



تم تحميل الملف  
من موقع **بداية**



للمزيد اكتب  
في جوجل



بداية التعليمي

موقع بداية التعليمي كل ما يحتاجه الطالب والمعلم  
من ملفات تعليمية، حلول الكتب، توزيع المنهج،  
بوربوينت، اختبارات، ملخصات، اختبارات إلكترونية،  
أوراق عمل، والكثير...

حمل التطبيق



## كيمياء الخلية Cell Chemistry

### الأهداف

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

### مراجعة المفردات

الإنزيم: بروتين يسرع من معدل التفاعل الكيميائي.

### المفردات الجديدة

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



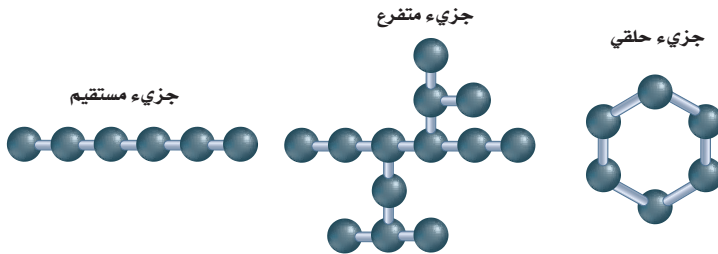
**الفكرة الرئيسية** تتكون خلايا المخلوقات الحية من مركبات عضوية يدخل في تركيبها الكربون بوصفه عنصراً أساسياً.

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

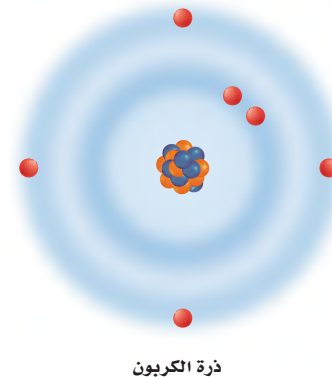
### الكيمياء العضوية Organic Chemistry

خلق الله سبحانه وتعالى معظم الحياة على سطح الأرض تعتمد على الكربون؛ لأن عنصر الكربون يدخل في تركيب معظم الجزيئات الحيوية. ولما كان الكربون عنصراً ضرورياً فقد خصّص العلماء فرعاً كاملاً في الكيمياء يُسمى الكيمياء العضوية؛ لدراسة المركبات العضوية، أي المركبات التي تحتوي على الكربون. تستطيع ذرة كربون واحدة تكوين أربع روابط مشتركة مع الذرات الأخرى؛ وذلك لأن الكربون يحوي أربعة إلكترونات في مداره الأخير، كما في الشكل 1-17، حيث تمكّن هذه الروابط ذرات الكربون من الارتباط معاً، مما ينتج عنها مركبات عضوية متنوعة، قد تكون على صورة سلاسل مستقيمة، أو متفرعة، أو على صورة مركبات حلقية، كما في الشكل 1-17.

موقع بداية التعليمي | beadaya.com



الشكل 1-17 يعتمد التنوع المدهش في الحياة على تنوع المركبات الكربونية التي أوجدها الخالق جل وعلا. فوجود أربعة إلكترونات في المدار الأخير للكربون يسمح بتكوين جزيئات ذات سلاسل مستقيمة أو متفرعة أو حلقية.



## البوليمر Polymer

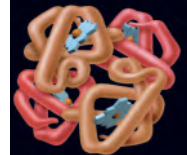
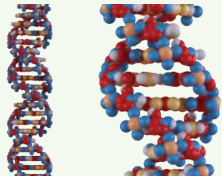
**Poly**: من اليونانية، وتعني "العديد".  
**-meros**: من اليونانية، وتعني "جزء".

## Macromolecules الجزيئات الكبيرة

يمكن أن ترتبط ذرات الكربون معاً لتكون جزيئات الكربون. وبالطريقة نفسها، تخزن معظم الخلايا مركبات كربونية صغيرة تعمل عمل وحدات بناء أساسية للجزيئات الكبيرة. **والجزيئات الكبيرة** macromolecules جزيئات ضخمة، تتكون من ارتباط جزيئات عضوية أصغر. وتسمى هذه الجزيئات الكبيرة البوليمرات. **والبوليمرات** polymers جزيئات مكونة من وحدات متكررة من مركبات متشابهة أو قريبة التشابه تسمى الوحدات الأساسية (مونومرات monomers) ترتبط معاً بسلسلة من الروابط المشتركة (التساهمية). وكما في الجدول 1-2، تقسم الجزيئات الحيوية الكبيرة إلى أربع مجموعات رئيسية، هي الكربوهيدرات، والدهون، والبروتينات، والأحماض النووية.

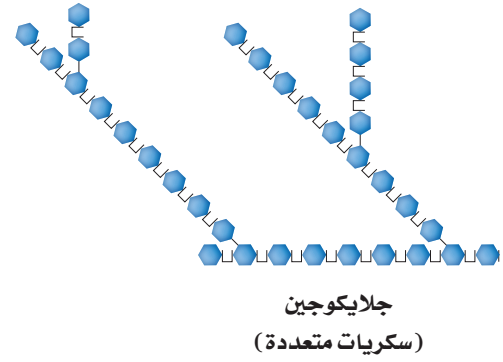
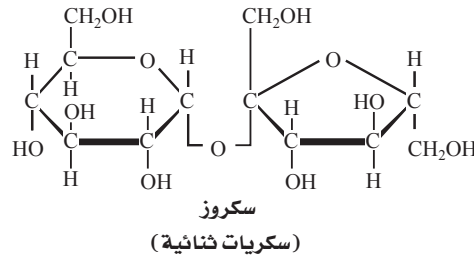
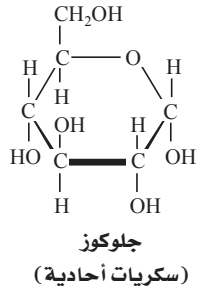
قد يتضمن التشابه سلسلة الدراجة الهوائية وخرز القلادة  
 ولبنة الجدار .... إلخ

ماذا قرأت؟ استخدم التشابه في وصف الجزيئات الكبيرة.

| الجدول 1-2      |                                                                                                                                    | الجزيئات الكبيرة                                                                                                                                  |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| المجموعة        | المثال                                                                                                                             | الوظيفة                                                                                                                                           |
| الكربوهيدرات    | <br>خبز                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>تخزن الطاقة.</li> <li>توفر دعماً تركيبياً.</li> </ul>                                                      |
| الدهون          | <br>خلية نحل                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>تخزن الطاقة.</li> <li>تشكل حواجز.</li> </ul>                                                               |
| البروتينات      | <br>الهيموجلوبين                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>نقل المواد.</li> <li>تزيد سرعة التفاعل.</li> <li>تعطي دعماً تركيبياً.</li> <li>تكوّن الهرمونات.</li> </ul> |
| الأحماض النووية | <br>يُخزن DNA المعلومات الوراثية في نواة الخلية | <ul style="list-style-type: none"> <li>تخزن المعلومات الوراثية وتنقلها.</li> </ul>                                                                |

## إرشادات الدراسة

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

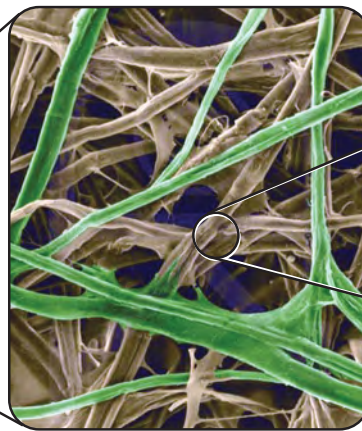


■ الشكل 1-18 الجلوكوز من السكريات الأحادية. يتكون السكروز (سكريات ثنائية) من الجلوكوز والفركتوز، وكلاهما من السكريات الأحادية. الجالاكوجين من السكريات المتعددة ومتفرع، ويتكون من الجلوكوز بوصفه وحدات أساسية.

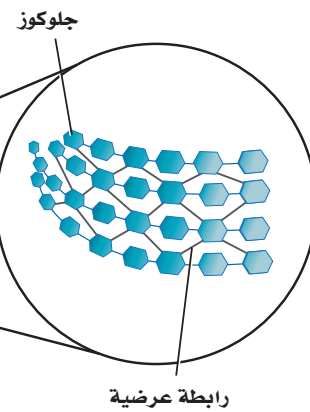
**الكربوهيدرات Carbohydrates** تسمى المركبات التي تتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين بالنسب التالية (ذرة أكسجين واحدة وذرتي هيدروجين لكل ذرة كربون) الكربوهيدرات. وتكتب الصيغة العامة للكربوهيدرات في صورة  $(CH_2O)_n$ ؛ حيث تمثل  $n$  عدد وحدات  $CH_2O$  في السلسلة. وتسمى الكربوهيدرات في أجسام المخلوقات الحية السكريات البسيطة (أو السكريات الأحادية) إذا كانت قيمة  $n$  فيها 3-7، ويؤدي الجلوكوز وهو من السكريات الأحادية المبين في الشكل 1-18، دورًا أساسيًا بوصفه مصدرًا للطاقة في المخلوقات الحية.

يمكن أن ترتبط جزيئات أحادية السكر لتكوين جزيئات أكبر. ويرتبط جزيئات من السكريات الأحادية معًا لينتج السكريات الثنائية. وتشبه السكريات الثنائية الجلوكوز في أنها مصدر للطاقة. فالسكروز (سكر المائدة) المبين في الشكل 1-18، واللاكتوز الذي هو أحد مكونات الحليب هما سكريات ثنائية. أما جزيئات الكربوهيدرات الأطول فتسمى السكريات المتعددة. والجالاكوجين المبين في الشكل 1-18 واحد من الأمثلة على هذه السكريات المهمة. فالجالاكوجين شكل آخر من الجلوكوز وهو مخزن للطاقة، ويوجد في الكبد والعضلات الهيكلية. وعندما يحتاج الجسم إلى الطاقة خلال التمارين الرياضية أو بين الوجبات يتحلل الجالاكوجين إلى جلوكوز. بالإضافة إلى دور الكربوهيدرات بوصفها مصدرًا للطاقة؛ فهي تؤدي وظائف أخرى مهمة. ففي النبات، يوفر السليلوز (نوع من الكربوهيدرات) دعمًا تركيبًا للجدار الخلوي، كما في الشكل 1-19.

■ الشكل 1-19 السليلوز في خلايا النبات يعطي دعمًا تركيبًا للأشجار لتبقى منتصبه في الغابة.



ألياف سليلوز



## مختبر تحليل البيانات 1-3

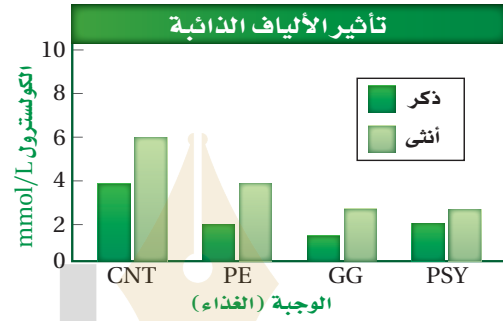
### بناءً على بيانات حقيقية

#### فسر البيانات

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

#### البيانات والملاحظات

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



#### التفكير الناقد

1. احسب نسبة التغير في مستويات الكولسترول مقارنة بالمجموعة الضابطة.
  2. صف أثر الألياف الذائبة في مستويات الكولسترول في الدم.
- أخذت البيانات في هذا المختبر من:

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

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

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

#### الدهون المشبعة وغير المشبعة

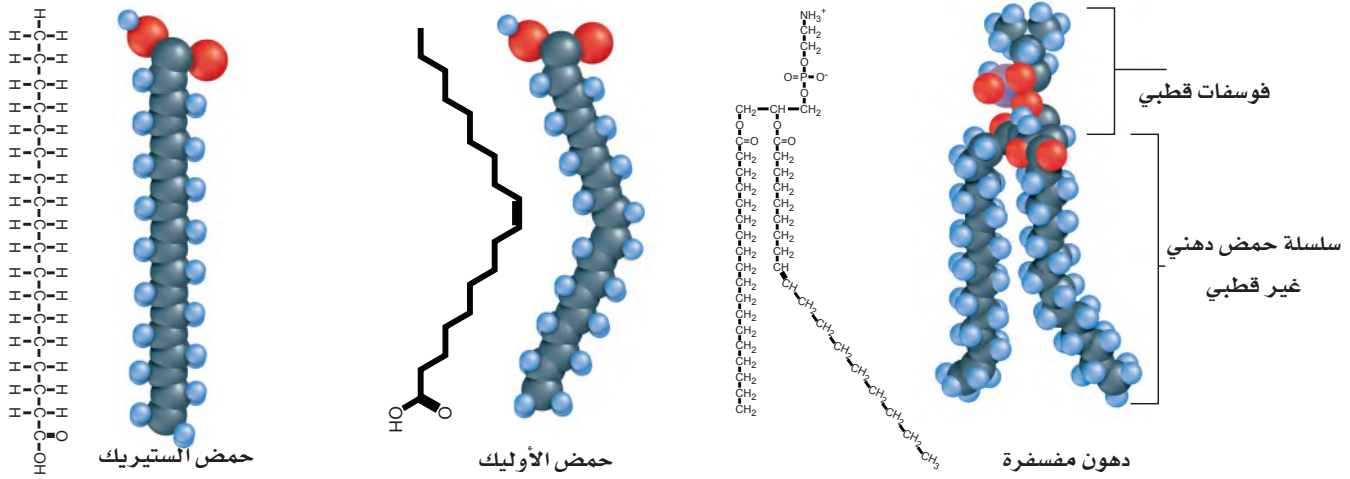
**Saturated and unsaturated fats** تحتاج المخلوقات الحية إلى الدهون لإتمام وظائفها. ويتضمن التركيب الأساسي للدهون الأحماض الدهنية، كما في الشكل 20-1. حيث تتكون هذه الأحماض من سلسلة من ذرات الكربون التي يرتبط بعضها مع بعض من جهة ومع الهيدروجين من جهة أخرى بروابط أحادية أو ثنائية. فإذا كانت الروابط بين ذرات الكربون أحادية، سمّيت الدهون المشبعة. أما الدهون التي تحوي رابطة ثنائية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون في سلسلة الحمض الدهني فتسمى الدهون غير المشبعة. وتسمى الدهون التي تحوي أكثر من رابطة ثنائية واحدة الدهون غير المشبعة المتعددة.

#### الدهون المفسفرة Phospholipids بين الشكل 20-1

دهوناً خاصة تسمى الدهون المفسفرة، وهي مسؤولة عن تركيب الغشاء الخلوي ووظيفته. فالدهون كارهة للماء، وهذا يعني أنها لا تذوب فيه. وهذه الخاصية مهمة؛ لأنها تسمح للدهون أن تعمل حاجزاً في الأغشية الحيوية.

- ١- البكتين : يقلل كمية الكولسترول في الرجال بنسبة ٥٠% . وفي النساء بنسبة ٣٣% . وعلكة الجوار : تقلل الكولسترول بنسبة ٧٥% في الرجال ، وتصل إلى ٥٠% عند النساء . والسيليوم يقلله لدى النساء والرجال بنسبة ٥٠% .

- ٢- تساهم الألياف الذائبة في الماء في تقليل مستويات الكولسترول .



الشكل 1-20 لا توجد رابطة ثنائية بين ذرات الكربون في حمض الستريك. في حين توجد رابطة ثنائية واحدة في حمض الأوليك. وتحتوي الدهون المفسفرة رأساً قطبياً وسلسلتين غير قطبيتين من الأحماض الدهنية.

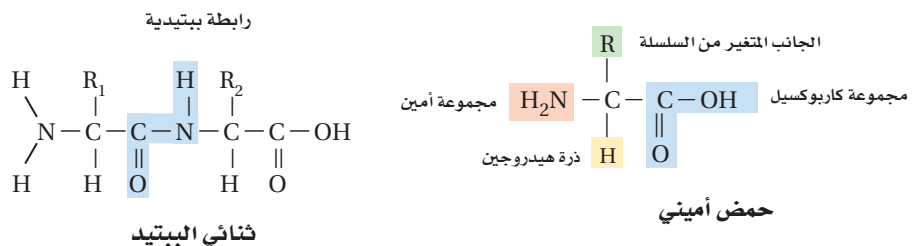
**الستيرويدات Steroids** هناك مجموعة أخرى مهمة من الدهون، وهي مجموعة الستيرويدات التي تضم مواد منها الكولسترول والهرمونات. وعلى الرغم من الاعتقاد الشائع الذي يعدها دهوناً ضارة، إلا أن الكولسترول يُعد نقطة البداية في إنتاج دهون ضرورية أخرى، ومنها فيتامين D وهرمونات الإستروجين والتستوستيرون.

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

**تركيب الحمض الأميني Amino acid structure** توجد ذرة كربون مركزية في الأحماض الأمينية، الشكل 1-21. ويكوّن الكربون أربع روابط مشتركة، وإحدى هذه الروابط مع الهيدروجين والروابط الثلاث الأخرى مع كل من مجموعة الأمين ( $-NH_2$ )، ومجموعة الكربوكسيل ( $-COOH$ ) والمجموعة المتغيرة ( $-R$ ). وتجعل المجموعة المتغيرة كل حمض أميني مختلفاً عن الآخر. وهناك 20 مجموعة متغيرة مختلفة. يتكون البروتين من الارتباط المتنوع بين جميع الأحماض الأمينية العشرين المختلفة. وتربط عدة روابط مشتركة - تسمى الروابط الببتيدية - الأحماض الأمينية معاً لتكوّن البروتينات، الشكل 1-21. وتتكون الرابطة الببتيدية بين مجموعة الأمين لحمض أميني ومجموعة الكربوكسيل لحمض أميني آخر.

الشكل 1-21

يمين: يحوي التركيب العام للحمض الأميني أربع مجموعات حول ذرة كربون مركزية. يسار: تتكون الرابطة الببتيدية في البروتينات نتيجة تفاعل كيميائي. فسر ما الجزء الآخر الناتج عن تكوين رابطة ببتيدية؟



الماء ( $H_2O$ )

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

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

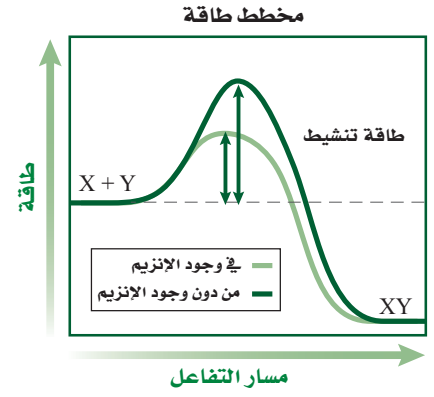
وحتى يكون الأمر مفيداً للمخلوقات الحية دون الحاجة إلى استهلاك المزيد من الطاقة، يجب أن يكون هناك مواد إضافية لضمان حدوث التفاعل الكيميائي، على أن تقلل طاقة التنشيط، وتسمح للتفاعل بأن يكتمل بسرعة.

**المحفز catalyst** مادة تقلل طاقة التنشيط التي يتطلبها بدء التفاعل الكيميائي. وعلى الرغم من أن المحفز يؤدي دوراً مهماً في تسريع التفاعل الكيميائي، إلا أنه لا يزيد من كمية نواتج التفاعل ولا يُستهلك في التفاعل. ويستخدم العلماء أنواعاً عديدة من المحفزات لحدوث التفاعلات بصورة أسرع آلاف المرات مما لو حدث التفاعل من دون المحفز. هناك أنواع خاصة من البروتين تسمى الإنزيمات، وهي محفزات حيوية خلقها الله سبحانه وتعالى لكي تزيد سرعة التفاعل الكيميائي في العمليات الحيوية؛ فالإنزيمات ضرورية للحياة. **قارن** بين مسار التفاعل في الشكل 1-22، لتعرف أثر الإنزيم في التفاعل الكيميائي. والإنزيم كأى محفز لا يتم استهلاكه في أثناء التفاعل الكيميائي. فيمكن استخدامه مرة أخرى بعد أن يسهم في أي تفاعل كيميائي.

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

تكون الإنزيمات على درجة عالية من التخصص بنوع من التفاعلات. وهي في هذا تختلف عن العوامل المساعدة الكيميائية الأخرى؛ فهي اختيارية في تفاعلاتها، فكل إنزيم ينشط تفاعلاً واحداً أو عدداً قليلاً من التفاعلات، ولا تحدث تفاعلات جانبية غير مرغوبة.

يعمل الإنزيم على تقليل طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل، بحيث يحدث عند درجة حرارة الخلية، فكيف يقلل الإنزيم طاقة التنشيط لبدء التفاعل؟ تتبع الشكل 1-23 لتتعلم كيف يعمل الإنزيم.



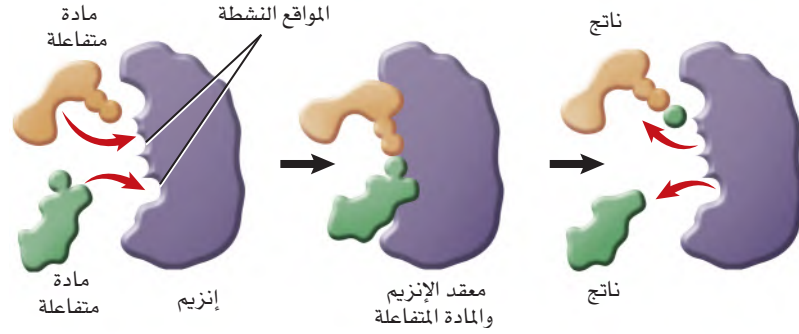
الشكل 1-22 عندما يعمل إنزيم محفزاً حيوياً يحدث التفاعل بسرعة تستفيد منها الخلية. **قارن** بين طاقة تنشيط التفاعل من دون وجود الإنزيم وطاقة تنشيطه مع وجود الإنزيم.

**تقل طاقة التنشيط بوجود الإنزيم .**

#### المطويات

ضمّن مطوبتك معلومات من هذا القسم.

■ الشكل 1-23 تتفاعل المادة المتفاعلة مع الإنزيم في أماكن خاصة تسمى المواقع النشطة. حيث ترتبط معه المواد التي يتناسب شكلها مع شكل الموقع النشط.



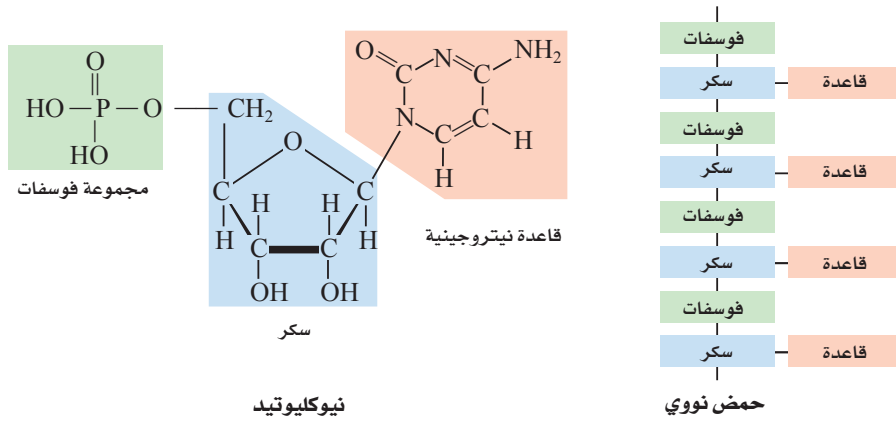
تسمى المواد التي ترتبط مع الإنزيم المواد المتفاعلة substrates. ويسمى موقع ارتباط المادة المتفاعلة مع الإنزيم **الموقع النشط** active site. وللموقع النشط والمادة المتفاعلة شكل متماثل أو متطابق يمكن المادة المتفاعلة والإنزيم من الارتباط بأسلوب دقيق مشابه لطريقة تثبيت قطع الأحاجي بعضها مع بعض. وكما هو مبين في الشكل 1-23 يتحد الإنزيم بالمواد المتفاعلة التي لها نفس حجم الموقع النشط وشكله.

عندما ترتبط المادة المتفاعلة مع الموقع النشط يغير هذا الموقع شكله ويكون معقد الإنزيم-المادة المتفاعلة. ويساعد الإنزيم المواد المتفاعلة على تكسير الروابط الكيميائية في المواد المتفاعلة، وتكون روابط جديدة؛ حيث تتفاعل المواد المتفاعلة لتكون ناتجاً يحرره الإنزيم بعد ذلك.

تؤثر عوامل - منها الرقم الهيدروجيني، ودرجة الحرارة، ومواد أخرى - في نشاط الإنزيم. فمثلاً تكون معظم الإنزيمات في خلايا الإنسان في أقصى نشاط لها عند درجة حرارة مثلى قريبة من  $37^{\circ}\text{C}$ . ولكن الإنزيمات في المخلوقات الحية الأخرى كالبكتيريا تكون نشطة عند درجة حرارة مختلفة.

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

**الأحماض النووية Nucleic acids** المجموعة الرابعة من الجزيئات الحيوية الكبيرة هي الأحماض النووية. **الأحماض النووية** nucleic acids جزيئات كبيرة معقدة تخزن المعلومات الوراثية وتنقلها. يتكون الحمض النووي من وحدات بنائية صغيرة مكررة تسمى **النيوكليوتيدات** nucleotides. وتتكون النيوكليوتيدات من ذرات كربون ونيتروجين وأكسجين، وفوسفور وهيدروجين، الشكل 1-24. هناك ستة نيوكليوتيدات رئيسة، كلها تحوي ثلاث وحدات، هي الفوسفات والقاعدة النيتروجينية وسكر الرايبوز الخماسي.



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

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

## التقويم 1-2

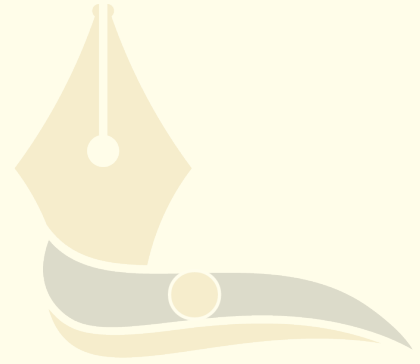
### الخلاصة

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

### فهم الأفكار الرئيسة

### التفكير الناقد

- الفكرة الرئيسة: فسّر إذا تم تحديد مادة غير معروفة وجدت في النيزك ولا تحتوي على بقايا كربون، فهل يستطيع العلماء استنتاج أن هناك حياة في النيزك؟
- اعمل قائمة تقارن فيها بين الجزيئات الحيوية الكبيرة الأربعة.
- حدّد مكونات الكربوهيدرات والبروتينات.
- ناقش أهمية ترتيب الحمض الأميني في وظيفة البروتين.
- صف أهمية الإنزيمات في المخلوقات الحية.
- لخص نتيجة وجود الكثير من البروتينات في الجسم، وفسّر لماذا يعد شكل الإنزيم مهمًا لوظيفته؟
- ارسم تركيبين (أحدهما سلسلة مستقيمة وأخرى حلقة) لكربوهيدرات صيغتها الكيميائية  $(CH_2O)_6$ .



## التقويم 1-2

1. لا؛ لأن جميع أشكال الحياة المعروفة تحتوي على الكربون.
2. تخزن الكربوهيدرات الطاقة وتوفر الدعم، الدهون تخزن الطاقة وتعمل بوصفها حواجز، تعمل البروتينات بوصفها نواقل للمواد وتسرع التفاعلات وتوفر الدعم التركيبي وتدخل في تركيب الهرمونات؛ الأحماض النووية تخزن المعلومات الوراثية وتنقلها.
3. تتكون الكربوهيدرات من  $C, H, O$ . وتتكون البروتينات من  $C, N, O, H, S$ .
4. تتنوع البروتينات تبعاً للارتباط المتنوع بين جميع الأحماض الأمينية العشرين المختلفة.
5. تقلل الإنزيمات من طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي.
6. يحتوي كل إنزيم على موقع نشط يرتبط به مادة متفاعلة محددة. وهذا الموقع يتكون عندما تنطوي وتلتف سلسلة الببتيد مكونة شكلاً خاصاً ثلاثي الأبعاد.
7. تتنوع الرسومات كما في الشكل 1-18.