًا أمينيًّا تنتجه بعض خلايا البنكرياس. وعندما يُطلق الأنسولين إلى مجرى الدم يعطي إشارات لخلايا الجسم أن سكر الدم متوافر بكثرة ويجب تخزينه. يؤدي عدم توافر الأنسولين في كثير من الأحوال إلى مرض السكري الذي ينتج عن كثرة السكر في مجرى الدم.

ولما كانت التقنية الحديثة قد جعلت تصنيع البروتينات في المختبر ممكنًا، لذا فقد تم صناعة بعض الهرمونات البروتينية لاستعمالها أدوية. ومن ذلك الأنسولين، وهرمونات الغدة الدرقية، وهرمونات النمو. وتستعمل البروتينات الطبيعية والصناعية في العديد من المنتجات، من محاليل التنظيف إلى وسائل المساعدة الصحية والتجميلية.

**المطويات**
ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

### التقويم 1-9

**الخلاصة**

- البروتينات بوليمرات حيوية تتكون من أحماض أمينية ترتبط بروابط ببتيدية.
- تنطوي سلاسل البروتينات مكوّنة تراكيب معقدة ثلاثية الأبعاد.
- للبروتينات وظائف عديدة في جسم الإنسان تشتمل على وظائف داخل الخلايا وأخرى بينها، ووظائف دعم بنائي.

1. **الفكرة الرئيسة** صف ثلاثة بروتينات، وحدّد وظائفها.
2. **قارن** بين بناء الأحماض الأمينية، وثنائي الببتيد، وعديد الببتيد، والبروتين، أيها له أكبر كتلة جزيئية، وأيها له أصغر كتلة جزيئية؟
3. **ارسم** تركيب ثنائي الببتيد Gly-Ser، وضع دائرة حول الرابطة الببتيدية.
4. **قوّم** ما خواص البروتينات التي تجعلها عوامل مساعدة مفيدة؟ وفيم تختلف عن عوامل مساعدة أخرى سبق أن درستها؟
5. **اشرح** ثلاث وظائف للبروتينات في الخلايا، وأعط مثالاً على كل وظيفة.
6. **صنّف** حمضًا أمينيًّا من **الجدول 1-9** يمكن تصنيفه في كل فئة من الأزواج الآتية:

a. غير قطبي مقابل قطبي b. أروماتي مقابل أليفاتي c. حمضي مقابل قاعدي

123

## التوسع

اطلب إلى الطلاب معرفة أي المنتجات المنزلية تحتوي على إنزيمات. ودعهم يتشاركون بنتائجهم مع الصف. ض م

## التقويم

**مهارة** اسأل الطلاب لماذا يجب حقن هرمون الأنسولين وعدم أخذه عن طريق الفم. الأنسولين بروتين يجب أن يحتفظ بتركيبه ثلاثي الأبعاد حتى يعمل بشكل صحيح. إذا تم ابتلاع الأنسولين، تقوم أنزيمات الجهاز الهضمي بتفكيك جزيئاته إلى أحماض أمينية حرة. ض م

## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يكتبوا فقرة قصيرة تصف وظائف البروتين في المخلوقات الحية. ض م

### إعادة التدريس

استخدم قطارة لوضع بضع قطرات من بيروكسيد الهيدروجين 3% على بعض المواد الآتية: أجزاء مقطعة من الفواكه أو الخضروات، أجزاء غير مقطعة من الفواكه أو الخضروات، خشب، وحجارة، وورق. اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا النتائج. ستتكون فقاعات على جميع المواقع التي وضع عليها فوق اكسيد الهيدروجين إذا كانت مادة حية مقطعة؛ وسيتكون القليل من الفقاعات أو قد لا تتكون فقاعات على المواد الحية غير المقطعة وعلى المواد غير الحية. والسبب يعود إلى إطلاق الخلايا التي تضررت في مواقع القطع أنزيمًا يساعد على تحلل فوق اكسيد الهيدروجين. والفقاعات هي غاز الأكسجين الناتج في هذا التفاعل. $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

**التخلص من النفايات:** اغسل فوق اكسيد الهيدروجين عن المواد بماء الحنفية. ض م

## التقويم 1-9

1. البابايين: إنزيم يُكسِّر البروتين إلى أحماض أمينية
   الهيموجلوبين: ينقل الأكسجين في الجسم.
   الكولاجين: بروتين بنائي يوجد في الجلد، والأربطة، والأوتار، والعظم.
2. الأحماض الأمينية هي جزيئات من المركبات العضوية يرتبط بعضها ببعض. يتكون ثنائي ببتيد إذا ارتبط حمضان أمينيان، ويتكون متعدد ببتيد إذا ارتبط أكثر من عشرة أحماض أمينية، أما إذا ارتبط أكثر من خمسين حمضًا أمينيًّا فيتكون بروتين. من الأصغر إلى الأكبر: حمض أميني، ثنائي الببتيد، عديد الببتيد، بروتين.
3. يجب أن يبين التركيب أن COOH من الجلايسين و $NH_2$ من سيرين يسهمان في عمل رابطة ببتيدية. ارجع إلى دليل حلول المسائل لترى التركيب.
4. البروتينات هي عوامل محفزة مفيدة بسبب حجمها الكبير والعدد الكبير والمتنوع من المجموعات الوظيفية على السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية. معظم العوامل المحفزة غير العضوية هي مركبات أصغر بكثير.
5. تعمل البروتينات كأنزيمات، لنقل مركبات أصغر، وفي تكوين تراكيب، وكهرمونات.
6. a. لا قطبي: Phe، Val، Gly؛
   قطبي Ser، Cys، Gln، Lys، Glu.
   b. أروماتي: Phe؛ اليفاتي: الآخرون جميعًا.
   c. حمضي: Glu؛ قاعدي: Lys.

# 9–2

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (30) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9–6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

**الكربوهيدرات** لتركيز انتباه الطلاب على الكربوهيدرات، اسألهم عن أسماء أغذية مختلفة تحتوي على الكربوهيدرات واكتب أسماء هذه الأغذية على السبورة. عينة أغذية: الخبز بأنواعه، المعكرونة، وأي شيء يحتوي على سكر. اسأل الطلاب إذا كانوا يعرفون الوظيفة الأولية للكربوهيدرات في المخلوقات الحية. مصدر للطاقة. ض م

## 2. التدريس

### الخلفية النظرية للمحتوى

**الكيتين** هو واحد من المركبات العضوية الأكثر توافرًا على الأرض. وهو سكر متعدد يتكون من السكر الأميني جلوكوزامين. ويوجد الكيتين في الهيكل الخارجي للحشرات والقشريات وفي الجدران الخلوية للفطريات.

### التقويم

**الأداء** دع الطلاب يستعملوا مجموعة النماذج الكيميائية أو كرات العلكة وأعواد الأسنان لعمل نماذج الجلوكوز في التركيب الحلقي وتركيب السلسلة المفتوحة. ض م

### دفتر الكيمياء

**أنظمة الغذاء منخفضة الكربوهيدرات** اطلب إلى الطلاب أن يجدوا معلومات عن أنظمة غذاء منخفضة الكربوهيدرات في الصحف والمجلات والتلفزيون. اطلب إليهم أيضًا أن يقوموا ببحث حول سلامة ذلك النوع من النظام الغذائي وأن يكتبوا تقريرًا عنه. ض م

### طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب أن يرسموا الصيغة البنائية للجلوكوز، وعمل نموذج كرة وعصا للجلوكوز، وتحديد اسمه حسب نظام الأيوباك IUPAC 2، 3، 4، 5، 6 – خماسي هيدروكسي هكسانال. ف م

## 9–2

**الأهداف**

- تصف تراكيب السكريات الأحادية، والثنائية، وعديدة التسكر.
- تشرح وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.

**مراجعة المفردات**

**المتشكلات الفراغية** نوع من المتشكلات ترتبط ذراتها بالترتيب نفسه، ولكنها تتجه في اتجاهات مختلفة في الفراغ.

**المفردات الجديدة**

الكربوهيدرات

السكريات الأحادية

السكريات الثنائية

السكريات العديدة التسكر

## الكربوهيدرات Carbohydrates

الفكرة الرئيسة **تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.**

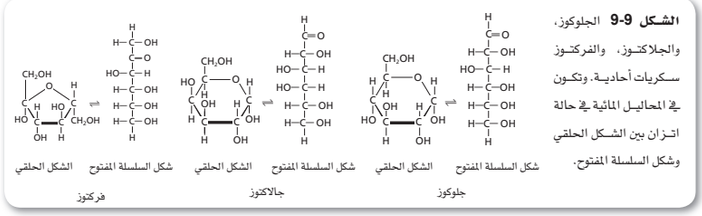
**الربط مع الحياة** هناك تركيز كبير من وسائل الإعلام على الكربوهيدرات. فقد أصبح النظام الغذائي القليل الكربوهيدرات طريقة مفضلة للتحكم في الوزن، إلا أن الكربوهيدرات مصدر مهم لطاقة الجسم.

### أنواع الكربوهيدرات Kinds of Carbohydrates

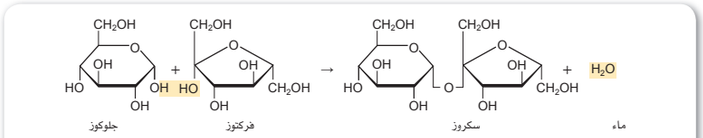
يعطي تحليل كلمة كربوهيدرات لمحة عن تركيب هذه المجموعة من الجزيئات. لقد أدت الملاحظات القديمة –التي بينت أن الصيغة الكيميائية العامة لهذه المركبات هي $C_n(H_2O)_n$، والتي تبدو وكأنها هيدرات الكربون– إلى تسميتها كربوهيدرات. ومع أن العلماء الآن يعرفون أنه لا توجد جزيئات ماء كاملة مرتبطة مع الكربوهيدرات إلا أن الاسم بقي من دون تغيير.

الوظيفة الرئيسة للكربوهيدرات في المخلوق الحي هي أنها مصدر للطاقة المختزنة. وتضم الأغذية الغنية بالكربوهيدرات الحليب والفواكه والخبز والبطاطس. **والكربوهيدرات** مركبات عضوية تحتوي على عدة مجموعات من الهيدروكسيل (OH–)، بالإضافة إلى مجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O). وهذه الجزيئات تتراوح في قياسها بين وحدة بنائية واحدة إلى بوليمرات مكونة من مئات أو حتى آلاف وحدات البناء الأساسية.

**السكريات الأحادية** أبسط أنواع الكربوهيدرات، والتي كثيرًا ما تسمى سكريات بسيطة هي **السكريات الأحادية**. تحتوي أكثر السكريات الأحادية شيوعًا خمس أو ست ذرات كربون. ويبين **الشكل 9–9** أمثلة على السكريات الأحادية. لاحظ وجود مجموعة كربونيل على إحدى ذرات الكربون ومجموعات هيدروكسيل على معظم ذرات الكربون الأخرى. إن وجود مجموعة الكربونيل يجعل هذه المركبات إما ألدهايدات وإما كيتونات، وذلك بحسب موقع مجموعة الكربونيل. كما أن تعدد المجموعات القطبية يجعل السكريات الأحادية قابلة للذوبان في الماء، ويعطيها درجات انصهار عالية.




**الشكل 9-9** الجلوكوز، والجلاكتوز، والفركتوز سكريات أحادية. وتكون في المحاليل المائية في حالة اتزان بين الشكل الحلقي وشكل السلسلة المفتوح.




**الشكل 9-10** عندما يتحد الجلوكوز والفركتوز يتكون السكر الثنائي السكروز. لاحظ أن الماء أيضًا ناتج تفاعل هذا التكثف. وتذكّر أن كل تركيب حلقي يتكون من ذرات كربون غير ظاهرة في الشكل حتى لا يبدو معقدًا.

الجلوكوز سكر سداسي الكربون، وله تركيب ألدهيد. ويوجد بتركيز عالٍ في الدم؛ لأنه يعمل بوصفه مصدرًا رئيسًا للطاقة الفورية للجسم. ولهذا السبب يسمى الجلوكوز في كثير من الأحيان سكرَ الدم.

والجلاكتوز سكر على علاقة وثيقة بالجلوكوز، ويختلف عنه فقط في كيفية اتجاه ذرة الهيدروجين ومجموعة الهيدروكسيل في الفراغ حول إحدى ذرات الكربون الست. وتجعل هذه العلاقة من الجلوكوز والجلاكتوز متشكلين هندسيين. فالفركتوز، الذي يعرف بسكر الفاكهة لأنه موجود في معظم الفواكه، هو سكر أحادي يتكون من ست ذرات كربون له تركيب كيتون. كما أن الفركتوز متشكل بنائي للجلوكوز.

عندما تكون السكريات الأحادية في محلول مائي فإنها توجد في الصورة الحلقية وتركيب السلسلة المفتوحة، ولكنها تغير شكلها باستمرار وبسرعة. والتراكيب الحلقية هي الأكثر استقرارًا، وهي الشكل السائد للسكريات الأحادية في حالة الاتزان. وتلاحظ في **الشكل 9–9** أن مجموعات الكربونيل توجد فقط في تركيب السلسلة المفتوحة. وفي التركيب الحلقي تتحول مجموعات الكربونيل إلى مجموعات هيدروكسيل.

**السكريات الثنائية** تستطيع السكريات الأحادية أن ترتبط معًا عن طريق تفاعل التكثف الذي يطلق الماء، كما هو الحال في الأحماض الأمينية. وعندما يرتبط سكّران أحاديان معًا يتكون **سكر ثنائي**، كما في **الشكل 10–9**، ويطلق على الرابطة الجديدة المتكوّنة الرابطة الإيثرية C–O–C.

والسكروز هو أحد السكريات الثنائية، ويعرف أيضًا بسكر المائدة؛ لأنه يستعمل بشكل رئيس في التحلية. ويتكون السكروز من اتحاد الجلوكوز مع الفركتوز. كما أن اللاكتوز سكر ثنائي شائع أيضًا، وهو الكربوهيدرات الأهم في الحليب، ويسمى غالبًا سكر الحليب. ويتكون اللاكتوز عندما يتحد الجلوكوز والجلاكتوز.

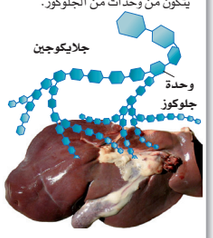
**السكريات العديدة التسكر** يستعمل اسم الكربوهيدرات المعقدة أو **السكريات عديدة التسكر** للبوليمرات التي تتكون من السكريات البسيطة وتحتوي على 12 وحدة بناء أساسية أو أكثر. وترتبط الوحدات الأساسية في العديدة التسكر بروابط من نوع الروابط نفسها التي تجمع سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي. أما الجلايكوجين، المبين في **الشكل 11–9**، فهو من السكريات العديدة التسكر، ويتألف من وحدات جلوكوز تُختزن الطاقة، ويوجد غالبًا في الكبد وعضلات الإنسان وحيوانات أخرى. كما يوجد في بعض أنواع المخلوقات المجهرية، ومنها البكتيريا والفطريات.

**ماذا قرأت؟** **قارن** بين السكريات الأحادية والثنائية والعديدة التسكر.

**المفردات**

**أصل الكلمة**

**العديدة التسكر (Polysaccharide)** اشتق هذا الاسم من الكلمة اليونانية Polys، والتي تعني "متعدد"، والكلمة السنسكريتية القديمة Sakkara، والتي تعني "سكر".




**الشكل 11-9** يعد الجلايكوجين الموجود في عضلات وكبد الحيوانات من السكريات العديدة التسكر؛ حيث يتكون من وحدات من الجلوكوز.

**ماذا قرأت؟** السكر الأحادي هو سكر بسيط. ويحتوي السكر الثنائي على سكرين أحاديين. أما السكر المتعدد فيحتوي على 12 وحدة بناء أساسية من الجلوكوز أو أكثر.

## عرض سريع

**الكشف عن النشا** اعرض أمام الطلاب عددًا من المواد من ضمنها كرات قطن، وورق، وقطع بطاطس، وخشب، وقطع تفاح، ونشا، وخبز، وبسكويت هش، ومعدن. اسأل الطلاب أي من هذه المواد سيعطي نتيجة إيجابية لاختبار الكشف عن النشا؟ البطاطس، الخبز، والبسكويت كلها تحتوي على نشا. اطلب إلى طالب أن يستعمل قطارة لوضع قطرة أو اثنتين من محلول اليود على كل مادة. واطلب إلى الصف أن يفسر النتائج. سيصبح لون المواد التي تحتوي على النشا أزرق بنفسجيًّا نتيجة لتكوُّن مركب معقد من النشا واليود. ويصبح لون المواد المحتوية على السليولوز (قطن، ورق، وخشب) بنيًّا نتيجة لتكون مركب مماثل. ض م

## التنوع الثقافي

**ما مصدر طاقتك؟** الكربوهيدرات المركبة هي المصدر الغذائي الرئيس للطاقة لمعظم الناس. ويحصل معظم الناس على سكرياتهم المتعددة من حبوب القمح والأرز لأنها توجد عادة في أنواع الخبز والمعكرونة والحبوب التي تتنوع استعمالاتها حول العالم لأسباب منها المذاق والاقتصاد، والعوامل البيئية، مثل كمية هطول المطر ونوع التربة. وفي آسيا يوفر الأرُز معظم سعرات الكربوهيدرات المركبة. وفي المكسيك وأمريكا الجنوبية تعد الذرة مصدر الكربوهيدارت المركبة الأكثر استهلاكًا. ويعتمد السكان في المملكة العربية السعودية على الأرز والتمور كمصدر رئيس للكربوهيدرات.

## التقويم

**مهارة** دع الطلاب يحددوا عدد مولات الجلوكوز الناتجة عن تميُّه $1.03\times10^3$ g من السكروز.

3.03 mL من الجلوكوز.

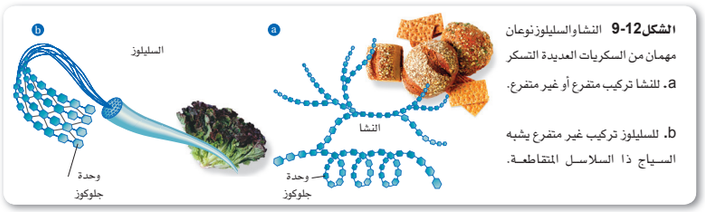
## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

ارسم تراكيب كربوهيدرات عديدة متنوعة على السبورة. اطلب إلى الطلاب تسمية كل تركيب كسكر أحادي أو ثنائي أو متعددة. واطلب إلى طالب قام بتسمية التراكيب جميعها تسمية صحيحة أن يشرح للآخرين ما المعلومات التي استعملها عند الإجابة. سيكون الطلاب قد استخدموا حجم المركب، أو صيغته، أو التشابه بينه وبين مثال مألوف عن كل نوع لكي يخرجوا بإجاباتهم. ض م

### إعادة التدريس

دع الطلاب يعملوا في مجموعات لعمل نموذجي كرة وعصا لسكرين أحاديين حلقيين. اطلب إليهم أن يجمعوا السكرين الأحاديين لعمل سكر ثنائي. واسألهم ما المركب الذي أطلق عند ربط التركيبين. ماء. والآن دع المجموعات تكسر السكريات الثنائية لتكوين سكريات أحادية. واسألهم ما الجزيء اللازم إضافته إلى السكر الثنائي لتكملة السكريات الأحادية. سيحتاجون إلى الماء لتميه السكر الثنائي وإنتاج سكّرين أحاديين. ض م




**الشكل 12-9** النشا والسليلوز نوعان مهمان من السكريات العديدة التسكر
**a.** للنشا تركيب متفرع أو غير متفرع.
**b.** للسليلوز تركيب غير متفرع يشبه السياج ذا السلاسل المتقاطعة.

يبين **الشكل 12–9** نوعين آخرين مهمين من السكريات العديدة التسكر، هما: النشا والسليلوز. وعلى الرغم من أن كلاً منهما يتكوّن من وحدات أساسية من الجلوكوز، إلا أنهما يختلفان في خواصّهما ووظائفهما. تصنع النباتات النشا والسليلوز. والنشا جزيء طري لا يذوب في الماء ويستعمل لتخزين الطاقة، في حين أن السليلوز بوليمر لا يذوب في الماء، ويكوّن الجدران القاسية للخلية النباتية، كتلك الموجودة في الخشب.

ويعود السبب في هذا الاختلاف إلى أن الروابط التي تربط الوحدات الأساسية معًا تتجه اتجاهات مختلفة في الفراغ. وبسبب هذا الاختلاف في شكل الروابط يستطيع الإنسان أن يهضم الجلايكوجين والنشا، ولكنه لا يستطيع أن يهضم السليلوز. كما لا تستطيع إنزيمات الهضم أن تستوعب السليلوز في مواقعها النشطة. والسليلوز الذي في الفواكه والخضراوات والحبوب التي نأكلها، يسمى أليافًا غذائية؛ لأنه يمر في الجهاز الهضمي دون أن يتغير كثيرًا.

**المطويات**
ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

### التقويم 2-9

#### الخلاصة

- الكربوهيدرات مركبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل (OH–) متعددة، ومجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O).
- يتراوح حجم الكربوهيدرات بين وحدات بناء أساسية مفردة إلى بوليمرات تتكون من مئات أو آلاف الوحدات الأساسية.
- توجد السكريات الأحادية في المحاليل المائية في تراكيب حلقية ومفتوحة السلسلة.

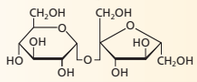
**7.** الفكرة الرئيسة **اشرح** وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.

**8.** **صف** تراكيب السكريات الأحادية والثنائية العديدة التسكر. أيها له أكبر كتلة جزيئية، وأيها له أصغر كتلة؟

**9.** **قارن** بين تراكيب النشا والسليلوز. كيف تؤثر الاختلافات في التركيب في مقدرتنا على هضم هذين النوعين من السكريات؟

**10.** **احسب** إذا كان لأحد الكربوهيدرات $2^n$ متشكل محتمل، حيث n تساوي عدد ذرات الكربون في التركيب، فاحسب عدد المتشكلات المحتملة للسكريات الأحادية الآتية: والجلاكتوز، والجلوكوز، والفركتوز.

**11.** **تفسير الرسوم العلمية** انسخ رسم السكروز على ورقة منفصلة، وضع دائرة حول مجموعة الإيثر الوظيفية التي تربط الوحدات الأساسية السكرية معًا.



126

### التوسع

اطلب إلى أحد الطلاب أن يشرح أهمية السليولوز في التغذية.

يعرف السليلوز أيضًا كألياف غذائية. فهو يعطي حجمًا في الأمعاء يساعد على استمرار الجهاز الهضمي في العمل بشكل صحيح، ويساعد على التخلص من الفضلات. ف م

## التقويم 2–9

**7.** الكربوهيدرات هي المصدر الرئيس الفوري للطاقة في الكائنات الحية، ويخدم أيضًا كمستودع لتخزين الطاقة.

**8.** السكريات الأحادية هي مركبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل متعددة ومجموعة الدهيد أو كيتون. السكريات الثنائية هي سكّران أحاديان مرتبطان معًا برابطة أيثر. والسكريات عديدة التسكر هي عدة سكريات أحادية مرتبطة معًا بروابط إيثر. والترتيب من الأصغر إلى الأكبر هو سكر أحادي، وسكر ثنائي، وسكريات عديد التسكر.

**9.** يحتوي كلٌّ من النشاء والسليلوز على وحدات بناء أساسية من الجلوكوز. وهما يختلفان في طريقة توجه الروابط التي تمسك بالجلوكوز معًا في الفراغ. وبسبب الاختلاف في الشكل هذا فإن أنزيماتنا الهضمية لا تستطيع أن تفكك السليولوز.

**10.** جلاكتوز: $2^4$=16 متشكلاً؛ جلوكوز: $2^4$ = 16 متشكلاً؛ فركتوز: $2^3$= 8 متشكلات.

**11.** ارجع إلى دليل حلول المسائل.

# 9–3

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (31) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9–6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

**الليبيدات** اطلب إلى الطلاب أن يعطوا أمثلة على الليبيدات. الدهون، والزيوت، والشمع، وفيتامين د، والستيرويدات. اسألهم إذا كانوا يعرفون وظائف الليبيدات في المخلوقات الحية. تخزين الطاقة وتكوين الأغشية الخلوية. ض م

## 2. التدريس

### عرض سريع

**الكثافة النسبية** اطلب إلى الطلاب أن يتوقعوا الكثافة النسبية لشراب الذرة، وكحول بتركيز 70 %، وزيت نباتي، والماء. الكثافة بالترتيب من الأعلى إلى الأدنى هي شراب الذرة، الماء، الزيت النباتي، والكحول. اطلب إلى أحد الطلاب أن يختبر التوقعات باستخدام مخبار مدرج والمواد الأربع (ثلاث منها يضاف إليها ألوان طعام مختلفة). وجه الطالب ليقوم بصب المادة في المخبار ثم يضيف كلاً من المواد الأخرى ببطء شديد. واطلب إلى الطلاب أن يحددوا الترتيب الفعلي للكثافات بملاحظة ترتيب كل مادة حسب كثافتها.

**التخلص من النفايات** خفف تركيز المواد بإضافة الصابون والماء واطرح المزيج في حوض المغسلة مع كمية من الماء. ض م

■ **إجابة سؤال الشكل 13–9** الجزيء منحني عند الرابطة الثنائية.

**ماذا قرأت؟** لأن لديه رابطة ثنائية.

### دفتر الكيمياء

**الليبيدات الغذائية** اطلب إلى الطلاب أن يسجلوا في دفاترهم عدد جرامات الدهون التي يستهلكونها يوميًّا ولمدة أسبوع. ويجب عليهم البحث لمعرفة كمية الدهون التي ينصح الأشخاص الذين في سنهم وحجمهم بتناولها ليقرروا ما إذا كانوا يحصلون على ما يحتاجون إليه أم أنهم يتجاوزون الكمية التي ينصح بها. اطلب إليهم أن يرتبوا أطعمتهم المفضلة حسب محتوياتها من الدهون، وأن يعطوا اقتراحات عن كيفية تعديل أنظمتهم الغذائية إذا كانوا يأكلون من الدهون أكثر من اللازم أو أقل من اللازم. ض م

9–3

الأهداف

- تصف تراكيب الأحماض الدهنية، الجليسريدات الثلاثية والليبيدات الفوسفورية والستيرويدات.
- تشرح وظائف الليبيدات في المخلوقات الحية.
- تحدد بعض تفاعلات الأحماض الدهنية.
- تربط بين تركيب الأغشية الخلوية ووظيفتها.

مراجعة المفردات

**غير قطبي** من دون منطقتين منفصلتين موجبة وسالبة أو من دون قطبين.

المفردات الجديدة

الليبيدات
الأحماض الدهنية
الجليسريدات الثلاثية
التصبُّن
الليبيدات الفوسفورية
الشموع
الستيرويدات

## الليبيدات Lipids

الفكرة الرئيسة **تكوّن الليبيدات الأغشية الخلوية، وتختزن الطاقة وتنظم العمليات الخلوية.**

**الربط مع الحياة** ما الشيء المشترك بين الشمع الذي يستعمل في تلميع السيارات والدهن الذي يقطر من اللحم المشوي، وفيتامين (د) الذي يضاف إلى الحليب الذي يشربه الناس؟ جميعها ليبيدات.

### ما الليبيد؟ What is a lipid?

**الليبيدات** جزيئات حيوية كبيرة غير قطبية. ولما كانت الليبيدات غير قطبية فهي غير قابلة للذوبان في الماء. وتؤدي الليبيدات وظيفتين رئيستين في المخلوقات الحية؛ تختزن الطاقة بشكل فعّال، وتكوّن معظم تركيب الأغشية الخلوية، كما أنها تختلف عن البروتينات والكربوهيدرات في أنها ليست بوليمرات ذات وحدات بناء أساسية متكررة.

**الأحماض الدهنية** على الرغم من أن الليبيدات ليست بوليمرات، إلا أن لها وحدة بناء رئيسة مشتركة. ووحدات البناء هذه هي **الأحماض الدهنية**، وهي أحماض كربوكسيلية ذات سلاسل طويلة. وتحوي معظم الأحماض الدهنية الطبيعية ما بين 12 و 24 ذرة كربون. ويمكن تمثيل تركيبها بالصيغة الآتية: $CH_3(CH_2)_nCOOH$

تحتوي معظم الأحماض الدهنية على عدد زوجي من ذرات الكربون، وهذا ناتج عن إضافتها ذرتين معًا في الوقت نفسه في تفاعلات إنزيمية. كما يمكن وضع الأحماض الدهنية في مجموعتين رئيستين؛ اعتمادًا على وجود أو عدم وجود روابط ثنائية بين ذرات الكربون. وتُعرَف الأحماض الدهنية التي لا تحتوي على روابط ثنائية بالمشبعة، في حين تسمى غيرَ المشبعة إذا احتوت على رابطة ثنائية أو أكثر. ويبين **الشكل 13–9** تركيبي حمضين دهنيين شائعين.

**ماذا قرأت؟ اشرح** لماذا يوصف حمض الأوليك بأنه غير مشبع؟

**الشكل 13-9** حمض الأوليك غير المشبع ذو 18 ذرة كربون وحمض السيتريك المشبع يوجدان في العديد من الأطعمة، ومنها الزبد.

**فسّر** كيف يتأثر تركيب الجزيء بوجود الرابطة الثنائية؟

زبدة

حمض الأوليك

$HO\overset{O}{C}CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH{=}CHCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

حمض السيتريك

$HO\overset{O}{C}CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

127

## تطبيقات في الكيمياء

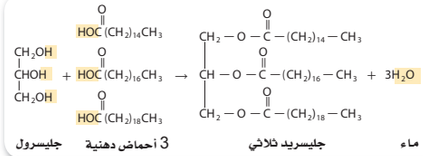
**الصابون والمنظفات** بينما يميل الناس للربط بين رغوة الصابون والمنظفات وقدرتها على التنظيف، إلا أن المنظفات ذات الرغوة العالية ليست بالضرورة أكثر فعالية في إزالة الأوساخ.

يقوم الكيميائيون في صناعة المنظفات بإنتاج صابون ومنظفات ذات رغوة عالية من أجل زيادة تسويق منتجاتهم بشكل رئيس لأن هذا ما يتوقعه المستهلكون. ولكن الرغوة قد تكون غير مرغوب فيها. فقد تسبب الرغوة الأكثر من اللازم فيضان الغسالة. كما قد تغير الرغوة الطبيعة الأصلية للأنزيمات التي تضاف إلى بعض المنظفات لتعزيز إزالة الأوساخ.

**ماذا قرأت؟** إجابات محتملة:

زيت نباتي: زيت الصويا وزيت الزيتون.

دهون حيوانية: دهون الأبقار والأغنام والزبدة.




**الشكل 9-14** تتكون روابط الإستر في الجليسريد الثلاثي عندما تتحد مجموعات الهيدروكسيل الموجودة في الجليسرول بمجموعات الكربوكسيل الموجودة في الأحماض الدهنية.

### المفردات

**الاستخدام العلمي والاستخدام الشائع**

**يُشَبِّع (Saturate)**

**الاستخدام العلمي:** يضيف شيئًا إلى حد أنه يمكن معه استيعاب المزيد أو ذوبانه أو الاحتفاظ به، مثل تشبّع الماء المالح بالملح.

**الاستخدام الشائع:** يزود السوق بمنتج أو منتجات إلى الحد الأقصى لطاقته الاستهلاكية.

يمكن أن يتشبع الحمض الدهني غير المشبع إذا تفاعل مع الهيدروجين. ومن المعروف أن الهدرجة هي تفاعل إضافة يتم فيه تفاعل غاز الهيدروجين مع ذرات الكربون المرتبطة بروابط متعددة. وتستطيع كل ذرة كربون غير مشبعة أن تستوعب ذرة هيدروجين إضافية واحدة لتصبح مشبعة. فمثلًا، يمكن أن تتم هدرجة حمض الأوليك، في **الشكل 13-9**، ليكوّن حمض الستيريك.

توجد الروابط الثنائية في الأحماض الدهنية الطبيعية جميعها تقريبًا في صورة المتشكل الهندسي سيس. ونظرًا إلى اتجاه سيس فإن هذا لا يساعد على وجود تركيب الأحماض الدهنية غير المشبعة متراصّة. ونتيجة لذلك لا تتكون قوى تجاذب كثيرة بين الجزيئات كما في جزيئات الأحماض الدهنية المشبعة، ولذلك تكون درجات انصهار الأحماض الدهنية غير المشبعة أقل.

**الجليسريدات الثلاثية** على الرغم من أن الأحماض الدهنية موجودة بكثرة في المخلوقات الحية، إلا أنها نادرًا ما تكون وحدها. فهي تكون غالبًا مرتبطة بالجليسرول، وهو جزيء من ثلاث ذرات كربون، ترتبط كل منها مع مجموعة هيدروكسيل. وعندما ترتبط ثلاثة أحماض دهنية بالجليسرول بروابط إستر يتكون **الجليسريد الثلاثي**. ويبين **الشكل 14-9** تكوين الجليسريد الثلاثي. ويمكن أن تكون الجليسريدات الثلاثية صلبة أو سوائل في درجة حرارة الغرفة، كما في **الشكل 15-9**. وعندما تكون سوائل تسمى عادة زيوتًا. فإذا كانت صلبة في درجة حرارة الغرفة تسمى دهونًا.

**ماذا قرأت؟** **حدد** اثنين من الزيوت النباتية واثنين من الدهون الحيوانية.

**الشكل 15-9** معظم مخاليط ثلاثي الجليسريدات النباتية المصدر سوائل؛ لأن ثلاثي الجليسريدات يحتوي على أحماض دهنية غير مشبعة، في حين تحتوي الدهون الحيوانية على كمية أكبر من الأحماض الدهنية المشبعة، لذا تكون عادة صلبة في درجة حرارة الغرفة.

### مشروع الكيمياء

**الدهون والزيوت الغذائية** اطلب إلى الطلاب القيام بعمل بحث حول الدهون والزيوت الغذائية. واطلب إليهم معرفة الدهون والزيوت الأكثر فائدة للصحة. وعليهم أن يجدوا أيضًا كمية الدهون والزيوت التي ينصح بها لغذاء متوازن. اطلب إلى الطلاب أن يحضروا ملصقًا يعرض معلوماتهم.

ف م

### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** استخدم تشبيهًا بسيطًا لمساعدة الطلاب على استيعاب المفهوم القائل بأن عددًا صغيرًا من وحدات البناء يمكن استعماله لعمل عدد كبير جدًّا من التراكيب المختلفة، اعرض على الطلاب صورتين لمبنيين مختلفين اختلافًا كبيرًا، وكلاهما مبني من الطوب. اطلب إلى الطلاب أن يشيروا إلى وحدات بناء المبنيين. ثم اسأل الطلاب لماذا يختلف البناءان هذا الاختلاف الكبير مع أن وحدات البناء هي نفسها؟

د م

**الشكل 9-16** يتكون الصابون من تفاعل الجليسريد الثلاثي وقاعدة قوية.

$$\underset{\text{الجليسريد الثلاثي}}{CH_2(OOCR)CH(OOCR)CH_2(OOCR)} + \underset{\text{قاعدة}}{3NaOH} \rightarrow \underset{\text{الجليسرول}}{CH_2OHCHOHCH_2OH} + \underset{\text{الصابون}}{3RCOO^-Na^+}$$

وعندما تتوافر الطاقة بكثرة تخزّن الخلايا الدهنية الطاقة الفائضة في الأحماض الدهنية على هيئة جليسريد ثلاثي. وعندما تقلّ الطاقة تقوم الخلايا بتحليل الجليسريد الثلاثي مطلقةً الطاقة التي استعملت في تكوينها. ومع أن الإنزيمات تحلل الجليسريد الثلاثي داخل الخلايا الحية إلا أنه يمكن إجراء تفاعل مشابه لذلك خارج الخلايا باستعمال قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم. ويُسمّى هذا التفاعل – تميُّه الجليسريد الثلاثي مع وجود محلول مائي لقاعدة قوية لتكوين أملاح الكربوكسيلات والجليسرول– **التصبُّن**. ويستعمل تفاعل التصبُّن كما في **الشكل 16–9**، في إنتاج الصابون، وهو عبارة عن أملاح الصوديوم للأحماض الدهنية. ولجزيء الصابون طرفان: طرف قطبي، وآخر غير قطبي.

يستعمل الصابون مع الماء في تنظيف الأوساخ والزيوت غير القطبية؛ لأن جزيئات الأوساخ والزيوت غير القطبية ترتبط بالطرف غير القطبي لجزيئات الصابون، في حين يكون الطرف القطبي لجزيئات الصابون قابلاً للذوبان في الماء. وهكذا يمكن إزالة جزيئات الصابون المحملة بالأوساخ باستعمال الماء.

## تجربة

### تفاعل التصبّن

كيف يصنع **الصابون**؟ يُسمى التفاعل بين الجليسريد الثلاثي وقاعدة قوية التصبُّن، كما في **الشكل 16–9**.

**خطوات العمل**

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. ضع كأسًا سعتها **250mL** على سخان كهربائي. وأضف 25g من **السمن النباتي الصلب** إليها. ثم أشعل السخان الكهربائي على درجة حرارة متوسطة.
3. استخدم مخبارًا مدرجًا سعته **25ml** لإضافة 12mL **إيثانول** ببطء في أثناء انصهار السمن النباتي، ثم أضف 5mL من NaOH تركيزه **6.0M** إلى الكأس.

*تحذير: الإيثانول قابل للاشتعال، و NaOH يسبب حروقًا للجلد؛ لذا البس القفازين.*

4. سخّن الخليط مدة 15 دقيقة تقريبًا، وحركه **بساق التحريك** من حين إلى آخر، دون أن يغلي.
5. ضع الكأس جانبًا، باستعمال **الملقط**، وعندما يجمد الخليط دعه يبرد مدة 5 دقائق، ثم ضعه في **كأس سعتها 600 mL** مملوءة بالماء البارد.
6. أضف 25mL من محلول NaCl المشبع إلى الخليط الذي في الكأس. ولأن الصابون ليس شديد الذوبان في الماء المالح فإنه سيبدو في صورة كتل صغيرة.
7. اجمع كتل الصابون بترشيحها خلال **قطعة قماش** موجودة **كبطانة للمِعْ**.
8. اضغط الصابون داخل **طبق تبخير** وأنت تلبس القفازين، ثم انزعها واغسل يديك.

**التحليل**

1. فسِّر ما نوع الروابط التي تتحلل في الجليسريد الثلاثي في أثناء تفاعل التصبّن؟
2. حدّد نوع الملح الذي تكوّن في هذا التفاعل الكيميائي.
3. حدّد ما الطرف القطبي لجزيء الصابون؟ وما الطرف غير القطبي؟



## التقويم

**الأداء** اطلب إلى الطلاب القيام ببحث وكتابة فقرة قصيرة تشرح أوجه التشابه و الاختلاف بين الصابون والمنظفات.

د م | ض م

## تجربة

**الهدف** سيقوم الطلاب بإنتاج قطعة صابون صغيرة بواسطة تفاعل التصبّن.

**المهارات العلمية** التصنيف، المقارنة.

**احتياطات السلامة** تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل. ذكِّر الطلاب بضرورة تجنب وضع الصابون على جلدهم.

**التخلص من النفايات** يمكن التخلص من محتويات الكأس بطرحها في حوض المغسلة بعد إزالة الصابون الصلب منها. ويمكن رمي الصابون في سلة النفايات بعد شطفه بالماء.

### استراتيجيات التدريس

- يمكن أن يحضّر الطلاب محاليلهم الملحية المشبعة بإضافة 50 g من الملح الصخري إلى 25 mL ماء. ويجب عمل ذلك في أثناء الخطوة 3 بينما يتم تسخين الصابون.
- يمكن إضافة قطعة من قلم تلوين شمعي بحجم حبة الحمص إلى الصابون أثناء التسخين لإعطائه لونًا.

### النتائج المتوقعة

يمكن تكوين قطعة صابون صغيرة بوضعها في صحن تبخير.

### تحليل النتائج

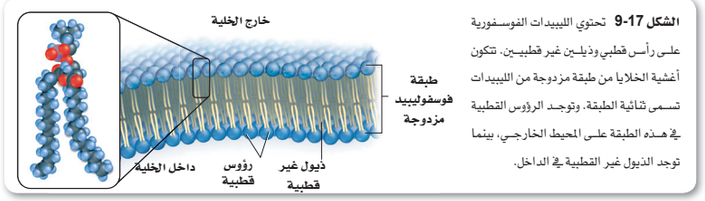
1. روابط إستر.
2. ملح صوديوم (الصابون).
3. طرف الجزيء الذي يحتوي على أيون الصوديوم قطبي. والطرف الآخر للجزيء والذي يحتوي على ذرات الهيدروجين لا قطبي.

## بناء نموذج

**الأحماض الدهنية** كثيرًا ما يختلط الأمر على الطلاب عندما يقرؤون أن الأحماض الدهنية لا قطبية وذلك لأن التركيب المكثف يكتب على شكل $CH_3(CH_2)_nCOOH$. وتبدو مجموعة الكربوكسيل وفي هذا التركيب بشكل بارز فيبدو المركب وكأنه قطبي. اطلب إلى الطلاب أن يبنوا نموذج كرة وعصا لحمض الستيريك لكي يروا بأنفسهم أن مجموعات $CH_2$ اللاقطبية تحتل معظم حجم المركب. ض م

## التعزيز

**الشمع** اطلب إلى الطلاب أن يحضروا أوراق نباتات مختلفة إلى الصف. وتأكد أنهم يحضرون أوراقًا كثيرة الشمع بالإضافة إلى أوراق أقل شمعًا. دع الطلاب يلاحظوا سطح الأنواع المختلفة من الأوراق وأن ينتبهوا إلى الاختلافات في كمية الليبيدات على سطح الأوراق. زودهم بعدسات تكبير إذا كانت متوافرة. د م ض م




**الشكل 17-9** تحتوي الليبيدات الفوسفورية على رأس قطبي وذيلين غير قطبيين. تتكون أغشية الخلايا من طبقة مزدوجة من الليبيدات تسمى ثنائية الطبقة. وتوجد الرؤوس القطبية في هذه الطبقة على المحيط الخارجي، بينما توجد الذيول غير القطبية في الداخل.

**الليبيدات الفوسفورية** هناك نوع مهم آخر من الجليسريد الثلاثي يُسمى الليبيد الفوسفوري، يوجد بكثرة في الأغشية البلازمية. و**الليبيدات الفوسفورية** جليسريدات ثلاثية استبدل فيها أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات قطبية، تكوّن الجزء القطبي من الجزيء رأسًا، كما في **الشكل 17–9**، وتبدو الأحماض الدهنية غير القطبية في صورة ذيول. ويتكون الشكل النموذجي للغشاء البلازمي من طبقتين من الليبيد الفوسفوري، وهي مرتبة بحيث تكون ذيولها غير القطبية متجهة نحو الداخل ورؤوسها القطبية متجهة إلى الخارج. ويسمى هذا الترتيب الليبيد الثنائي الطبقة. ولما كان تركيب هذا الليبيد يعمل بوصفه حاجزًا، فإن الخلية تستطيع أن تنظم المواد التي تدخل خلال هذا الغشاء وتخرج منه.

**الربط مع علم الأحياء** يحتوي سُمّ الأفاعي السامة على نوع من الإنزيمات يعرف بالليبيز الفوسفوري. وتعمل هذه الإنزيمات عاملًا محفزًا لتحليل الليبيد الفوسفوري – وهو جليسريد ثلاثي استبدل فيه أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات. ويحتوي سمّ أحد أنواع الأفاعي على الليبيز الفوسفوري الناتج عن تفكك (تميّه) رابطة الإستر لذرة الكربون الوسطى في الليبيد الفوسفوري. وإذا دخل الجزء الأكبر من ناتج هذا التفاعل إلى مجرى الدم فإنه يذيب أغشية كريات الدم الحمراء فتتمزق. إن لسعة هذه الأفعى يمكن أن تؤدي إلى الموت إذا لم يتم علاجها فورًا.

**الشمع** عبارة عن نوع آخر من الليبيدات تحتوي أيضًا على أحماض دهنية. و**الشمع** ليبيدات تتكون من اتحاد حمض دهني مع كحول ذي سلسلة طويلة. وتبين الصيغة أدناه التركيب العام لهذه الدهون الصلبة الطرية ذات درجات الانصهار المنخفضة، حيث تمثل x و y أعدادًا مختلفة من مجموعات $CH_2$.

$$CH_3(CH_2)_x-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-(CH_2)_yCH_3$$

تنتج النباتات والحيوانات الشمع، وكثيرًا ما تُغطّى أوراق النبات بالشمع الذي يمنع فقدان الماء. ويبين **الشكل 18–9** كيف أن قطرات المطر تكون كرات كالخرز على أوراق النبات، مما يشير إلى وجود طبقة شمعية. كما أن أقراص العسل التي يبنيها النحل مصنوعة أيضًا من الشمع الذي يعرف عادة باسم شمع النحل. واتحاد حمض البالمتيك المكون من حمض دهني ذي 16 ذرة كربون مع كحول يحتوي على سلسلة من 30 ذرة كربون يؤدي إلى تكوين نوع شائع من شمع النحل. وتُصنع الشموع أحيانًا من شمع العسل؛ لأنه يميل إلى الاحتراق ببطء وهدوء.

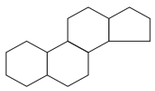
**الشكل 18-9** تنتج النباتات شمعًا يُغطي أوراقها ويحميها من الجفاف.



### طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب إعداد بحث عن كيفية صنع الأدوية المضادة للسموم وكيفية إعطائها، وأن يصفوا علاج الإسعاف الأولي الصحيح للدغة الأفاعي، ثم دعهم يقدموا تقريرًا شفويًّا إلى الصف. وشجعهم على عمل وسائل إيضاح بصرية لتقريرهم. ف م

**الستيرويدات** لاتحتوي جميع الليبيدات على سلاسل أحماض دهنية؛ **فالستيرويدات** ليبيدات تحتوي تراكيبها على حلقات متعددة. وجميع الستيرويدات مبنية من تركيب الستيرويد الأساسي المكوّن من الحلقات الأربع المبينة أدناه.



وبعض الهرمونات – ومنها العديد من الهرمونات الجنسية– هي ستيرويدات تنظم عمليات الأيض. ويُعد الكولسترول – وهو ستيرويد آخر – مكونًا بنائيًا مهمًا للأغشية الخلوية، كما أن فيتامين (د) أيضًا يحتوي على تركيب الستيرويد ذي الحلقات الأربع، ويؤدي دورًا في تكوين العظام. أما العلجوم البحري العملاق ***Bufo marinus***، كما في **الشكل 19–9**، فيستعمل ستيرويد يسمى بوفوتوكسين بوصفه آلية دفاعية؛ إذ يفرز السم من نتوءات صغيرة على ظهره ومن غدد خلف عينيه مباشرة. هذا السمّ هو مجرد مادة مهيّجة للإنسان. أما للحيوانات الصغيرة فإنه يؤدي إلى إسالة لعابها، وفقدان التوازن، والتشنجات، والموت.

**الشكل 19-9** يستعمل العلجوم البحري العملاق سُمًّا ستيرويديًا يُدعى بوفوتوكسين بوصفه آلية دفاع. ويُعدّ هذا السمّ قاتلاً لبعض الحيوانات كالكلاب والقطط.

**المطويات**

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

### التقويم 3-9

#### الخلاصة

- الأحماض الدهنية أحماض كربوكسيلية طويلة السلاسل تحتوي عادة على ما بين 12 و 24 ذرة كربون.
- لا تحتوي الأحماض الدهنية المشبعة على روابط ثنائية؛ في حين تحتوي الأحماض الدهنية غير المشبعة على رابطة ثنائية أو أكثر.
- يمكن أن ترتبط الأحماض الدهنية مع الجليسرول لتكوّن الجليسريد الثلاثي.
- الستيرويدات ليبيدات تحتوي على تراكيب متعددة الحلقات.

**12.** الفكرة الرئيسة صف وظيفة الليبيدات.

**13.** **صف** تراكيب الأحماض الدهنية، والجليسريدات الثلاثية، والليبيدات الفوسفورية، والستيرويدات، والشمع.

**14.** **اعمل** قائمة بوظيفة مهمة لكلٍّ من الليبيدات الآتية:

**a.** الجليسريدات الثلاثية **c.** الشموع

**b.** الليبيدات الفوسفورية **d.** الستيرويدات

**15.** **اذكر** تفاعلين من تفاعلات الأحماض الدهنية.

**16.** **صف** تركيب الأغشية الخلوية وعملها.

**17.** **اكتب** معادلة الهدرجة الكاملة للحمض الدهني غير المشبع وحمض اللينوليك.

$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$

**18.** **تفسير الرسوم العلمية** ارسم البناء العام لليبيد الفوسفوري، وعيّن عليه الأجزاء القطبية وغير القطبية.



## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يقوموا ببناء نموذج كرة وعصا لثلاثة أحماض دهنية وجلسرول. واطلب إليهم بناء نموذج جليسريد ثلاثي وكتابة معادلة تصف بالكلمات التفاعل مستعملين النماذج فقط كمرجع. سيجد الطلاب أنهم سيشكلون ثلاث روابط استر في هذا التفاعل، ويرافق كل رابطة تكوين جزيء ماء. أما التفاعل فهو:

3 ماء + جلسريد ثلاثي ⟶ 3 أحماض دهنية + جلسرول.

ض م تعلم تعاوني

### إعادة التدريس

اطلب إلى مجموعات من الطلاب أن يستخدموا نماذج الكرة والعصا لتفحص الفرق في التركيب بين الأحماض الدهنية الطبيعية المشبعة وغير المشبعة. يجب أن تحتوي نماذجهم فقط على روابط ثنائية من نوع سيس cis في الأحماض الدهنية غير المشبعة.

اطلب إلى المجموعات أن تضع نماذجها معًا لكي تقرر أي أنواع الأحماض الدهنية تتراصّ معًا بشكل أفضل. سيجد الطلاب أن وجود روابط ثنائية من نوع سيس cis في الأحماض الدهنية غير المشبعة تمنع تراصّ المركبات معًا بنفس الجودة مثل الأحماض الدهنية المشبعة.

ض م تعلم تعاوني

## التقويم 3–9

**12.** تخزن الطاقة بفعالية، وتكوّن معظم تركيب الخلايا الحية.

**13.** الأحماض الدهنية: حمض كربوكسيليك طويل السلسلة صيغته $CH_3(CH_2)_nCOOH$؛ الجلسريد الثلاثي: ثلاثة أحماض دهنية مرتبطة مع جلسرول بروابط استر؛ ليبيد فوسفوري: حمضان دهنيان ومجموعة فُوسفات مرتبطة مع جلسرول بروابط استر؛ ستيرويد: لا يحتوي على أحماض دهنية ولكن لديه تركيب ذو أربع حلقات؛ شمع: كحول طويل السلسلة مرتبط بحمض دهني برابطة استر.

**14.a.** الجلسريد الثلاثي: المكون الرئيس لتخزين الليبيدات؛

**b.** الليبيدات الفوسفورية: تكون الأغشية الخلوية؛

**c.** الشمع: تكون أغلفة واقية؛

**d.** الستيرويدات: هرمونات، فيتامينات وفي أغشية حيوية.

**15.** التصبُّن والهدرجة

**16.** لديه طبقتان من الليبيدات الفوسفورية، مرتبة بحيث تكون ذيولها اللاقطبية إلى الداخل ورؤوسها القطبية متجهة إلى الخارج. تعمل كحاجز يسمح لمواد بالدخول والخروج من الخلية.

**17.** $CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH+2H_2 \longrightarrow CH_3(CH_2)_{16}COOH$

**18.** ارجع إلى دليل حلول المسائل. مجموعة الفوسفات قطبية؛ مجموعات الأحماض الدهنية لا قطبية.

# 9–4

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (32) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9–6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

**الأحماض النووية** اسأل الطلاب عما يعرفونه عن RNA و DNA، واكتب الإجابات الصحيحة على السبورة. قد يحتوي العديد من إجابات الطلاب على أشياء شاهدوها في مسلسلات تلفزيونية حول الجريمة؛ لذا شجع هذه الإجابات؛ لأن الطلاب يركزون على الموضوع والأشياء المألوفة لديهم، مع مراعاة تصحيح أيّة مفاهيم شائعة غير صحيحة لديهم. وقد يتذكر بعض الطلاب من علم الأحياء أن DNA هو المسؤول عن نقل الصفات الوراثية، وأن RNA يستخدم في إنتاج البروتينات. د م ض م

## 2. التدريس

### استخدام المصطلحات العلمية

**الأحماض النووية** اطلب إلى الطلاب كتابة عبارات توضح معاني المصطلحين: "حمض نووي" و "نيوكليوتيد". د م

### التقويم

**الأداء** دع الطلاب يقرؤوا كتاب جيمس واطسون، "اللولب الثنائي"، ويكتبوا تقارير حوله. نُشر هذا الكتاب عام 1968م، وهو يكشف عن الطريقة العلمية وكيفية عمل العلماء. كما أنه يصور الجانب الإنساني للعلماء والاكتشافات العلمية. د م

### مشروع الكيمياء

**DNA ثلاثي الأبعاد** اطلب إلى الطلاب أن يعملوا نموذجًا ثلاثي الأبعاد أو رسمًا للولب الثنائي لـ DNA. واعرض النماذج والرسوم في غرفة الصف أو في مواقع مختلفة في المدرسة.

### طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب البحث عبر شبكة الإنترنت عن معلومات حول مشروع الخريطة الجينية البشرية. وهو جهد عالمي لعمل هذه الخريطة وتسلسلها. ودعهم أيضًا يعدّوا تقريرًا قصيرًا حول هذا المشروع الدولي. ف م



9–4

## الأحماض النووية Nucleic Acids

الفكرة الرئيسة **تخزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.**

**الربط مع الحياة** أصبح فحص DNA شيئًا عاديًا في الطب والعلم الجنائي، وعلم الأنساب، وتَعرّف ضحايا الكوارث. ولقد مكّنتنا التقنية الحديثة من الحصول على عينة DNA مفيدة من مصادر مدهشة كشعرةٍ أو لعابٍ جافٍ على طابع بريدي.

### تركيب الأحماض النووية Structure of Nucleic Acids

تشكل الأحماض النووية نوعًا رابعًا من الجزيئات الحيوية. وهي جزيئات تخزين المعلومات في الخلية. وقد أخذت هذه الجزيئات اسمها من الموقع الخلوي الذي توجد فيه هذه الجزيئات بشكل رئيس، وهو النواة. وتقوم الأحماض النووية بوظائفها الرئيسة من مركز التحكم هذا. **والحمض النووي** مبلمر حيوي يحتوي على النيتروجين، ويقوم بتخزين المعلومات الوراثية ونقلها. وتسمى وحدة البناء الأساسية للحمض النووي **النيوكليوتيد**. ولكل نيوكليوتيد ثلاثة أجزاء: مجموعة فوسفات غير عضوية، وسكر أحادي ذو خمس ذرات كربون، وتركيب يحتوي على نيتروجين يسمى قاعدة نيتروجينية. تفحص أجزاء **الشكل 9–20a**، فعلى الرغم من أن مجموعة الفوسفات هي نفسها في جميع النيوكليوتيدات، إلا أن السكر والقاعدة النيتروجينية يختلفان.

يحتوي الحمض النووي على سكر أحادي من أحد النيوكليوتيدات مرتبط بفوسفات نيوكليوتيد آخر، كما في **الشكل 9–20b**. وهكذا تشكل النيوكليوتيدات سلسلة، أو شريطًا، يحتوي على سكر ومجموعات فوسفات متناوبة. وكل سكر يرتبط أيضًا بقاعدة نيتروجينية تبرز من السلسلة. وتتكدس القواعد النيتروجينية على وحدات النيوكليوتيدات المتجاورة واحدة فوق الأخرى في وضع منحرف قليلاً، فتشبه درجات السلّم، كما في **الشكل 9–20b**. وتبقى القوى بين الجزيئية كل قاعدة نيتروجينية قريبة من القواعد النيتروجينية التي فوقها والتي تحتها.

**الأهداف**

- تحدّد المكوّنات البنائية للأحماض النووية.
- **تربط** وظيفة DNA بتركيبه.
- **تصف** تركيب RNA ووظيفته.

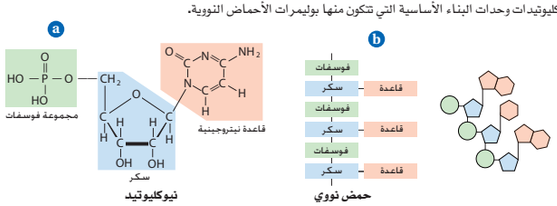
**مراجعة المفردات**

**المعلومات الوراثية:** سلسلة يتم توريثها موجودة في RNA أو DNA وتنتقل السمات والخصائص من جيل إلى الجيل الذي يليه.

**المفردات الجديدة**

الحمض النووي
النيوكليوتيد

**الشكل 9-20** النيوكليوتيدات وحدات البناء الأساسية التي تتكون منها بوليمرات الأحماض النووية.




يحتوي كل نيوكليوتيد على قاعدة تحتوي على نيتروجين وسكر خماسي ومجموعة فوسفات.

الأحماض النووية سلاسل طولية من سكريات ومجموعات فوسفات متعاقبة. ويرتبط بكل سكر قاعدة نيتروجينية، ولأن النيوكليوتيدات ملتوية فإن السلاسل تشبه درجات السلم.

### DNA: اللولب المزدوج DNA: The Double Helix

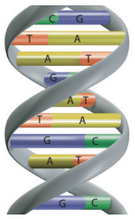
ربما سمعت عن حمض ديوكسي رايبونوكليك DNA، وهو أحد نوعين من الأحماض النووية التي توجد في الخلايا الحية؛ إذ يحتوي DNA على الخطط الرئيسة لبناء جميع بروتينات جسم المخلوق الحي.

**تركيب DNA** يتكون DNA من سلسلتين طويلتين من النيوكليوتيدات ملتفتين معًا لتشكّلا بناءً حلزونيًّا كما في **الشكل 21–9**. ويحتوي كل نيكوكليوتيد في DNA على مجموعة فوسفات، وسكر ديوكسي رايبوز ذي الخمس ذرات من الكربون، وقاعدة نيتروجينية. وتشكل جزيئات السكر ومجموعات الفوسفات المتعاقبة في كل سلسلة الجزء الخارجي، أو العمود الفقري للتركيب اللولبي. أما القواعد النيتروجينية فتوجد داخل التركيب. ولأن البناء اللولبي يتكون من سلسلتين فهو يعرف باللولب المزدوج.

يحتوي DNA على أربع قواعد نيتروجينية مختلفة هي: الأدنين (A)، الثايمين (T)، السايتوسين (C)، والجوانين (G). إذ يحتوي كل من الأدنين والجوانين على حلقة مزدوجة، كما في **الشكل 22–9**. أما الثايمين والسايتوسين فلهما تركيبان أحاديا الحلقة. انظر مرة أخرى إلى **الشكل 21–9** تلاحظ أن كل قاعدة نيتروجينية على شريط من اللولب تقابلها قاعدة نيتروجينية على الشريط المقابل، بالطريقة نفسها التي تتقابل بها أسنان السحّاب المنزلق. وتتقارب أزواج القواعد المتجاورة إلى حدّ تتكوّن بينها روابط هيدروجينية. ولما كانت كل قاعدة نيتروجينية لديها ترتيب فريد من المجموعات الوظيفية العضوية التي تستطيع أن تكوّن روابط هيدروجينية، فإن القواعد النيتروجينية تشكل دائمًا أزواجًا بطريقة معينة، حيث يتكون دائمًا العدد الأفضل من الروابط الهيدروجينية.

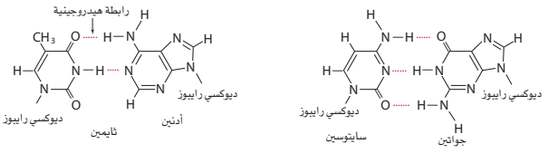
**ماذا قرأت؟ صف** مم يتكون أسنان سَحّاب DNA المنزلق؟

ويرتبط الجوانين دائمًا بالسايتوسين، ويرتبط الأدنين دائمًا بالثايمين، كما في **الشكل 22–9**. وتسمى أزواج G–C وA–T أزواجًا قاعدية متطابقة. ولذلك تساوي كمية الأدنين في جزيء DNA دائمًا كمية الثايمين، وكمية السايتوسين دائمًا تساوي كمية الجوانين. وفي عام 1953م استخدم جيمس واطسون وفرانسيس كريك هذه الملاحظة ليقوما بأحد أعظم الاكتشافات العلمية في القرن العشرين عندما حدّدا تركيب DNA الثنائي اللولب. لقد حقّقا هذا الإنجاز دون أن يقوما بالعديد من التجارب المختبرية، بل قاما بدلاً من ذلك بتجميع أعمال عدد كبير من العلماء الذين قاموا بدراسة DNA وتحليلها.



**الشكل 21-9** تركيب DNA هو لولب مزدوج يشبه سحابًا منزلقًا ملتويًا. ويتكوّن العمودان الفقريان من السكر والفوسفات، ويشكّلان الجانبين الخارجيين للسحاب المنزلق.

**الشكل 22-9** يحدث تزاوج القواعد في DNA بين قاعدة ذات حلقتين وقاعدة ذات حلقة واحدة؛ حيث يتزاوج الأدنين والثايمين دائمًا ويشكلان زوجًا بينهما رابطتان هيدروجينيتان، ويتزاوج الجوانين والسايتوسين دائمًا فيكونان زوجًا يرتبطان بثلاث روابط هيدروجينية.






### دفتر الكيمياء

**الجينات والأمراض** اكتشف العلماء جينات متوارثة مسؤولة عن بعض أنواع الأمراض، مثل الزهايمر وسرطان الثدي. فإذا كان بإمكانك أن تجري فحصًا للجينات التي قد تسبب مرضًا في حياتك المستقبلية، فهل تريد إجراء مثل تلك الفحوصات؟ اكتب ملخصًا في دفتر الكيمياء تعرض فيه أفكارك ومشاعرك نحو معرفتك لهذه المعلومات. **ض م**

## التعزيز

**تركيب الحمض النووي** اشرح للطلاب أن تركيب بوليمر الحمض النووي أكثر تعقيدًا من تركيب بوليمرات البروتينات أو الكربوهيدرات. وأنه لكل وحدة بناء أساسية من النيوكليوتيد ثلاثة أجزاء هي: السكر، والفوسفات، والقاعدة النيتروجينية. ومع أن الأحماض النووية خطيّة إلا أن القواعد النيتروجينية تبرز من الجوانب كأنها فروع؛ لذا اطلب إلى الطلاب أن يتدربوا على رسم تركيب DNA أو RNA، على أن تبين تراكيبهم بوضوح الأجزاء الثلاثة لوحدات البناء الأساسية مرتبطة في مواقعها الصحيحة. **ض م**

**ماذا قرأت؟** تتكون من قواعد نيتروجينية.

### عرض سريع

**الكثافة النسبية** اسأل الطلاب كيف سيبدو DNA لو استطاعوا رؤيته. ثم دعهم يتبينوا إن كانوا على صواب بعد استخلاص DNA من بذرة القمح. ضع كمية صغيرة من بذور القمح النيئة في هاون، وأضف 5 mL تقريبًا من محلول يحتوي على 10 % من سائل تنظيف الصحون ليقوم بفتح الخلايا، و 0.2 M من حمض الستريك لوقاية DNA من الاتحاد بأيونات $Mg^{2+}$ و $Mn^{2+}$ التي تحتاج إليها أنزيمات DNase لتكسير DNA. اطحن بذور القمح بلطف مدة دقيقة واحدة، وقم بتصفية الخليط بواسطة المصفاة أو بقطعة قماش.

ثم أضف ببطء 10 mL من كحول 100%– 90 (إيثانول أو آيزوبروبانول) إلى المادة المرشحة. ولف خيوط DNA على ساق زجاجية، ودع الطلاب يتفحصوا شكلها. **ض م**

## التقويم

**مهارة** اطلب إلى الطلاب أن يعملوا منظمًا تخطيطيًّا يمثل العلاقات بين وظائف DNA و RNA، والبروتينات، على أن تبين إجابات الطلاب أن DNA يختزن المعلومات الوراثية، ويستخدم RNA تلك المعلومات في صنع البروتينات، وتتحكم البروتينات بالعمليات داخل الخلايا. **ض م**

## مختبر حل المشكلات

**الهدف** سيقوم الطلاب بنمذجة تضاعف جزء صغير من جزيء DNA.

**المهارات العلمية** التسلسل، الملاحظة والاستنتاج، تفسير الرسوم العلمية، تطبيق المفاهيم، تكوين الفرضيات.

**الخلفية** عند تضاعف DNA يقوم أكثر من اثني عشر أنزيماً بعملية فصل الشريطين، ومزاوجة القواعد لمجموعة جديدة من النيوكليوتيدات، وربطها معًا. وتتم في البكتيريا عملية المضاعفة بسرعة 500 نيوكليوتيد تقريبًا في الثانية. أما في المخلوقات الحية الأعلى، فتعادل السرعة عُشر السرعة في البكتيريا.

### استراتيجيات التدريس

- دع الطلاب يبحثوا عن الأزواج القاعدية المكملة في جزيء DNA هل هي الثايمين مع الأدنين والسايتوسين مع الجوانين. إذ تنتج هذه التراكيب من البيورين والبيريميدين قطرًا لولبيًّا منتظمًا. T و A تمتلكان رابطتين هيدروجينيتين، في حين تمتلك C و G ثلاث روابط.
- اطلب إلى الطلاب أن يرسموا تسلسلاً ذا بعدين للروابط الهيدروجينية بين T–A و C–G، والربط التساهمي الذي يصل السكريات المتجاورة بمجموعات الفوسفات.

### التفكير الناقد

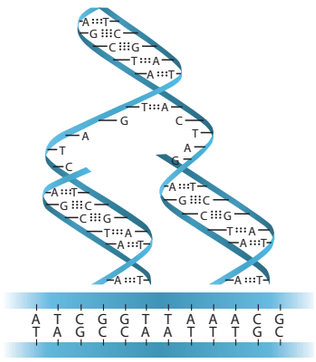
1. تسلسل القواعد في الشريط الجديد مكمّل للتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.
2. سيكون لجميع جزيئات DNA الجديدة شريط أحمر وشريط أزرق. وهذا يبين أن التضاعف نصف تحفظي. فكل جزيء له شريط أصلي وشريط جديد.
3. سيمرر الخطأ إلى RNA حيث سيستخدم لتوجيه إنتاج بروتين فيه خلل لاحتوائه على حمض أميني غير صحيح. وإذا حصل هذا الخطأ في خلية تناسلية وكان البروتين حيويًّا للحياة فإن الفرد الجديد لن يعيش. نعم ستكون التأثيرات دائمة؛ لأن الخطأ سيتضاعف.

**وظيفة DNA** استخدم واطسون وكريك نموذجهما لتوقع كيف يمكن أن يؤدي تركيب DNA الكيميائي وظيفته. يختزن DNA المعلومات الوراثية للخلية في النواة، ويُنسخ DNA قبل انقسام الخلية حتى يحصل الجيل الجديد من الخلايا على المعلومات الوراثية نفسها. وبعد أن قرر واطسون وكريك أن سلسلتي لولب DNA تكمل إحداهما الأخرى، أدركا أن الأزواج القاعدية المتطابقة تنسخ المادة الوراثية للخلية بطريقة آلية. فقواعد DNA النيتروجينية الأربع تتخذ حروفًا أبجدية في لغة تخزين المعلومات للخلايا الحية. ويمثل التسلسل المحدد لهذه الحروف التعليمات الشاملة للمخلوق الحي، كما يحمل تسلسل الحروف في كلمات جملةٍ ما معنًى خاصًّا. ويختلف تسلسل القواعد في كل نوع من المخلوقات الحية، مما يسمح بتنوع ضخم من أشكال الحياة- وكل ذلك عن طريق لغة تستخدم أربعة حروف فقط. ويُقدَّر أن DNA الخلية البشرية يحتوي على نحو ثلاثة بلايين زوج متطابق من القواعد، مرتبة في تسلسل خاص بالبشر.

## مختبر حل المشكلات

### كوّن نموذجًا

كيف يتضاعف DNA؟ يتضاعف DNA قبل انقسام الخلية؛ حيث تحصل كل من الخليتين الجديدتين على مجموعة كاملة من التعليمات الوراثية. وعندما يبدأ DNA في التضاعف، يبدأ شريطا النيوكليوتيد بالانفكاك، ويقوم إنزيم بفك الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية فينفصل الشريطان. كما تقوم إنزيمات أخرى بإيصال نيوكليوتيدات حرة من الوسط المحيط إلى القواعد النيتروجينية المكشوفة، فيرتبط الأدنين بروابط هيدروجينية مع الثايمين، ويرتبط السايتوسين بالجوانين. وهكذا يقوم كل شريط ببناء شريط مكمّل عن طريق مزاوجة القواعد بالنيوكليوتيدات الحرة. وهذه العملية موضحة في الرسم المجاور. وبعد أن يتم ارتباط النيوكليوتيدات الحرة بالروابط الهيدروجينية في أماكنها، تقوم السكريات والفوسفات بالارتباط بروابط تساهمية بالسكريات ومجموعات الفوسفات على النيوكليوتيدات المجاورة لتكوّن عمودًا فقريًّا جديدًا. ويرتبط كل شريط من جزيء DNA الأصلي بشريط جديد.




#### التحليل

يبين الرسم السفلي إلى اليسار قطعة صغيرة من جزيء DNA. انسخ تسلسل القواعد على ورقة نظيفة، وكن حذرًا حتى لا تخطئ في النسخ. وبيّن خطوات التضاعف لإنتاج قطعتين من DNA.

#### التفكير الناقد

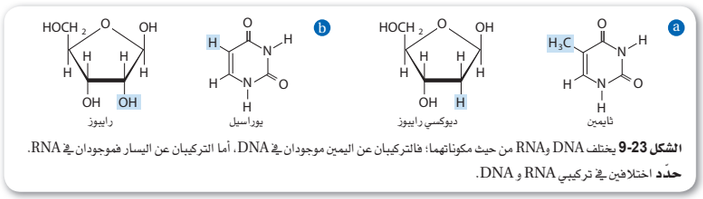
1. **قارن** بين التسلسل في الشريط الذي صُنع حديثًا والتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.
2. **اشرح** إذا لُونت قطعة DNA الأصلية باللون الأحمر ولوّنت النيوكليوتيدات الحرة باللون الأزرق، فما نمط الألوان الذي سيكون في قطعة DNA التي تكوّنت حديثًا؟ وهل ستكون جميع القطع الجديدة لها الألوان نفسها؟
3. **اشرح** كيف يمكن أن يتأثر المخلوق الحي إذا حدث خطأ في أثناء تضاعف DNA فيه؟ وهل التأثيرات دائمة؟ وضح إجابتك.



## التقويم

**الأداء** إذا توافرت نماذج جزيئية لـ DNA، فدع الطلاب يبنوا سلسلة T–A، G–C، ووصف تركيبه الهندسي وروابطه، ووصف كيفية حدوث التضاعف. كما يمكن تحقيق هذا أيضًا باستخدام برنامج نمذجة حاسوبي ثلاثي الأبعاد أو استخدام الشبكة العنكبوتية. ض م

■ **إجابة سؤال الشكل 23–9** قد تشتمل الإجابات على ما يأتي: يحتوي DNA على سكر ديوكسي رايبوز؛ أما سكر RNA فهو رايبوز. DNA مرتب على شكل لولب مزدوج، مع وجود روابط هيدروجينية بين القواعد النيتروجينية؛ أما RNA فمرتب على شكل شريط واحد. ويحتوي DNA على ثايمين؛ في حين يحتوي RNA على يوراسيل.




**الشكل 23-9** يختلف DNA وRNA من حيث مكوناتهما؛ فالتركيبان عن اليمين موجودان في DNA. أما التركيبان عن اليسار فموجودان في RNA.
**حدّد** اختلافين في تركيبي RNA و DNA.

### RNA

حمض الرايبونيوكلييك حمض نووي، يختلف تركيبه العام عن تركيب DNA في ثلاث طرائق مهمة، كما في **الشكل 23-9**. أولاً أن DNA يحتوي على القواعد النيتروجينية الأدنين، والسايتوسين، والجوانين، والثايمين. في حين يحتوي RNA على الأدنين، والسايتوسين، والجوانين، واليوراسيل. ولا يوجد الثايمين أبدًا في RNA. ثانيًا، يحتوي RNA على سكر الرايبوز، في حين يحتوي DNA على سكر الديوكسي رايبوز الذي يوجد فيه ذرة هيدروجين بدل مجموعة هيدروكسيل في أحد المواقع.

أمّا الفرق الثالث بين DNA وRNA فهو في الشكل؛ إذ يكون DNA عادة على شكل لولب ثنائي؛ حيث تقوم الروابط الهيدروجينية بربط السلسلتين معًا عن طريق قواعدها. في حين يتكون RNA من شريط واحد دون وجود روابط هيدروجينية بين القواعد.

ويخزن DNA المعلومات الوراثية، في حين يمكّن RNA الخلايا من استخدام المعلومات الموجودة في DNA. لقد تعلمت أن المعلومات الوراثية للخلية موجودة في تسلسل من القواعد النيتروجينية في جزيء DNA. وأن الخلايا تقوم باستعمال تسلسل القواعد هذا لتكوّن RNA بتسلسل متطابق. ومن ثم يستعمل RNA لصنع بروتينات بتسلسل من الأحماض الأمينية يتقرر بترتيب القواعد النيتروجينية في RNA، وتسمى هذه التسلسلات باسم الشفرة الوراثية. ولما كانت البروتينات هي الأدوات الجزيئية التي تقوم بمعظم النشاطات في الخلية، لذا يعد اللولب المزدوج لـ DNA هو المسؤول في النهاية عن التحكم في آلاف التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلايا.

**المطويات**
ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

### التقويم 9-4

**الخلاصة**

- الأحماض النووية مبلمرات من النيوكليوتيدات التي تتكون من قاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات، وسكر.
- DNA و RNA هي جزيئات تخزين معلومات للخلية.
- يتكون DNA من شريطين، في حين يتكون RNA من شريط واحد.

**19.** الفكرة الرئيسة اشرح الوظيفة الأساسية لكل من RNA و DNA.

**20.** حدّد المكونات البنائية الخاصة لكل من RNA وDNA.

**21.** اربط وظيفة DNA بتركيبه.

**22.** حلّل تركيب الأحماض النووية، ثم حدّد التركيب الذي يجعلها أحماضًا.

**23.** توقع ماذا يحدث إذا احتوى DNA الذي يحمل شفرة صنع بروتين على تسلسل قواعد خاطئ؟



**المطويات** اطلب إلى الطلاب تضمين معلومات من هذا القسم في مطويتهم.

## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

اعرض صورًا لنماذج DNA و RNA ، واطلب إلى الطلاب أن يحددوا ماهية كل منهما، ويشرحوا كيف توصلوا إلى إجاباتهم. وعليهم أن يبحثوا عن اليوراسيل والرايبوز في RNA الذي يتكون عادة من شريط واحد، ويبحثوا أيضًا عن الثايمين والديوكسي رايبوز في DNA، الذي يتكون عادة من شريطين. ض م

### إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا لماذا تستطيع خلايا الإنسان فصل شريطي اللولب الثنائي خلال ثوان، مع أن البوليمر DNA ثابت لدرجة أن العلماء استطاعوا أن يعزلوا DNA سليمًا من أحافير عمرها ملايين السنين؟ وذكّرهم بأنه يتعين عليهم أن يركزوا على طبيعة القوى بين الجسيمات. فأشرطة البوليمر DNA تتماسك معًا بروابط إستر تساهمية قوية، مما يجعله ثابتًا جدًّا. في حين يرتبط الشريطان اللذان يكوّنان اللولب معًا بواسطة الروابط الهيدروجينية الأكثر ضعفًا من بين القواعد المكمّلة. ض م

### التوسع

اطلب إلى مجموعات صغيرة من الطلاب أن يبحثوا عن كيفية اكتشاف تركيب DNA. ودعهم يعدوا تقريرًا شفويًّا قصيرًا لعرضه على الصف، على أن يشتمل التقرير على معلومات عن روزالين فرانكلين، وموريس ويلكينز، وفرانسيس كريك، وجيمس واطسون. د م ض م ف م تعلم تعاوني

## التقويم 9–4

**19.** الوظيفة الأساسية لـ RNA هي بناء البروتينات. والوظيفة الأساسية لـ DNA هي تخزين المعلومات الوراثية.

**20.** يحتوي RNA على الرايبوز، ومجموعات الفوسفات، وقواعد A، وC، و G، وU. ويحتوي DNA على ديوكسي رايبوز، ومجموعات فوسفات، وقواعد A، و C، و G، وT.

**21.** تتكون DNA من شريطين ينفكان ثم يكونان أزواج قواعد نيتروجينة مكمّلة. وتتضمن هذه العملية نسخ تسلسل DNA تمامًا كما هو، لتمرِرُ المعلومات الوراثية إلى الخلايا الجديدة.

**22.** يتكون RNA من شريط واحد بتسلسل للأحماض الأمينية يقرره ترتيب القواعد النيتروجينية في RNA. وتجعل مجموعة الفوسفات الأحماض النووية حمضية.

**23.** البروتين الذي يُصنع من DNA بتسلسل خطأ حسب القواعد قد يحتوي التسلسل الخطأ للاحماض الأمينية.

# في الميدان

## الهدف

يتقصى الطلاب اكتشاف نسيج ليِّن في عظم ديناصور تيرانوسورس ركس المتحجر منذ 68 مليون سنة.

## الخلفيّة النظريّة للمحتوى

تتكون الأحافير عندما تمر مياه مشبعة بالمعادن إلى داخل تراكيب عظمية كالعظام والأسنان. تحل المعادن مكان المركبات العضوية مخلّفة صخورًا على شكل المخلوق الحي. وتتعفن الأجزاء اللينة التي منها الأنسجة والأوعية الدموية عادة بسرعة فلا تتحجر.

## استراتيجيات التدريس

- عندما اكتشفت الدكتورة شقايتزر لأول مرة ما بدا كأنه خلايا دم في عظم الديناصور المتحجر قال لها أحد الناصحين، "الآن حاولي أن تجدي دليلاً على أن هذه ليست في الحقيقة خلايا دم". ناقش هذا التعليق مع الصف. لماذا يحاول العلماء إثبات خطأ فرضياتهم؟
- قال أحد النقاد عن عمل الدكتورة شقايتزر إنه كان يجب عليها أن تقوم باختبارات أخرى قبل أن تنشر عملها. فقد قال "أنا أؤيد عملاً أطول بموثوقية مؤكدة". ردّت الدكتورة شقايتزر بهجوم مضاد قائلة إنها كانت مضطرة أن تنشر اكتشافها بسرعة لتضمن استمرار التمويل.

دع الطلاب يناقشوا طرفي هذه المسألة.

# في الميدان

### المهنة: عالم البيولوجيا الجزيئية

### فحص الحمض يكشف مفاجأة

"لا يوجد عالم بيولوجيا جزيئية ذو تفكير صحيح يعمل ما عملته ماري شفايتزر Mary Schweitzer. نحن لا نبذل كل هذا الجهد لإخراج هذه الأشياء من الأرض لندمرها في حمض". هذا ما قاله أحد زملاء ماري شفايتزر، العالمة التي استخدمت تقنيات البيولوجيا الجزيئية لتكشف نسيجًا ليّنًا يجب ألا يكون موجودًا في عظم فخذ ديناصور متحجر منذ 68 مليون سنة.

**الأم بوب Mother Bob** عندما قام علماء البيولوجيا الجزيئية باستخراج الديناصور المتحجر الذي أطلق عليه لقب "بوب" عام 2003 م من منطقة نائية في ولاية مونتانا الأمريكية، وضعت العظام في غطاء من الجبس لحمايتها في أثناء عملية النقل. ولكن كان وزن العظام والجبس يفوق قدرة الطائرة العمودية على حمله، مما اضطر علماء البيولوجيا الجزيئية أن يكسروا عظم الفخذ لكي يستطيعوا نقل الديناصور من تلك المنطقة النائية. وقد أخذت شفايتزر كِسَرًا من عظم الفخذ لدراستها دراسة إضافية. وقد جاءت المفاجأة الأولى بسرعة؛ حيث كانت "بوب" أنثى، وكانت تنتج البيض عند وفاتها. والعظم الذي درسته شفايتزر يسمى عظمًا نخاعيًّا. وكان هذا النسيج العظمي معروفًا سابقًا في الطيور فقط، كما في **الشكل 1**. إذ ينتج الدجاج البيّاض العظم النخاعي، ويستعمل لاحقًا الكالسيوم المخزَّن في العظم لتكوين قشر البيض. وبعد إنتاج البيض يختفي هذا العظم. ويبين **الشكل 1** العظم النخاعي الموجود في عظم الديناصور "بوب".

**شكل 1** يحتوي كل من عظم الدجاجة وعظم الديناصور على عظم خارجي قاس يسمى العظم القشري (CB)، وعظم ألين يسمى العظم النخاعي (MB).






**شكل 2** وجد العلماء أيضًا أوعية دموية وخلايا منفردة في النسيج اللين للديناصور.

**الاختبار الحمضي The Acid Test** لدراسة العظم النخاعي عن كثب أذابت شفايتزر كِسَرًا من العظم في حمض مخفف للتخلص من فوسفات الكالسيوم، وهذه تقنية تستعمل عادة في فحص النسيج الحديث. ولما كان العظم المتحجر قد تحوّل عادة إلى مادة معدنية، لذا كان يُفترض أن يذوب كليًّا في الحمض المخفف، إلا أن هذه الخطوة أعطت نتائج مذهلة؛ إذ وجد نسيج لين داخل العظم. وقد ظهر تحت المجهر أن هذا النسيج عبارة عن أوعية دموية محفوظة، بالإضافة إلى خلايا منفردة، كما في **الشكل 2**.

ولكن كيف يمكن أن يبقى النسيج طريًّا مدة 68 مليون سنة في الأرض؟

**المزيد من العمل More Work** قامت شفايتزر بعد ذلك بفحص عظام أخرى بالاختبار الحمضي نفسه ووجدت نسيجًا ليّنًا وتراكيب دقيقة مشابهة. ولا يعلم أحد حتى الآن ما الذي تظهره هذه التراكيب الدقيقة. إلا أن أحد العلماء يقول: "ربما تكون هناك أشياء كثيرة غفلنا عنها بسبب افتراضنا كيف تحدث عملية الحفظ"، ومن الواضح أن ذلك يتطلب المزيد من البحث.

**الكتابة في الكيمياء**

**كتابة للإقناع** من غير المحتمل أن يوجد DNA الديناصور في هذه الأنسجة الليّنة. وعلى الرغم من ذلك فإن هذا الاكتشاف يثير السؤال الآتي: هل يمكن استنساخ الحيوانات المقرضة من DNA الذي يتم الحصول عليه؟ اكتب مقالة إقناعية تعبر فيها عن رأيك حول هذا السؤال.

136

**الكتابة في الكيمياء**

**كتابة للإقناع** بعد القيام ببحث إضافي، سيعلم الطلاب أنه من الصعب العثور على DNA الديناصورات إذا لم يكن ذلك مستحيلاً. ومع ذلك، يمكن الحصول على DNA بعض الحيوانات التي انقرضت حديثًا. فهل سنعيد استنساخ حيوانات مثل الذئب التسماني أو الماموث الصوفي؟ يمكن مناقشة أفكار مثل أسباب الانقراض ومسؤولياتنا تجاه الأنواع الأخرى التي تعيش حولنا.

# مختبر الكيمياء

## فعل الإنزيم ودرجة الحرارة

**الزمن المقدّر:** 30 min

**المهارات العلمية:** تكوين الفرضيات، وجمع البيانات وتنظيمها، والقياس، والمقارنة ، وملاحظة السبب والنتيجة، وعمل الرسوم البيانية واستعمالها.

**احتياطات السلامة.** راجع نماذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل. يجب أن يستعمل الطلاب قابسًا كهربائيًّا معزولاً للسخان الكهربائي. يجب أن يستعمل الطلاب فقط بيروكسيد هيدروجين تركيزه 3% كما هو مذكور في المختبر.

**التخلص من النفايات.** يمكن طرح المحاليل جميعها في حوض المغسلة مع كمية وافرة من الماء.

### خطوات العمل

- قد تمتلئ بعض أنابيب الاختبار بالرغوة وتفيض. وهذه ليست مشكلة ولكن ذلك يتطلب أن يكون الطلاب أكثر إبداعًا في قياساتهم.
- من المهم أن يأخذ الطلاب السائل من البطاطس المخلوطة إذا كانوا يستعملون ماصة معدّة للطرح بعد الاستعمال لمنع الانسداد.

### التحليل والإستنتاج

1. ارجع إلى كتاب مصادر الفصول للإطلاع على الرسم البياني.
2. تعمل الأنزيمات أكثر مع ازدياد درجة الحرارة إلى أن تفقد الأنزيمات طبيعتها الأصلية فتتوقف عن العمل.
3. حمّام الماء الساخن لأن الأنزيمات فقدت طبيعتها الأصلية.
4. ستتباين الإجابات.
5. البطاطس: $2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$
   الكبد: $2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$
   التفاعلات هي نفسها لأن الأنزيمات لا تشترك في التفاعل، هي فقط تسرّعه.
6. إجابات محتملة: نتجت رغوة وفاضت من أنبوب الاختبار فكان ارتفاع الرغوة تقديريًّا. طريقة ممكنة لتصحيح هذا هو استعمال أنابيب اختبار أكبر.

### الاستقصاء

قم بتفحص التصميمات التي يعدها الطلاب.


# مختبر الكيمياء

## فعل الإنزيم ودرجة الحرارة


**الخلفية النظرية** الإنزيمات عوامل محفزة طبيعية تستعملها المخلوقات الحية لتسريع التفاعلات، ولهذه البروتينات تراكيب متخصصة تمكّنها من التفاعل مع مواد محددة.

**سؤال** كيف تؤثر درجة الحرارة في عمل الإنزيمات؟

### المواد والأدوات اللازمة

| | |
|---|---|
| لب البطاطس الحمراء | مخبار مدرج 25 mL |
| فوق أكسيد الهيدروجين ($3\% H_2O_2$) | مقياس درجة حرارة |
| ماء | مسطرة |
| كأس سعتها 250 mL عدد 4 | قطع ثلج |
| أنبوب اختبار عدد 4 | ساعة |
| حامل أنابيب اختبار | سخان كهربائي |
| ماسك أنابيب اختبار | كبدة طازجة ونيئة |

**إجراءات السلامة**

### خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. اكتب فرضية تحدد درجة الحرارة التي تكون الإنزيمات عندها أكثر نشاطًا.
3. انسخ جدول البيانات على ورقة منفصلة.
4. ضع أنابيب الاختبار الأربعة في حامل الأنابيب.
5. ضع 2.0 mL من معجون لب البطاطس في كل أنبوب اختبار.
6. مستعملًا السخان الكهربائي والثلج جهز أربع كؤوس عند درجات حرارة مختلفة؛ تحتوي الأولى على ماء مثلج، والثانية على ماء في درجة حرارة الغرفة، والثالثة على ماء في درجة حرارة الجسم، والرابعة على ماء في درجة الغليان (100 °C) أو قريبًا منها.
7. ضع أنبوب اختبار واحدًا في كل من الكؤوس الأربع مستخدمًا ماسك أنابيب الاختبار.
8. قس درجة حرارة كل كأس وسجّلها.
9. قس بعد 5 min من وضع الأنابيب في الكؤوس 5.0 mL من $3\% H_2O_2$، وضعها في كل أنبوب اختبار.
10. دع التفاعل يستمر مدة 5 min.
11. قس ارتفاع الرغوة الناتجة في كل أنبوب.
12. اغسل الأنابيب بعد التخلص من محتوياتها.
13. أعد الخطوات من 4 إلى 12 مستعملًا 2 mL من معجون الكبد بدلاً من معجون لب البطاطس.

**جدول البيانات**

| حوض ماء | درجة الحرارة (°C) | ارتفاع الرغوة (cm) |
|---|---|---|
| **البطاطس** | | |
| ماء مثلج | | |
| ماء في درجة حرارة الغرفة | | |
| ماء في درجة حرارة الجسم | | |
| ماء مغلي (قريب من 100 °C) | | |
| **الكبد** | | |
| ماء مثلج | | |
| ماء في درجة حرارة الغرفة | | |
| ماء في درجة حرارة الجسم | | |
| ماء مغلي (قريب من 100 °C) | | |

14. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص مما تبقى من المحاليل بحسب توجيهات معلمك، ثم اغسل أدوات المختبر، وأعدها إلى أماكنها المخصصة.

### التحليل والاستنتاج

1. **الرسوم البيانية واستعمالها** مثّل البيانات بالأعمدة واضعًا درجة الحرارة على محور السينات وارتفاع الرغوة على محور الصادات، واستعمل لونًا مختلفًا لكل من بيانات البطاطس، والكبد، وأعمدتها.
2. **لخص** كيف تؤثر درجة الحرارة في عمل الإنزيمات؟ واستنتج لماذا كان التفاعل الأنشط في درجة الحرارة التي وجدتها؟
3. **السبب والنتيجة** أيّ الأنابيب كانت فيها الرغوة لكل من البطاطس والكبد هي الأقل؟ اقترح تفسيرًا لما حدث.
4. **قارن** هل أيّدت البيانات المختبرية فرضيتك في الخطوة 2؟ وضح إجابتك.
5. **نموذج** اكتب معادلة موزونة لتَحَلُّل فوق أكسيد الهيدروجين لكل تفاعل. كيف يتشابه التفاعلان؟ ولماذا؟
6. **تحليل الخطأ** حدّد مصادر الخطأ المحتملة لهذه التجربة، واقترح طرائق لتصحيحها.

**الاستقصاء**

**صمّم تجربة** هل يؤثر التغير في pH في النتائج؟ صمّم تجربة لتكتشف الإجابة.

# الفصل 9

## دليل الدراسة

**استعمال المفردات** اطلب إلى الطلاب كتابة جملة واحدة لكل مصطلح في الفصل لتعزيز معرفتهم بمفردات الفصل.

## استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب وصف الاختلافات في التركيب الكيميائي لكل من البروتينات و الكربو هيدرات، والليبيدات، ووصف عمل كل منها. ض م
- اطلب إلى الطلاب المقارنة بين العمليات الحيوية.

**الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية**

لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته، ارجع إلى الموقع الإلكتروني: www.obeikaneducation.com وذلك من أجل:

- مراجعة الفصل ودراسته عبر الشبكة.
- الوصول إلى المواقع التي تزودك بمزيد من المعلومات والمشاريع والأنشطة.
- مراجعة المحتوى عبر الشبكة بالإضافة إلى التفاعل والاختبارات الذاتية.
- الحصول على اختبارات الفصل والتدريب على (الأنشطة) والاختبارات المقننة.



**الفكرة العامة** تقوم المركبات العضوية الحيوية: البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات بالأنشطة الضرورية للخلايا الحية.

### 9-1 البروتينات

**الفكرة الرئيسة** تؤدي البروتينات وظائف ضرورية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.

**المفردات**

- البروتينات
- الأحماض الأمينية
- الرابطة الببتيدية
- الببتيدات
- تغير الخواص الطبيعية
- الإنزيمات
- المادة الخاضعة لفعل الإنزيم
- الموقع النشط

**المفاهيم الرئيسة**

- البروتينات بوليمرات حيوية تتكون من أحماض أمينية ترتبط بروابط ببتيدية.
- تنطوي سلاسل البروتينات مكوّنة تراكيب معقدة ثلاثية الأبعاد.
- للبروتينات وظائف عديدة في جسم الإنسان ، منها: وظائف داخل الخلايا، وأخرى بينها، ووظائف دعم بنائي.

### 9-2 الكربوهيدرات

**الفكرة الرئيسة** تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.

**المفردات**

- الكربوهيدرات
- السكريات الأحادية
- السكريات الثنائية
- السكريات العديدة التسكر

**المفاهيم الرئيسة**

- الكربوهيدرات مركبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل (OH-) متعددة، ومجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O).
- يتراوح حجم الكربوهيدرات بين وحدات بناء أساسية مفردة إلى بوليمرات تتكون من مئات أو آلاف الوحدات الأساسية.
- توجد السكريات الأحادية في المحاليل المائية في تراكيب حلقية ومفتوحة السلسلة.

### 9-3 الليبيدات

**الفكرة الرئيسة** تكوّن الليبيداتُ الأغشيةَ الخلويةَ، وتختزن الطاقة، وتنظم العمليات الخلوية.

**المفردات**

- الليبيدات
- الأحماض الدهنية
- الجليسريدات الثلاثية
- التصبُّن
- الليبيدات الفوسفورية
- الشموع
- الستيرويدات

**المفاهيم الرئيسة**

- الأحماض الدهنية أحماض كربوكسيلية طويلة السلاسل تحوي عادة ما بين 12 و 24 ذرة كربون.
- لا تحتوي الأحماض الدهنية المشبعة على روابط ثنائية؛ في حين تحتوي الأحماض الدهنية غير المشبعة على رابطة ثنائية أو أكثر.
- يمكن أن ترتبط الأحماض الدهنية بالجليسرول لتكوّن الجليسريد الثلاثي.
- الستيرويدات ليبيدات تحتوي على تراكيب متعددة الحلقات.

### 9-4 الأحماض النووية

**الفكرة الرئيسة** تختزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.

**المفردات**

- الحمض النووي
- النيوكليوتيد

**المفاهيم الرئيسة**

- الأحماض النووية بوليمرات من النيوكليوتيدات التي تتكون من قاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات، وسكر.
- DNA و RNA جزيئات تخزين معلومات للخلية.
- يتكون DNA من شريطين، في حين يتكون RNA من شريط واحد.

## 9-1

**إتقان المفاهيم**

**24.** ماذا تُسمى السلسلة المكوّنة من ثمانية أحماض أمينية؟ والسلسلة المكوّنة من 200 حمض أميني؟

**25.** سمِّ نوعين من المجموعات الوظيفية التي تتفاعل معًا لتكوين رابطة ببتيدية، وسمِّ أيضًا المجموعة الوظيفية في الرابطة الببتيدية نفسها.

**26.** استعمل الرموز المبينة لتمثيل تراكيب أربعة أحماض أمينية مختلفة، لرسم تراكيب أربعة ببتيدات ممكنة يتكون كل منها من أربعة أحماض أمينية يمكن ربطها بترتيبات مختلفة:

الحمض الأميني 1: ■ الحمض الأميني 3: ◆

الحمض الأميني 2: ▲ الحمض الأميني 4: ●

**27.** **تشريح جسم الإنسان** سمِّ خمسة أجزاء من الجسم تحتوي على بروتينات بنائية.

**28.** عدّد أربع وظائف رئيسة للبروتينات، وأعط مثالاً واحدًا على بروتين يقوم بكل وظيفة من هذه الوظائف.

**29.** صف شكلين شائعين لتركيب البروتين الثلاثي الأبعاد.

**30.** سمِّ المجموعات الوظيفية في السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية الآتية:

**a.** الجلوتامين

**b.** السيرين

**c.** حمض الجلوتاميك

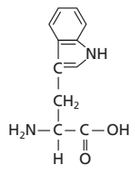
**d.** اللايسين

**31.** اشرح كيف يعمل الموقع النشط للإنزيم.

**32.** أعطِ مثالاً على حمض أميني له حلقة أروماتية في سلسلته الجانبية.

**33.** سمِّ حمضين أمينيين لا قطبيين، وآخرين قطبيين.

**34.** التركيب المبين في **الشكل 24–9** للتريبتوفان. صف بعض الخواص التي تتوقعها للتريبتوفان، بناءً على تركيبه. وإلى أي المركبات العضوية الحيوية ينتمي التريبتوفان؟ وضح إجابتك.



**الشكل 24–9**

**35.** هل ثنائي ببتيد اللايسين– الفالين هو المركب ثنائي ببتيد الفالين – اللايسين نفسه؟ وضح إجابتك.

**36.** **إنزيمات** كيف تخفّض الإنزيمات طاقة التنشيط لتفاعلٍ ما؟

**37.** **كيمياء الخلية** معظم البروتينات ذات الشكل الكروي موجهة، بحيث تكون معظم أحماضها الأمينية اللاقطبية في الجهة الداخلية والأحماض القطبية موجودة على السطح الخارجي. فهل يمكن أن يكون ذلك معقولاً من حيث طبيعة بيئة الخلية؟ وضح إجابتك.

**إتقان حل المسائل**

**38.** بكم طريقة يمكنك ترتيب ثلاثة أو أربعة أو خمسة أحماض أمينية مختلفة في الببتيد؟

**39.** كم رابطة ببتيدية توجد في ببتيد يحوي خمسة أحماض أمينية؟

**40.** **البروتينات** متوسط الكتلة المولية لحمض أميني في بيتيد متعدد هو 110. فما الكتلة المولية التقريبية للبروتينين الآتيين؟

**a.** الأنسولين (51 حمضًا أمينيًا)

**b.** المايوسين (1750 حمضًا أمينيًا)



# الفصل 9

## 9–1

### إتقان المفاهيم

**24.** ببتيد، بروتين.

**25.** مجموعتا أمين وكربوكسيل؛ مجموعة الأميد

**26.** إجابات محتملة: ■▲●◆؛ ▲●◆■؛ ●◆▲■؛ ◆▲■●

**27.** إجابات محتملة: جلد، وأربطة، وأوتار، وعظام، وشعر

**28.** إجابات محتملة: أنزيمات: البابايين، ولبروتينات النقل: هيموجلوبين؛ دعم بنائي: الكولاجين؛ اتصال: هرمونات الغدة الدرقية.

**29.** لولب ألفا هو جزء ملتف من سلسلة بروتين. صحيفة بيتا هي مساحة منبسطة حيث تنطوي سلسلة إلى الخلف والأمام تكرارًا.

**30.** **a.** مجموعة أميد.

**b.** مجموعة هيدروكسيل

**c.** مجموعة كربوكسيل

**d.** مجموعة أمين

**31.** يرتبط الموقع النشط مع المواد. ويحدث تفاعل بين المواد التي تخضع لفعل الأنزيم لأنها تبقى قريبة من بعضها البعض وتقل طاقة التنشيط.

**32.** فينيل الألنين.

**33.** غير قطبي: جلايسين، فالين، فينيل الألنين.

قطبي: سيرين، سيستين، جلوتامين، لايسين، حمض جلوتاميك.

**34.** تريبتوفان هو حمض أميني كبير غير قطبي، أورماتي لا يذوب في الماء وله درجة انصهار ودرجة غليان مرتفعة نسبيًّا. وهو وحدة بناء للبروتينات.

**35.** لا، كل حمض أميني له مجموعة مختلفة متعلقة بالرابطة الببتيدية.

**36.** تكون الأنزيمات روابط عديدة مع المواد الخاضعة لفعل الأنزيم، فتنخفض طاقتها التنشيطية.

**37.** نعم. الوسط الخلوي مائي، ولذلك فإنه من المعقول أن تكون الأحماض الأمينية القطبية لبروتينات الخلية على السطح الخارجي للجزيء وأحماض أمينية قطبية أقل في الداخل

### إتقان حل المسائل

**38.** $20^5 = 3.2\times10^6$؛ $20^4 = 1.6\times10^5$؛ $20^3 = 8.0\times10^3$

**39.** 4

**40.** **a.** 5600

**b.** 190,000

**41.** 4 أحماض أمينية؛ 3 روابط ببتيدية.

**42.** حوالي 332

## 9–2

### إتقان المفاهيم

**43.a.** سكر عديد التسكر

**b.** سكر أحادي

**c.** سكر ثنائي

**d.** سكر أحادي

**e.** سكر عديد التسكر

**f.** سكر عديد التسكر

**g.** سكر أحادي

**h.** سكر ثنائي

**44.** فركتوز، وجالاكتوز.

**45.** رابطة إيثر

**46.a.** جلوكوز

**b.** سكروز

**b.** فركتوز

**c.** لاكتوز

**47.** يحتوي التركيبان على تراكيب حلقية متشابهة، ولكن السليولوز تركيب طولي والنشا تركيب متفرع.

**48.** المادتان من السكريات عديدة التسكر الموجودة في النباتات. إلا أن النشا يستعمل لاختزان الطاقة والسليولوز يكون جدران الخلايا النباتية الصلبة. يسمح التركيب الطولي الطويل للسليولوز للسلاسل أن تلتصق معًا بشدة مكونة تركيبا قويًّا صلبًا. بينما يتكون النشا من وحدات جلوكوز وهو غير قابل للذوبان في الماء، مما يجعله مخزنًا جيدًا للطاقة.

**49.** ترتبط وحدات البناء الأساسية المونومرات معًا بطرائق مختلفة. فالسليولوز بوليمر طولي يتكون من سلاسل متوازية تتماسك بشدة بعضها مع بعض في حُزَم. والنشاء بوليمر متفرع؛ ويمنع هذا التفرع التركيب من أن يكوِّن حزمًا متراصّة.

**50.** يجب أن يبين التركيب وحدتي جلوكوز ترتبطان برابطة إيثر. ارجع إلى كتاب الطالب.

**51.** البوليمرات الثلاثة جميعها مصنوعة فقط من الجلوكوز؛ لذا ينتج الجلوكوز فقط عند التميُّه.

**52.** يجب أن تنكسر روابط الإيثر (C–O–C) التي تربط السكريات معًا لتكوين رابطتي COH بدمج الماء. وهذا تفاعل تميّه. والمعادلة هي عكس تلك الموجودة في **الشكل 10–9** .

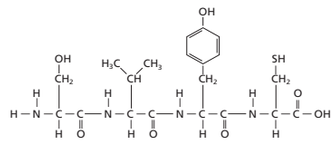
**53.** 8 متشكلات؛ ارجع إلى دليل حلول المسائل.

**54.** الجلوكوز والفركتوز متشكلان بنائيان، ولذلك لهما الصيغة الجزيئية نفسها ($C_6H_{12}O_6$) والكتلة المولية نفسها (180g /mol). وكلاهما يحتوي على 5 مجموعات هيدروكسيل، إلا أن الفركتوز فيه أيضًا مجموعة كيتون بينما يحتوي الجلوكوز على مجموعة ألدهيد.



## تقويم الفصل 9

**41.** حدّد عدد الأحماض الأمينية والروابط الببتيدية التي توجد في الببتيد المبين في **الشكل 25–9**.



**الشكل 25–9**

**42.** معدل الكتلة المولية لحمض أميني هو 110 g/mol، احسب عدد الأحماض الأمينية التقريبي في بروتين كتلته المولية 36,500 g/mol

## 9-2

### إتقان المفاهيم

**43.** الكربوهيدرات صنّف الكربوهيدرات الآتية إلى سكريات أحادية، أو ثنائية، أو عديدة التسكر:

a. النشا
b. الجلوكوز
c. السكروز
d. الرايبوز
e. السليولوز
f. الجلايكوجين
g. الفركتوز
h. اللاكتوز

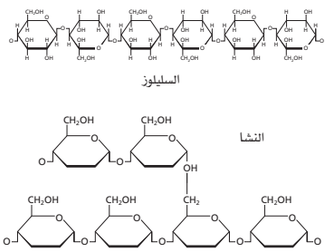
**44.** سمِّ متشكلين للجلوكوز.

**45.** ما نوع الرابطة التي تتكون عند اتحاد سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي؟

**46. السكريات** أعط مصطلحًا علميًّا لكل مما يأتي:

a. سكر الدم
b. سكر المائدة
c. سكر الفاكهة
d. سكر الحليب

**47. السليولوز والنشا** قارن بين التراكيب الجزيئية للسليولوز والنشا المبينة في **الشكل 26–9**.




**الشكل 26–9**

**48. الكيمياء في النباتات** قارن بين وظائف النشا والسليولوز في النباتات، ووضح أهمية التركيب الجزيئي لكل منهما بالنسبة لوظيفته.

**49. استنتج** كيف تعطي الاختلافات في ترتيبات الروابط في السليولوز والنشا خواص مختلفة؟

**50.** يتكون السكر الثنائي المالتوز من وحدتي جلوكوز. ارسم تركيبه.

**51.** لماذا يُنتج تميّه السليولوز، والجلايكوجين، والنشا سكرًا أحاديًّا واحدًا فقط؟ وما السكر الأحادي الذي ينتج؟

**52. الهضم** لماذا لا يمكن أن يتحلل السكر الثنائي أو العديد التسكر عند عدم وجود الماء؟ دعّم إجابتك بمعادلة.

**53.** ارسم تراكيب الفركتوز عندما يكون في صورة سلسلة مفتوحة. ضع دائرة حول كل ذرة كربون غير متماثلة، ثم احسب عدد المتشكلات الفراغية التي لها صيغة الفركتوز نفسها.

**54. السكريات** قارن بين الجلوكوز والفركتوز من حيث الصيغة الجزيئية والكتلة المولية والمجموعات الوظيفية.

## تقويم الفصل 9

**55. منظور تاريخي** الكربوهيدرات ليست هيدرات الكربون كما يوحي الاسم بذلك. اشرح كيف حدث هذا المفهوم غير الصحيح.

**إتقان حل المسائل**

**56. الكربوهيدرات المعقدة** الستاكيوز سكر رباعي يحتوي على وحدتي D- جالاكتوز، ووحدة D- جلوكوز، ووحدة D- فركتوز. والكتلة المولية لكل وحدة سكر هي 180 g/mol قبل ارتباطها معًا في هذا السكر الرباعي. فإذا كان جزيء ماء واحد يتحرر مقابل كل وحدتي سكر ترتبطان معًا، فما الكتلة المولية للستاكيوز؟

### 9-3

**إتقان المفاهيم**

**57.** قارن بين تركيبي الجليسريد الثلاثي والليبيد الفوسفوري.

**58. توقع** أيهما تكون درجة انصهاره أعلى: الجليسريد الثلاثي المأخوذ من دهن البقر، أو الجليسريد الثلاثي المأخوذ من زيت الزيتون؟ فسّر إجابتك.

**59. الصابون والمنظفات** اشرح كيف أن تركيب الصابون يجعله عامل تنظيف فعّالاً؟

**60.** ارسم جزءًا من غشاء ليبيدي ذي طبقتين، وأشر إلى الأجزاء القطبية وغير القطبية من الغشاء.

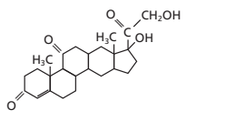
**61.** أين تُختزن الأحماض الدهنية في جسم الإنسان؟ وفي أي صورة؟

**62.** ما نوع الليبيد الذي لا يحتوي على سلاسل أحماض دهنية؟ ولماذا تُصنّف هذه المركبات على أنها ليبيدات؟

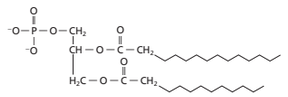
**63. الصابون** ارسم تركيب صابون بالمنات الصوديوم. (البالمنات هي القاعدة المرافقة للحمض الدهني المشبع ذي 16 ذرة كربون والمعروف باسم حمض البالمتيك)، وأشر إلى طرفيه: القطبي واللاقطبي.

**64. حدّد** هل يعد كل تركيب مما يأتي: حمضًا دهنيًّا، أو جليسريد ثلاثيًّا، أو ليبيد فوسفوريًّا، أو ستيرويد، أو شمعًا؟ فسّر إجابتك.

**a.**



**b.**



**إتقان حل المسائل**

**65.** إذا كانت كثافة حمض البالمتيك الدهني 0.853g/mL عند 62 °C، فما كتلة عينة من حمض البالمتيك حجمها 0.886 L عند درجة الحرارة نفسها؟

**66. الدهون غير المشبعة** كم مولاً من غاز الهيدروجين تتطلبه هدرجة تامة لـ 1 mol من حمض اللينولينك؟ اكتب معادلة موزونة لتفاعل الهدرجة. علمًا بأن الصيغة الكيميائية لحمض اللينولينك هي:

$CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$

### 9-4

**إتقان المفاهيم**

**67.** ما التراكيب الثلاثة التي تكوّن النيوكليوتيد؟

**68.** سمِّ حمضين نوويين موجودين في المخلوقات الحية.

**69.** اشرح دور DNA و RNA في إنتاج البروتينات.

**70.** أين يوجد DNA في الخلايا الحية؟



**55.** الصيغة البنائية العامة للكربوهيدرات هي $C_n(H_2O)_n$. اعتقد العلماء القدماء في البداية أن هذه المركبات هي هيدرات الكربون. أما الآن فمن المعروف أنه لا توجد جزيئات ماء مرتبطة بجزيئات الكربوهيدرات، إلا أن اسم المركبات بقي دون تغيير.

**إتقان حل المسائل**

**56.** $(4\times180\ g/mol) - (3\times18\ g/mol) = 666\ g/mol$

### 9–3

**إتقان المفاهيم**

**57.** الجليسريد الثلاثي هو جزيء جليسرول ترتبط به ثلاثة أحماض دهنية بروابط إستر. والليبيد الفوسفوري هو جزيء جلسرول يرتبط به حمضان دهنيان ومجموعة فوسفات بروابط إستر.

**58.** يحتوي دهن البقر على دهون مشبعة أكثر من زيت الزيتون. وتتراص الأحماض الدهنية المشبعة معًا أفضل من الأحماض الدهنية غير المشبعة، لذلك ستكون درجة انصهار الليبيد البقري أعلى من زيت الزيتون.

**59.** للصابون طرف غير قطبي يذوِّب الأوساخ والشحوم غير الدهنية، كما أن طرفه الآخر قطبي قابل للذوبان في الماء، وهذا يسمح للماء أن يغسل الصابون والأوساخ.

**60.** يجب أن يشبه الرسم **الشكل 17–9**. ارجع إلى كتاب الطالب.

**61.** في الخلايا الدهنية على شكل جلسريد ثلاثي.

**62.** الستيرويدات لأنها ثنائية الجزيئات، كبيرة الحجم، وغير قطبية

**63.** $CH_3(CH_2)_{14}COO^-Na^+$؛ الطرف الأيسر غير قطبي والطرف المشحون قطبي.

**64. a.** الستيرويد

**b.** الليبيد الفوسفوري

**إتقان حل المسائل**

**65.** 756 g

**66.** 3 mol من $H_2$ تلزم للهدرجة الكاملة لحمض اللينولينك

$$C_{18}H_{30}O_2 + 3H_2 \rightarrow C_{18}H_{36}O_2$$

### 9–4

**إتقان المفاهيم**

**67.** سكر، فوسفات، قاعدة نيتروجينية.

**68.** RNA و DNA.

**69.** DNA يحمل تعليمات لصنع بروتينات تُمرّر التعليمات إلى RNA الذي يترجم تعاقب القواعد إلى تعاقب أحماض أمينية في أثناء بناء البروتين.

**70.** في النواة.

## تقويم الفصل 9

**71.** صف أنواع الروابط والتجاذبات التي تربط وحدات البناء الأساسية معًا في جزيء DNA.

**الشكل 27–9**

**72.** صنّف التركيب النووي المبين في **الشكل 27–9** إلى DNA أو RNA، فسّر إجابتك.

**73.** ترتبط القاعدة جوانين في تركيب DNA ثنائي اللولب دائمًا بالسايتوسين، ويرتبط الأدنين دائمًا بالثايمين. فإذا تتوقع أن تكون النسب بين كميات C وT وA وG في طول معين من DNA؟

**74. نسخ DNA** يحتوي أحد أشرطة جزيء DNA الترتيب القاعدي التالي. فما تعاقب القواعد على الشريط الآخر في جزيء DNA؟

C–C–G–T–G–G–A–C–A–T–T–A

**75. العمليات الحيوية** قارن بين التفاعلات الكلية للبناء الضوئي والتنفس الخلوي من حيث المواد المتفاعلة، والنواتج، والطاقة.

**إتقان حل المسائل**

**76.** الشفرة الوراثية هي شفرة ثلاثية؛ أي أنه تعاقب من ثلاث قواعد في RNA يدل على كل حمض أميني في سلسلة ببتيدية أو بروتين. ما عدد قواعد RNA الضرورية للدلالة على بروتين يحتوي على 577 حمضًا أمينيًّا؟

**77. مقارنات DNA** تحتوي خلية البكتيريا إيشيريشياكولاي على $4.2 \times 10^6$ زوجًا من قواعد DNA، في حين تحتوي كل خلية بشرية على نحو $3 \times 10^9$ زوجًا من قواعد DNA. ما النسبة المئوية التي يمثلها DNA في إيشيريشياكولاي بالنسبة إلى الخريطة الوراثية البشرية؟

**78.** كم جرامًا من الجلوكوز يمكن أن يتأكسد كليًّا بـ 2.0 L من غاز $O_2$ في الظروف المعيارية في أثناء التنفس الخلوي؟

**79. الطاقة** احسب مجموع الطاقة بوحدة kJ التي تتحول إلى ATP في أثناء عمليات التنفس الخلوي والتخمر، وقارن بينها.

**مراجعة عامة**

**80.** ارسم مجموعات الكربونيل الوظيفية في الجلوكوز والفركتوز. فيم تتشابه هذه المجموعات، وفيم تختلف؟

**81.** سمِّ وحدات البناء الأساسية التي تكوّن البروتينات والكربوهيدرات المركبة.

**82.** صف وظائف البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات، في الخلايا الحية.

**83.** اكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل تميه اللاكتوز.

**84.** اكتب معادلة موزونة لتركيب السكروز من الجلوكوز والفركتوز.

**التفكير الناقد**

**85. احسب** يتكون 38 mol تقريبًا من ATP عند التأكسد الكامل للجلوكوز في أثناء التنفس الخلوي. فإذا كانت حرارة الاحتراق لمول واحد من الجلوكوز تساوي $2.82 \times 10^3$ kJ/mol ، وكل مول من ATP يختزن 30.5 kJ من الطاقة، فما كفاءة التنفس الخلوي بدلالة النسبة المئوية من حيث الطاقة المتاحة المخزونة في روابط ATP الكيميائية؟

**86. تعرّف السبب والنتيجة** تقترح بعض الأنظمة الغذائية تحديدًا شديدًا لكمية الليبيدات، فلماذا لا يُعد حذف الليبيدات من الغذاء كليًّا فكرة جيدة؟

**87. الرسوم البيانية واستعمالها** يبين **الجدول 2–9** عددًا من الأحماض الدهنية المشبعة وقيم بعض خواصها الفيزيائية.

**a.** مثّل بيانيًّا عدد ذرات الكربون ودرجة الانصهار.

**b.** مثّل بيانيًّا عدد ذرات الكربون والكثافة.



**71.** روابط تساهمية تربط السكريات والفوسفات. روابط هيدروجينية تربط القواعد معًا في مركز اللولب.

**72.** التركيب هو RNA لأن اليوراسيل موجود بدلاً من الثايمين. السكريات هي رايبوز بدلاً من ديوكسي رايبوز، وهو يتكون من شريط واحد.

**73.** T=A و G=C

**74.** G–G–C–A–C–C–T–G–T–A–A–T

**75.** البناء الضوئي:

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

التنفس الخلوي:

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

### إتقان حل المسائل

**76.** 1731 قاعدة من RNA

**77.** 0.14%

**78.** 2.7 g جلوكوز

**79.** ينتج كل 1 mol من الجلوكوز في أثناء التخمر 2 mol من ATP

$$2 \text{ mol ATP} \times 30.5 \text{ kJ / mol} = 61.0 \text{ kJ}$$

ينتج كل 1 mol من الجلوكوز في أثناء التنفس الخلوي 38 mol من ATP

$$38 \text{ mol ATP} \times 30.5 \text{ kJ / mol} = 1160 \text{ kJ}$$

### مراجعة عامة

**80.** ارجع إلى كتاب الطالب. في الجلوكوز، C=O ترتبط بها H وهي الدهيد. في الفركتوز، C=O ترتبط بها ذرات C أخرى وهي كيتون.

**81.** وحدات بناء البروتين الأساسية (المونومرات) هي أحماض أمينية؛ وحدات البناء الأساسية (المونومرات) للكربوهيدرات المركبة هي سكريات أحادية.

**82.** البروتينات: أنزيمات، وبناء، ونقل، واتصال، وإعطاء إشارات.

الكربوهيدرات: مصدر للطاقة، والبناء في النبات.

الليبيدات: شكل للطاقة المخزّنة، وتكون أغشية الخلايا، وقاية، بعض الهرمونات والفيتامينات.

**83.** تميُّه اللاكتوز: $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$

**84.** $C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$

### التفكير الناقد

**85.** 41%

**86.** يحتاج الجسم إلى الليبيدات لعدد من الوظائف. إذا كانت كمية الليبيدات محدودة بشكل خطير فقد لا تتوفر للجسم ليقوم بتلك الوظائف.

c. استنتج العلاقات بين عدد ذرات الكربون في الحمض الدهني وكثافته ودرجة انصهاره.

d. توقع درجة الانصهار التقريبية لحمض دهني مشبع فيه 24 ذرة كربون.

**الجدول 2-9 الخواص الفيزيائية لبعض الأحماض الدهنية المشبعة**

| الاسم | عدد ذرات الكربون | درجة الانصهار (°C) | الكثافة (g/ml) (عند 60-80 °C) |
|---|---|---|---|
| حمض البالمتيك | 16 | 63 | 0.853 |
| حمض الميريستيك | 14 | 58 | 0.862 |
| حمض الأراكيدك | 20 | 77 | 0.824 |
| حمض الكابريليك | 8 | 16 | 0.910 |
| حمض الدوكوسانويك | 22 | 80 | 0.822 |
| حمض الستيريك | 18 | 70 | 0.847 |
| حمض اللوريك | 12 | 44 | 0.868 |

### مسألة تحفيز

**88.** احسب كم مولاً من ATP يمكن أن ينتج الجسم البشري من السكر الموجود في 28 kg من التفاح الأحمر. استخدم الإنترنت للحصول على معلومات لحل المسألة.

### مراجعة تراكمية

**89.** حدد الحمض والقاعدة في المواد المتفاعلة لكل مما يلي:

a. $HBr + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Br^-$

b. $NH_3 + HCOOH \rightarrow NH_4^+ + HCOO^-$

c. $HCO_3^- + H_2O \rightarrow CO_3^{2-} + H_3O^+$

**90.** ما الخلية الجلفانية؟

### تقويم إضافي

**الكتابة في الكيمياء**

**91.** الكولسترول استعمل المكتبة أو الإنترنت لعمل بحث عن الكولسترول، واكتب مقالة صحفية تتعلق بالكولسترول موجهة إلى القرّاء في سن المراهقة. وتأكد من الإجابات عن الأسئلة الآتية في المقالة: أين يستعمل هذا المركب في جسمك؟ ما وظيفته؟ لماذا يعد الإكثار من الكولسترول في الغذاء غير مناسب؟ هل الوراثة عامل في ارتفاع الكولسترول؟

**أسئلة المستندات**

الأحماض الدهنية أوميجا- 3 وأوميجا- 6 أحماض دهنية أخذت أسماؤها من تراكيبها. فهي تحتوي على رابطة ثنائية إما على بعد 3 ذرات كربون أو 6 ذرات كربون من نهاية سلسلة الحمض الدهني. وتأثير هذه الأحماض الدهنية مفيد في الصحة؛ لأنها تخفض مستويات الكولسترول السيئ، وترفع مستويات الكولسترول الجيد في الدم. لقد دُرست مستويات الأحماض الدهنية أوميجا -3 وأوميجا -6 في سمك السلمون من ثلاثة مصادر مختلفة، وفي الغذاء المستعمل في مزارع السلمون أيضًا. ويبين **الشكل 28-9** النسبة المئوية للأحماض الدهنية أوميجا-3 وأوميجا-6 مقارنة بمجموع كمية الليبيدات في العينات.

**الشكل 28-9**

**92.** أي أنواع الأسماك احتوى على أكبر كمية من الأحماض الدهنية أوميجا؟

**93.** بناءً على هذه الدراسة، أي أنواع السلمون تنصح به لشخص يريد الإكثار من كمية الأحماض الدهنية أوميجا-3 وأوميجا-6 في غذائه؟

**94.** استنتج من الرسم البياني لماذا يحتوي سلمون المزارع والأسواق الكبرى على كمية من الأحماض الدهنية أوميجا-3 وأوميغا-6 أكبر من تلك الموجودة في السلمون البري؟



**87. a.** ارجع إلى دليل حلول المسائل. في الرسم البياني يوضع عدد ذرات الكربون على المحور السيني، ودرجة الانصهار على المحور الصادي. يجب أن يبين الرسم البياني علاقة خطية إلى حدٍّ ما، تزداد درجة الانصهار مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

**b.** ارجع إلى دليل حلول المسائل يجب أن يبين الرسم البياني علاقة خطية إلى حدٍّ ما بحيث تقل الكثافة مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

**c.** كلما زاد عدد ذرات الكربون ارتفعت درجة الانصهار وانخفضت الكثافة.

**d.** 83–86 °C

## مسألة تحفيز

**88.** 380 mol من ATP لكل السكر الموجود في التفاح الأحمر.

## مراجعة تراكمية

**89. a.** HBr: حمض، $H_2O$: قاعدة.

b. HCOOH: حمض، $NH_3$: قاعدة.

c. $HCO_3^-$: حمض، $H_2O$: قاعدة.

**90.** الخلية الجلفانية عبارة عن نظام كيميائي يحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية عند حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي.

## تقويم إضافي

**الكتابة في الكيمياء**

**91.** يجب أن تشمل إجابات الطلاب دور الكولسترول في الأغشية، وفي الكبد لإنتاج أملاح الصفراء، وفي خلايا الجلد لإنتاج فيتامين د، وفي عدد من الغدد لعمل هرمونات ستيرويدية. كثرة الكولسترول في الغذاء يرتبط بزيادة المخاطرة بالنسبة لمشكلات القلب والسكتة الدماغية.

## أسئلة المستندات

**92.** السالمون المربى في المزارع.

**93.** السالمون المربى في المزارع.

**94.** العلف الذي يقدم غني جدًّا بأحماض دهنية من نوع أوميغا -3 وأوميغا -6، بينما السالمون البري لا يحصل على علف تكميلي.

# اختبار مقنن

## أسئلة الاختيار من متعدد

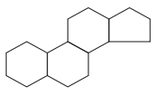
1. أي مما يأتي لا ينطبق على الكربوهيدرات؟
   a. توجد السكريات الأحادية باستمرار بين التركيب الحلقي وتركيب السلسلة المفتوحة.
   b. ترتبط السكريات الأحادية في النشا بنفس نوع الروابط التي ترتبط بها في اللاكتوز.
   c. لجميع الكربوهيدرات الصيغة العامة $C_n(H_2O)_n$.
   d. تقوم النباتات فقط بصنع السليلوز، ويهضمه الإنسان بسهولة.
2. أي مما يلي غير صحيح فيما يتعلق بالأحماض النووية RNA و DNA؟
   a. يحتوي DNA على السكر الرايبوزي المنقوص الأكسجين، بينما يحتوي RNA على السكر الرايبوزي.
   b. يحتوي RNA على القاعدة النيتروجينية اليوراسيل، بينما لا يحتوي DNA على ذلك.
   c. يتكون RNA من شريط مفرد، بينما يتكون DNA من شريط مزدوج.
   d. يحتوي DNA على القاعدة النيتروجينية الأدنين، بينما لا يحتوي RNA على ذلك.

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 3 و 4.

**بيانات النيوكليوتيدات لعينات من DNA**

| العينة | محتوى كل نيوكليوتيد | A | G | C | T |
|---|---|---|---|---|---|
| I | العدد | 195 | ? | 231 | ? |
| | النسبة | 20.8 | ? | 29.2 | ? |
| II | العدد | ? | 402 | ? | ? |
| | النسبة | ? | 32.5 | ? | ? |
| III | العدد | ? | ? | 194 | 234 |
| | النسبة | ? | ? | 22.7 | 27.3 |
| IV | العدد | 266 | 203 | ? | ? |
| | النسبة | 28.4 | 21.6 | ? | ? |

3. ما النسبة المئوية للثايمين (T) في العينة IV؟
   a. 28.4%
   b. 78.4%
   c. 71.6%
   d. 21.6%
4. ما عدد جزيئات السايتوسين في جزيء واحد من العينة (II)؟
   a. 402
   b. 434
   c. 216
   d. 175



5. تمثل الصيغة أعلاه:
   a. سليلوز
   b. نشا
   c. بروتين
   d. ستيرويد
6. تعد الأحماض الأمينية الوحدات البنائية في:
   a. الكربوهيدرات
   b. الأحماض النووية
   c. الليبيدات
   d. البروتينات
7. يتكون السكروز من:
   a. جزيئات من الفركتوز
   b. جزيئات من الجلوكوز
   c. جزيء من الفركتوز وآخر من الجلكوز
   d. جزيء من الفركتوز وآخر من الجالاكتوز



# الاختبار المقنن

## أسئلة الاختيار من متعدد

1. d
2. d
3. a
4. a
5. d
6. d
7. c

**8.** الجلايكوجين من السكريات عديدة التسكر التي تستخدم لتخزين الطاقة في:

**a.** الحيوانات

**b.** النباتات

**c.** الفطريات

**d.** البكتيريا

**9.** يعد الجلوكوز والفركتوز من السكريات:

**a.** الأحادية

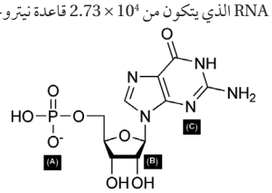
**b.** الثنائية

**c.** السداسية

**d.** عديدة التسكر

## أسئلة الإجابات القصيرة

**10.** يحدد ترتيب القواعد النيتروجينية في RNA ترتيب الأحماض الأمينية المكوّنة للبروتين؛ فمثلاً الشفرة الوراثية CAG خاصة بالحمض الأميني الجلوتامين. ما عدد الأحماض الأمينية التي يمكن تشفيرها في شريط من RNA الذي يتكون من $2.73 \times 10^4$ قاعدة نيتروجينية؟



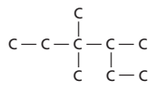

**11.** استخدم الشكل أعلاه في الإجابة عما يلي:

**a.** ما الذي يمثله الشكل؟

**b.** ما الذي تمثله الأجزاء المشار إليها بالأحرف A، B، C؟

## أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 12.



**12.** سجل أحد الطلاب اسم الألكان الممثل بالسلسلة الكربونية أعلاه كما يلي: 2 – ايثيل 3، 3 – ثنائي ميثيل بنتان. هل إجابة زميلك صحيحة؟ إذا لم تكن صحيحة فما الاسم الصحيح لهذا المركب؟

**13.** قارن بين المركبات الأليفاتية، والمركبات الأروماتية.



**8.** a

**9.** a

## أسئلة الإجابات القصيرة

**10.** $9.1 \times 10^3$

**11.** a . النيوكليوتيد

b. A: مجموعة فوسفات

B: سكر خماسي

C: قاعدة نيتروجينية

## أسئلة الإجابات المفتوحة

**12.** لا، هذا الاسم ليس صحيحًا. تتطلب قوانين تسمية الألكانات المتفرعة أن تحدد أولاً السلسلة الأطول (ست ذرات كربون)، ثم تحدد المجموعات الوظيفية من حيث اتصالها بالسلسلة بحيث يكون أصغر رقم ممكن. الاسم الصحيح هو 3، 3، 4– ثلاثي ميثيل هكسان.

**13.** المركبان كلاهما عضوي؛ وذلك لوجود قاعدة هيدروكربونية. المركبات الأليفاتية لديها تركيب خطي أو متفرع، كالألكانات، و الألكينات، والألكاينات. وأما المركبات الأروماتية فلديها تركيب حلقي أساسه مركب البنزين. أعضاء هذه العائلة غالبًا ما يكون لها روائح قوية.