



الإمارات العربية المتحدة  
وزارة التربية والتعليم



عام زايد  
YEAR OF ZAYED

المتقدم

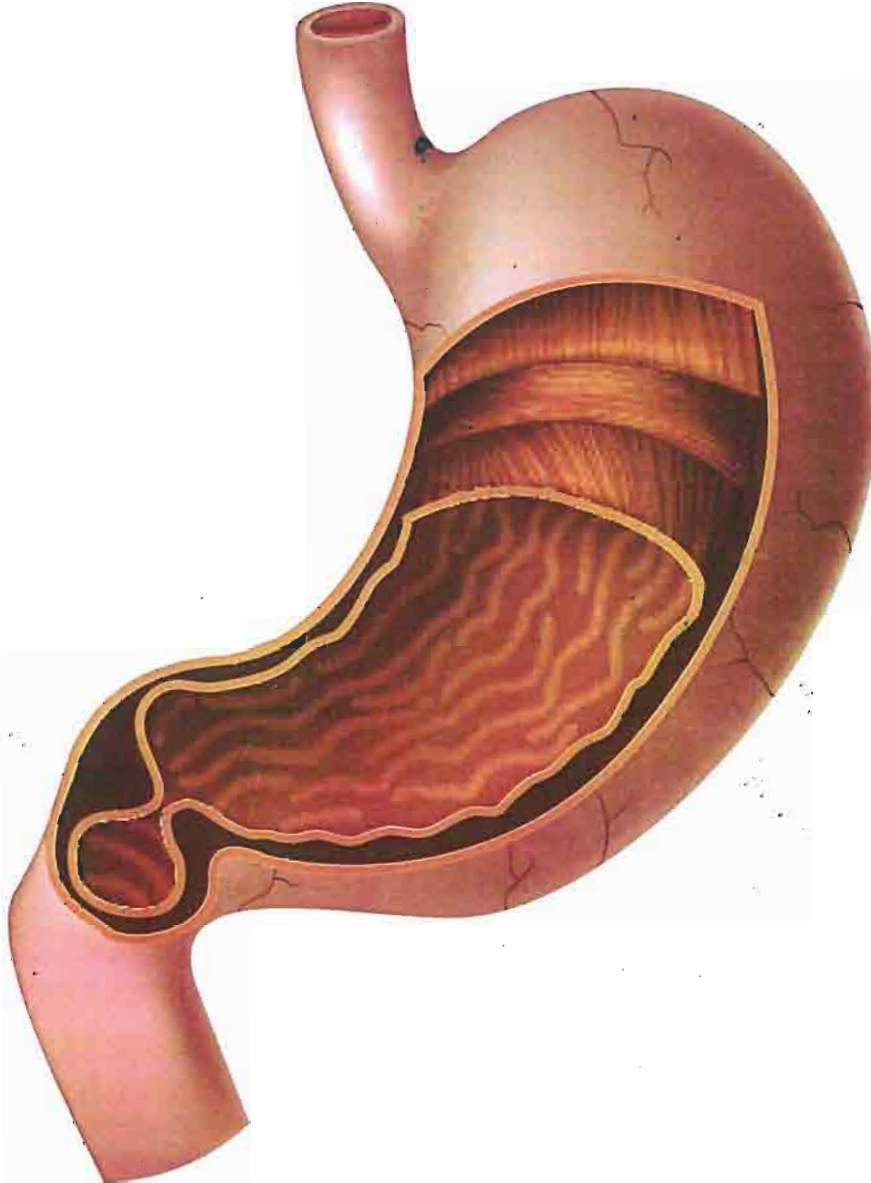
2018 - 2019

9

McGraw-Hill Education

الأحياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة



Mc  
Graw  
Hill  
Education



McGraw-Hill Education

# الأحياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

للف 9 المتقدم

مجلد 1

Mc  
Graw  
Hill  
Education

صورة الغلاف: Teguh Mujiono/Shutterstock

[mheducation.com/prek-12](http://mheducation.com/prek-12)



جميع الحقوق محفوظة © للعام 2019 لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور أو توزيعه في أي صورة أو بأي وسيلة كانت أو تخزينه في قاعدة بيانات أو نظام استرداد من دون موافقة خطية مسبقة من McGraw-Hill Education. بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، التخزين على الشبكة أو الإرسال عبرها أو البث لأغراض التعليم عن بُعد.

الحقوق الحصرية للتصنيع والتصدير عائدة لمؤسسة McGraw-Hill Education. لا يمكن إعادة تصدير هذا الكتاب من البلد الذي باعت له McGraw-Hill Education. هذه النسخة الإقليمية غير متاحة خارج أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا.

النسخة الإلكترونية

طُبِعَ في دولة الإمارات العربية المتحدة.

رقم النشر الدولي: 978-1-52-686737-7 (نسخة الطالب)  
MHID: 1-52-686737-0 (نسخة الطالب)  
رقم النشر الدولي: 978-1-52-686738-4 (نسخة المعلم)  
MHID: 1-52-686738-9 (نسخة المعلم)

رقم النشر الدولي: 978-1-52-686732-2 (نسخة الطالب)  
MHID: 1-52-686732-X (نسخة الطالب)  
رقم النشر الدولي: 978-1-52-686733-9 (نسخة المعلم)  
MHID: 1-52-686733-8 (نسخة المعلم)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 XXX 22 21 20 19 18 17



**صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان**  
**رئيس دولة الإمارات العربيّة المتّحدة، حفظه الله**

”يجب التزوّد بالعلوم الحديثة والمعارف الواسعة، والإقبال عليها  
بروح عالية ورغبة صادقة؛ حتّى تتحقّن دولة الإمارات خلال  
الألفيّة الثالثة من تحقيق نقلة حضاريّة واسعة.“

من أقوال صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان



|   |                                  |       |
|---|----------------------------------|-------|
| 1 | تركيب الخلية ووظائفها            | 2     |
| 2 | الكيمياء في علم الأحياء          | 38    |
| 3 | الجهاز الهضمي وجهاز الغدد الصماء | 72    |
| 4 | الجهاز العضلي الهيكلي الفشائي    | ..... |
| 5 | الجهاز الدوري والجهاز التنفسي    | ..... |
| 6 | والجهاز الإخراجي                 | ..... |
| 6 | الجهاز العصبي                    | ..... |
| 7 | تكاثر الإنسان وتطوره             | ..... |
| 8 | التكاثر الجنسي والجينات          | ..... |
| 9 | مبادئ علم البيئة                 | ..... |

## موارد الطالب

|      |                |
|------|----------------|
| RH-2 | الكتيب المرجعي |
| SR-1 | رموز السلامة   |

# المحتويات

ينقسم كتابك إلى وحدات تنتظم حول  
موضوعات وأفكار رئيسة وأفكار  
أساسية عن الأحياء.

## دليل الطالب

xii .....المطبوعات

### الوحدة 1

- 2 .....تركيب الخلية ووظائفها
- 4 .....القسم 1 اكتشاف الخلية ونظرية الخلية
- 6 .....تجربة مصفرة 1
- 9 .....القسم 2 الفشاء البلازمي
- 11 .....مساحة لتحليل البيانات 1
- 13 .....القسم 3 التراكيب والعضيات
- 16 .....مساحة لتحليل البيانات 2
- 23 .....القسم 4 النقل الخلوي
- 25 .....تجربة مصفرة 2
- 30 .....مستجدات في علم الأحياء
- 31 .....تجربة في الأحياء
- 32 .....دليل الدراسة
- 33 .....التقويم
- 36 .....تدريب على الاختبار المعياري

### الوحدة 2

- 38 .....الكيمياء في علم الأحياء
- 40 .....القسم 1 الذرات والعناصر والمركبات
- 46 .....تجربة مصفرة 1
- 48 .....القسم 2 التفاعلات الكيميائية
- 51 .....تجربة مصفرة 2
- 49 .....القسم 3 الماء والمحاليل
- 56 .....مساحة لتحليل البيانات 1
- 58 .....القسم 4 العناصر الأساسية اللازمة للحياة
- 61 .....مساحة لتحليل البيانات 2
- 64 .....مستجدات في علم الأحياء
- 65 .....تجربة في الأحياء
- 66 .....التقويم
- 70 .....تدريب على الاختبار المعياري

**الموضوعات** مفاهيم شاملة تستخدم في جميع  
أجزاء الكتاب تساعدك في الربط بين ما تتعلمه. وهي  
تساعدك في تمييز الروابط بين الأفكار والمفاهيم الرئيسية.  
**الفكرة الرئيسية** تظهر في كل وحدة وتساعدك على  
التركيز على مواضيع محددة داخل الموضوعات. كما  
تنقسم الأفكار الرئيسية إلى أفكار أساسية.

**الفكرة الرئيسية** تلفت انتباهك إلى تفاصيل أكثر تحديدا  
عن علم الأحياء. وتعمل كل الأفكار الأساسية الواردة في  
الوحدة على تعزيز الفكرة الرئيسية.

## الموضوعات

التغير

التنوع

الطاقة

الاتزان الداخلي

الاستقصاء العلمي

**الفكرة الرئيسية**

فكرة واحدة في كل وحدة

**الفكرة الرئيسية**

فكرة واحدة في كل قسم

### الوحدة 7

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| تكاثر الإنسان وتطوره .....                    | 72 |
| القسم 1 الأجهزة التناسلية .....               | 74 |
| تجربة مصفرة .....                             | 77 |
| القسم 2 مراحل نمو الإنسان قبل الولادة .....   | 79 |
| تجربة مصفرة .....                             | 85 |
| القسم 3 الولادة والنمو والتقدم في العمر ..... | 79 |
| تجربة مصفرة .....                             | 92 |

### الوحدة 8

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| التكاثر الجنسي والجينات .....                    | 72 |
| القسم 1 الانقسام الاختزالي .....                 | 74 |
| القسم 2 قوانين مندل للوراثة .....                | 77 |
| القسم 3 الروابط الجينية وتنوع الكروموسومات ..... | 79 |

### الوحدة 9

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| مبادئ علم البيئة .....                           | 72 |
| القسم 1 الكائنات الحية وعلاقاتها المتبادلة ..... | 74 |
| مساحة لتحليل البيانات 1 .....                    | 77 |
| القسم 2 انتقال الطاقة في النظام البيئي .....     | 79 |
| تجربة مصفرة 1 .....                              | 85 |
| القسم 3 تدوير المادة .....                       | 79 |
| تجربة مصفرة 2 .....                              | 92 |
| علم الأحياء والمجتمع .....                       | 93 |
| تجربة في الأحياء .....                           | 94 |
| دليل الدراسة .....                               | 95 |
| التقويم .....                                    | 98 |
| تدريب على الاختبار المعياري .....                |    |

### موارد الطالب

|                                               |  |
|-----------------------------------------------|--|
| الكتيب المرجعي RH-2 .....                     |  |
| تصنيف الممالك الست RH-2 .....                 |  |
| تصنيف فوق الممالك الثلاث RH-6 .....           |  |
| أصول الكلمات العلمية في الإنجليزية RH-7 ..... |  |
| الجدول الدوري للعناصر RH-9 .....              |  |
| رموز السلامة SR-1 .....                       |  |

### الوحدة 3

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| الجهاز الهضمي وجهاز الغدد الصماء ..... | 72 |
| القسم 1 الجهاز الهضمي .....            | 74 |
| تجربة مصفرة 1 .....                    | 77 |
| القسم 2 التغذية .....                  | 79 |
| القسم 3 جهاز الغدد الصماء .....        | 85 |
| تجربة مصفرة 2 .....                    | 79 |
| في الحقل نفسه .....                    | 92 |
| تجربة في الأحياء .....                 | 93 |
| دليل الدراسة .....                     | 94 |
| التقويم .....                          | 95 |
| تدريب على الاختبار المعياري .....      | 98 |

### الوحدة 4

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| الجهاز العضلي الهيكلي الفشائي ..... |  |
| القسم 1 لجهاز الفشائي .....         |  |
| القسم 2 الجهاز الهيكلي .....        |  |
| القسم 3 الجهاز العضلي .....         |  |

### الوحدة 5

#### الجهاز الدوري والجهاز التنفسي

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| والجهاز الإخراجي .....        |  |
| القسم 1 الجهاز الدوري .....   |  |
| تجربة مصفرة .....             |  |
| القسم 2 الجهاز التنفسي .....  |  |
| تجربة مصفرة .....             |  |
| القسم 3 الجهاز الإخراجي ..... |  |
| مساحة لتحليل البيانات .....   |  |
| تجربة في الأحياء .....        |  |

### الوحدة 6

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| الجهاز العصبي .....               |  |
| القسم 1 تركيب الجهاز العصبي ..... |  |
| تجربة مصفرة .....                 |  |
| القسم 2 تنظيم الجهاز العصبي ..... |  |
| القسم 3 الحواس .....              |  |
| تجربة مصفرة .....                 |  |
| القسم 4 تأثيرات العقاقير .....    |  |
| تجربة في الأحياء .....            |  |

## نبذة عن المؤلفين

**ألتون بيجز** عمل أستاذًا للأحياء في مدارس تكساس العامة لما يزيد على 30 عامًا. وهو حاصل على درجتي البكالوريوس والماجستير في الأحياء من جامعة تكساس أيه أند إم-التجارة. كان السيد/ بيجز الرئيس المؤسس لجمعية تكساس لدرسي الأحياء سنة 1985. وقد نال جائزة أستاذ الأحياء المتميز من الجمعية الوطنية لدرسي الأحياء (NABT) عن ولاية تكساس في 1982 و 1995، وفي عام 1992 كان رئيسًا للجمعية الوطنية لدرسي الأحياء.



**ويتني كريسين هاجينز** مدرّسة أحياء في مدرسة ليكسنجتون الثانوية في ليكسنجتون في ولاية ماساتشوستس. وهي حاصلة على درجتي البكالوريوس والماجستير في العلوم الأحيائية من كلية ماونت هوليوك وماجستير في التربية من جامعة ديوك. حصلت في عام 1998 على تمويل من مؤسسة العلوم الوطنية لأنشطة تتعلق بالأحياء الجزيئية. وفي عام 1999، نالت جائزة أستاذ الأحياء المتميز من الجمعية الوطنية لدرسي الأحياء (NABT) عن ولاية ماساتشوستس. وفي عام 2005، حازت على جائزة مؤسسة سيمز AP لدرس العلوم والرياضيات في ولاية ماساتشوستس. وهي تعمل ضمن برنامج وسيكونسن فاست ثلاث لوضع المناهج. وتستمتع بمشاركة الأفكار والأنشطة في الاجتماعات الوطنية.



**وليام هوليداي** أستاذ تدريس العلوم في جامعة ميريلاند (كوليج بارك). وقبل عام 1986، كان أستاذًا في جامعة كالجاري (ألبيرتا - كندا). وقد عمل رئيسًا للجمعية الوطنية للبحوث المتعلقة بتدريس العلوم وانتخب لاحقًا عضوًا بمجلس إدارة الجمعية الوطنية لدرسي العلوم. وهو حاصل على ماجستير العلوم الأحيائية والدكتوراه في تدريس العلوم. ولدى د. هوليداي خبرة تدريسية متعددة الجوانب تزيد على 40 عامًا.



**سي إل كابيك** أستاذة متقاعدة في جامعة شمال غرب نزارين في نامبا في ولاية أيداهو. وهي حاصلة على درجة البكالوريوس في الأحياء من جامعة بويزي ودرجة الماجستير في علم البكتيريا والصحة العامة من جامعة واشنطن ودرجة الدكتوراه في علم العقاقير والوظائف الجزيئية والخلوية من كلية الطب في جامعة نيغادا. وفي عام 1986، حازت على الجائزة الرئاسية في تدريس العلوم. وفي عام 1988، مُنحت جائزة أستاذ الأحياء المتميز من الجمعية الوطنية لدرسي العلوم.



**ليندا لاندجرن** عملت في تدريس العلوم لما يزيد على 25 عامًا في المدارس المتوسطة والثانوية وفي مستوى الجامعة. منها عشر سنوات في مدرسة بير كريك الثانوية في ليكوود في ولاية كولورادو. كما عملت لمدة ثمانية سنوات باحثة مشاركة في قسم العلوم والتكنولوجيا في جامعة كولورادو في دنفر. والسيدة لاندجرن حاصلة على درجة البكالوريوس في الصحافة وعلم الحيوان من جامعة ماساتشوستس ودرجة الماجستير في علم الحيوان من جامعة أوهايو. في عام 1991، اختيرت أستاذ العام لتدريس العلوم في كولورادو.





**آن هيلي مكنزي** أستاذة في جامعة ميامي في أوكسفورد في ولاية أوهايو، حيث تدرّس لمدرسي العلوم المستقبلين في المدارس الثانوية وتدرّس مقرر استقصاء علوم الحياة. وهي محرر مجلة أستاذ الأحياء الأمريكي التابعة للجمعية الوطنية لمدرسي الأحياء. وقد حصلت د. مكنزي على درجة البكالوريوس في الأحياء من جامعة بورديو وماجستير التربية في التدريس للمرحلة الثانوية من جامعة سينسيناتي ودكتوراه التربية في المناهج والتدريس من جامعة سينسيناتي. وقد سبق اختيارها أستاذ العام في ولاية أوهايو وحازت على الجائزة الرئاسية لتدريس العلوم بالمرحلة الثانوية.



**وليام روجرز** عضو هيئة تدريس في قسم الأحياء في جامعة بول في مينسي في ولاية إنديانا. وقد حصل على درجة البكالوريوس والماجستير في الأحياء من جامعة دريك ودرجة الدكتوراه في البيولوجي من جامعة أيداهو. وقد حاز جوائز في التدريس لمساهماته المتميزة في التعليم العام، كما حصل على تمويل من الجمعية الأمريكية للجامعات لدراسة التّجه المختلفة لتدريس العلوم.



**ماريون سيوار** أستاذة مساعدة بمعهد جورجيا للتكنولوجيا وباحثة متميزة بصندوق تحالف جورجيا ضد السرطان. وقد حصلت على درجة البكالوريوس في الكيمياء الحيوية من جامعة سبيلمان عام 1993، وحصلت على درجة الدكتوراه في علم العقاقير من جامعة إيموري عام 1998. حيث تناولت رسالة د. سيوار الطريقة التي يتحكم بها التكامل بين مختلف مسارات الإشارات في التصنيع الحيوي للمركبات الإسترويدية.



**دينا زاليك** استشارية دولية في وضع المناهج، وقد صممت وطورت منتجات تعليمية ومخططات بيانات تفاعلية ثلاثية الأبعاد لما يزيد على 30 عامًا. وقد أسست وترأست شركة دينا-مايت أذنتشرز ذات المسؤولية المحدودة. وألفت من خلالها ما يزيد على 100 كتاب تعليمي حاصلة على جوائز، ومنها The Big Book of Science. تحمل دينا درجة بكالوريوس العلوم ودرجة الماجستير في المناهج التعليمية والتدريس من جامعة تكساس إيه أند إم. وقد حصلت شركة ماجروهيل للتعليم على الحقوق الحصرية في استخدام المطويات Foldables التي طورتها دينا زاليك.

## كاتب مشارك

توماس ماتثيزن  
مهندس أنسجة  
شيكاغو - إلينوي

كتب توماس ماتثيزن وأدلى باستشاراته في الجزء الخاص بالمستجدات في علم الأحياء في الوحدة 34.

# المجلس الاستشاري للمدرسين والمراجعين

## المجلس الاستشاري للمعلمين

يتولى المجلس الاستشاري للمعلمين تزويد المؤلفين والمحررين وفريق التصميم بتعليقات على محتوى كتاب الطالب وتصميمه. ونشكر المعلمين الآتية أسماؤهم على جهودهم الشاق واقتراحاتهم المبدعة.

|                                                                        |                                                                     |                                                               |                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| تشاك كامبريا<br>مدرسة سبرينجفيلد نورث الثانوية<br>سبرينجفيلد - أوهايو  | ميشيل لويس<br>مدرسة لانكاستر الثانوية<br>لانكاستر - أوهايو          | باميلا شوم<br>مدرسة واواسي الثانوية<br>سيراكوز - إنديانا      | إس. سيكل<br>مدرسة قناة وينشستر الثانوية<br>قناة وينشستر - أوهايو |
| سارة هوفن<br>مدرسة بيكرينجتون الثانوية المركزية<br>بيكرينجتون - أوهايو | دانييل ريجيلسكي<br>مدرسة نيو ألباري الثانوية<br>نيو ألباري - أوهايو | دانييل سكرينز<br>مدرسة سيكامور الثانوية<br>سينسيناتي - أوهايو | بولا ويفر<br>مدرسة سيمور الثانوية<br>سيمور - إنديانا             |

## المراجعون

راجع كل معلم وحدات مختارة من كتاب الأحياء من جلنكو وزودنا بتعليقاته عليه واقتراحاته لتحسين كفاءة التدريس.

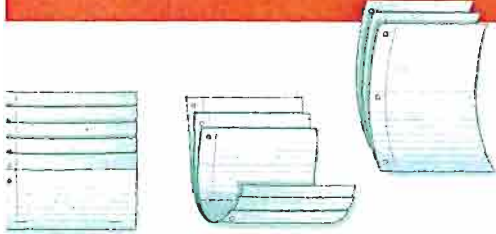
|                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| بيث آدمز،<br>خبيرة تطوير التعليم<br>مدرسة كارتسغيل الثانوية<br>كارتسغيل، جورجيا      | ميشيل وونسر ألتافيللا<br>مدرسة إلك ريفر الثانوية<br>إلك ريفر - مينيسوتا              | إلين أسهوس<br>مدرسة سنك ريفر الثانوية<br>بلاك فوت - أيداهو                           | شيلي باركر<br>مدرسة دانغيل الثانوية<br>دانغيل - إلينوي                               |
| ستيغاني بارون<br>مدرسة باتريك هنري الثانوية<br>سان ديجو - كاليفورنيا                 | روشيل باترسباي<br>مدرسة سانفورد كليهون الثانوية<br>ميريك - نيويورك                   | آن بلاكويل<br>مدرسة ترافيلرز رست الثانوية<br>ترافيلرز رست - كارولينا الجنوبية        | فران بوكنايت<br>مدرسة بروكلاند-كايس الثانوية<br>كايس - كارولينا الجنوبية             |
| كيمبرلي براون<br>مدرسة إيسر ريدج الثانوية<br>شانونغوا - تينيسي                       | دي لوت<br>مدرسة هولدن الثانوية<br>هولدن - ميسوري                                     | كينيث هارمس<br>مدرسة تاجارد الثانوية<br>تاجارد - أوريغون                             | سينثيا بوسمان<br>مدرسة دافيدسون<br>المخصصة للفنون الجميلة<br>أوجستا - جورجيا         |
| سامنثا لوغ<br>مدرسة كارلايل الثانوية<br>كارلايل - بنسلفانيا                          | تشارلوت بارنيل<br>مدرسة سوليفان الثانوية<br>سوليفان - ميسوري                         | كارين آن ويكرشام<br>مدرسة تروي الثانوية<br>تروي - ميشيغان                            | كارين آن ويكرشام<br>مدرسة تروي الثانوية<br>تروي - ميشيغان                            |
| جاري سميث<br>مدرسة باينلاند الإقليمية الثانوية<br>تاكركستون - نيو جيرسي              | سواميلا شيرلي<br>مدارس شيكاغو العامة<br>شيكاغو - إلينوي                              | جاري سميث<br>مدرسة باينلاند الإقليمية الثانوية<br>تاكركستون - نيو جيرسي              | سواميلا شيرلي<br>مدارس شيكاغو العامة<br>شيكاغو - إلينوي                              |
| ديورا كراوس - دكتوراه التربية<br>مدارس ويست أورانج العامة<br>ويست أورانج - نيو جيرسي | ديورا كراوس - دكتوراه التربية<br>مدارس ويست أورانج العامة<br>ويست أورانج - نيو جيرسي | ديورا كراوس - دكتوراه التربية<br>مدارس ويست أورانج العامة<br>ويست أورانج - نيو جيرسي | ديورا كراوس - دكتوراه التربية<br>مدارس ويست أورانج العامة<br>ويست أورانج - نيو جيرسي |
| جوليا إرتمان<br>مدرسة يونيفرستي سيتي الثانوية<br>يونيورستي سيتي - ميسوري             | جوليا إرتمان<br>مدرسة يونيفرستي سيتي الثانوية<br>يونيورستي سيتي - ميسوري             | جوليا إرتمان<br>مدرسة يونيفرستي سيتي الثانوية<br>يونيورستي سيتي - ميسوري             | جوليا إرتمان<br>مدرسة يونيفرستي سيتي الثانوية<br>يونيورستي سيتي - ميسوري             |
| مارك فايف<br>مدرسة سنترفيل الثانوية<br>سنترفيل - أوهايو                              | مارك فايف<br>مدرسة سنترفيل الثانوية<br>سنترفيل - أوهايو                              | مارك فايف<br>مدرسة سنترفيل الثانوية<br>سنترفيل - أوهايو                              | مارك فايف<br>مدرسة سنترفيل الثانوية<br>سنترفيل - أوهايو                              |
| ساشا هاموند<br>إدارة مدارس باكيما<br>باكيما - واشنطن                                 | ساشا هاموند<br>إدارة مدارس باكيما<br>باكيما - واشنطن                                 | ساشا هاموند<br>إدارة مدارس باكيما<br>باكيما - واشنطن                                 | ساشا هاموند<br>إدارة مدارس باكيما<br>باكيما - واشنطن                                 |
| كارين آن ويكرشام<br>مدرسة تروي الثانوية<br>تروي - ميشيغان                            | كارين آن ويكرشام<br>مدرسة تروي الثانوية<br>تروي - ميشيغان                            | كارين آن ويكرشام<br>مدرسة تروي الثانوية<br>تروي - ميشيغان                            | كارين آن ويكرشام<br>مدرسة تروي الثانوية<br>تروي - ميشيغان                            |



## تعليمات عمل المطويات

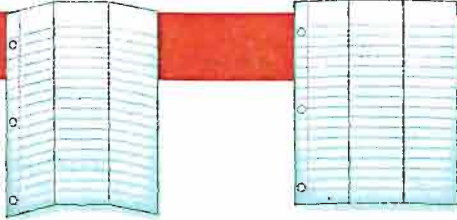
تعرض الصفحات التالية تعليمات عمل مطويات دليل الدراسة خطوة بخطوة.

### مطوية على شكل طبقات



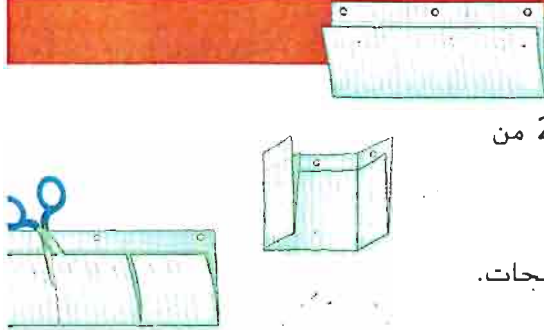
1. اجمع ثلاث ورقات واثن كل منها عمودياً بعرض  $\frac{1}{2}$  بوصة تقريباً. يجب أن تكون الحواف على المستوى نفسه.
2. اثن حواف قاعدة الورقة لتكون منها ست صفحات متساوية.
3. اثن الأوراق جيداً حتى تكون الصفحات في مكانها. ثبت بطول الثنية. ضع اسمها على كل صفحة.

### دفتر ثلاثي الطيات



1. اثن ورقة رأسية إلى ثلاثة أجزاء.
2. افرد الصفوف وعنونها.

### مطوية من ثلاث صفحات



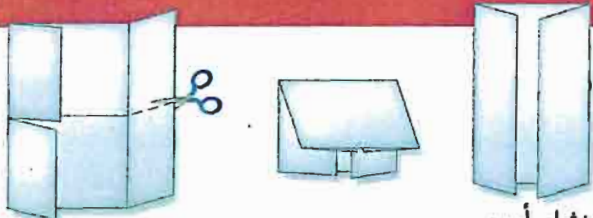
1. اثن ورقة رأسية من المنتصف. اجعل الحافة الأمامية أقصر 2 cm من الحافة الخلفية.
2. اقلب الورقة بالطول وقم بطيها إلى أثلاث.
3. افرد الطبقة العليا فقط واقطعها بطول الثنيات لتصنع ثلاث صفحات. ضع اسمها على كل صفحة.

### مطويات من صفحتين ومطويات من أربع صفحات



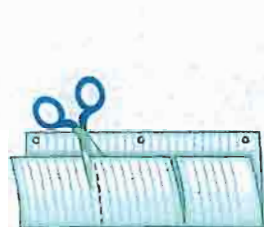
1. اثن ورقة إلى نصفين.
2. اثنها إلى نصفين مرة أخرى. إذا كانت المطوية من أربع صفحات، فائنها إلى نصفين مرة أخرى لتكون ثلاث ثنيات.
3. افرد الطبقة العليا فقط واقطعها بطول الثنيات لتصنع صفحتين أو أربع صفحات. ضع اسمها على كل صفحة.

## مطوية ذات أربعة أغلفة



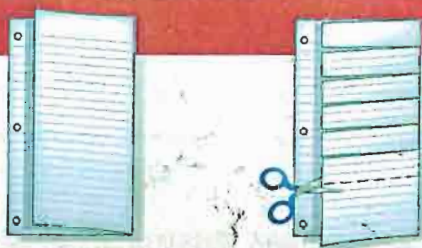
1. من منتصف ورقة أفقية، قم بطي كلتا الحافتين إلى المنتصف الشئاً.
2. قم بطي الورق المطوي إلى نصفين من أعلى إلى أسفل.
3. افرد الورقة واقطع بطول خطوط الطي في الطبقات العليا لإنشاء أربع صفحات. ضع اسمها على كل صفحة.

## مطوية خريطة المفاهيم



1. قم بطي ورقة أفقية من أعلى إلى أسفل. اجعل الحافة العلوية أقصر من السفلية بمعدل 2 cm تقريباً.
2. اقلب الورقة بالطول وقم بطيها إلى أثلث.
3. افرد الطبقة العليا فقط واقطعها بطول الثنيات لتصنع ثلاث صفحات. ضع اسمها على الصفحة العلوية وكل صفحة

## مطوية المفردات



1. قم بطي ورقة أفقية من الكراسة إلى نصفين.
2. اقطع بطول الخط الثالث من الطبقة العليا لتكوّن الصفحات. ضع اسمها على كل صفحة.

## مطوية المخططات



1. قم بطي ورقة بالطول إلى أثلث.
2. قم بطي الورقة بالعرض إلى أخماس.
3. افرد الورقة وضعها باتجاه الطول وارسم خطوطاً بطول الثنيات. اكتب اسمها للجدول.

# الوحدة 1

## تركيب الخلية وظائفها

### تجربة استهلاكية ما المقصود بالخلية؟

كل الأشياء تتكوّن من ذرات وجزيئات. لكن في الكائنات الحية  
تنظم الذرات والجزيئات في خلايا. في هذه التجربة، ستستخدم  
مجهزاً مركباً لملاحظة شرائح من كائنات حية وغير حية.

### المطويات®

قم بإنشاء مطوية  
متدرّجة لتنظيم  
ملاحظاتك حول النقل  
الخلوي مستخدماً العناوين  
المبينة.

|              |
|--------------|
| النقل الخلوي |
| الانتشار     |
| الأسموزية    |
| النقل النشط  |



القسم 1 • اكتشاف الخلية ونظرية الخلية

القسم 2 • الغشاء البلازمي

القسم 3 • التراكيب والعضيات

القسم 4 • النقل الخلوي

**الموضوع المحوري الاستقصاء العلمي**  
أدى الاستقصاء العلمي إلى اختراع المجهر الذي أتاح بدوره التوصل إلى اكتشافات متعددة.

**الفكرة الرئيسية** الخلايا هي الوحدات البنائية والوظيفية في جميع الكائنات الحية، وهي غير مرئية بالعين المجردة.

## القسم 1

# اكتشاف الخلية ونظرية الخلية

### الأسئلة الرئيسة

- ما العلاقة بين التطورات في مجال تكنولوجيا المجاهر وبين الاكتشافات المتعلقة بالخلايا؟
- ما أوجه الشبه والاختلاف بين المجهر الضوئي المركب والمجهر الإلكتروني؟
- ما مبادئ نظرية الخلية؟
- ما أوجه الاختلاف بين خلية بدائية النواة وخلية حقيقية النواة؟

### مفردات للمراجعة

التنظيم organization: البناء المنظم الذي يظهر في الكائنات الحية

### مفردات جديدة

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| خلية               | cell             |
| نظرية الخلية       | cell theory      |
| غشاء بلازمي        | plasma membrane  |
| عضية               | organelle        |
| خلية حقيقية النواة | eukaryotic cell  |
| نواة               | nucleus          |
| خلية بدائية النواة | prokaryotic cell |

### الرابط مع الحياة اليومية

الربط مع الحياة اليومية قد يبدو لك أنه ما من روابط مشتركة بين الأجزاء المختلفة من جسمك: فقلبك مثلاً، يضخ الدم فيه، أما جلدك، فيحميه ويساعد في تبريده. غير أن أجزاء الجسم تتكوّن من خلايا، وهذا هو الأمر المشترك في ما بينها.

## تاريخ نظرية الخلية

لقرون عديدة، لم يكن لدى العلماء أدنى فكرة عن أن جسم الإنسان مكوّن من آلاف المليارات من الخلايا. فالخلايا صغيرة جداً لدرجة أن أحداً لم يكن يعلم بوجودها قبل اختراع المجهر. وفي العام 1665، كما يبيّن الشكل 1، صنع العالم الإنجليزي روبرت هوك مجهرًا بسيطاً واستخدمه في فحص قطعة من الفلين، وهي عبارة عن خلايا ميتة من لحاء البلوط. لاحظ هوك وجود تراكيب صغيرة على شكل صناديق مثل تلك المبيّنة في الشكل 2، فأطلق عليها اسم (cellulae) (التي تعني خلية باللاتينية) وذلك لأن الشكل الصندوقي لخلايا الفلين ذكره بالحجرات الضيقة المنعزلة. إذا، يعود مصدر كلمة خلية إلى العالم هوك. **الخلية** هي وحدة تركيبية ووظيفية أساسية في جميع الكائنات الحية.

في أواخر القرن السابع عشر، صمم العالم الهولندي أنطوني فان ليفينهوك مجهره الخاص المستوحى من كتاب هوك. وقد تفاجأ بما رآه من كائنات حية في مياه البرك وفي الحليب وغيرها من المواد المختلفة. وأدى عمل هذين العالمين وغيرهما إلى ظهور فروع جديدة في العلوم، مما أتاح التوصل إلى الكثير من الاكتشافات الجديدة والمثيرة.

### الشكل 1

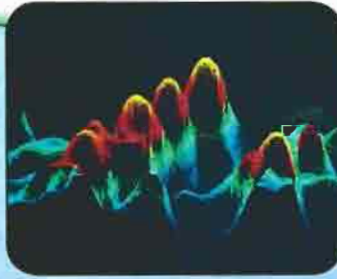
### التركيز على تاريخ المجاهر

أدى اختراع المجاهر وما أدخل فيها من تقنيات جديدة وكذلك التحسينات التي أجريت على الآلات إلى تطوير نظرية الخلية وكذلك التوصل إلى فهم أفضل للخلايا.

1981 أتاح المجهر النفقي الماسح (STM) للعلماء رؤية الذرات الفردية.



1939 كتب إرنست إيفريت جست كتاباً بعنوان علم أحياء سطح الخلية وذلك بعد سنوات من دراسة تركيب الخلايا ووظائفها.



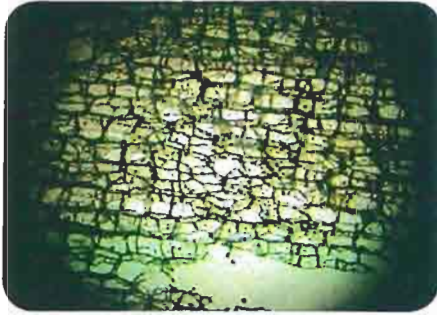
1900

2000

1880-1890 استحدث لويس باستور وروبير كوخ المجاهر المركبة وأصبحا رائدين في دراسة البكتيريا.

1970 طرحت الأمريكية لين مارغوليس عالمة الأحياء الدقيقة فكرة أن بعض العضيات الموجودة في الخلايا حقيقية النواة كانت كائنات حية بدائية النواة قبل ذلك.

2008 مجهر ضوئي فائق الدقة ثلاثي الأبعاد (3D-SIM) يجمع بين الرؤية ثلاثية الأبعاد والدقة العالية والألوان المتعددة.



**الشكل 2** استخدم روبرت هوك مجهرًا ضوئيًا أساسيًا ليرى ما بدا له مثل حجرات فارغة في عتنة القلين. استدلّ برأيه، ما الذي كان هوك سيراه إذا كانت العتنة من الخلايا الحية؟

**نظرية الخلية** تابع العلماء ملاحظة عالم الكائنات الحية المجهرية باستخدام العدسات الزجاجية. ففي العام 1838، درس العالم **الألماني** **ماتياس شلايدن** أنسجة **النباتات** وعناية واستنتج أنّ النباتات جميعها تتكوّن من **خلايا** وبعد ذلك بعام، ذكر العالم **الألماني** **تيودور شوان** أنّ الأنسجة الحيوانية تتكوّن كذلك. من خلايا فردية. ثم اقترح **الطبيب** **رودولف فيرشو** البروسي في العام 1855 أنّ كل الخلايا تنتج عن انقسام خلايا موجودة أساسًا. وتلخص **ملاحظات** **واستنتاجات** هؤلاء العلماء وغيرهم فيما يعرف باسم **نظرية الخلية**. **ونظرية الخلية** هي إحدى الأفكار الأساسية في علم الأحياء الحديث وتتضمن المبادئ الثلاثة التالية:

1. تتكوّن جميع الكائنات الحية من **خلية واحدة** أو **أكثر**.
  2. إنّ **الخلية** هي وحدة التركيب والتنظيم الأساسية لدى جميع الكائنات الحية.
  3. تنتج **الخلايا** عن خلايا موجودة **سابقًا**، بحيث تنقل الخلايا نسخًا من مادتها **الوراثية** إلى الخلايا الناتجة عن **الانقسام الخلوي**.
- ✓ **التأكد من فهم النص** اشرح هل يمكن أن تتشكّل الخلايا من تلقاء نفسها من دون حصولها على مادة وراثية من خلايا سابقة؟

## تكنولوجيا المجاهر

ما كان من الممكن اكتشاف الخلايا وتطوير نظرية الخلية لولا وجود المجاهر. وكما يُظهر الشكل 1، فقد خضعت المجاهر لتحسينات مكّنت العلماء من التعقّق في دراسة الخلايا.

ارجع إلى الصفحات الافتتاحية لهذه الوحدة وقارن بين الصور التوضيحية للجلد البشري المعروف فيها. ستلاحظ أنّ التفاصيل تزداد مع زيادة درجة التكبير والدقة، وهي قدرة المجهر على إظهار المكونات الفردية بوضوح. فالمجهر التي استخدمها روبرت هوك وفان ليفينهوك لم تكن ستمكّنهما من رؤية التراكيب الفردية في خلايا الجلد البشري. لكن التطورات التي أجريت في مجال تكنولوجيا المجاهر مكّنت العلماء من دراسة الخلايا بتفصيل أكبر مما توقعه العلماء الأوائل.

في ضوء ما قرأته عن الخلايا، كيف ستجواب على الأسئلة التحليلية؟



**1665** فحص روبرت هوك القلين بواسطة المجهر وأطلق على التراكيب التي لاحظها والمشبّهة بحجرات صغيرة اسم **الخلايا**. ونشر رسومات للخلايا والبراغيث وغيرها من الأجسام الصغيرة في كتابه **الفحص المجهرى**.

**1830-1855** اكتشف العلماء نواة الخلية (1833) واقترحوا فكرة أنّ كلّ من النباتات والحيوانات يتكوّن من خلايا (1839).

1500

1600

1700

1800

**1590** اخترع صانع العدسات الهولنديان **هانز وذاكرياس بانسن** أول مجهر مركّب. وذلك بوضع عدستين في أنبوب.

**1683** اكتشف عالم الأحياء الهولندي **أنطوني فان ليفينهوك** كائنات حيّة وحيدة الخلايا شبيهة بالحيوان. يُطلق عليها الآن اسم **الآواليات**.

## قوة العدسة في قارب تزيين العدستين

**المجاهر الضوئية المركبة** يتكوّن المجهر الضوئي المركب الحديث من مجموعة متسلسلة من العدسات الزجاجية ويستخدم الضوء المرئي لإنتاج صورة مُكبّرة. وتعمل كل عدسة في المجموعة على تكبير صورة العدسة السابقة لها. فمثلاً، في حال وجود عدستين قوة تكبير كل منهما على حده 10 أضعاف، فإنّ إجمالي قوة التكبير للعدستين يساوي 100 ضعف (10 × 10). غالباً ما يضيف العلماء الأصبغ إلى الخلايا ليتمكّنوا من رؤيتها بشكل أوضح عند استخدام المجهر الضوئي وذلك لأنها صغيرة جداً ورقيقة وشفافة. وعلى مرّ السنوات، طوّر العلماء تقنيات متعددة للمجاهر الضوئية وأدخلوا تعديلات عليها، غير أنّ خصائص الضوء المرئي تحدّ دائماً من دقة هذه المجاهر. فالأجسام تشتت الضوء مما يشوّش الصور. يبلغ الحد الأقصى للتكبير من دون حدوث تشويش حوالي (1000×).

**المجاهر الإلكترونية** عندما بدأ العلماء بدراسة الخلايا، تطلّب الأمر درجة عالية من التكبير كي يتمكنوا من رؤية تفاصيل الأجزاء الدقيقة في الخلايا. قُطِّعوا المجهر الإلكتروني أثناء الحرب العالمية الثانية في أربعينيات القرن العشرين. الجدير بالذكر أنّ المجهر الإلكتروني يستخدم المغناطيس بدلاً من العدسات، لأنه يوجّه شعاعاً من الإلكترونات إلى شرائح رقيقة من الخلية. ويُعرف هذا النوع من المجاهر الإلكترونية بالمجهر الإلكتروني النافذ (TEM). إذ تُمرّ الإلكترونات أو تُنقَلَع عبر عيّنة إلى شاشة فلورية، فتُمتصّ الأجزاء السميكة في العينة قدرًا من الإلكترونات أكبر من القدر الذي تمتصه الأجزاء الرقيقة فتتكوّن بذلك صورة للعينة مظلمة بالأبيض والأسود. تصلّ درجة التكبير في المجهر الإلكتروني النافذ إلى (500,000×). شرط أن تكون العينة رقيقة للغاية ومصبوعة بالفلورانت الثقيلة. على مدار الأعوام الـ 65 الماضية، أُجريت تعديلات عديدة على المجاهر الإلكترونية الأصلية. فعلى سبيل المثال، يُعدّ المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) أحد هذه التعديلات. فهو يوجّه الإلكترونات على سطح العينة فتنتج عن ذلك صورة ثلاثية الأبعاد. من أحد عيوب استخدام المجاهر الإلكترونية النافذة والماسحة، أنّها تسمح لا برصد الخلايا والأنسجة الميتة. يمكن العثور على صور مجهرية تم التقاطها باستخدام المجاهر الإلكترونية على الإنترنت.

### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

#### مندوب شركات التكنولوجيا

تستعين الشركات المصنّعة للمعدات العلمية بمندوبين ليقدموا المنتجات ويعرضوها على المجتمع العلمي. ويكون مندوب شركات التكنولوجيا خبيراً في المنتجات التكنولوجية الجديدة ويشارك خبرته مع العلماء الذين قد يستخدمون هذه المنتجات في المختبر.

## تجربة مصفرة 1

### اكتشف الخلايا

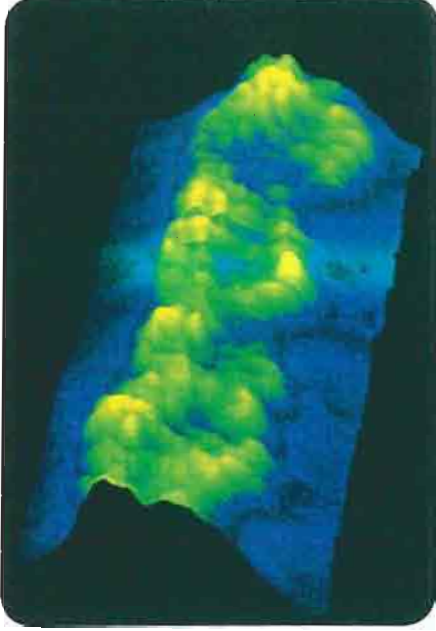
كيف يمكنك أن تصف اكتشافاً جديداً؟ تخيّل أنك عالم ينظر من خلال العدسة العينية لأداة جديدة تُسمى المجهر واستطعت أن ترى مجموعة كبيرة من الأجسام المتشابهة من حيث الشكل. قد تدرك أنّ الأشكال التي تراها ليست أجساماً عشوائية تكوّنت صدفةً، وتتغير فكرتك عن طبيعة المادة كلياً أثناء مشاهدتك لهذه الأجسام.

#### الإجراءات

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. قم بإعداد جدول بيانات تسجّل فيه ملاحظات ورسمات للشرائح الثلاث.
3. شاهد صور الشرائح التي يعرضها المعلم على الصف.
4. صف ما تراه وارسمه. احرص على رسم ما يكفي من التفاصيل لنقل المعلومات إلى غيرك من العلماء الذين لم يلاحظوا الخلايا.

#### التحليل

1. صف التشبيهات أو المصطلحات التي يمكن أن تفسّر الأشكال الموجودة في رسوماتك.
2. اشرح الطريقة التي يمكنك بها أن توضح للعالم هوك أنّ نتائجه كانت صحيحة وذلك باستخدامك تكنولوجيا القرن الواحد والعشرين.



DNA

■ **الشكل 3** إن الصور التي نحصل عليها باستخدام المجهر الإلكتروني النفقي الماسح (STM) تشبه صورة جزيء DNA هذه. بحيث تظهر الشقوق والمنخفضات بلون أكثر دكنة والمناطق المرتفعة بلون أفتح. **أذكر** أحد استخدامات المجهر النفقي الماسح.

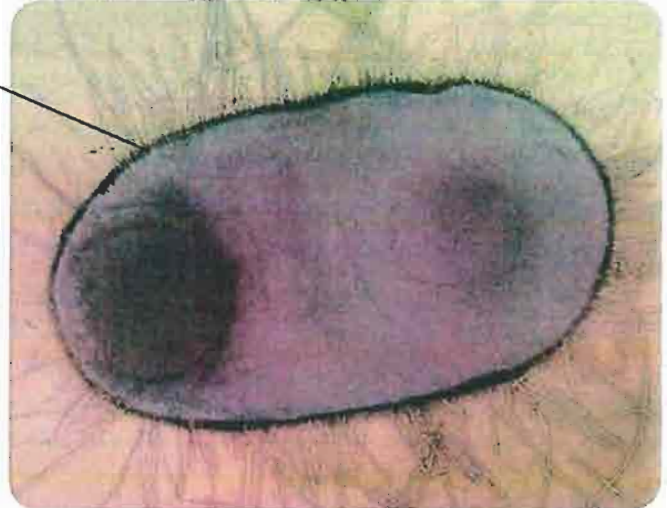
■ **الشكل 4** إن الخلية بدائية النواة إلى اليمين أصغر حجماً وأقل تعقيداً من الخلية حقيقية النواة الظاهرة إلى اليسار. وقد تم تكبير الخلية بدائية النواة بهدف المقارنة بين التراكيب الداخلية لكل من الخليتين.

صورة محشنة الألوان. التكبير: غير محدد



خلية حقيقية النواة

صورة محشنة الألوان بالمجهر الإلكتروني النافذ. التكبير: 15,000x



خلية بدائية النواة

تتمة نوع آخر من المجاهر وهو المجهر الإلكتروني النفقي الماسح (STM). ويعمل من خلال تقريب الطرف المشحون للمسبار جداً من العيّنة، فتنتطلق الإلكترونات في تيار "نفقي" يمرّ عبر الفجوة الصغيرة بين العيّنة وطرف المسبار. وقد مكّن هذا المجهر العلماء من الحصول على صور حاسوبية ثلاثية الأبعاد لأجسام صغيرة بحجم الذرات. على عكس المجهر الإلكتروني النافذ والمجهر الإلكتروني الماسح، يمكن استخدام المجهر النفقي الماسح لدراسة عيّنات حيّة. ويظهر الشكل 3 الـ DNA. وهو المادة الوراثية في الخلية، بعد تكبيره باستخدام المجهر الإلكتروني النفقي الماسح.

يقيس مجهر القوة الذرية (AFM) قوى متنوعة بين طرف المسبار وسطح الخلية. لمعرفة المزيد عن مجهر القوة الذرية، اقرأ جزء **مستجدات في علم الأحياء** في نهاية هذه الوحدة.

## الأنواع الأساسية من الخلايا

لقد تعلمت من نظرية الخلية أنّ الخلايا هي الوحدات الأساسية لدى جميع الكائنات الحية. ومن خلال ملاحظتك لجسمك وللكائنات الحية من حولك، قد تستدلّ على أنّ الخلايا موجودة في أشكال وأحجام مختلفة، وهي تختلف بحسب الوظائف التي تؤديها في الكائن الحي. لكن جميع الخلايا تشترك في صفة شكلية واحدة على الأقل وهي أنّ لها تركيباً يسمى الغشاء البلازمي. إنّ **الغشاء البلازمي**، كما يظهر في الشكل 4، هو حاجز خاص يساعد في ضبط ما يدخل إلى الخلية وما يخرج منها. فجميع خلايا الجلد لها غشاء بلازمي وكذلك حال خلايا الأفعى الجرسية. سيرد وصف هذا التركيب المهم تفصيلياً في القسم التالي.

للخلايا عادةً عدد من الوظائف المشتركة. فعلى سبيل المثال، تنطوي معظم الخلايا على مادة وراثية تعطي تعليمات لإنتاج المواد التي تحتاج إليها الخلية، كما إن الخلية تعمل على تحليل الجزيئات لتوليد الطاقة. وقد صنّف العلماء الخلايا مجموعتين. هما: الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة. يُظهر الشكل 4 صورة بالمجهر الإلكتروني النافذ لهذين النوعين من الخلايا. وقد تم تكبير صور الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة كي تستطيع المقارنة بين تراكيب كل منهما. والجدير بالذكر، أنّ حجم الخلية حقيقية النواة يفوق عادةً حجم الخلية بدائية النواة بـ 100 ضعف.

✓ **التأكد من فهم النص** قارن بين حجم كل من الخلية بدائية النواة والخلية حقيقية النواة.

راجع الشكل 4 وقارن بين أنواع الخلايا لتعرف سبب تصنيف العلماء لها في مجموعتين حيث جاء التصنيف بناءً على التراكيب الداخلية لكل منهما. فكلتاها تحتوي على غشاء بلازمي. لكن لخلايا إحداهما فقط تراكيب داخلية متميزة تُسمى بالعضيات، وهي تراكيب متخصصة تقوم بوظائف محددة.

**للخلايا حقيقية النواة** نواة وعضيات أخرى محاطة بأغشية تُعرف بالعضيات المحاطة بالأغشية. أمّا النواة، فهي عضوية مركزية متميزة تحوي المادة الوراثية للخلية في صورة الحمض النووي (DNA). وتتيح العضيات للخلية القيام بوظائفها في أجزاء مختلفة منها في الوقت نفسه. فضلاً عن ذلك، تتكوّن معظم الكائنات الحية من خلايا حقيقية النواة. والجدير بالذكر أنّ بعض الكائنات الحية وحيدة الخلية، مثل الخميرة وبعض الطحالب. هي أيضاً من الكائنات حقيقية النواة.

أمّا الخلايا بدائية النواة، فهي خلايا ليس لها نواة أو عضيات أخرى محاطة بغشاء. وكما يُظهر الشكل 4، فإن الخلايا بدائية النواة أكثر بساطة من الخلايا حقيقية النواة. وتجدر الإشارة إلى أنّ معظم الكائنات الحية وحيدة الخلية، مثل البكتيريا، هي خلايا بدائية النواة. لذا سُميت بدائيات النواة. ويعتقد معظم العلماء أنّ الخلايا بدائية النواة تشبه الكائنات الحية الأولى التي عاشت على سطح الأرض.

**أصل تنوع الخلايا** يتابع العلماء استقصاء أسباب وجود مجموعتين أساسيتين من الخلايا. وقد تكون الإجابة أنّ الخلايا حقيقية النواة تطوّرت من خلايا بدائية النواة قبل ملايين السنين. فوفقاً لنظرية التكافل الداخلي، تنشأ علاقة تكافلية بوجود خلية بدائية النواة تعيش داخل خلية أخرى بدائية النواة وتستفيد الخليتان من هذه العلاقة.

تخيّل مدى الاختلاف بين الكائنات الحية لو لم تكن الخلايا حقيقية النواة قد تطورت. ولقد وجد أن للخلايا حقيقية النواة وظائف محددة لأنها أكبر حجماً كما أنها تنطوي على عضيات متميزة. إضافةً إلى ذلك، أدت تلك الوظائف المحددة إلى تنوع الخلايا وبالتالي إلى تنوع الكائنات الحية التي تستطيع التكيف مع بيئاتها بصورة أفضل. وربما لولا وجود الخلايا حقيقية النواة، لما تطورت أشكال الحياة الأكثر تعقيداً انطلاقاً من البكتيريا.

## المفردات أصل الكلمة

خلية حقيقية النواة eukaryote  
خلية بدائية النواة prokaryote

يعود مصدر كلمة حقيقي النواة إلى الكلمة eukaryote في اليونانية، وهي مؤلفة من البادئة eu- التي تعني حقيقي. أما بدائية النواة فيعود مصدرها إلى الكلمة اليونانية prokaryote، وهي مؤلفة من البادئة pro- التي تعني قبل. والمصدر -kary- معناه نواة.

## القسم 1 مراجعة

### ملخص القسم

- استخدمت المجاهر كأدوات للتحقق العلمي منذ أواخر القرن السادس عشر.
- يستخدم العلماء أنواعاً مختلفة من المجاهر للتحقق من الخلايا.
- تتخصص نظرية الخلية في ثلاثة ميادين.
- ثمة فئتان شاهمتان من أنواع الخلايا هما: الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. اشرح كيف أدى تطوير المجهر وتحسينه إلى إحداث تغيير في دراسة الكائنات الحية.
2. قارن وقابل بين المجهر الضوئي المركب والمجهر الإلكتروني.
3. لخص نظرية الخلية.
4. ميز بين الغشاء البلازمي والعضيات.

### التفكير الناقد

5. صف كيف يمكن لك أن تميز ما إذا كانت خلايا كائن حي مكتشف حديثاً بدائية النواة أم حقيقية النواة.
6. إذا كانت قوة التكبير الإجمالية لعدستين هي  $30\times$ ، وقوة تكبير إحداهما  $5\times$ ، فكم تبلغ قوة تكبير العدسة الأخرى؟ احسب إجمالي وقوة التكبير إذا تم استبدال العدسة التي تبلغ قوة تكبيرها  $5\times$  بأخرى قوة تكبيرها  $7\times$ .

## الغشاء البلازمي

يساعد الغشاء البلازمي في المحافظة على الاتزان الداخلي للخلية.

الربط مع الحياة اليومية عند الدخول إلى مدرستك، تمرّ عبر بوابة متصلة بسور يحيط بالمبنى. يمنع الأشخاص غير المعيّنين من دخوله، فيما يُسمح بدخول الطلاب والعاملين وأولياء الأمور. وكذلك الأمر بالنسبة لكل من الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة المزودة بتراكيب تحافظ على التحكم في بيئاتها الداخلية.

### وظيفة الغشاء البلازمي

تذكر أن عملية المحافظة على اتزان البيئة الداخلية للكائنات الحية تُسمى الاتزان الداخلي (homeostasis)، وهي ضرورية لبقاء الخلية. ويُعدّ الغشاء البلازمي إحدى التركيبات المسؤولة بشكل أساسي عن عملية الاتزان الداخلي؛ فهو حاجز رقيق ومرن يفصل بين الخلية وبيئتها ويسمح بدخول المواد المغذية إليها وخروج الفضلات والمواد الأخرى منها. إنّ لكل الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة غشاءً بلازمياً يفصلها عن البيئات السائلة التي تتواجد فيها. تُعدّ خاصية النفاذية الاختيارية إحدى الخصائص الأساسية للغشاء البلازمي، فهي تسمح بمرور بعض المواد عبر غشاء الخلية وتمنع مرور أخرى وذلك بناءً على حجمها وحاجة الخلية لها. اعتبر أنّ شبكة الصيد تمثل تشبيهاً للنفاذية الاختيارية. تحوي الشبكة المبتينة في الشكل 5 ثقباً تسمح بمرور الماء والمواد الأخرى عبرها، ولكن تمنع مرور الأسماك. وبناءً على حجم الثقوب التي في الشبكة، فقد تمرّ بعض أنواع الأسماك عبرها، في حين لا تمرّ أنواع أخرى. ويوضّح المخطط الموجود في الشكل 5 خاصية النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي. كما تبيّن الأسهم أنّ المواد تدخل إلى الخلية وتخرج منها عن طريق هذا الغشاء. إنّ تركيب الغشاء يتحكم في كمية المواد التي تدخل إلى الخلية وتخرج منها، بالإضافة إلى توقيت دخول وخروج هذه المواد، والطريقة التي يتم بها ذلك.

التأكد من فهم النص عرّف مصطلح النفاذية الاختيارية.

### الأسئلة الرئيسية

- كيف يعمل الغشاء البلازمي للخلية؟
- ما الدور الذي تؤديه كل من البروتينات والكربوهيدرات والكوليسترول في الغشاء البلازمي؟

### مفردات للمراجعة

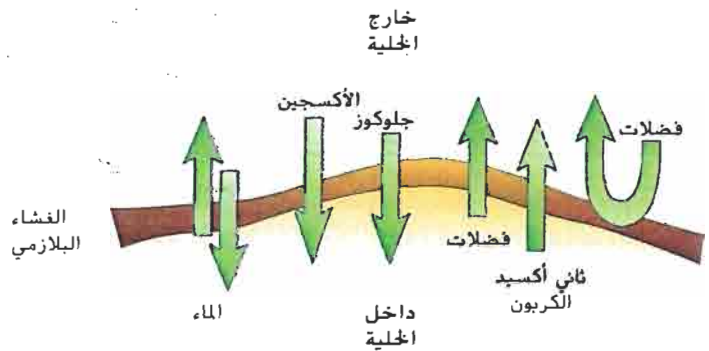
الأيون ion: ذرة أو مجموعة من الذرات ذات شحنة كهربائية موجبة أو سالبة

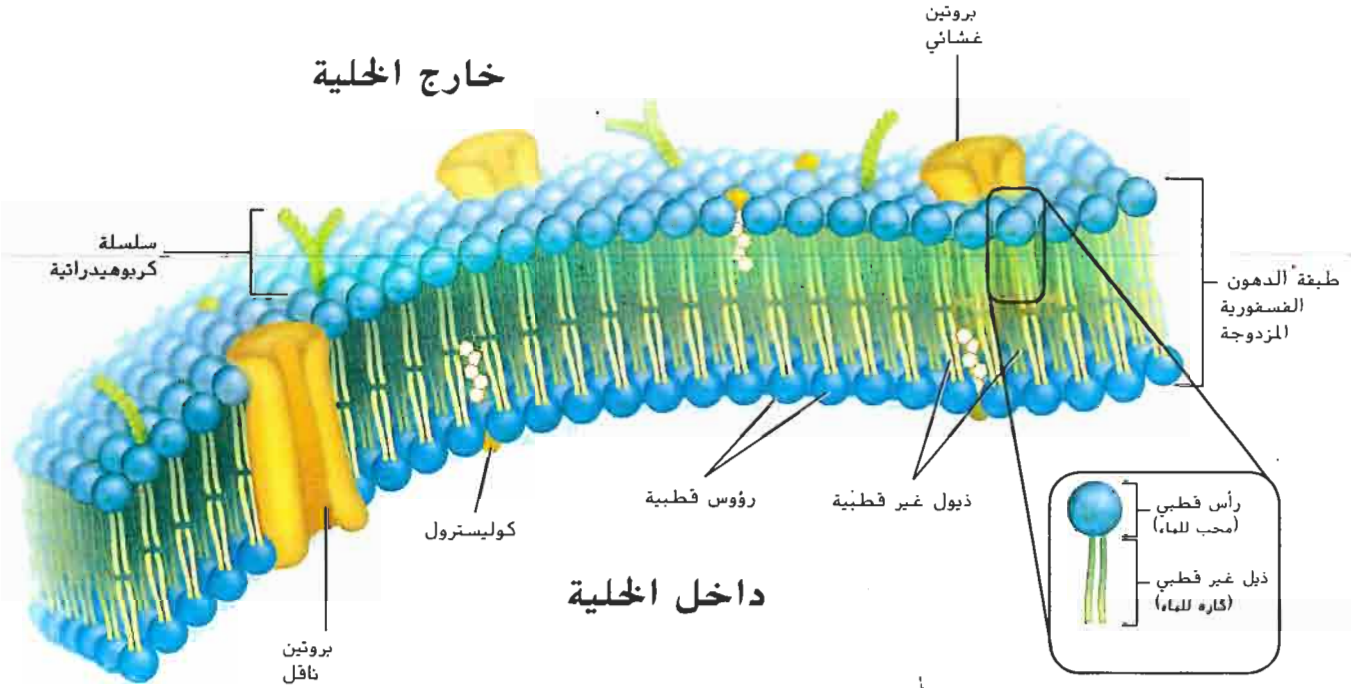
### مفردات جديدة

التغذية الاختيارية selective permeability  
طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة phospholipid bilayer  
البروتين الناقل transport protein  
النموذج الفسيفسائي المائع fluid mosaic model

### الشكل 5

يسار: تحتجز شبكة الصيد الأسماك داخلها بحسب حجمها بينما تسمح بمرور الماء والمواد الأخرى عبرها. يمين: يحدد الغشاء البلازمي، بالطريقة نفسها، المواد التي تدخل إلى الخلية وتخرج منها.





## تركيب الغشاء البلازمي

### الربط بالكيمياء

تتكوّن معظم جزيئات الغشاء البلازمي من الدهون. والدهون عبارة عن جزيئات كبيرة مكوّنة من الجليسرول وثلاثة أحماض دهنية. إذا حلّت مجموعة فوسفات محل أحد الأحماض الدهنية، تتكوّن دهون فوسفورية. إن جزيء الدهن الفوسفوري مكوّن من سلسلة أساسية من الجليسرول وسلسلتين من الأحماض الدهنية ومجموعة فوسفات. ويتكوّن الغشاء البلازمي من **طبقة دهون فوسفورية مزدوجة** التي تترتب فيها طبقتان من الدهون الفوسفورية ذيلًا مقابل ذيل. كما هو موضح في الشكل 6. في الغشاء البلازمي، تُرتب الدهون الفوسفورية نفسها بطريقة تسمح للغشاء بالتواجد في البيئة السائلة.

**طبقة الدهون الفوسفورية المزدوجة** لاحظ في الشكل 6 أنّ كل جزيء من الدهون الفوسفورية ممثّل على صورة رأس له ذيلان. إنّ مجموعة الفوسفات في كل طبقة من الدهون الفوسفورية تجعل الرأس قطبيًا، وينجذب هذا الرأس القطبي إلى الماء لأن هذا الأخير قطبي أيضًا. أما ذيل الأحماض الدهنية، فهما غير قطبيين ويتنافران مع الماء.

إن طبقتي جزيئات الدهون الفوسفورية تشبهان شطيرة، تشكّل ذيل الأحماض الدهنية فيها الجزء الداخلي من الغشاء البلازمي، بينما تكون رؤوس الدهون الفوسفورية مواجهة للبيئة السائلة داخل الخلية وخارجها كما هو مبين في الشكل 6. وتعيّد هذه البنية المزدوجة ضرورة في تكوين الغشاء البلازمي وأدائه لوظيفته. تترتب الدهون الفوسفورية بطريقة تجعل الرؤوس القطبية أكثر قربًا من جزيئات الماء والذيل غير القطبية أكثر بعدًا عنها.

عندما يتجمّع العديد من جزيئات الدهون الفوسفورية بهذا الشكل، ينشأ حاجز قطبي عند السطوح وغير قطبي في الوسط. لذلك، فإنّ المواد الذائبة في الماء لن تمرّ بسهولة عبر الغشاء البلازمي لأن وسط الغشاء غير القطبي سيعيق حركتها. وهكذا، يستطيع الغشاء البلازمي فصل البيئة الداخلية للخلية عن بيئتها الخارجية.

**الشكل 6** تبدو طبقة الدهون الفوسفورية المزدوجة مثل الشطيرة، حيث يكون اتجاه الرؤوس القطبية المحبة للماء نحو الخارج والذيل غير القطبية كارهة للماء نحو الداخل. **استدلّ على طريقة عبور المواد الكارهة للماء الغشاء البلازمي.**

## المفردات

### الاستخدام العلمي مقابل

### الاستخدام العام

#### قطبي polar

الاستخدام العلمي: التوزيع غير

المتساوي للشحنات

يجذب الطرف الموجب لجزيء قطبي

الطرف السالب لجزيء قطبي آخر.

الاستخدام العام: مرتبط بالقطب

الجغرافي أو المنطقة الجغرافية

يبلغ متوسط سمك الغطاء الجليدي

القطبي في جرينلاند 1.6 km

## اقترح لدراسة

**جلسة تبادل الأسئلة** اعمل مع زميل لك وتبادلا طرح الأسئلة عن الغشاء البلازمي. ثم ناقشا إجاباتكما. واطرحا أكبر عدد ممكن من الأسئلة التي تتبادر إلى ذهنكما أثناء تبادل الأدوار.

المكوّنات الأخرى للغشاء البلازمي إلى جانب الدهون الفوسفورية ينتقل في الغشاء البلازمي كل من الكوليسترول والبروتينات والكربوهيدرات. وترسل البروتينات، التي تُعرف بالمستقبلات، حين تتواجد على السطح الخارجي للغشاء البلازمي، إشارات إلى داخل الخلية. إضافةً إلى ذلك، تربط البروتينات، الموجودة على السطح الداخلي، الغشاء البلازمي بتركيب الدعم الخلوي الداخلي، مما يعطي الخلية شكلها الخاص. كما تخترق بروتينات أخرى الغشاء كله وتكوّن قنوات تدخل من خلالها بعض المواد إلى الخلية وتخرج منها. تنقل **البروتينات الناقلة** هذه المواد اللازمة أو الفضلات عبر الغشاء البلازمي وتساهم بذلك في التغذية الاختيارية للغشاء البلازمي.

✓ **التأكد من فهم النص** صف فائدة التركيب المزدوج للغشاء البلازمي.

حدّد موقع جزيئات الكوليسترول في الشكل 6. يتنافر الكوليسترول غير القطبي مع الماء ولذلك فهو موجود بين جزيئات الدهون الفسفورية. ويساعد الكوليسترول على منع التصاق ذبّول الأحماض الدهنية في طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة بعضها مع بعض، مما يساهم في ميوعة الغشاء البلازمي. على الرغم من أنه يُنصح بتجنب المواد الغذائية الغنية بالكوليسترول، إلا أنّ الكوليسترول يؤدي دورًا مهمًا في تركيب الغشاء البلازمي ويُعدّ مادة مهمة أيضًا للحفاظ على الاتزان الداخلي للخلية.

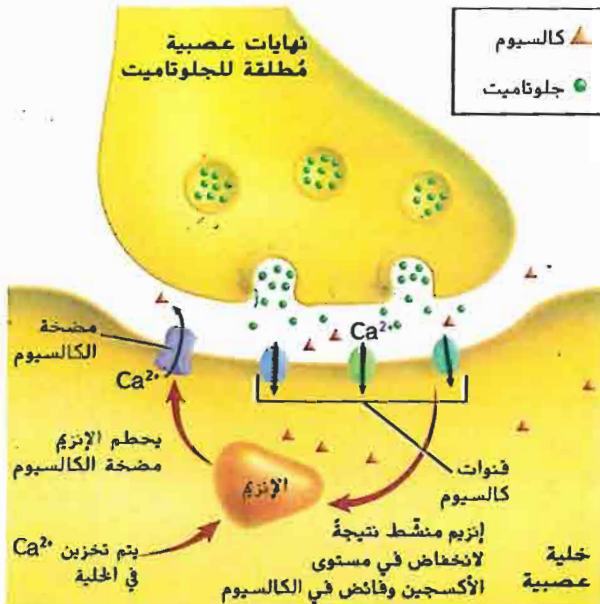
ثمّة مواد أخرى في الغشاء البلازمي، مثل الكربوهيدرات المرتبطة بالبروتينات، تبرز من الغشاء البلازمي لتحديد خصائص الخلية ومساعدة الخلايا في تحديد الإشارات الكيميائية. على سبيل المثال، قد تساعد الكربوهيدرات الموجودة في الغشاء البلازمي الخلايا المقاومة للمرض في التعرّف على الخلية الضارة ومهاجمتها.

## مساحة لتحليل البيانات 1

استنادًا إلى دراسات\*

تفسير المخطط

البيانات والملاحظات

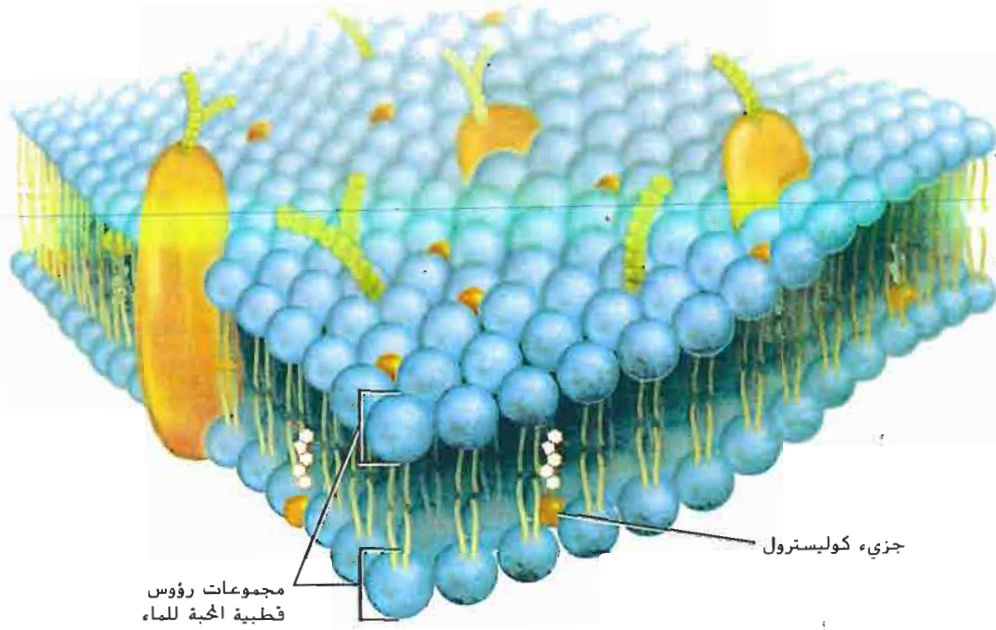


كيف تسهم قنوات البروتين في موت الخلايا العصبية بعد السكتة الدماغية؟ تحدث السكتة الدماغية عندما تمنع خثرة دم تدفق الدم المحلّل بالأكسجين كليًا في جزء من الدماغ. ونظرًا إلى أنّ الخلايا العصبية التي تطلق الجلوتاميت في الدماغ حساسة تجاه نقص الأكسجين، فإنها تطلق كمية كبيرة من هذه المادة عند انخفاض مستوى الأكسجين. بالتالي، تُدثر مضخة الكالسيوم أثناء التدفق الكبير للجلوتاميت ما يؤثر في حركة دخول أيونات الكالسيوم إلى الخلايا العصبية والخروج منها. من ناحية أخرى، والجدير بالذكر أنه عندما تحتوي الخلايا على فائض من الكالسيوم، يحدث خلل في الاتزان الداخلي.

التفكير الناقد

1. فسر الطريقة التي يتسبّب بها تدفق الجلوتاميت في تدمير مضخة الكالسيوم.
2. توقع ما الذي قد يحدث في حال انخفضت مستويات الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ ) في الخلايا العصبية أثناء السكتة الدماغية.

\*أُخذت البيانات من: Choi, D.W. 2005. Neurodegeneration: cellular defences destroyed. Nature 433, 696-698.



الشكل 7 يمثل النموذج الفسيفسائي المائع  
غشاء بلازميًا ينطوي على مواد تستطيع التنقل  
في داخله.

تكوّن طبقتا الدهون الفسفورية مجتمعتين "بحرًا" يمكن لجزيئات أخرى أن تطفو فيه، مثل التفاح الذي يطفو على سطح برميل من الماء. إن مفهوم "البحر" هذا هو أساس النموذج الفسيفسائي المائع للغشاء البلازمي. قد تتحرك الدهون الفسفورية على الجانبين داخل الغشاء، تمامًا مثلما يتنقل التفاح في الماء. في الوقت نفسه، تتحرك مكونات أخرى في الغشاء، مثل البروتينات، إلى جانب الدهون الفسفورية. ونظرًا إلى وجود مواد مختلفة في الغشاء البلازمي، يتكوّن شكل أو نمط فسيفسائي على السطح. يمكنك الاطلاع على هذا النمط في الشكل 7. تكون مكونات الغشاء البلازمي في حالة حركة دائمة، وتنزلق الواحدة بمحاذاة الأخرى.

## القسم 2 مراجعة

### ملخص القسم

- تعتبر النفاذية الاختيارية إحدى خصائص الغشاء البلازمي التي تتيح له التحكم بما يدخل إلى الخلية ويخرج منها.
- يتكوّن الغشاء البلازمي من طبقة مزدوجة من جزيئات الدهون الفسفورية.
- يسهم الكوليسترول والبروتينات الناقلة في أداء الغشاء البلازمي لوظيفته.
- يمثل النموذج الفسيفسائي المائع الغشاء البلازمي.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. اشرح الطريقة التي يساعد بها الغشاء البلازمي في الحفاظ على الاتزان الداخلي للخلية.
  2. اشرح طريقة بقاء الجزء الداخلي من الخلية منفصلًا عن بيئته المحيطة.
  3. ارسم مخططًا للغشاء البلازمي وأذكر اسم كل مكون.
  4. حدّد الجزيئات التي تمنح الخلية التركيب الأساسي لغشائها البلازمي وميوعتها، ونحدد هوية الخلية.
- التفكير الناقد**
5. اشرح تأثير وجود كميات كبيرة من الكوليسترول في الغشاء البلازمي.
  6. باستخدام ما تعرفه عن مصطلح فسيفساء، اكتب فقرة تصف فيها تركيبًا حيويًا فسيفسائيًا آخر.

### الكتابة في علم الأحياء

## التراكيب والعضيات

### الأسئلة الرئيسية

- ما تراكيب الخلية النموذجية حقيقية النواة وما وظائفها؟
- ما أوجه الشبه والاختلاف بين كل من الخلايا النباتية والحيوانية؟

### مفردات للمراجعة

الإنزيم enzyme: بروتين يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية

### مفردات جديدة

|                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| cytoplasm             | سيتوبلازم               |
| cytoskeleton          | هيكل خلوي               |
| ribosome              | رايبوسوم                |
| nucleolus             | نوطة                    |
|                       | شبكة بلازمية داخلية     |
| endoplasmic reticulum |                         |
| golgi apparatus       | جهاز جولجي              |
| vacuole               | فجوة                    |
| lysosome              | جسم محلل                |
| centriole             | مركز                    |
|                       | جسم فتيلي (ميتوكوندريا) |
| mitochondrion         |                         |
| chloroplast           | بلاستيدة خضراء          |
| cell wall             | جدار الخلية             |
| cilium                | هذب                     |
| flagellum             | سوط                     |

**الفكر الرئيسي** تحتوي الخلايا حقيقية النواة على عضيات لكل منها وظيفة متخصصة ومنفصلة داخل الخلية.

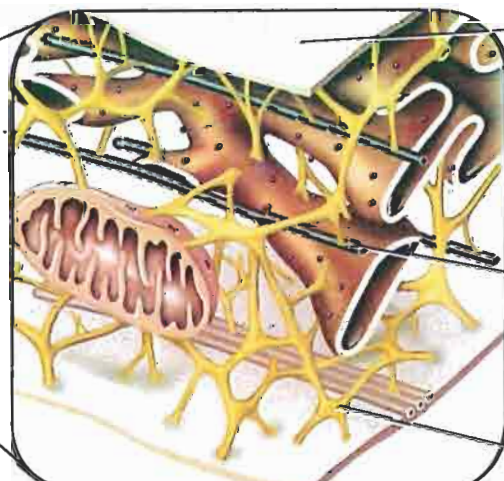
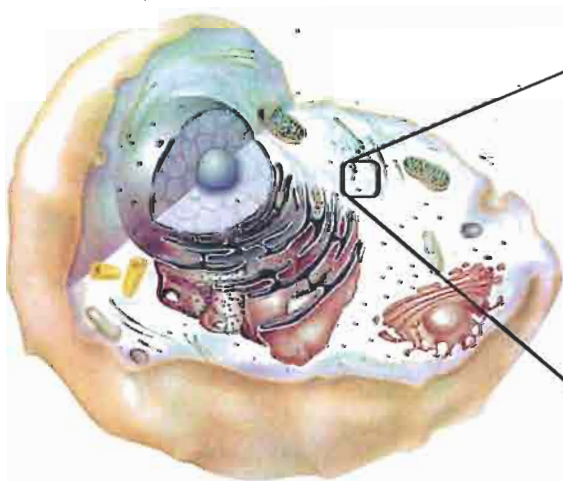
**الربط مع الحياة اليومية** افترض أنك في طور تأسيس شركة لتصنيع أحذية سير خاصة بالمسافات الطويلة. لكل زوج من الأحذية أن يُصنع على حدة على يد شخص واحد، لكن اعتماد خط تجميع سيكون أكثر فاعلية. على نحو مماثل، فإن للخلايا حقيقية النواة تراكيب متخصصة تؤدي مهام محددة، بشكل يشبه عمل المصنع إلى حد كبير.

## السيتوبلازم والهيكل الخلوي

لقد تعرّفت للتو على الغشاء البلازمي الذي يعمل كحاجز بين البيئتين الداخلية والخارجية للخلية. البيئة الداخلية للخلية هي مادة شبه مائعة تُسمى **السيتوبلازم**. إن كل العمليات الكيميائية في خلية بدائية النواة، مثل تحليل السكر لتوليد الطاقة المُستخدمة للقيام بوظائف أخرى، كلها تحدث مباشرة في السيتوبلازم. في حين تؤدي الخلايا حقيقية النواة هذه العمليات داخل عضيات في السيتوبلازم. لقد اعتقد العلماء، في السابق، أن عضيات الخلية تسبح في بحر من السيتوبلازم. مؤخرًا، اكتشف المتخصصون في علم الأحياء الخلوي، أن العضيات لا تسبح بحرية في الخلية، بل يدعمها تركيب داخل السيتوبلازم مشابه للتركيب الهيكلي في الشكل 8. **الهيكل الخلوي** هو شبكة داعمة من الألياف البروتينية الطويلة والرفيعة التي تكوّن إطارًا للخلية وتثبت العضيات داخلها. كذلك، يقوم الهيكل الخلوي بوظيفة تتعلق بحركة الخلية وغيرها من الأنشطة الخلوية.

يتكوّن الهيكل الخلوي من تراكيب ثانوية تُسمى **الأنابيب الدقيقة والخيوط الدقيقة**. الأنابيب الدقيقة تراكيب بروتينية أسطوانية طويلة ومجوّفة تشكّل هيكلًا صلبًا للخلية وتساعد في نقل المواد داخلها. أما الخيوط الدقيقة، فهي خيوط بروتينية رفيعة تساهم في إعطاء الخلية شكلها، كما إنها تمنح الخلية كاملة، أو أجزاء منها، القدرة على الحركة. تتجمّع الأنابيب الدقيقة والخيوط الدقيقة وتتفرّق وتنزلق واحدة بمحاذاة الأخرى، مما يتيح للخلايا والعضيات بالحركة.

**الشكل 8** يتكوّن الهيكل الخلوي من أنابيب دقيقة وخيوط دقيقة.



الغشاء البلازمي

أنابيب دقيقة

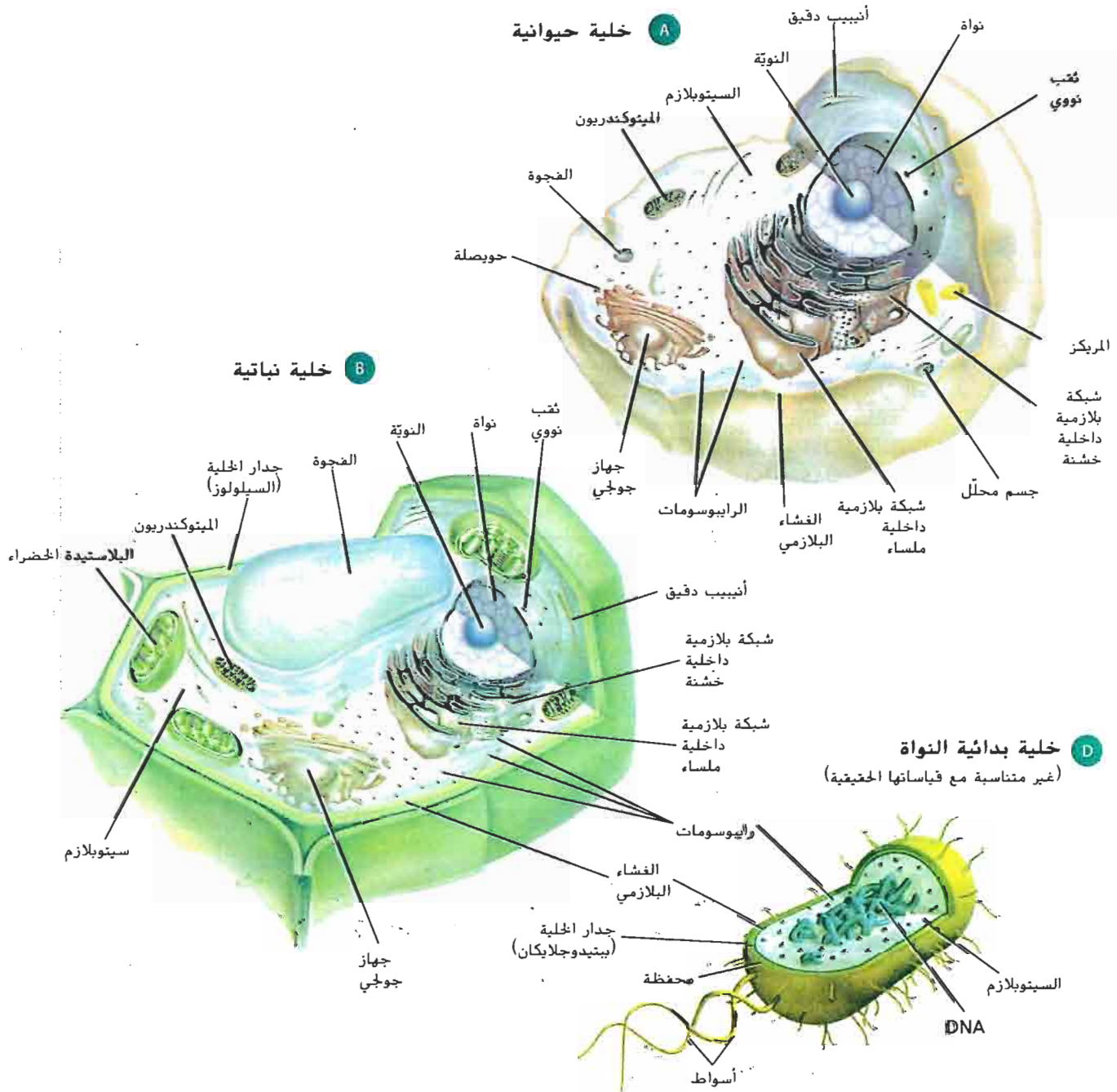
خيوط دقيقة

الهيكل الخلوي

# تصوّر الخلايا

## الشكل 9

قارن بين الرسوم التوضيحية لكل من خلية نباتية وخلية حيوانية وخلية بدائية النواة. بعض العضيات موجودة في الخلايا النباتية فقط، بينما توجد عضيات أخرى فقط في الخلايا الحيوانية. ليس للخلايا بدائية النواة عضيات محاطة بغشاء.



## تراكييب الخلايا

توجد في المصانع مناطق منفصلة مخصصة لأداء مهام مختلفة. على نحو مماثل، تضم الخلايا حقيقية النواة مناطق منفصلة لأداء المهام. إن كون العضيات محاطة بالغشاء يسمح بحدوث العمليات الكيميائية المختلفة في أجزاء مختلفة من السيتوبلازم وفي الوقت نفسه. تقوم العضيات بالعمليات الخلوية الضرورية مثل بناء البروتين وتحويل الطاقة وهضم الغذاء وإخراج الفضلات وانقسام الخلية. لكل نوع من أنواع هذه العضيات تركيب ووظيفة فريدان. يمكن مقارنة العضيات بمكاتب مصنع ما وخطوط التجميع فيه ومناطق أخرى مهمة تحافظ على استمرار العمل فيه. أثناء قراءة تلك عن العضيات المختلفة، راجع مخططات الخلايا النباتية والحيوانية في الشكل 9 للاطلاع على عضيات من كل نوع.

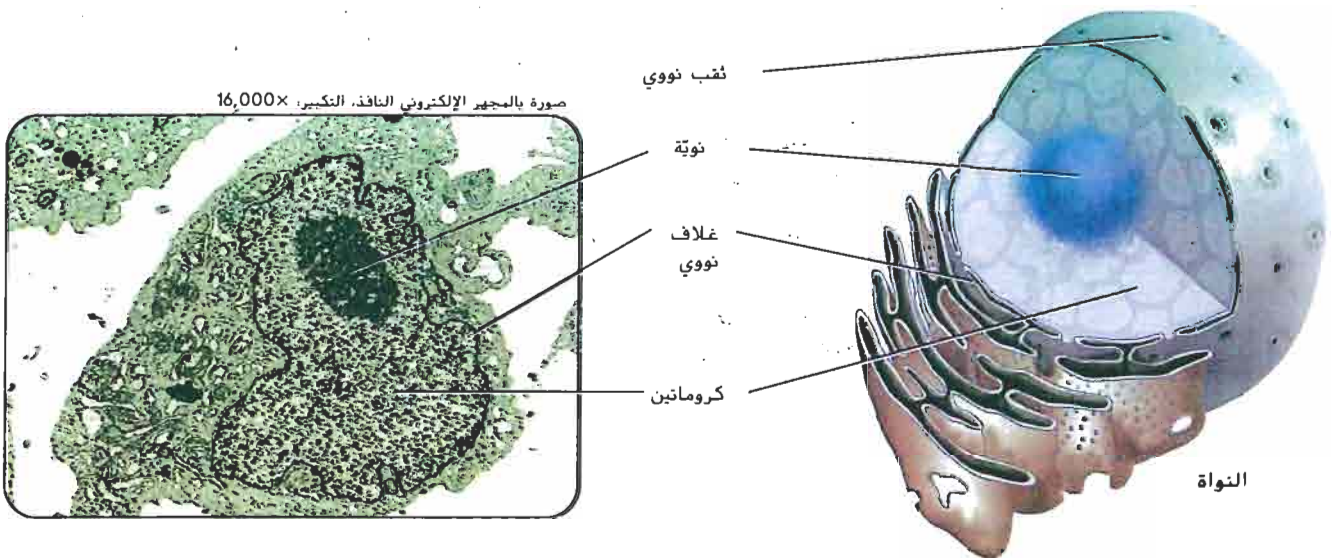
النواة تحتاج الخلية إلى عضية توجه عملياتها، مثلما يحتاج المصنع إلى مدير. فالنواة المبيتة في الشكل 10، هي التركيب الذي يدير عمليات الخلية. وتحتوي النواة على معظم DNA الخلية الذي يخزن المعلومات المستخدمة في بناء البروتينات اللازمة لنمو الخلية وقيامها بوظيفتها وتكاثرها.

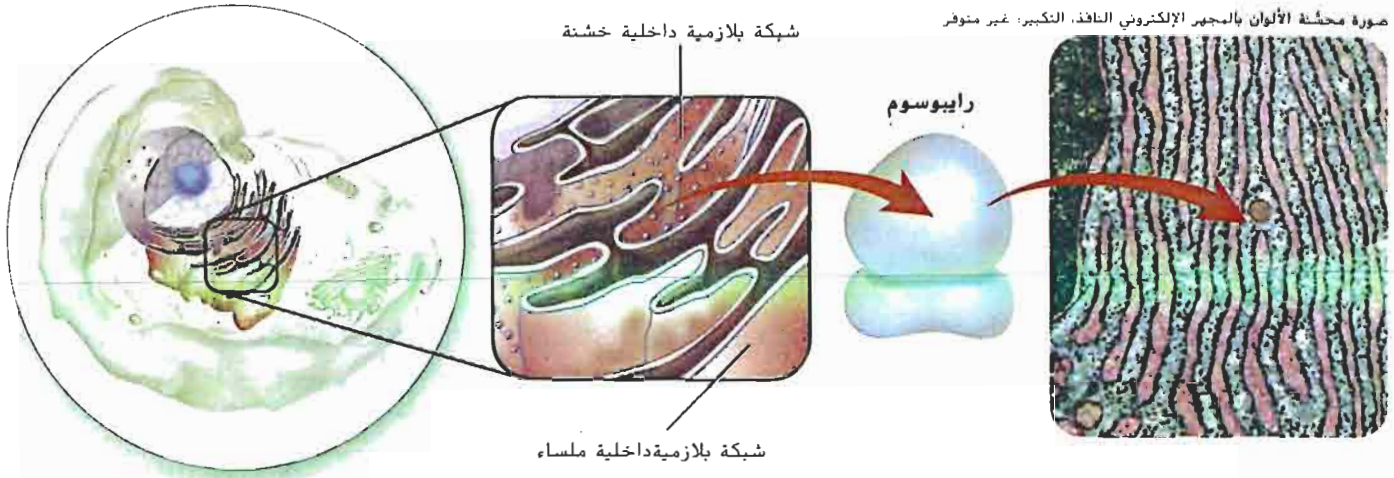
يحيط بالنواة غشاء مزدوج يسمى الغلاف النووي، مشابه للغشاء البلازمي مع فارق أن للغشاء النووي ثقباً نووياً تسمح للمواد الكبيرة الحجم بدخول النواة والخروج منها. أما الكروماتين، وهو DNA معقد مرتبط بالبروتين، فينتشر داخل النواة.

### التأكد من فهم النص صف دور النواة.

الرايبوسومات إن إنتاج البروتينات هو أحد وظائف الخلية. تُسمى العضيات التي تساعد في صنع البروتينات **رايبوسومات**. تتكوّن الرايبوسومات من ال RNA والبروتين. وخلافاً للعضيات الأخرى، فهي غير محاطة بغشاء. داخل النواة ثمة موقع لإنتاج الرايبوسومات يسمى **التوتية**. كما هو مبين في الشكل 10، تحتوي الخلية على عدد كبير من الرايبوسومات التي تنتج بروتينات متنوعة، تستخدمها الخلية أو تُنقل إلى خارجها فتستخدمها خلايا أخرى. إن بعض الرايبوسومات يُطفو بحرية في السيتوبلازم، في حين يرتبط بعضها الآخر مع عضية أخرى تسمى الشبكة البلازمية الداخلية. تُنتج الرايبوسومات الطاقة بحرية بروتينات تُستخدم داخل سيتوبلازم الخلية. أما الرايبوسومات المرتبطة، فتنتج بروتينات تُحاط بأغشية أو تستخدمها خلايا أخرى. لاحقاً.

**الشكل 10** نواة الخلية لها شكل ثلاثي الأبعاد. تُبين الصورة المجهرية قطاعاً عرضياً لنواة. استدل على سبب عدم التشابه بين كل المقاطع العرضية لنواة؟





الشكل 11 الرايوسومات هي تراكيب بسيطة تتكوّن من RNA وبروتين قابل للارتباط مع سطح الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة. تبدو الرايوسومات ككتّوات على الشبكة البلازمية الداخلية.

**الشبكة البلازمية الداخلية** إنّ الشبكة البلازمية الداخلية هي نظام غشائي مُكوّن من أكياس مطوية وقنوات متداخلة تعمل كمواقع لبناء البروتين والدهون. توفّر الطيّات والثنيات الموجودة فيها مساحة سطح كبيرة لإفساح المجال أمام الوظائف الخلوية كي تأخذ مجراها. والمنطقة حيث ترتبط الرايوسومات بالشبكة البلازمية الداخلية تسمّى بالشبكة البلازمية الداخلية الخشنة. لاحظ في الشكل 11 أنّ تنوّات تظهر في الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة. إنّها الرايوسومات المرتبطة التي تُنتج بروتينات تمهيداً لنقلها إلى خلايا أخرى.

يبين الشكل 11 أيضاً وجود مناطق على الشبكة البلازمية الداخلية لا ترتبط بها رايوسومات. تُسمّى منطقة الشبكة البلازمية الداخلية التي لا ترتبط بها رايوسومات، الشبكة البلازمية الداخلية الملساء. رغم خلوّها من الرايوسومات، تقوم الشبكة البلازمية الداخلية الملساء بوظائف مهمّة للخلية. على سبيل المثال، هي توفّر سطحاً غشائياً يتم فيه بناء مجموعة متنوعة من الكربوهيدرات والدهون المعقّدة، بما فيها الدهون الفوسفورية. كما تعمل الشبكة البلازمية الداخلية الملساء في الكبد على إزالة سموم المواد الضارة ولا توجد في الخلية النباتية.

## مساحة لتحليل البيانات 2

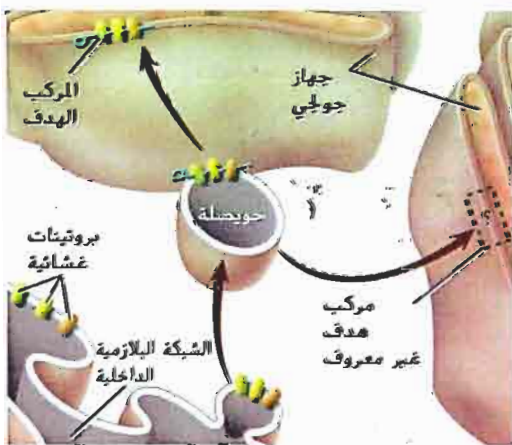
### استناداً إلى دراسات\* فَسِّر البيانات

كيف يتم تنظيم انتقال الحويصلات من الشبكة البلازمية الداخلية إلى جهاز جولجي؟ تبني الرايوسومات بعض البروتينات على سطح الشبكة البلازمية الداخلية. وتُعالج البروتينات في الشبكة البلازمية الداخلية وتنقل الحويصلات المتضمّنة هذه البروتينات وتنقل إلى جهاز جولجي. يدرس العلماء حالياً الجزيئات التي تدخل في عملية التحام هذه الحويصلات بجهاز جولجي.

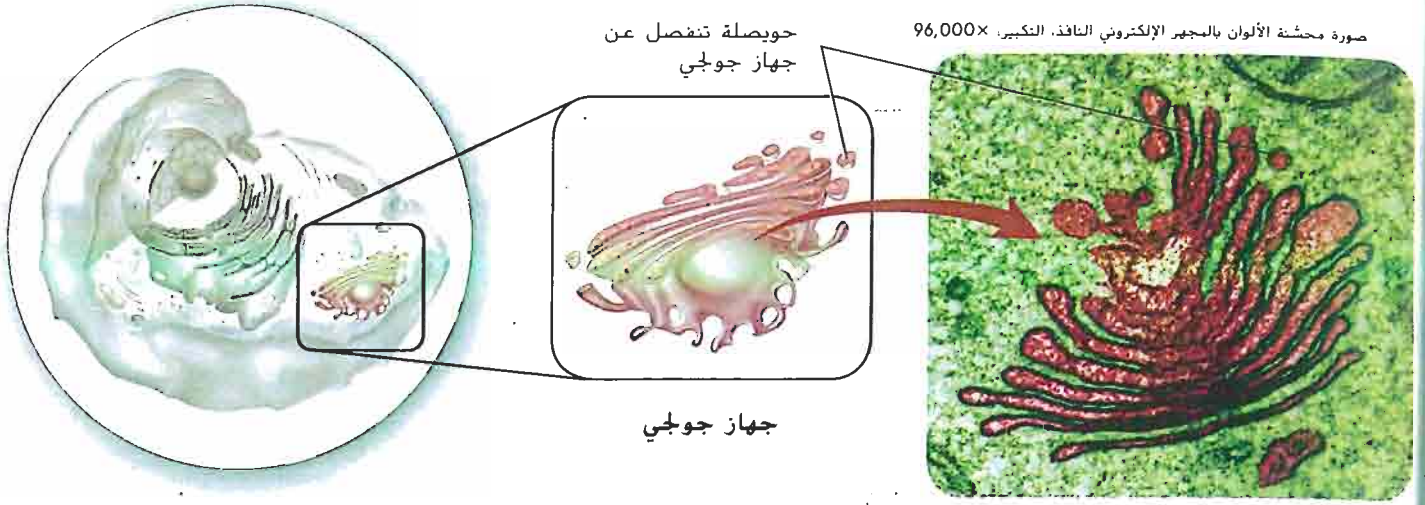
التفكير الناقد

1. فَسِّر الرسم التخطيطي بتسمية مركّبين موجودين على جهاز جولجي قد يكون لهما دور في عملية التحام الحويصلات.
2. ضع فرضيّة تفسّر عملية انتقال الحويصلات مستنداً إلى ما قرأته عن السيتوبلازم والهيكل الخلوي.

### البيانات والملاحظات



\*أُخذت البيانات من: Brittle, E. E., and Waters, M. G. 2000. ER-to-golgi traffic—this bud's for you. *Science* 289: 403-404

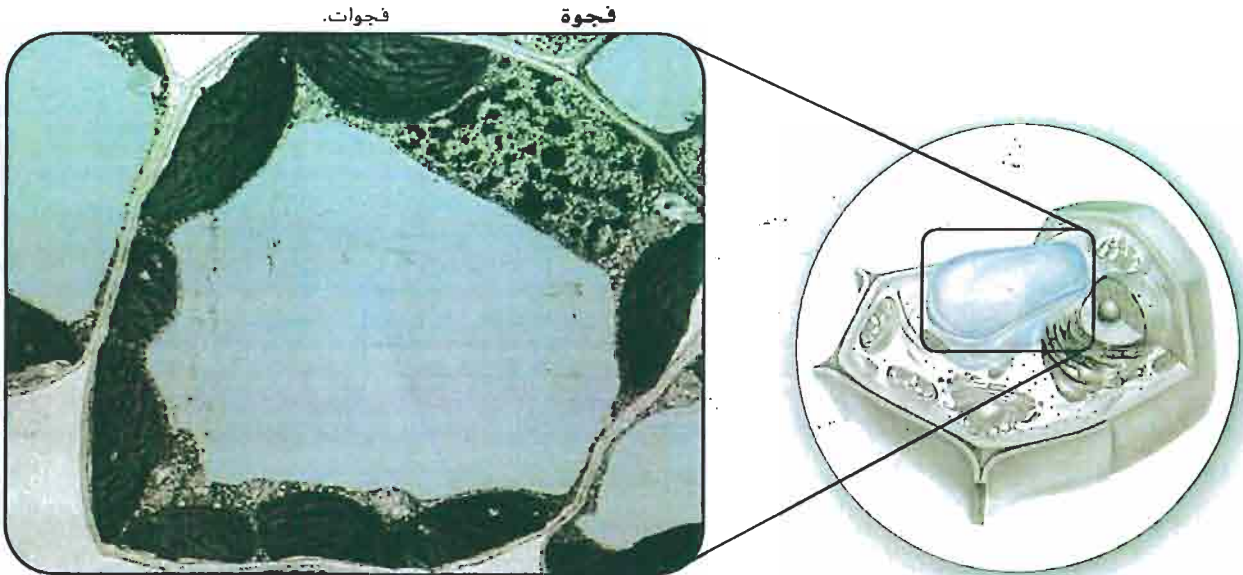


الشكل 12 أكوام مسطحة من الأغشية تكوّن جهاز جولجي.

**جهاز جولجي** بعد أن تتم صناعة أحذية المشي في المناطق الوعرة في المصنع، يتعين جمعها في أزواج ووضعها في غُلب تم شحنها. على نحو مماثل، بعد بناء البروتينات في الشبكة البلازمية الداخلية، ينتقل بعضها إلى جهاز جولجي، كما هو مبين في الشكل 12. إن **جهاز جولجي** هو عبارة عن كومة مسطحة من الأغشية التي تُعدّل البروتينات وتصنّفها وتُغلفها داخل أكياس تُسمّى الحويصلات. بعد ذلك، يصبح بمقدور هذه الحويصلات أن تلتحم بغشاء الخلية البلازمي لإطلاق البروتينات باتجاه البيئة الخارجية للخلية. لاحظ الحويصلات المبيّنة في الشكل 12.

**الفجوات** يحتاج المصنع إلى مكان لتخزين المواد والفضلات. كذلك الأمر بالنسبة للخلايا، إذ لديها حويصلات محاطة بغشاء تُسمّى فجوات، لتخزين المواد بصورة مؤقتة داخل السيتوبلازم. **الفجوة**، كالفجوة النباتية المبيّنة في الشكل 13، هي كيس يُستخدم في تخزين الغذاء والإنزيمات والمواد الأخرى التي تحتاج إليها الخلية. بعض الفجوات تقوم بتخزين الفضلات. من المثير للاهتمام أنّ الخلايا الحيوانية عادةً لا تحتوي على فجوات وإذا حدث ذلك، فإن الفجوات تكون أصغر بكثير من تلك الموجودة في الخلايا النباتية.

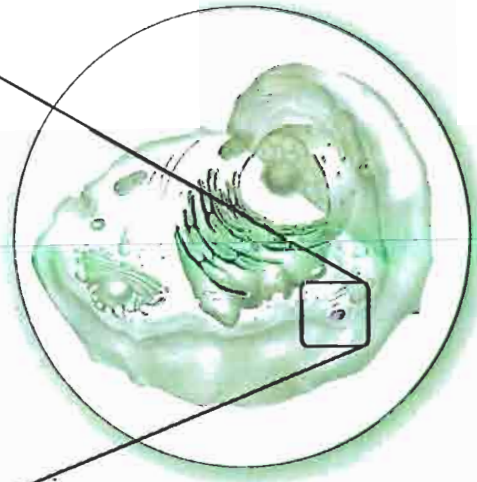
الشكل 13 تحتوي الخلايا النباتية على حجرات تخزين كبيرة محاطة بغشاء تُسمّى فجوات.



صورة محسنة الألوان بالمجهر الإلكتروني النافذ، التكبير، 11,000x



الأجسام المحللة



■ الشكل 14 تحتوي الأجسام المحللة على إنزيمات هاضمة تحلل الفضلات الموجودة في الفجوات.

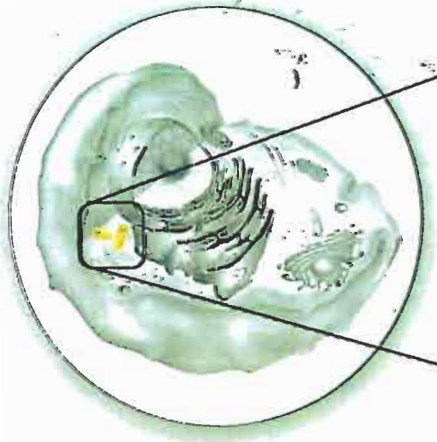
**الأجسام المحللة** تحتاج المصانع والخلايا إلى طواقم تنظيف. ثمة في الخلية **أجسام محللة**، مبيئة في الشكل 14، وهي حويصلات تحتوي على مواد تهضم العضيات الفائضة أو التالفة وجسيمات الغذاء. هذه الأجسام المحللة تهضم أيضًا البكتيريا والفيروسات التي تدخل الخلية، لكن الغشاء المحيط بالأجسام المحللة يمنع الإنزيمات الهاضمة داخلها من تدمير الخلية. قد تلتحم الأجسام المحللة مع الفجوات ثم تطرح إنزيماتها في هذه الفجوات لتهضم الفضلات داخلها.

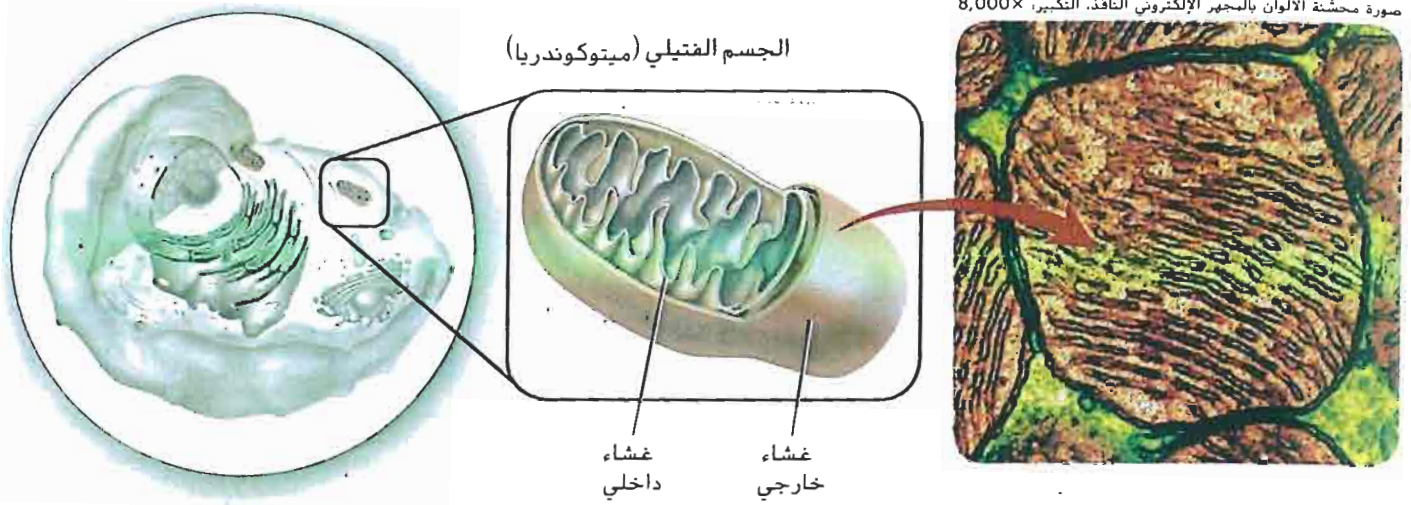
**المريكزات** سبق أن قرأت في هذا القسم عن الأنابيبات الدقيقة والهيكل الخلوي. إن مجموعات الأنابيبات الدقيقة تُكوّن تركيبًا آخر يسمى المريكز. **إن المريكزات**، المبيئة في الشكل 15، هي عضيات مكوّنة من أنابيبات دقيقة تعمل أثناء انقسام الخلية. تتواجد المريكزات في سيتوبلازم الخلايا الحيوانية ومعظم الطلائعيات وتكون عادةً مجاورة للنواة.

■ الشكل 15 تتكوّن المريكزات من الأنابيبات الدقيقة وتؤدي دورًا في انقسام الخلية.



المريكزات





الجسم الغشائي (ميتوكوندريا)

غشاء خارجي  
غشاء داخلي

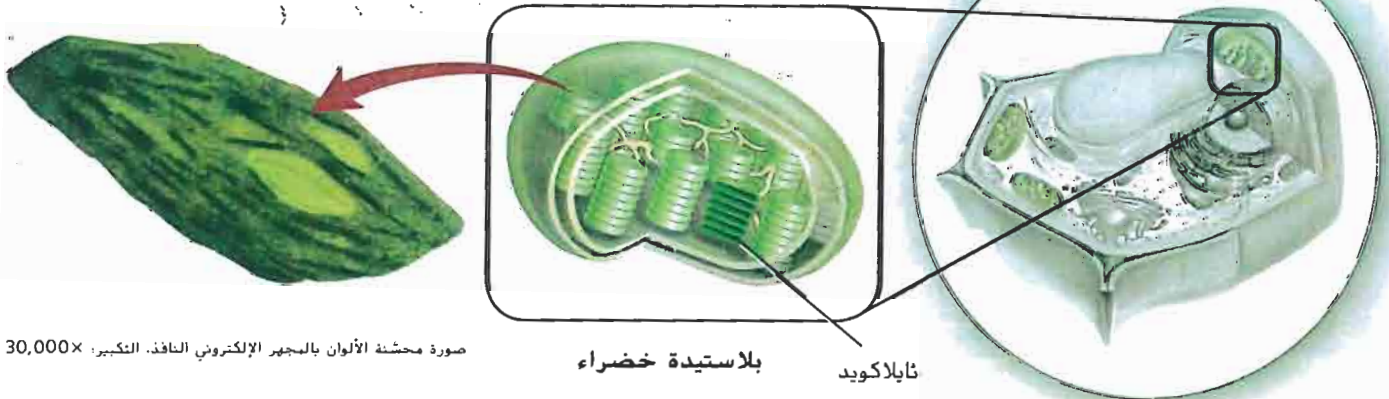
الشكل 16 يوفر الجسم الغشائي الطاقة للخلية.  
صفت تركيب الغشاء في الجسم الغشائي.

الأجسام الغشائية تخيل الآن أن لمصنع أحمية مولداً خاصاً ينتج له الطاقة الكهربائية التي يحتاج إليها. تتمتع الخلايا أيضاً بمولدات للطاقة تسمى **الأجسام الغشائية (الميتوكوندريا)**. التي تعمل على تحويل جزيئات المواد الغذائية (السكريات بشكل أساسي) إلى طاقة قابلة للاستخدام. يبين الشكل 16 أن للجسم الغشائي (الميتوكوندريا)، غشاء خارجي وآخر داخلياً كثير الثنيات، يوفران مساحة سطح كبيرة لتكسير الروابط في جزيئات السكر. وتُخزن الطاقة الناتجة عن هذا التكسير في روابط جزيئات أخرى لتستخدمها الخلية لاحقاً. لهذا السبب، تُسمى الأجسام الغشائية غالباً "محطات توليد الطاقة" في الخلايا.

البلاستيدات الخضراء تحتاج آلات المصنع إلى الكهرباء التي تتولد عن طريق حرق الوقود الأحفوري أو تجميع الطاقة من مصادر بديلة، كالشمس. إن للخلايا النباتية طريقتها الخاصة في استخدام الطاقة الشمسية. بالإضافة إلى الأجسام الغشائية، تحتوي خلايا النباتات وبعض الخلايا حقيقية النواة الأخرى على **بلاستيدات خضراء**، وهي عضيات تمتص الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية من خلال عملية تسمى البناء الضوئي. ادرس الشكل 17 ولاحظ وجود الكثير من الحجرات الصغيرة على شكل أقراص داخل الغشاء الداخلي تسمى ثايلاكويدات. وداخل الثايلاكويدات، يتم حبس الطاقة الشمسية من قبل صبغ يسمى كلوروفيل. يمنح الكلوروفيل الأوراق والسيقان اللون الأخضر.

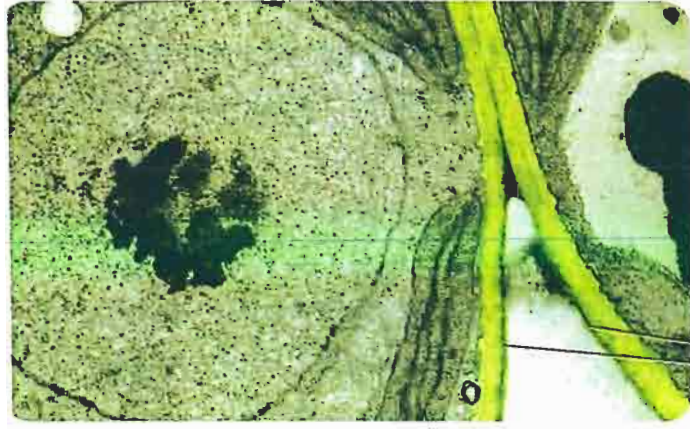
تنتمي البلاستيدات الخضراء إلى مجموعة من عضيات النبات تسمى بلاستيدات، يستخدم بعضها للتخزين. بعض البلاستيدات تُخزن النشويات أو الدهون، بينما يحتوي بعضها الآخر، مثل البلاستيدات الملونة، على صبغات إما حمراء أو برتقالية أو صفراء تحبس الطاقة الضوئية وتمنح تراكيب النبات مثل الأزهار والأوراق ألوانها.

الشكل 17 تحبس البلاستيدات الخضراء في النباتات الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية.

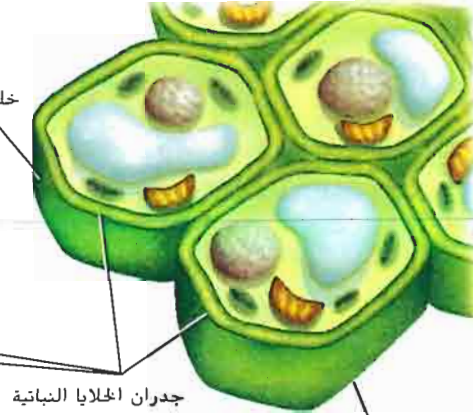


صورة محشنة الألوان بالمجهر الإلكتروني النافذ. التكبير: 30,000×

بلاستيدة خضراء  
ثايلاكويد



خلية نباتية 2



خلية نباتية 1

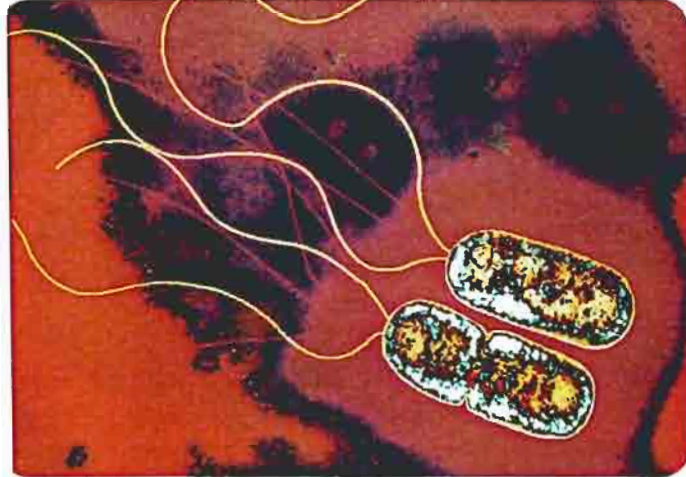
**جدار الخلية** جدار الخلية هو تركيب آخر مرتبط بالخلايا النباتية، كما هو مبين في الشكل 18. **جدار الخلية** هو شبكة من ألياف، سمكة وصلبة، تحيط بالغشاء البلازمي من الخارج، وتحمي الخلية وتوفر لها الدعم. تسمح جدران الخلايا الصلبة في النبات سواء أنصال الحشائش أو أشجار الخشب الأحمر - بالانتصاب مستقيمة مهما بلغ ارتفاعها. تتكون جدران خلايا النباتات من كربوهيدرات تسمى السليلوز وتتمتع جدران الخلية خاصية عدم المرونة. يلخص الجدول 1 معلومات عن الجدران وغيرها من التراكيب.

**الأهداب والأسواط** بعض سطوح الخلايا حقيقية النواة لها تراكيب تسمى الأهداب والأسواط تمتد إلى خارج الغشاء البلازمي. كما هو مبين في الشكل 19، فإن **الأهداب** (مفردها هذب) هي زوائد قصيرة كثيرة العدد تشبه الشعر، وحركتها شبيهة بحركة مجاذيف القارب. أما **الأسواط** (مفردها سوط)، فهي أطول من الأهداب لكنها أقل عددًا منها. تتحرك هذه الزوائد بطريقة تشبه حركة السوط. تتكون الأهداب والأسواط من أنابيب دقيقة مرتبة في نمط  $2 + 9$ ، حيث تحيط تسعة أزواج من الأنابيب الدقيقة بأنابيبين منفردين. عادة، يكون للخلية سوط واحد أو سوطان.

تحتوي الأهداب والأسواط في الخلايا بدائية النواة على السيتوبلازم، ويحيط به الغشاء البلازمي. يتكون هذان النوعان من التركيبات من بروتينات معقدة. رغم أنهما يُستخدمان في حركة الخلية، إلا أن الأهداب موجودة أيضًا في الخلايا الثابتة.

■ **الشكل 18** يبين الرسم التوضيحي خلايا نباتية وجدرانها الخلوية. قارن هذا بصورة المجهر الإلكتروني النافذ، التي تبين جدران الخلايا النباتية المتجاورة.

■ **الشكل 19** التراكيب التي تشبه الشعر في الصورة المجهرية هي الأهداب والتراكيب التي تشبه الذيل هي الأسواط. يؤدي كلا التركيبين دورًا في حركة الخلية. استدل في أي مكان من جسم الحيوان تتوقع أن تكون الأهداب موجودة؟



بكتيريا لها أسواط



الأهداب على سطح براميسيوم

## ملخص تراكيب الخلايا

### الجدول 1

| تركيب خلوي                    | مثال | الوظيفة                                                                                   | نوع الخلية                                                                                            |
|-------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| جدار الخلية                   |      | حاجز غير مرن يوفر الدعم للخلية النباتية ويحميها.                                          | الخلايا النباتية و خلايا الفطريات وبعض الخلايا بدائية النواة                                          |
| المريكزات                     |      | عضيات تظهر على شكل أزواج تؤدي دوراً مهماً في انقسام الخلية                                | الخلايا الحيوانية ومعظم خلايا الطلائعيات                                                              |
| البلاستيدة الخضراء            |      | عضية لها غشاء مزدوج وثايلاكويدات، وتحتوي على الكلوروفيل. وتتم فيها عملية البناء الضوئي    | الخلايا النباتية وبعض خلايا الطلائعيات                                                                |
| الأهداب                       |      | زوائد من سطوح الخلايا تساعد في التحرك والتغذي، وتستخدم أيضاً في سحب المواد على طول السطوح | بعض الخلايا الحيوانية و خلايا الطلائعيات و الخلايا بدائية النواة                                      |
| الهيكل الخلوي                 |      | إطار للخلية داخل السيتوبلازم                                                              | جميع الخلايا حقيقية النواة                                                                            |
| الشبكة البلازمية الداخلية     |      | غشاء كثير الثنيات، وهو موقع تصنيع البروتينات                                              | جميع الخلايا حقيقية النواة                                                                            |
| الأسواط                       |      | زوائد تساعد في التحرك والتغذي                                                             | بعض الخلايا الحيوانية و الخلايا بدائية النواة و بعض الخلايا النباتية                                  |
| جهاز جولجي                    |      | كومة مسطحة من الأغشية الأنبوبية تُعدّل البروتينات وتُفلقها لتوزيعها خارج الخلية           | جميع الخلايا حقيقية النواة                                                                            |
| الجسم المحلّل                 |      | حويصلة تحتوي على إنزيمات هاضمة تحلل المواد الخلوية الزائدة أو التالفة                     | الخلايا الحيوانية ونادراً الخلايا النباتية                                                            |
| الجسم الفتيلي (الميتوكوندريا) |      | عضية محاطة بغشاء توفر الطاقة لباقي الخلية                                                 | جميع الخلايا حقيقية النواة                                                                            |
| النواة                        |      | مركز التحكم في الخلية الذي يحتوي على تعليمات مشفرة لإنتاج البروتينات وانقسام الخلية       | جميع الخلايا حقيقية النواة                                                                            |
| الغشاء البلازمي               |      | حاجز مرّن ينظم حركة المواد من الخلية وإليها                                               | جميع الخلايا                                                                                          |
| الرايبوسوم                    |      | عضية تُعد موقعاً لتصنيع البروتينات                                                        | جميع الخلايا                                                                                          |
| الفجوة                        |      | حويصلة محاطة بغشاء لتخزين المواد المؤقتة                                                  | الخلايا النباتية تحوي فجوة كبيرة؛ أما الخلايا الحيوانية فتتألف من فجوات، وإن حصل ذلك، فقد تحوي القليل |

## مقارنة الخلايا

يلخص الجدول 1 تراكيب الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية حقيقية النواة. لاحظ أن الخلايا النباتية تحتوي على الكلوروفيل؛ ويمكنها حبس الطاقة الشمسية وتحويلها إلى شكل من أشكال الطاقة الكيميائية القابلة للاستخدام. هذه إحدى الخصائص الأساسية التي تُميّز النباتات عن الحيوانات. بالإضافة إلى ذلك، تذكر أن الخلايا الحيوانية لا تحتوي عادةً على فجوات. وإذا ما احتوت عليها، فستكون الفجوات فيها أصغر بكثير مما هي عليه في الخلايا النباتية. كذلك، ليس للخلايا الحيوانية جدران. توفر الجدران الحماية والدعم للخلايا النباتية.

## العضيات أثناء عملها

في ضوء الفهم الأساسي لتراكيب الخلية، فإنّ تصوّر آلية عمل هذه التراكيب مفًا لتأدية وظائف الخلية يصبح أسهل. فلنأخذ مثالًا بناء البروتينات. يبدأ بناء البروتينات في النواة وفقًا للمعلومات التي يحويها DNA. تُنسخ المعلومات الوراثية وتُنقل إلى الجزيء الوراثي الذي يسمى الـ RNA. بعد ذلك، يقوم الـ RNA والريبوسومات التي تمّ تصنيعها في النواة، بمغادرة النواة من خلال ثغوب في الغشاء النووي. يسهم الـ RNA والريبوسومات في إنتاج البروتينات. كل بروتين يتكوّن على سطح الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة له وظيفة محددة؛ فقد يصبح بروتينًا مكونًا لجزء من الغشاء البلازمي، أو بروتينًا يُطلق من الخلية، أو بروتينًا يُنقل إلى عضيات أخرى. إن رايبوسومات أخرى ستطفو بحرية في السيتوبلازم وتصنع بروتينات أيضًا. إن معظم البروتينات التي تُصنع على سطح الشبكة البلازمية الداخلية يُرسل إلى جهاز جولجي. يعمل جهاز جولجي على تغليف البروتينات في حويصلات ونقلها إلى عضيات أخرى أو إلى خارج الخلية. تستخدم عضيات أخرى البروتينات للقيام بعمليات الخلية. فمثلًا، تستخدم الأجسام المحللة البروتينات، وبخاصة الإنزيمات، لهضم الغذاء والفضلات. كذلك تستخدم الأجسام الفتليّة الإنزيمات لإنتاج شكل م أشكال الطاقة قابل لأن تستخدمه الخلية. بعد القراءة عن العضيات في الخلية، يصبح سبب التشبيه الذي يعقده الناس بين الخليّة والمصنع واضحًا. فلكلّ عضية وظيفة يتعيّن عليها القيام بها. كما تعتمد صحة الخلية على عمل كل المكونات معًا.

### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

#### اختصاصي التواصل العلمي يُوظّف

عدد كبير من الناشئين في مجال العلوم اختصاصيين في التواصل للكتابة عن البحوث وأهميتها للرأي العام. ويتحقق ذلك غالبًا من خلال النشرات الصحفية والإعلانات والكتيّبات والرسائل البريدية الموجهة.

## القسم 3 مراجعة

### ملخص القسم

- تحتوي الخلايا حقيقية النواة على عضيات محاطة بغشاء في السيتوبلازم تؤدي وظائف خلوية.
- إن الريبوسومات هي مواقع بناء البروتينات.
- إن الأجسام الفتليّة هي محطات توليد الطاقة للخلية.
- إن للخلايا النباتية والحيوانية العديد من العضيات في حين يتفرد كل من تلك الخلايا، سواء النباتية أم الحيوانية، بعضيات خاصة به وحده.

### فهم الأفكار الرئيسة

1. حدد دور النواة في خلية حقيقية النواة.
  2. لخص دور الشبكة البلازمية الداخلية.
  3. أنشئ مخططًا اتصاليًا لمقارنة أجزاء الخلية بخط إنتاج سيارات.
  4. قارن وقابل بين تراكيب كل من الخلايا النباتية والحيوانية.
- التفكير الناقد**
5. ضع فرضية توضح دور الأجسام المحللة في تحوّل بقرة اليسروع إلى فراشة.
- الكتابة في علم الأحياء**
6. صنّف التراكيب والعضيات الموجودة في الجدول 1 ضمن قوائم وفقًا لنوع الخلية، ثم ارمم خريطة مفاهيم توضح تنظيمك لها.

## النقل الخلوي

### الأسئلة الرئيسية

- ما المقصود بعمليات الانتشار والانتشار المبشر والنقل النشط؟
- ما تأثير مجلول منخفض التركيز أو عالي التركيز أو متساوي التركيز في الخلية؟
- كيف يدخل الجسيمات الكبيرة إلى الخلايا وتخرج منها؟

### مفردات للمراجعة

الاتزان الداخلي homeostasis: تنظيم البيئة الداخلية للخلية أو الكائن الحي للحفاظ على الظروف الملائمة للحياة

### مفردات جديدة

diffusion الانتشار  
الاتزان الديناميكي dynamic equilibrium  
facilitated diffusion الانتشار المبشر  
osmosis الأسموزية  
المجلول متساوي التركيز isotonic solution  
المجلول منخفض التركيز hypotonic solution  
المجلول عالي التركيز hypertonic solution  
النقل النشط active transport  
البلمعة endocytosis  
الإخراج الخلوي exocytosis

**الربط** يعمل النقل الخلوي على تحريك المواد ضمن الخلية ونقلها من داخل الخلية إلى خارجها أو العكس.

**الربط مع الحياة اليومية** تخيل أنك تدرس في غرفتك بينما يُخبز قالب من الكعك في المطبخ. الأرجح أنك لم تنتبه إلى الكعك عند وضعه في الفرن لأنك لم تتمكن من شم رائحته. ولكن بمجرد أن يُخبز الكعك، تنتقل رائحته من المطبخ إلى غرفتك من خلال عملية تُسمى الانتشار.

## الانتشار

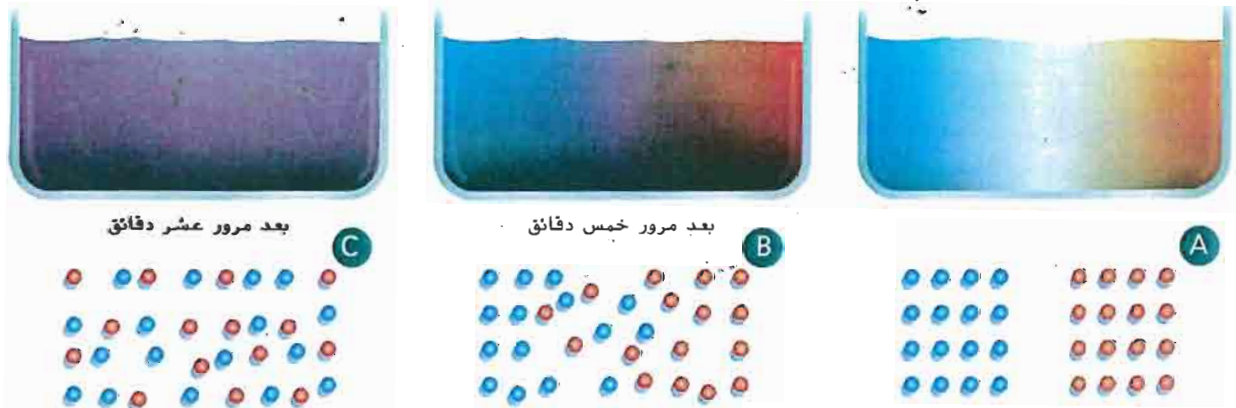
### الربط بالكيمياء

أثناء انتقال رائحة الكعك المخبوز في الجو، تتحرك الجسيمات ويصطدم بعضها ببعض في الهواء. يحدث ذلك لأن جسيمات كل من الغازات والسوائل والمواد الصلبة تتحرك عشوائيًا. وبالطريقة نفسها تتحرك المواد المذابة في الماء باستمرار وبحركة عشوائية تُسمى بالحركة البراونية نسبة إلى العالم براون. هذه الحركة تؤدي إلى **الانتشار**، وهو محصلة حركة الجسيمات من منطقة تحتوي على الكثير من جسيمات مادة ما إلى منطقة فيها عدد أقل منها. إن كمية المادة المتواجدة في منطقة معينة تُسمى التركيز، لذلك، فإن المواد تنتشر من المناطق الأعلى تركيزًا إلى المناطق الأقل تركيزًا. ويبين الشكل 20 عملية الانتشار. والجدير بالذكر، أن الانتشار لا يتطلب إضافة أي طاقة فالجسيمات هي بالأصل في حالة حركة.

على سبيل المثال، إذا وضعت قطرات من الحبر الأحمر والأزرق على الجانبين المتقابلين من إناء مليء بالماء، تكون البيئة فيه شبيهة بالبيئة المائية للخلية، تبدأ عملية الانتشار، كما يظهر في الشكل 20(A). وفي فترة زمنية قصيرة، تختلط جسيمات الحبر نتيجة لخاصية الانتشار إلى أن تظهر منطقة أرجوانية اللون ناتجة عن اختلاط اللونين. يعرض الشكل 20(B). النتيجة الابتدائية لهذا الانتشار.

### الشكل 20 نتيجة لخاصية الانتشار.

يحتوي الحبر من المنطقة ذات التركيز الأعلى للمذاب إلى المنطقة ذات التركيز الأقل للمذاب، إلى أن يختلط اللونان في الماء على نحو متساوٍ.



بمرور المزيد من الوقت، تستمر جسيمات الحبر في الاختلاط، وفي هذا المثال، تستمر في تكوين الخليط الأرجواني الموحد الذي يظهر في الشكل (C) 20. وتجدر الإشارة إلى أن عملية الاختلاط تبقى مستمرة إلى أن يتساوى معدل تركيز كل من الحبرين الأحمر والأزرق في كل المناطق، ونحصل على المحلول الأرجواني كنتيجة نهائية. بعد هذه المرحلة، تستمر الجسيمات في التحرك بشكل عشوائي، ولكن من دون أن يحدث أي تغيير في التركيز. وتُعرف هذه الحالة التي تستمر فيها حركة الجزيئات ويبقى التركيز ثابتاً بـ **الاتزان الديناميكي**.

تتمثل إحدى الخصائص الأساسية للانتشار في سرعة حدوثه. تتأثر سرعة الانتشار بثلاث عوامل رئيسية وهي: التركيز ودرجة الحرارة والضغط. فعند ارتفاع التركيز، يحدث الانتشار بسرعة أكبر بسبب تصادم عدد أكبر من الجسيمات بعضها ببعض. وبالمثل، عند ارتفاع درجة الحرارة أو الضغط، يزداد عدد تصادم الجسيمات، وبالتالي تزداد سرعة الانتشار. تذكر أن الجسيمات تتحرك بسرعة أكبر مع ارتفاع درجة الحرارة، ويقترب بعضها من بعض بدرجة أكبر عند ارتفاع الضغط وفي كلتا الحالتين، يحدث المزيد من التصادم وتزداد سرعة الانتشار. وتتأثر سرعة الانتشار أيضاً بحجم المادة وبشحنتها.

**الانتشار عبر الغشاء البلازمي** تحتاج الخلايا، إضافة إلى الماء، إلى بعض الأيونات والجزيئات الصغيرة، مثل أيونات الكلوريد والسكريات، لأداء الوظائف الخلوية. فيمكن للماء أن ينتشر عبر الغشاء البلازمي كما يبين الشكل (A) 21. غير أن معظم المواد الأخرى لا يمكنها ذلك. ويعتمد نوع آخر من النقل الخلوي يُسمى **بالانتشار الميسر**، على البروتينات الناقلة لنقل الأيونات والجزيئات الصغيرة الأخرى عبر الغشاء البلازمي. بهذه الطريقة، تنتقل المواد إلى داخل الخلية عبر بروتين ناقل مشبّع بالماء معروف باسم البروتين القنوي، إذ يفتح هذا الأخير وينقل ليسمح للمواد بالانتشار عبر الغشاء البلازمي، كما يظهر الشكل (B) 21. ويمكن لنوع آخر من البروتينات الناقلة يُسمى بالبروتين الحامل أن يساعد في انتشار المواد عبر الغشاء البلازمي. والجدير بالذكر أن شكل البروتينات الحاملة يتغير أثناء استمرار عملية الانتشار للمساعدة في نقل الجسيم عبر الغشاء، كما يظهر في الشكل (C) 21.

لا يتطلب انتشار الماء ولا الانتشار الميسر لمواد أخرى إدخالاً إضافياً للطاقة، وذلك لأن الجسيمات تنتقل من منطقة عالية التركيز إلى منطقة منخفضة التركيز ويُعرف ذلك بالنقل غير النشط. سنتعرف لاحقاً خلال هذا القسم على نوع النقل الخلوي الذي يتطلب حدوثه إضافة طاقة خارجية.

✓ **التأكد من فهم النص** صف طريقة دخول أيونات الصوديوم (Na) إلى الخلايا.

## المفردات

### مفردات أكاديمية

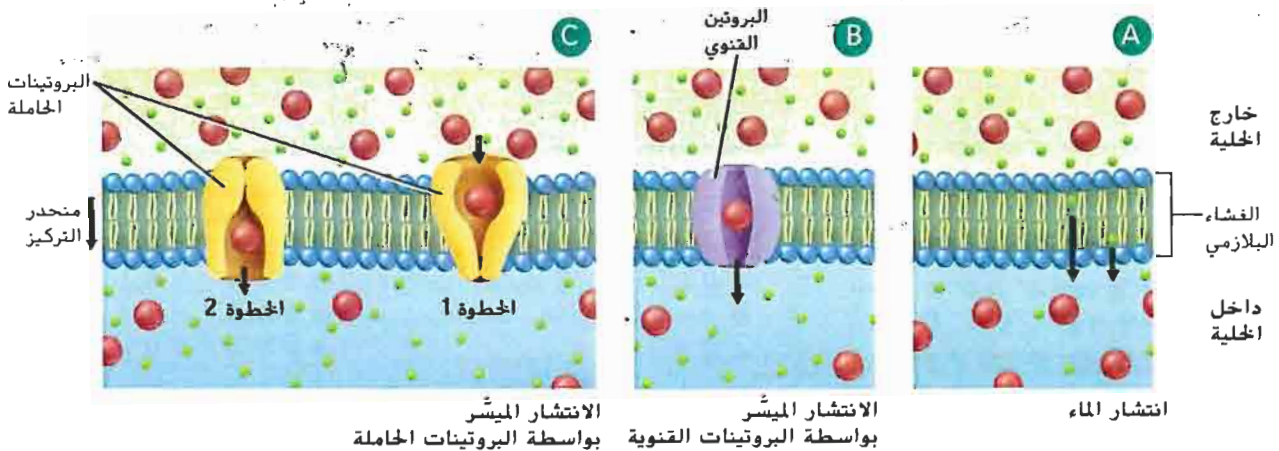
#### التركيز concentration

كمية المكوّن الموجودة في منطقة معينة أو في حجم معين  
كان تركيز الملح في الحوض المائي مرتفعاً جداً، مما أدى إلى نفوق الأسماك.

#### المطويات

ضع مطوبتك معلومات من هذا القسم.

■ **الشكل 21** ينتقل الماء بحرية عبر الغشاء البلازمي، إلا أن المواد الأخرى لا يمكنها المرور عبر طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة بمفردها بل تنتقل إلى داخل الخلية عن طريق النقل الميسر.



## تجربة مصفرة 2

### التحقيق في عملية الأسموزية

ما الذي يحدث لخلايا موضوعة في محلول شديد الملوحة؟ إن تنظيم تدفق الماء إلى داخل الخلية وخارجها وكميته هو أمر مهم لبقاء تلك الخلية، والأسموزية هو أحد الطرق المستخدمة لتنظيم محتوى الماء في الخلية.

#### الإجراءات

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. حضّر شريحة ضابطة باستخدام الأدمة الخارجية للبصل والماء وصيغة اليود وذلك تبعاً لإرشادات معلمك.
3. حضّر شريحة اختبار باستخدام الأدمة الخارجية للبصل والماء المالح وصيغة اليود وذلك تبعاً لإرشادات معلمك.
4. توقع تأثير محلول الملح في خلايا البصل الموجودة في شريحة الاختبار. إن وُجد.
5. افحص الشريحة الضابطة باستخدام مجهر مركّب معتمداً قوة التكبير الصغرى وارسم العديد من خلايا البصل.
6. افحص شريحة الاختبار معتمداً قوة التكبير نفسها وارسم ملاحظتك.

#### التحليل

1. حلّل واستنتج ما إذا كان توقعك صحيحاً أم غير صحيح. اشرح إجابتك.
2. اشرح استخدام عملية الأسموزية في شرح ما تلاحظه.

## الأسموزية: انتشار الماء

الماء هو مادة تنتقل بحرية إلى داخل الخلية وخارجها عبر الغشاء البلازمي. ويُطلق على انتشار الماء عبر غشاء ذي نفاذية اختيارية اسم **الأسموزية**. كذلك، فإن تنظيم حركة الماء عبر الغشاء البلازمي هو عامل مهم للحفاظ على الاتزان الداخلي للخلية.

آلية عمل الأسموزية تذكر أنه، في محلول ما، المادة المسماة مذاباً تذوب في المادة المسماة مذيباً. يلعب الماء دور المذيب في الخلية وبيئتها. وبما أن التركيز هو قياس لكمية مادة المذاب المذابة في المذيب، فإن تركيز المحلول يقل بازدياد كمية المذيب.

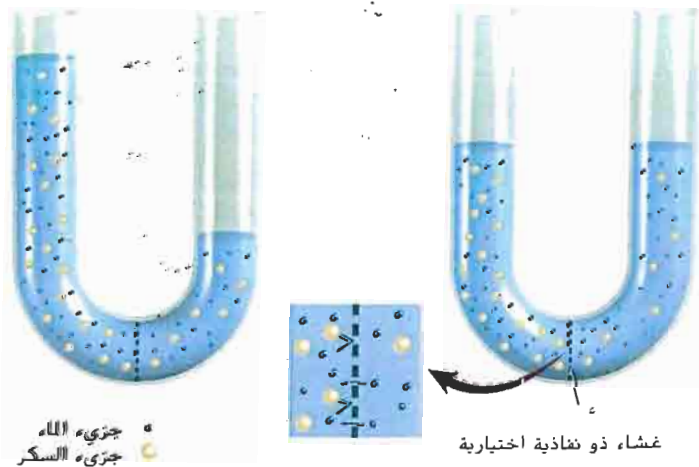
ادرّس الشكل 22، الذي يُظهر أنبوباً على شكل حرف U يحتوي على محاليل ذات تركيزات سكر مختلفة ويفصل بينها غشاء ذو نفاذية اختيارية. ما الذي يحدث في حال تمكن المذيب (الماء) من المرور عبر الغشاء في حين لم يتمكن المذاب (السكر) من ذلك؟

تنتشر جزيئات الماء باتجاه الجانب الذي يكون فيه تركيز السكر أعلى، أي الجانب الأيسر. وعندما يتحرك الماء باتجاه الجانب الأيسر، ينخفض تركيز محلول السكر. يستمر الماء في الانتشار إلى أن يحدث الاتزان الديناميكي أي أن يصبح تركيز المحلول متساوياً في كلا الجانبين. لاحظ في الشكل 22 أن النتيجة تتمثل في ارتفاع مستوى المحلول في الجانب الأيسر. وأثناء عملية الاتزان الديناميكي، تستمر جزيئات الماء في الانتشار ذهاباً وإياباً عبر الغشاء، غير أن التركيز عند كلا الجانبين يبقى ثابتاً.

التأكد من فهم النص قارن وقابل بين خاصيتي الانتشار والأسموزية.

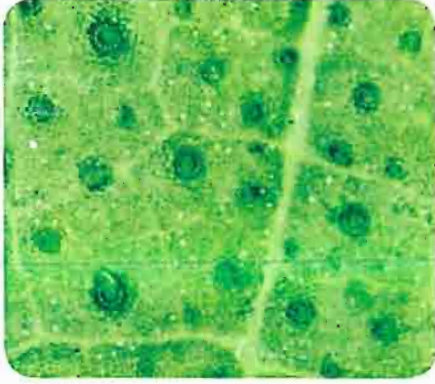
بعد الأسموزية

قبل الأسموزية



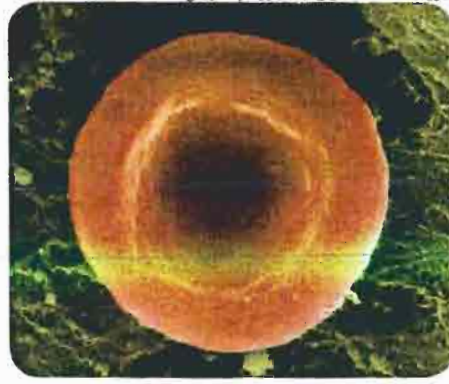
الشكل 22 قبل الأسموزية. كان تركيز السكر أعلى في الجانب الأيسر. وبعد الأسموزية، أصبح التركيز متساوياً في كلا الجانبين. افكر المصطلح العلمي لهذه الظاهرة.

صورة بالمجهر الضوئي، التكبير: 250x

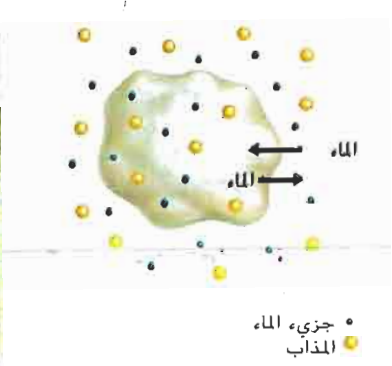


خلايا نباتية

صورة مجسنة الألوان بالمجهر الإلكتروني النافذ، التكبير: 15000x



خلية حيوانية

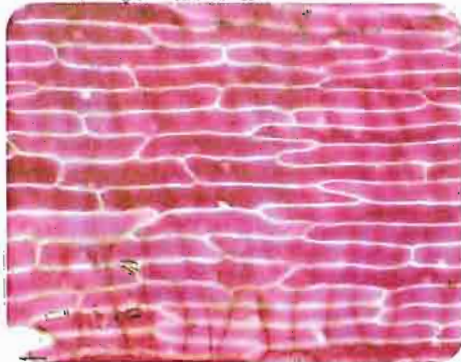


**الشكل 23** في المحلول متساوي التركيز. تنتقل جزيئات الماء باتجاه داخل الخلية وخارجها بالمعدل نفسه، وتحتفظ الخلية بشكلها الطبيعي. يحافظ كل من الخلايا الحيوانية والخلايا النباتية على شكله الطبيعي في المحلول متساوي التركيز.

**الخلايا في محلول متساوي التركيز** عند تواجد الخلية في محلول يتساوى فيه تركيز كل من الماء والمواد المذابة، أي الأيونات والسكريات والبروتينات وغيرها من المواد، مع تركيزها في السيتوبلازم، فحينئذ تكون الخلية في **محلول متساوي التركيز (isotonic solution)**. يستمر الماء في التحرك عبر الغشاء البلازمي، لكنه يدخل إلى الخلية ويخرج منها بالمعدل نفسه. وتبقى الخلية في حالة اتزان مع المحلول من دون وجود محصلة في حركة الماء. كما إنها تحتفظ بشكلها الطبيعي، كما يظهر في **الشكل 23**. تجدر الإشارة إلى أن معظم خلايا الكائنات الحية تتواجد في محلول متساوي التركيز، مثال الدم.

**الخلايا في محلول منخفض التركيز** عند تواجد الخلية في محلول ينخفض فيه تركيز المذاب، فحينئذ تكون الخلية في **محلول منخفض التركيز (hypo- tonic solution)**. مع العلم أن ثمة ماء خارج الخلية أكثر مما يوجد في داخلها، ونتيجة للأسموزية، تتجه محصلة حركة الماء عبر الغشاء البلازمي إلى داخل الخلية، كما يُظهر **الشكل 24**. ويُطلق على الضغط المتولد أثناء تدفق الماء عبر الغشاء البلازمي اسم **الضغط الأسموزي**. في الخلية الحيوانية، يزداد الضغط وينتفخ الغشاء البلازمي مع تحرك الماء باتجاه داخل الخلية. وإذا انخفض تركيز المحلول بشدة، قد لا يتحمل الغشاء البلازمي هذا الضغط فتتفجر الخلية. من ناحية أخرى، تتميز الخلايا النباتية بجدار خلوي صلب يدعمها. بالتالي، فهي لا تتفجر عند تواجدها في محلول منخفض التركيز. بل كلما ازداد الضغط داخل الخلية، امتلأت الفجوة المركزية بالماء دافعةً بذلك الغشاء البلازمي نحو جدار الخلية. كما يظهر في الخلايا النباتية في **الشكل 24**. وبدلاً من أن تتفجر الخلية النباتية، تصبح أكثر صلابة. تجدر الإشارة إلى أن بائعي الخضروات يستخدمون هذه العملية للحفاظ على نضارة الفواكه والخضروات من خلال رشها بالماء.

صورة بالمجهر الضوئي، التكبير: 250x



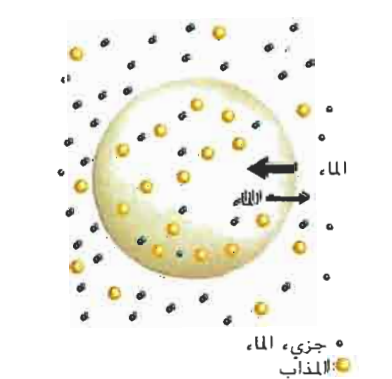
خلايا نباتية

صورة مجسنة الألوان بالمجهر الإلكتروني النافذ، التكبير: 15000x



خلية حيوانية

**الشكل 24** في المحلول منخفض التركيز. يدخل الماء إلى الخلية بفعل الأسموزية مما يؤدي إلى انتفاخها. وقد تستمر الخلايا الحيوانية في الانتفاخ إلى أن تتفجر. أما الخلايا النباتية، فتزداد عن حجمها الطبيعي كلما ازداد الضغط الداخلي.



صورة بالمجهر الضوئي، التكبير: 250X

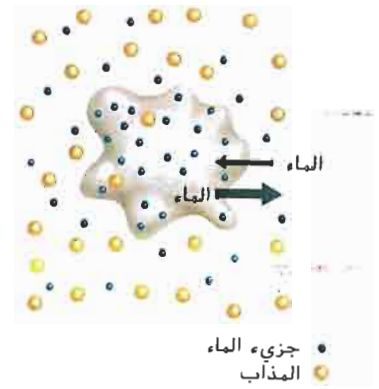


خلايا نباتية

صورة محشنة الألوان بالمجهر الإلكتروني الباسح، التكبير: 15000X



خلايا حيوانية



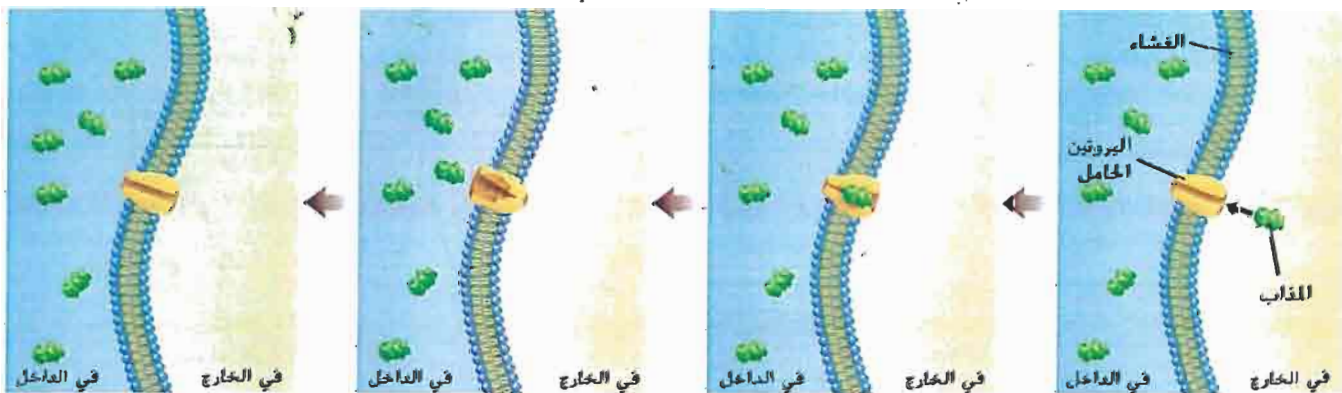
الشكل 25 في المحلول عالي التركيز، يفادر الماء الخلية بفعل الأسموزية ما يؤدي إلى انكماشها. تذبل الخلايا الحيوانية حينما تفقد الماء. وكلما فقدت الخلايا النباتية الضغط الداخلي، تقلص الغشاء البلازمي مبتعداً عن الجدار.

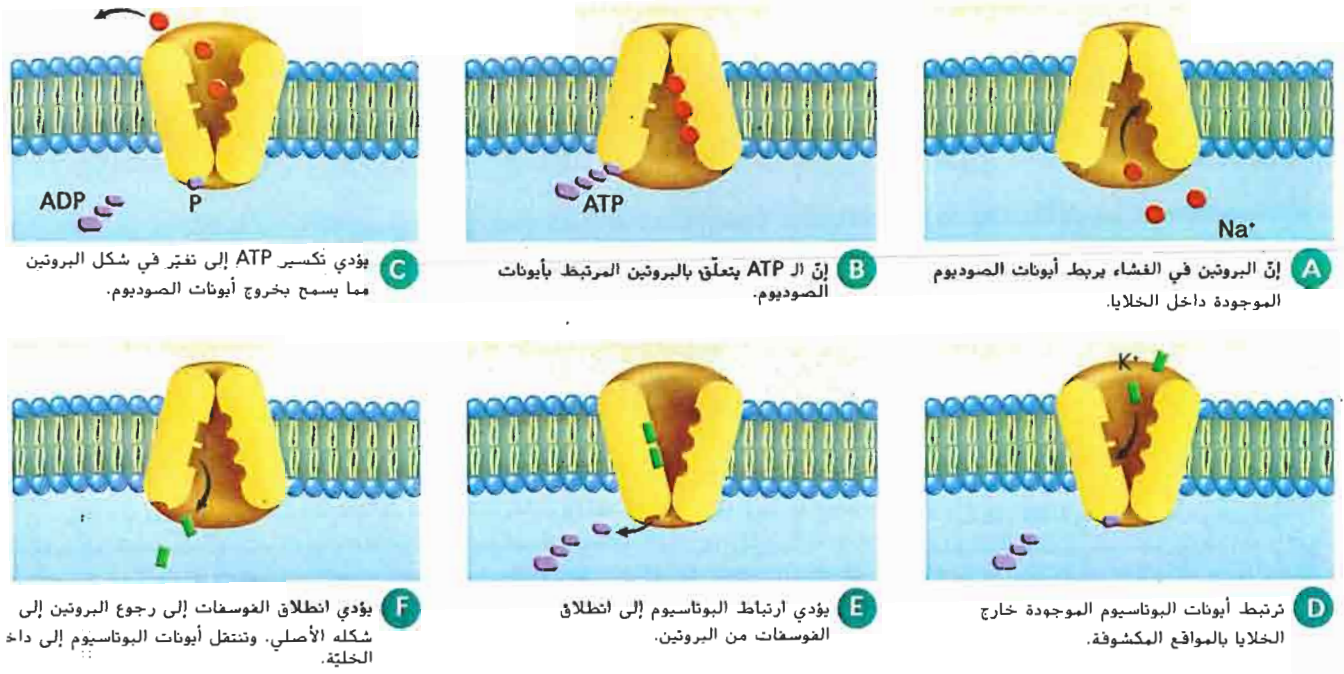
الخلايا في محلول عالي التركيز عند تواجد الخلية في محلول عالي التركيز (hypertonic solution)، يصبح تركيز المذاب في خارج الخلية أعلى من داخلها. أثناء الأسموزية، تتجه محصلة حركة الماء إلى خارج الخلية، كما يبين الشكل 25. وتضمحل الخلايا الحيوانية في المحلول عالي التركيز بسبب انخفاض الضغط في داخلها، في حين تفقد الخلايا النباتية المتواجدة في المحلول عالي التركيز الماء من الفجوة المركزية بشكل أساسي. علاوة على ذلك، ينكمش الغشاء البلازمي مبتعداً عن جدار الخلية، ويؤدي فقدان الماء في الخلية النباتية إلى ضمورها. **التأكد من فهم النص** قارن وقابل بين أنواع المحاليل الثلاثة.

## النقل النشط

يتعين أحياناً على المواد أن تتحرك من المنطقة ذات التركيز المنخفض باتجاه المنطقة ذات التركيز المرتفع عكس النقل غير النشط أي من المنطقة ذات التركيز المرتفع باتجاه المنطقة ذات التركيز المنخفض. إن هذا النوع من حركة المواد عبر الغشاء البلازمي عكس اتجاه منحدر التركيز يحتاج إلى طاقة؛ لذلك فإنه يُسمى **النقل النشط**. يبين الشكل 26 طريقة حدوث النقل النشط بمساعدة البروتينات الحاملة، المعروفة بالمضخات، فبعض المضخات يحرك نوعاً واحداً من المواد في اتجاه واحد فقط، في حين أنّ بعضها الآخر يحرك مادتين عبر الغشاء البلازمي في الاتجاه نفسه أو في اتجاهين متعاكسين. وبسبب النقل النشط، تحافظ الخلية على التوازن الصحيح الذي تحتاج إليه بين المواد، كما يساعد النقل النشط في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

الشكل 26 تلتقط البروتينات الحاملة المواد وتحركها عبر الغشاء البلازمي عكس اتجاه منحدر التركيز وإلى داخل الخلية. **أشرح** سبب حاجة النقل النشط إلى طاقة.

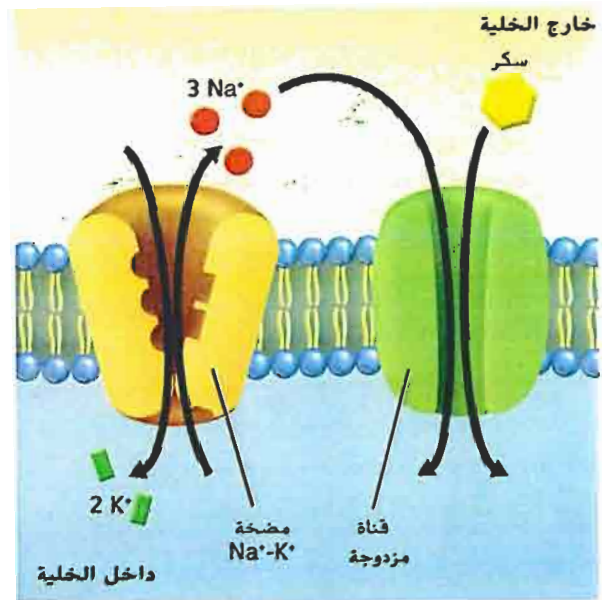




الشكل 27 إن بعض الخلايا تستخدم أنظمة ضخ متقنة، مثل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase) المبيّنة هنا، للمساعدة في تحرك المواد عبر الغشاء البلازمي.

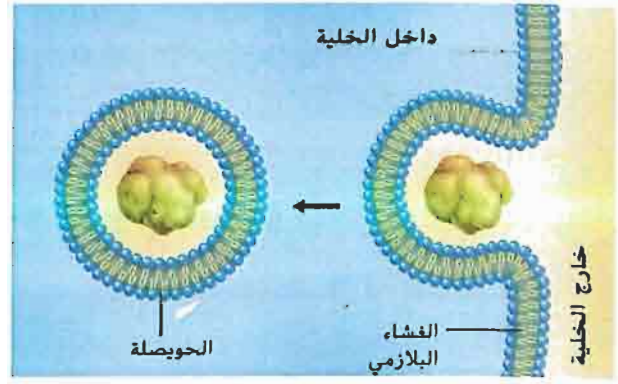
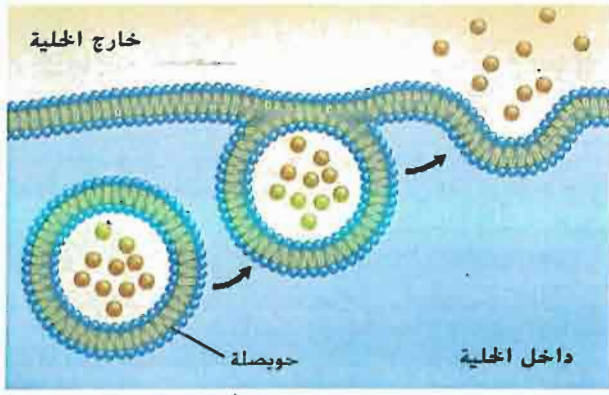
**مضخّات الصوديوم والبوتاسيوم ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase)** تعدّ مضخة الصوديوم والبوتاسيوم من بين مضخّات النقل النشط الشائعة. وتتواجد هذه المضخة في الغشاء البلازمي للخلايا الحيوانية، وهي تحافظ على ثبات مستوى أيونات الصوديوم ( $\text{Na}^+$ ) وأيونات البوتاسيوم ( $\text{K}^+$ ) داخل الخلية وخارجها. إن هذه المضخة البروتينية عبارة عن إنزيم يحقّز تحليل الجزيء الذي تخزن فيه الطاقة. تستخدم هذه المضخة الطاقة لنقل ثلاثة أيونات صوديوم إلى خارج الخلية مقابل تحريك أيوني بوتاسيوم إلى داخلها. لينجم عن ارتفاع مستوى الصوديوم خارج الخلية منحدر تركيز. اتبع الخطوات الموجودة في الشكل 27 للتعرف على عمل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase).

كما إنه من الممكن أن ينتج عن نشاط مضخة الصوديوم والبوتاسيوم ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase) نوع آخر من أنواع النقل الخلوي. فيجب أن تنتقل بعض المواد، كجزيئات السكر، من خارج الخلية إلى داخلها حيث يكون تركيز المادة أقل منه في داخلها. الأمر الذي يحتاج إلى طاقة. تذكر أن مضخة الصوديوم والبوتاسيوم ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase) تنقل أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  إلى خارج الخلية، مما يخفّض تركيزها في داخلها. وفي عملية تُسمى النقل المزدوج، يمكن أن ترتبط أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  التي انتقلت إلى خارج الخلية بجزيئات السكر ثم تُنقل إلى داخل الخلية عبر بروتين غشائي يُسمّى القناة المزدوجة. كذلك، يدخل جزيء السكر المرتبط مع أيون  $\text{Na}^+$  إلى الخلية من خلال الانتشار الميسر للصوديوم. كما يظهر في الشكل 28. وهكذا يدخل السكر إلى الخلية من دون استخدام طاقة خلوية إضافية.



الشكل 28 تشق المواد طريقها إلى داخل الخلية أو خارجها من خلال الارتباط بمادة أخرى تستخدم مضخة النقل النشط.

قارن وقابل بين النقل النشط والنقل غير النشط عبر الغشاء البلازمي.



## الشكل 29

يسار: يمكن للمواد الكبيرة الدخول إلى الخلية بواسطة عملية البلعمة.  
يمين: يمكن نقل المواد إلى خارج الخلية من خلال عملية الإخراج الخلوي.

## نقل الجسيمات الكبيرة

يكون حجم بعض المواد كبيراً إلى درجة أنه يتعذر عليها عبور الغشاء البلازمي من خلال الانتشار أو بواسطة البروتينات الناقلة، وبالتالي لا يتم دخولها إلى الخلية إلا عبر عملية تختلف عن ما سبق دراسته وهي عملية البلعمة. **البلعمة (الإدخال الخلوي)** هي العملية التي من خلالها تقوم الخلية بإحاطة بالمادة الموجودة في البيئة الخارجية لها، محاصرة إياها داخل جزء من الغشاء البلازمي، وتختصر الغشاء إلى أن ينغلق تماماً على نفسه، فتكون بذلك قد انتقلت المادة إلى داخل الخلية. يمكنك ملاحظة ذلك في الجزء الأيمن من الشكل 29 حيث يتخصر الغشاء البلازمي ليحاصر المادة، إلى أن ينغلق تماماً، فتتفصل الحويصلة التي تتشكل نتيجة لذلك وتنتقل مع محتوياتها إلى داخل الخلية.

أما **الإخراج الخلوي** فيمثل عملية إفراز المواد عبر الغشاء البلازمي. يظهر في الجزء الأيسر من الشكل 29 أن عملية الإخراج الخلوي هي عكس عملية البلعمة. فتستخدم الخلايا الإخراج الخلوي لطرد المخلفات والمواد المفزة التي تفرزها الخلايا، كالهرمونات، وتتطلب كلتا عمليتي البلعمة والإخراج الخلوي إدخالاً للطاقة. كما تحافظ الخلايا على الأتزان الداخلي من خلال تحرك المواد إلى داخل الخلية وخارجها. تتطلب بعض عمليات النقل إدخالاً إضافياً للطاقة في حين أن بعضها الآخر لا يتطلب ذلك. وبفضل عمليات النقل المختلفة معاً، يمكن للخلية أن تتفاعل مع بيئتها محافظة على الأتزان الداخلي.

## القسم 4 مراجعة

## ملخص القسم

- تحافظ الخلايا على الأتزان الداخلي من خلال عمليتي النقل النشط والنقل غير النشط.
- تتأثر سرعة الانتشار بكل من التركيز ودرجة الحرارة والضغط.
- يجب أن تحافظ الخلايا على أتزانها الداخلي في كل أنواع المحاليل، بما في ذلك المحاليل متساوية ومنخفضة، وعالية التركيز.
- ينتقل بعض الجزيئات الكبيرة إلى داخل الخلية وإلى خارجها من خلال عمليتي البلعمة والإخراج الخلوي.

## فهم الأفكار الرئيسية

- اذكر وصف أنواع النقل الخلوي.
- صف الطريقة التي يتحكم بها الغشاء البلازمي في ما يدخل الخلية وما يخرج منها.
- ارسم مخططاً لخلية حيوانية قبل وضعها في محلول منخفض التركيز وبعد وضعها فيه.
- قابل أوجه الاختلاف بين الانتشار المباشر والنقل النشط.
- التفكير الناقد  
صف تحتوي بعض الكائنات الحية التي تعيش عادةً في مياه البركة على مضخات للمياه. وتقوم هذه المضخات بضخ المياه باستمرار إلى خارج الخلية. صف السيناريو الذي قد يعكس عمل المضخة.
- الكتابة في علم الأحياء  
لخص دور طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة في عملية النقل الخلوي ضمن الخلايا الحية.

# مستجدات في علم الأحياء

## استكشاف تكنولوجيا النانو



في هذه الصورة الحاسوبية، يظهر روبوت نانوي مزود برقاقة حيوية. قد يأتي يوم تُستخدم فيه الرقاقة الحيوية، التي هي عبارة عن جهاز إلكتروني يحتوي على مواد عضوية، لإصلاح خلية عصبية تالفة.

**الليزر** يمكن استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو، ربما في مجال جراحة النانو، لدراسة طريقة عمل الخلايا أو لتدمير الخلايا السرطانية وحدها من دون إلحاق ضرر بالخلايا السليمة المجاورة منها. فقد طور الباحثون في جامعة هارفارد تقنية ليزر تسمح لهم بالتحكم في تكوين محدد من الأجزاء الداخلية للخلية من دون إحداث ضرر في الفشاء الخلوي أو التراكيب الخلوية الأخرى. تخيل إمكانية إجراء جراحات دقيقة للغاية على المستوى الخلوي!

قد تمثل تكنولوجيا النانو في المستقبل خط الدفاع الأول في مجال علاج السرطان. ومن المحتمل أن تصبح هذه التكنولوجيا أيضاً التقنية المعيارية لاختبار الأدوية الجديدة أو واحدة من أفضل الطرق المعتمدة في العلاج الجيني.

### الكتابة في علم الأحياء

مراجعة اكتب نبذة عن تكنولوجيا مثيرة ذات صلة بالطب والرعاية الصحية. أذكر فوائدها وتحدياتها. يمكنك إضافة عرض توضيحي إلى ما تكتبه.

تخيل أن يكون بالإمكان اكتشاف خلايا السرطان والقضاء عليها الواحدة تلو الأخرى أو أنه يمكن اختبار دواء جديد على خلية واحدة لتقييم أدائه السريري. وقد تحول التطورات التكنولوجية التي تتيح للعلماء التركيز على الخلايا الفردية، هذه السيناريوهات إلى حقيقة في المستقبل القريب.

تعد تكنولوجيا النانو فرعاً من العلوم يغطي تطوير الأجهزة واستخدامها على مستوى مقياس النانومتر. ويساوي النانومتر (nm) جزءاً واحداً من المليار من المتر ( $10^{-9}$  m). لكي تتخيل هذا المقياس بشكل واقعي، اعلم أن قطر معظم خلايا الإنسان يتراوح بين 10,000 و 20,000 nm. إن تكنولوجيا النانو هي فرع سريع التطور من فروع العلوم وستترك أثرها في كل شيء بدءاً من الأجهزة الإلكترونية وصولاً إلى الأدوية.

**مجهر القوة الذرية** يستخدم الباحثون في المعهد الوطني لعلوم الصناعة والتكنولوجيا المتقدمة في هيوغو، في اليابان، تكنولوجيا النانو في صورة مجهر للقوة الذرية للعمل على خلايا منفردة. في الواقع، يعمل هذا المجهر كأنه "إبرة نانوية". ويعطي صورة مرئية للخلية باستخدام مستشعر مجهري يقوم بمسحها. بعد ذلك يمكن إدخال الطرف الإبري الذي يبلغ قطره 200 nm تقريباً إلى داخل مجهر القوة الذرية في الخلية من دون إلحاق ضرر بالفشاء الخلوي.

ويتصور بعض العلماء وجود تطبيقات عديدة لهذه التقنية. فالإبرة النانوية قد تساعد العلماء في دراسة كيفية استجابة الخلية لعلاج جديد أو اختلاف كيمياء الخلايا المريضة عن الخلية السليمة. كذلك، يمكن استخدام الإبرة النانوية في إدخال أسرطة DNA مباشرة إلى نواة الخلية لاختبار أساليب العلاج الجيني الجديدة وتصحيح الاختلالات الوراثية.

# تجربة في الأحياء

ما المواد التي ستمرّ عبر غشاء ذي نفاذية اختيارية؟

5. جهّز مع زميلك أحد أنابيب الديلزة، واملأه بأحد المحاليل. واغسل الكيس من الخارج جيّداً. ضع كيس أنبوب الديلزة الممتلئ في إناء يحتوي على ماء مقطر.
6. كرر الخطوة 5 مستخدماً المحلول الثاني.
7. بعد مرور 45 دقيقة، انقل بعض الماء من كل إناء إلى أنابيب اختبار منفصلة.
8. أضف إلى الماء بضع قطرات من كاشف الاختبار المناسب.
9. سجّل نتائجك وحدد ما إذا كان توقعك صحيحاً. ثم قارن نتائجك بنتائج مجموعات أخرى في صفك وسجّل نتائج المحلولين اللذين لم تقم باختبارهما.
10. **التنظيف والتخلص من المخلفات** اغسل كل المواد التي يمكن استخدامها مرة أخرى وأعدّها إلى أماكنها. تخلّص من محاليل الاختبار وأنابيب الديلزة التي تم استخدامها متّبِعاً في ذلك إرشادات معلمك. اغسل يديك جيّداً بعد استخدام الكاشف الكيميائي.

## حلّ واستنتج

1. قيّم هل مرّت جزيئات المحلول الذي اختبرته عبر أنبوب الديلزة؟ اشرح إجابتك.
2. **التفكير الناقد** ما الخصائص التي تمنح الغشاء البلازمي قدرة أكبر على التحكم في حركة الجزيئات بالمقارنة مع غشاء الديلزة؟
3. **تحليل التباينات** كيف يؤدي عدم غسل أكياس أنابيب الديلزة بالماء المقطر قبل وضعها في الإناء إلى ظهور نتيجة إيجابية كاذبة لاختبار الكشف عن وجود جزيء ذائب؟ ما مصادر الخطأ الأخرى التي قد تؤدي إلى ظهور نتائج غير دقيقة؟

## إعداد ملصق

شارك بظهور مرض التليّف الكيسي عندما يفتقر الغشاء البلازمي إلى وجود جزيء يساعد على نقل أيونات الكلور. اجمع معلومات عن هذا المرض ثم اعرض ما توصّلت إليه على صفك مستخدماً ملصقاً.

**الخلفية:** تتسم كل الأغشية في الخلايا بخاصيّة النفاذية الاختيارية. في هذه التجربة، ستدرس حركة بعض الجزيئات المهمة أحياناً من خلال غشاء مشابه للغشاء البلازمي وهو غشاء الديلزة. ونظرًا إلى أنّ لغشاء الديلزة ثقبًا صغيرة، فهو يسمح، فقط، بنفاذ الجزيئات صغيرة الحجم.

**السؤال:** ما المواد التي ستمرّ عبر غشاء الديلزة؟

## المواد

|                              |                                                   |
|------------------------------|---------------------------------------------------|
| اثنان من أنابيب الديلزة      | كاشف بندكت اللامائي (للكشف عن جلوكوز)             |
| السليوزية                    | محلول نترات الفضة (للكشف عن كلوريد الصوديوم NaCl) |
| إناء لن سعة كل منهما 400 mL  | كاشف البيوريت (للكشف عن الألبومين)                |
| خيط مقص ماء مقطر             | مخبار مدرج سعته 10 mL                             |
| حوض بلاستيكي صغير            | أنبوب اختبار                                      |
| محلول النشا                  | محلول أنابيب الاختبار                             |
| محلول الألبومين              | قمع                                               |
| محلول الجلوكوز               | قلم شمعي                                          |
| محلول كلوريد الصوديوم NaCl   | قطارة                                             |
| محلول اليود (للكشف عن النشا) |                                                   |

## الاحتياطات المتعلقة بالسلامة



## الإجراءات

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. صمّم جدول بيانات بحسب تعليمات معلمك. توقّع المواد التي ستمرّ عبر غشاء الديلزة.
3. اختر أنبوبي الديلزة بطولين مختلفين وإناءين سعة كل منهما 400 mL والمحلولين اللذين كلّفْتَ باختبارهما.
4. اكتب على كل من الإنائين نوع المحلول الذي وضعت فيه أنبوب الديلزة.

# الوحدة 1 دليل الدراسة

**الموضوع المحوري الاستقصاء العلمي** لقد كان الاستقصاء العلمي سبباً لاكتشاف المجهر والخلايا والأوليات. وأدت هذه الاكتشافات إلى ظهور فروع جديدة من العلم.

**الفكرة الرئيسية** الخلايا هي الوحدات البنائية والوظيفية في جميع الكائنات الحية.

## القسم 1 اكتشاف الخلية ونظرية الخلية

**المفردات** أدى اختراع المجهر إلى اكتشاف الخلايا.

- استخدمت المجاهر كأدوات للفحص العلمي منذ أواخر القرن السادس عشر.
- يستخدم العلماء أنواعاً مختلفة من المجاهر لفحص الخلايا.
- تتلخص نظرية الخلية في ثلاثة مبادئ.
- ثمة فئتان شاملتان من أنواع الخلايا. هما: الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.
- يحتوي كل من الخلايا حقيقية النواة على نواة وعضيات.

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| cell             | الخلية               |
| cell theory      | نظرية الخلية         |
| plasma membrane  | الغشاء البلازمي      |
| eukaryotic cell  | الخلية حقيقية النواة |
| nucleus          | النواة               |
| organelle        | العضية               |
| prokaryotic cell | الخلية بدائية النواة |

## القسم 2 الغشاء البلازمي

**النفاذية الاختيارية**

selective permeability

طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة

phospholipid bilayer

البروتين الناقل

transport protein

النموذج الفسيفسائي المائع

fluid mosaic model

- تعتبر النفاذية الاختيارية إحدى خصائص الغشاء البلازمي التي تتيح له التحكم بما يدخل إلى الخلية ويخرج منها.
- يتكوّن الغشاء البلازمي من طبقة مزدوجة من جزيئات الدهون الفسفورية.
- يسهم الكوليسترول والبروتينات الناقلة في أداء الغشاء البلازمي لوظيفته.
- يمثل النموذج الفسيفسائي المائع الغشاء البلازمي.

## القسم 3 التراكيب والعضيات

**المفردات** تحتوي الخلايا حقيقية النواة على عضيات تسمح بأن تكون الوظائف متخصصة ومنفصلة داخل الخلية.

- تحتوي الخلايا حقيقية النواة على عضيات محاطة بغشاء في السيتوبلازم وتؤدي وظائف خلوية.
- إنّ الرايبوسومات هي مواقع تصنيع البروتين.
- الأجسام الفتيلية (الميتوكوندريا) هي محطات توليد الطاقة للخلية.
- إنّ للخلايا النباتية والحيوانية العديد من العضيات نفسها. في حين يتفرد كل من تلك الخلايا سواءً النباتية أم الحيوانية، بعضيات خاصة به وحده.

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| cytoplasm             | السيتوبلازم               |
| cytoskeleton          | الهيكل الخلوي             |
| nucleolus             | النوية                    |
| ribosome              | الرايبوسوم                |
|                       | الشبكة البلازمية الداخلية |
| endoplasmic reticulum |                           |
| golgi apparatus       | جهاز جولجي                |
| vacuole               | الفجوة                    |
| centriole             | المريكز                   |
| lysosome              | الجسم المحلّل             |
| chloroplast           | البلاستيدة الخضراء        |
| mitochondrion         | الميتوكوندريون            |
| cell wall             | جدار الخلية               |
| cilium                | الهدب                     |
| flagellum             | السوط                     |

## القسم 4 النقل الخلوي

**المفردات** يعمل النقل الخلوي على تحريك المواد ضمن الخلية ونقلها إلى داخل الخلية و خارجها.

- تحافظ الخلايا على الاتزان الداخلي من خلال عمليتي النقل النشط والنقل غير النشط.
- تتأثر سرعة الانتشار بكل من التركيز ودرجة الحرارة والضغط.
- يجب أن تحافظ الخلايا على اتزانها الداخلي في كل أنواع المحاليل، بما في ذلك المحاليل متساوية، ومنخفضة، وعالية التركيز.
- ينتقل بعض الجزيئات الكبيرة إلى داخل الخلية وإلى خارجها من خلال عمليتي الالتقام والإخراج الخلوي.

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| diffusion             | الانتشار               |
| dynamic equilibrium   | الاتزان الديناميكي     |
| facilitated diffusion | الانتشار الميسر        |
| osmosis               | الأسموزية              |
|                       | المحلول منخفض التركيز  |
| hypotonic solution    |                        |
| isotonic solution     | المحلول متساوي التركيز |
| active transport      | النقل النشط            |
| hypertonic solution   | المحلول عالي التركيز   |
| endocytosis           | البلعمة                |
| exocytosis            | الإخراج الخلوي         |

## القسم 1

### مراجعة المفردات

- الجميل التالية تنطوي على أخطاء. صوّب كلّ منها عبر استبدال الكلمة المائلة بمصطلح من صفحة دليل الدراسة.
1. النواة هي تركيب يحيط بالخلية ويساعد في ضبط ما يدخل إلى الخلية وما يخرج منها.
  2. تحتوي خلية بدائية النواة على عضيات محاطة بغشاء.
  3. العضيات هي وحدات بناء أساسية في جميع الكائنات الحية.

### فهم الأفكار الرئيسية

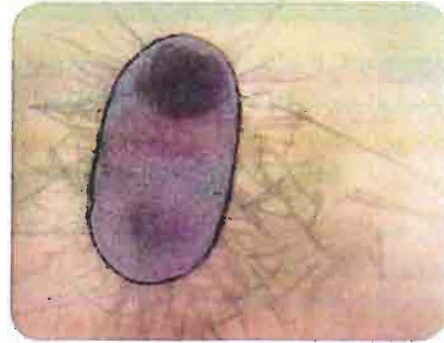
4. إذا كان لمجهر سلسلة من ثلاث عدسات نسبة قوة تكبيرها بالتالي هي  $5\times$  و  $5\times$  و  $7\times$ ، فما إجمالي قوة تكبير المجهر؟

- A.  $\times 25$  C.  $\times 17$   
B.  $\times 35$  D.  $\times 175$

5. أي مما يلي ليس جزءاً من نظرية الخلية؟  
A. الخلية هي الوحدة الأساسية للحياة.  
B. تتولد الخلايا من خلايا موجودة سابقاً.  
C. تتكوّن جميع الكائنات الحية من خلايا.  
D. تحتوي الخلايا على عضيات محاطة بغشاء.

استخدم الصورة التالية للإجابة عن السؤال 6.

صورة محشنة الألوان بالمجهر الإلكتروني النافذ. التكبير:  $15,000\times$



6. ما نوع الخلية التي تظهر في الصورة المجهرية أعلاه؟  
A. خلية بدائية النواة C. خلية حيوانية  
B. خلية حقيقية النواة D. خلية نباتية

### أسئلة ذات إجابات مفتوحة

7. اشرح الطريقة التي غيّرت بها تطوّر المجهر أساليب دراسة العلماء للكائنات الحية.

8. إجابة قصيرة قارن وقابل بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.

### فكر بشكل ناقد

9. **الموضوع المحوري استقصاء علمي** لم قد يستخدم اختصاصي المجهر، المتخصص في استخدام المجهر لدراسة العينات، مجهراً ضوئياً بدلاً من المجهر الإلكتروني؟
10. **حلّل** ربما تكون المادة التي عثر عليها في كويكب ما خلية، ما المعايير التي يجب أن تتحقق في المادة حتى تُعدّ خلية؟

## القسم 2

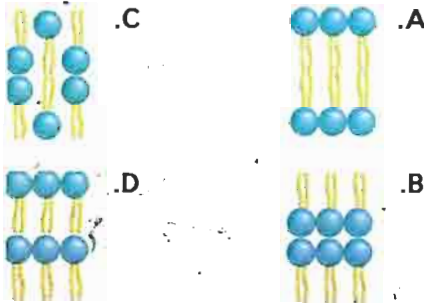
### مراجعة المفردات

أكمل العبارات التالية باستخدام مصطلحات من صفحة دليل الدراسة.

11. أ \_\_\_\_\_ هو التركيب الأساسي الذي يكوّن الغشاء البلازمي.
12. \_\_\_\_\_ بروتينات تنقل المواد الضرورية أو الفضلات عبر الغشاء البلازمي.
13. \_\_\_\_\_ هي الخاصية التي تسمح لبعض المواد فقط بدخول الخلية أو الخروج منها.

### فهم الأفكار الرئيسية

14. أي الترتيبات التالية يمثّل بشكل أفضل طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة للغشاء البلازمي؟



15. ما الوضع الذي يؤدي إلى ازدياد في سيولة طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة؟  
A. خفض درجة الحرارة  
B. زيادة عدد البروتينات  
C. زيادة عدد جزيئات الكوليسترول  
D. زيادة عدد الأحماض الدهنية غير المشبعة

## اسئلة ذات اجابات مفتوحة

16. اشرح كيفية حفاظ الغشاء البلازمي على الاتزان الداخلي للخلية.

17. اشرح ما الفسيفساء. ثم فسّر سبب استخدام المصطلح "النموذج الفسيفسائي المانع" في وصف الغشاء البلازمي.

18. كيف يسمح ترتيب الدهون الفسفورية في الطبقة المزدوجة للخلية بالتفاعل مع بيئتها الداخلية والخارجية؟

## فكر بشكل ناقذ

19. ضع فرضية حول مدى تأثير الخلية إذا ما فقدت خاصية النفاذية الاختيارية.

20. توقّع ما الذي قد يحدث للخلية إذا ما فقدت قدرتها على إنتاج الكوليسترول؟

## القسم 3

### مراجعة المفردات

املاً الفراغات بمصطلح من صفحة دليل الدراسة يتوافق مع تعريف الوظيفة.

21. تُخزّن الفضلات

22. تُنتج الرايبوسومات

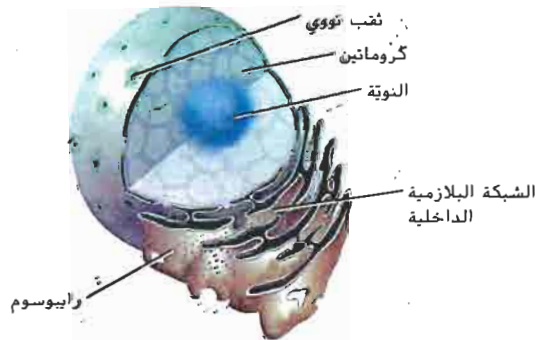
23. تولّد طاقة للخلية

24. تنظّم البروتينات في الحويصلات

### فهم الأفكار الرئيسية

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين 25 و 26.

25. ما التركيب المسؤول عن بناء البروتينات التي تستخدمها



الخلية؟

A. الكروماتين

B. النوية

C. الرايبوسوم

D. الشبكة البلازمية الداخلية

26. ما هو موقع بناء البروتين؟

A. النغيب النووي

B. الشبكة البلازمية الداخلية

C. الكروماتين

D. النوية

27. في أي من التراكيب تتوقع أن يتواجد جدار للخلية؟

A. خلية جلد بشري

B. خلية من شجرة البلوط

C. خلية من دم هـ

D. خلية من كبد فأر

## اسئلة ذات اجابات قصيرة

28. صف السبب وراء اعتبار وجود الهيكل الخلوي في السيئوبلازم اكتشافاً حديثاً.

29. قارن بين تراكيب ووظائف كل من الجسم القتيلى والبلاستيدة الخضراء في الرسم أدناه.



30. اقترح سبباً لاتحاد رزم البروتينات في الفجوة مع الأجسام المحللة.

## فكر بشكل ناقذ

31. حدد مثلاً خاصاً ساهم فيه تركيب جدار الخلية في بقاء النبات ضمن بيئته الطبيعية.

32. استدل على سبب احتواء الخلايا النباتية التي تنقل الماء عكس اتجاه الجاذبية الأرضية على أجسام فتيلية بكمية كبيرة مقارنة مع كمية الأجسام القتيلى التي تحتوي عليها الخلايا النباتية الأخرى.

## القسم 4

### مراجعة المفردات

اشرح أوجه الاختلاف بين كل مصطلحين واردين في كل مجموعة ثنائية أدناه. ثم اشرح وجه الارتباط بين المصطلحات:

33. النقل النشط، الانتشار الميسر

34. البلعمة، الإخراج الخلوي

35. المحلول عالي التركيز، المحلول منخفض التركيز

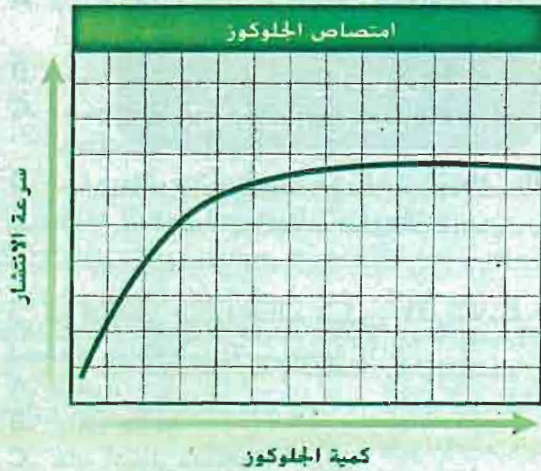
### التقويم الختامي

43. **المكررة الرسم** الخلايا هي الوحدات البنائية والوظيفية في الكائنات الحية. أنشئ تشبيهاً تمثل فيه "الأجزاء الصغيرة" وحدات بنائية ووظيفية "للكل". ثم اربط بين هذا التشبيه وبين خلايا وكائنات حية من خلال ذكر أمثلة محددة.

44. استخدم ما تعلمته عن التناضح والنقل الخلوي لتصميم جهاز يمكن أسماك المياه العذبة من البقاء حية في موطن مائي مالح.

45. **الكتابة في علم الأحياء** أَلِف قصيدة تصف وظائف خمس من عضيات الخلية على الأقل.

**أتم** أسئلة حول مستند يمثل الرسم البياني التالي علاقة بين كمية من الجلوكوز تدخل خلية ما وسرعة دخول الجلوكوز إلى هذه الخلية بمساعدة البروتينات الحاملة. استخدم هذا الرسم البياني للإجابة عن السؤالين 46 و 47.



أخذت البيانات من: Raven, P.H., et al. 2002. *Biology*, 6th ed., 99

46. لخص هذه العلاقة بين كمية الجلوكوز وسرعة الانتشار.

47. استدل على سبب انخفاض سرعة الانتشار مع تزايد كميات الجلوكوز. أنشئ رسماً توضيحياً لتفسير إجابتك.

### فهم الأفكار الرئيسية

36. ما العامل غير المؤثر في سرعة الانتشار؟  
 A. التوصيل B. التركيز  
 C. الضغط D. درجة الحرارة
37. ما نوع النقل الذي يتطلب إدخالاً للطاقة من جانب الخلية؟  
 A. النقل النشط  
 B. الانتشار الميسر  
 C. الأسموزية  
 D. الانتشار البسيط

### أسئلة ذات إجابات قصيرة

38. لماذا يعدّ النقل النشط عملية مستهلكة للطاقة؟
39. لبعض الطلائعيات التي تعيش في بركة منخفضة التركيز تكتيفات في الغشاء الخلوي تبطئ في عملية امتصاص الماء. ما التكتيفات التي قد تكون لطلائعيات تعيش في البحيرة المالحة الكبرى مرتفعة التركيز؟

صورة بالمجهر الضوئي، التكبير: 75X



40. **أتم** لخص الطريقة التي يحافظ بها النقل الخلوي على الاتزان الداخلي ضمن الخلية.

### فكر بشكل ناقد

41. ضع فرضية حول آلية مرور الأكسجين عبر الغشاء البلازمي في حال كان تركيز الأكسجين داخل الخلية أقل منه خارجها.
42. حلّل عمليات الزراعة والري التي تحدث في المناطق شديدة الجفاف حول العالم، تؤدي إلى تراكم أملاح في التربة بعد تبخر المياه. وفقاً لما تعرفه عن منحدرات التركيز، لماذا يؤثر ازدياد ملوحة التربة في الخلايا النباتية تأثيراً سلبياً؟

# تدريب على الاختبار المعياري

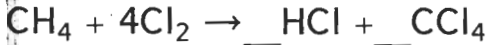
تراكمي

## أسئلة ذات خيار متعدد متوافقة مع دراسة الـ PISA

5. أي مما يلي هو مورد غير متجدد؟  
 A. الماء النقي من مصادر المياه العذبة  
 B. الطاقة المستمدة من الشمس  
 C. نوع من الحيوانات أصبح منقرضاً  
 D. نوع من الأسماك يتم صيده في المحيط

6. في أي من أنواع الخلايا التالية قد توجد بلاستيكة خضراء؟  
 A. الخلية بدائية النواة  
 B. الحيوانية  
 C. النباتية  
 D. الفطريات

استخدم هذه المعادلة غير المكتملة للإجابة عن السؤالين 7 و 8.



7. تبين المعادلة الكيميائية أعلاه ما يمكن أن يحدث في تفاعل بين الميثان وغاز الكلور. حذفت المعاملات في طرف النواتج من المعادلة. ما المعامل الصحيح لحمض الهيدروكلوريك HCl؟

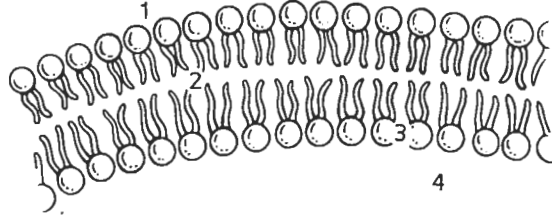
- A. 1  
 B. 2  
 C. 4  
 D. 8

8. ما الحد الأدنى لعدد ذرات الكلور (Cl) اللازمة للتفاعل المبيّن في المعادلة؟

- A. 1  
 B. 2  
 C. 4  
 D. 8

9. لماذا يندرج عشب الكوليريا تاكسييفوليا ضمن الأنواع الغازية في بعض المناطق الساحلية في أمريكا الشمالية؟  
 A. لأنه يشكل خطورة على الإنسان.  
 B. لأنه نوع غير محلي بالنسبة إلى المنطقة.  
 C. لأنه ينمو ببطء ويفزو مع مرور الوقت.  
 D. لأنه يتفوق في التنافس على الموارد مع الأنواع المحا

استخدم الرسم التوضيحي أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و 2.



1. أي من الأرقام يمثل موقعاً قد تتوقع فيه وجود مواد غير قابلة للذوبان في الماء؟

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

2. ما تأثير كون الأطراف القطبية وغير القطبية لجزيئات الدهون الفوسفورية المبيّن في الرسم التوضيحي؟

- A. يسمح ذلك بتحريك البروتينات الناقلة بسهولة عبر الغشاء.  
 B. يسمح ذلك بالسيطرة على حركة المواد عبر الغشاء.  
 C. يسمح ذلك بمساعدة الخلية في الحفاظ على خصائصها الشكلية.  
 D. يسمح ذلك بتكوّن المزيد من الحيز المتوافر داخل طبقة الدهون الفوسفورية المزدوجة.

3. أي من المواطن البيئية التالية سيكون الأكثر ملاءمةً لجماعة أحباتية تتبع الاستراتيجية ٢؟

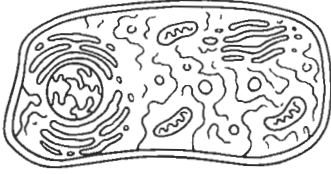
- A. صحراء  
 B. أراض عشبية  
 C. غابة أشجار متساقطة الأوراق  
 D. غابة استوائية ممطرة

4. أي من أشكال التكيف يساعد النباتات في العيش في إقليم تندرا أحيائي؟

- A. تساقط الأوراق المتزامن مع اقتراب فصل الشتاء  
 B. تخزين الأوراق للمياه  
 C. امتداد الجذور إلى عمق يبلغ بضعة سنتيمترات فقط  
 D. سيقان تحت - أرضية محمية من حيوانات الرعي

### أسئلة ذات إجابات مفتوحة متوافقة مع امتحان الـ SAT

يُظهر الرسم التوضيحي التالي خلية حيوانية واحدة في محلول متساوي التركيز. استخدم هذا الرسم للإجابة عن السؤال 17.



17. صف ما قد يحدث لهذه الخلية في محلول عالي التركيز وفي محلول منخفض التركيز.
18. اشرح سبب عدم اعتبار القيمة الاقتصادية المباشرة الجانب الوحيد المهم في التنوع الحيوي.
19. حلل لم يكون للمجهر الإلكتروني قوة تكبير أكبر مقارنة بالمجهر الضوئي.
20. قوّم أهمية وجود البروتينات الناقلة في نقل بعض المواد عبر غشاء الخلية.

### سؤال مقالي متوافق مع امتحان الـ SAT

لقد أتاححت. مؤخرًا، بعض اتفاقيات التجارة الدولية للعلماء والشركات فرصة تسجيل براءات الاختراع الخاصة بالاكشافات التي يتوصلون إليها والمتمحورة حول الكائنات الحية ومادتها الوراثية. فمن الممكن مثلاً، تسجيل براءة اختراع لبذور تحوي جينات مقاومة للأمراض، وكذلك لنباتات يمكن استخدامها في الطب أو في الصناعة. لقد أصبح الآن لدى أصحاب براءات الاختراع هذه قدرة أكبر على التحكم بطريقة استخدام هذه الكائنات الحية:

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

21. بناءً على ما تعرفه عن التنوع الحيوي، حدّد بعض إيجابيات وسلبيات نظام براءات الاختراع. اكتب مقالاً يكشف إيجابيات وسلبيات براءات الاختراع الخاصة بالاكشافات المتمحورة حول الكائنات الحية.

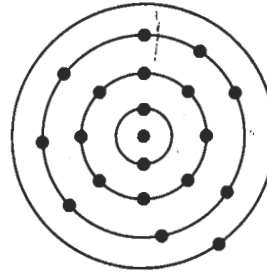
### أسئلة ذات إجابات قصيرة متوافقة مع مهارات الـ SAT

10. استخدم مخططاً انشائياً لتنظيم معلومات عن عضيات الخلية وبناء البروتين. حلل دور العضية في بناء البروتين، لكل من الخطوات.

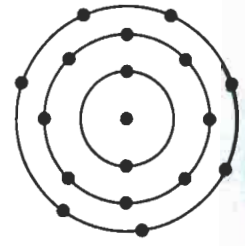
11. قارن وقابل بين وظائف كل من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والأحماض النووية.

12. بيّن الرابط بين قطبية الماء وكونه مذيباً جيّداً.

استخدم الشكل التالي للإجابة عن السؤال 13.



K  
العدد الذري 19



Cl  
العدد الذري 17

13. استخدم الشكل لوصف طريقة تكوّن المركّب الأيوني كلوريد البوتاسيوم (KCl).

14. ماذا يمكن أن يحدث لو لم يكن الغشاء الخلوي متيسماً بخاصية النفاذية الاختيارية؟

15. اختر مورداً طبيعياً محدّداً وضع خطة للاستخدام المستدام لهذا المورد.

16. ما الذي يمكنك استنتاجه بشأن تطوّر الخلايا البكتيرية من خلال دراسة بنيتها؟

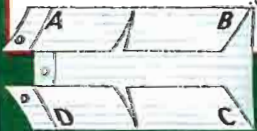
# الكيمياء في علم الأحياء

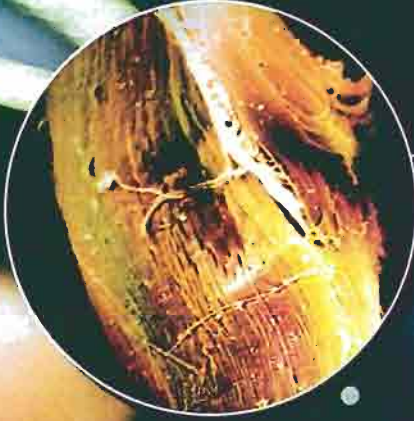
### التجربة الاستهلاكية ما أوجه المقارنة بين المغذيات في أطعمة مختلفة؟

تعتمد تراكيب الجسم ووظائفه على العناصر الكيميائية ومنها تلك الموجودة في البروتينات والكربوهيدرات والدهون والفيتامينات والمعادن والماء. في هذه التجربة، ستتعصي المغذيات التي توفر هذه العناصر.

#### المطويات®

قم بإعداد مطوية مؤلفة من أربع بطاقات مستخدماً التسميات الموضحة، واستعملها لتنظيم ملاحظتك حول نشاط الإنزيمات.





ليف كولاجين فردي  
صورة بالمجهر الإلكتروني  
الماسح. التكبير: غير متوفر



ألياف كولاجين متعددة  
صورة بالمجهر الإلكتروني  
الماسح. التكبير:  $\times 8000$

القسم 1 • الذرات والعناصر  
والمركبات

القسم 2 • التفاعلات الكيميائية

القسم 3 • الماء والمحاليل

القسم 4 • العناصر الأساسية اللازمة  
للحياة

## الموضوع المحوري الطاقة

خلال كل تفاعل كيميائي، يحدث تغير في الطاقة.

المفكرة الرئيسية تعتبر الذرات أساس الكيمياء الحيوية والعناصر الأساسية اللازمة لجميع الكائنات الحية.

## القسم 1

### الأسئلة الرئيسية

- ما المقصود بالذرات؟
- كيف يتم رسم الجسيمات التي تتكون الذرات؟
- ما أوجه الشبه بين الروابط التساهمية والأيونية؟
- كيف يتم وصف قوى فاندرفال؟

### مفردات للمراجعة

المادة substance: أحد أشكال المادة ذات التركيب المنتظم الذي لا يتغير

### مفردات جديدة

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| الذرة              | atom                |
| النواة             | nucleus             |
| البروتون           | proton              |
| النيوترون          | neutron             |
| الإلكترون          | electron            |
| العنصر             | element             |
| النظير             | isotope             |
| المركب             | compound            |
| الرابطية التساهمية | covalent bond       |
| الجزئي             | molecule            |
| الأيون             | ion                 |
| الرابطية الأيونية  | ionic bond          |
| قوى فاندرفال       | van der Waals force |

## الذرات والعناصر والمركبات

الرئيسة: تتكون المادة من جسيمات صغيرة تسمى الذرات.

الربط بالحياة اليومية يعتقد الكثير من العلماء أن الكون بدأ بتمدد سريع ومفاجئ حدث منذ مليارات السنين. ويعتقدون أن العناصر الأساسية اللازمة التي تتكون التنوع المذهل للحياة الذي نراه اليوم كانت نتيجة هذا التمدد. ويختص علم الكيمياء بدراسة وحدات البناء هذه.

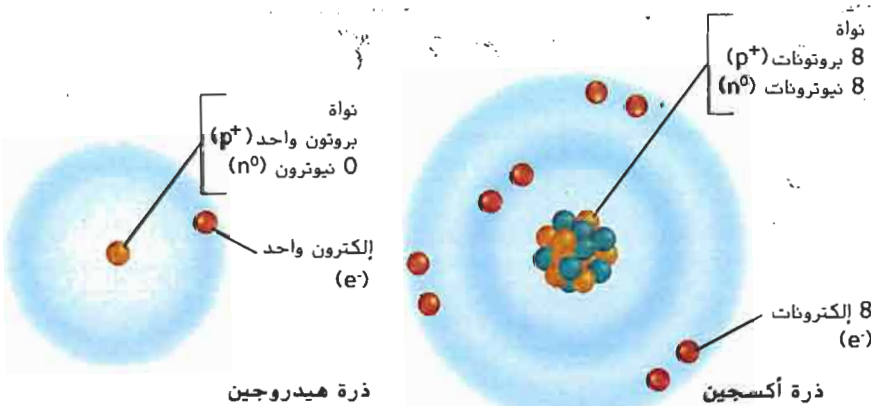
### الذرات

تختص الكيمياء بدراسة المادة وتركيبها وخواصها. والمادة هي شيء له كتلة ويشغل حيزاً من الفراغ. إضافة إلى ذلك، تتكون جميع الكائنات الحية التي ندرسها في علم الأحياء من مادة. **الذرات** هي وحدات بناء المادة.

### الربط بالتاريخ

في القرن الخامس قبل الميلاد، كان الفيلسوفان اليونانيان ليوسيبوس وديموقريطوس أول من اقترح فكرة أن المادة مكونة من جسيمات صغيرة غير قابلة للتجزئة. واستمر الأمر على ذلك حتى القرن السابع عشر عندما بدأ العلماء بجمع أدلة تجريبية لإثبات وجود الذرات. ومع تقدم التكنولوجيا خلال القرنين التاليين، لم يثبت العلماء وجود الذرات فحسب بل أثبتوا أيضاً أنها تتكون من جسيمات أصغر حجماً منها.

تركيب الذرة متناهية الصغر حتى إنه يمكن دمج مليارات الذرات في رأس دبوس. لكن الذرات تتكون من جسيمات أكثر صغراً تسمى النيوترونات والبروتونات والإلكترونات كما هو مبين في الشكل 1. تتواجد النيوترونات والبروتونات في مركز الذرة المسمى **النواة**. والبروتونات هي جسيمات موجبة الشحنة ( $p^+$ ). أما النيوترونات فهي جسيمات غير مشحونة ( $n^0$ ). والإلكترونات هي جسيمات سالبة الشحنة ( $e^-$ ) توجد خارج النواة، تدور باستمرار حول نواة الذرة في مستويات الطاقة. ينشأ التركيب الأساسي للذرة نتيجة الجذب بين البروتونات والإلكترونات. وتحتوي الذرات على عدد متساوٍ من البروتونات والإلكترونات، لذا تكون الشحنة الإجمالية للذرة صفراً.



الشكل 1 يحتوي الهيدروجين على بروتون واحد وإلكترون واحد، فيما يحتوي الأكسجين على ثمانية بروتونات وثمانية نيوترونات وثمانية إلكترونات. تدور الإلكترونات حول النواة في مستويين من مستويات الطاقة (تبدو كدوائر مظلمة بلون أكثر كثافة). استدل على شحنة الذرة إذا كان عدد الإلكترونات أكبر من البروتونات.

## الجدول الدوري للعناصر

|                                |                                 |                                  |                                     |                                 |                                  |                                 |                                   |                                   |                                   |                                |                                |                                 |                                  |                                    |                                    |                                   |                                  |
|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1                              | 2                               | 3                                | 4                                   | 5                               | 6                                | 7                               | 8                                 | 9                                 | 10                                | 11                             | 12                             | 13                              | 14                               | 15                                 | 16                                 | 17                                | 18                               |
| Hydrogen<br>1<br>H<br>1.008    |                                 |                                  |                                     |                                 |                                  |                                 |                                   |                                   |                                   |                                |                                |                                 |                                  |                                    |                                    |                                   | Helium<br>2<br>He<br>4.003       |
| Lithium<br>3<br>Li<br>6.941    | Beryllium<br>4<br>Be<br>9.012   |                                  |                                     |                                 |                                  |                                 |                                   |                                   |                                   |                                |                                | Boron<br>5<br>B<br>10.811       | Carbon<br>6<br>C<br>12.011       | Nitrogen<br>7<br>N<br>14.007       | Oxygen<br>8<br>O<br>15.999         | Fluorine<br>9<br>F<br>18.998      | Neon<br>10<br>Ne<br>20.180       |
| Sodium<br>11<br>Na<br>22.990   | Magnesium<br>12<br>Mg<br>24.305 |                                  |                                     |                                 |                                  |                                 |                                   |                                   |                                   |                                |                                | Aluminum<br>13<br>Al<br>26.982  | Silicon<br>14<br>Si<br>28.086    | Phosphorus<br>15<br>P<br>30.974    | Sulfur<br>16<br>S<br>32.064        | Chlorine<br>17<br>Cl<br>35.453    | Argon<br>18<br>Ar<br>39.948      |
| Potassium<br>19<br>K<br>39.098 | Calcium<br>20<br>Ca<br>40.078   | Scandium<br>21<br>Sc<br>44.956   | Titanium<br>22<br>Ti<br>47.867      | Vanadium<br>23<br>V<br>50.942   | Chromium<br>24<br>Cr<br>51.996   | Manganese<br>25<br>Mn<br>54.938 | Iron<br>26<br>Fe<br>55.847        | Cobalt<br>27<br>Co<br>58.933      | Nickel<br>28<br>Ni<br>58.693      | Copper<br>29<br>Cu<br>63.546   | Zinc<br>30<br>Zn<br>65.39      | Gallium<br>31<br>Ga<br>69.723   | Germanium<br>32<br>Ge<br>72.61   | Arsenic<br>33<br>As<br>74.922      | Selenium<br>34<br>Se<br>78.96      | Bromine<br>35<br>Br<br>79.904     | Krypton<br>36<br>Kr<br>83.80     |
| Rubidium<br>37<br>Rb<br>85.468 | Strontium<br>38<br>Sr<br>87.62  | Yttrium<br>39<br>Y<br>88.906     | Zirconium<br>40<br>Zr<br>91.224     | Niobium<br>41<br>Nb<br>92.906   | Molybdenum<br>42<br>Mo<br>95.94  | Technetium<br>43<br>Tc<br>(98)  | Ruthenium<br>44<br>Ru<br>101.07   | Rhodium<br>45<br>Rh<br>102.906    | Palladium<br>46<br>Pd<br>106.42   | Silver<br>47<br>Ag<br>107.868  | Cadmium<br>48<br>Cd<br>112.411 | Indium<br>49<br>In<br>114.82    | Tin<br>50<br>Sn<br>118.710       | Antimony<br>51<br>Sb<br>121.757    | Tellurium<br>52<br>Te<br>127.60    | Iodine<br>53<br>I<br>126.905      | Xenon<br>54<br>Xe<br>131.29      |
| Cesium<br>55<br>Cs<br>132.905  | Barium<br>56<br>Ba<br>137.327   | Lanthanum<br>57<br>La<br>138.905 | Hafnium<br>72<br>Hf<br>178.49       | Tantalum<br>73<br>Ta<br>180.948 | Tungsten<br>74<br>W<br>183.84    | Rhenium<br>75<br>Re<br>186.207  | Osmium<br>76<br>Os<br>190.23      | Iridium<br>77<br>Ir<br>192.22     | Platinum<br>78<br>Pt<br>195.08    | Gold<br>79<br>Au<br>196.967    | Mercury<br>80<br>Hg<br>200.59  | Thallium<br>81<br>Tl<br>204.383 | Lead<br>82<br>Pb<br>207.2        | Bismuth<br>83<br>Bi<br>208.980     | Polonium<br>84<br>Po<br>209        | Astatine<br>85<br>At<br>209       | Radon<br>86<br>Rn<br>222         |
| Francium<br>87<br>Fr<br>(223)  | Radium<br>88<br>Ra<br>(226)     | Actinium<br>89<br>Ac<br>(227)    | Rutherfordium<br>104<br>Rf<br>(261) | Dubnium<br>105<br>Db<br>(262)   | Seaborgium<br>106<br>Sg<br>(266) | Berkelium<br>107<br>Bk<br>(267) | Californium<br>108<br>Cf<br>(271) | Einsteinium<br>109<br>Es<br>(272) | Mendelevium<br>110<br>Md<br>(273) | Nobelium<br>111<br>No<br>(274) | Lutetium<br>112<br>Lr<br>(275) | Ununbium<br>113<br>Uub<br>(284) | Ununtrium<br>114<br>Uut<br>(285) | Ununpentium<br>115<br>Uup<br>(288) | Ununseptium<br>116<br>Uus<br>(293) | Ununnonium<br>117<br>Uun<br>(294) | Unhennium<br>118<br>Uuh<br>(294) |

|                                |                                     |                                  |                                 |                                |                                 |                                  |                                |                                  |                                  |                               |                                   |                                 |                                  |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Cerium<br>58<br>Ce<br>140.12   | Praseodymium<br>59<br>Pr<br>140.908 | Neodymium<br>60<br>Nd<br>144.242 | Promethium<br>61<br>Pm<br>(145) | Samarium<br>62<br>Sm<br>150.36 | Europium<br>63<br>Eu<br>151.965 | Gadolinium<br>64<br>Gd<br>157.25 | Terbium<br>65<br>Tb<br>158.925 | Dysprosium<br>66<br>Dy<br>162.50 | Holmium<br>67<br>Ho<br>164.930   | Erbium<br>68<br>Er<br>167.259 | Thulium<br>69<br>Tm<br>168.934    | Ytterbium<br>70<br>Yb<br>173.04 | Lutetium<br>71<br>Lu<br>174.967  |
| Thorium<br>90<br>Th<br>232.038 | Protactinium<br>91<br>Pa<br>231.036 | Uranium<br>92<br>U<br>238.029    | Nephtunium<br>93<br>Np<br>(237) | Plutonium<br>94<br>Pu<br>(244) | Americium<br>95<br>Am<br>(243)  | Curium<br>96<br>Cm<br>(247)      | Berkelium<br>97<br>Bk<br>(247) | Californium<br>98<br>Cf<br>(251) | Einsteinium<br>99<br>Es<br>(252) | Fermium<br>100<br>Fm<br>(257) | Mendelevium<br>101<br>Md<br>(258) | Nobelium<br>102<br>No<br>(259)  | Lawrencium<br>103<br>Lr<br>(262) |

## الشكل 2 ينظم الجدول الدوري للعناصر جميع العناصر المعروفة.

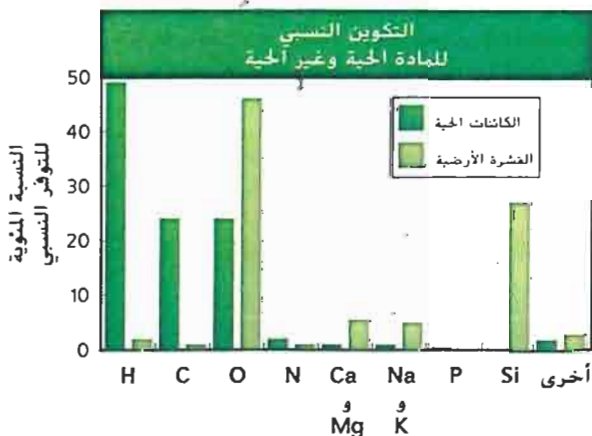
راجع دليل الجدول الدوري لعلماء الأحياء في الغلاف الخلفي لهذا الكتاب  
صفحة RH-8.

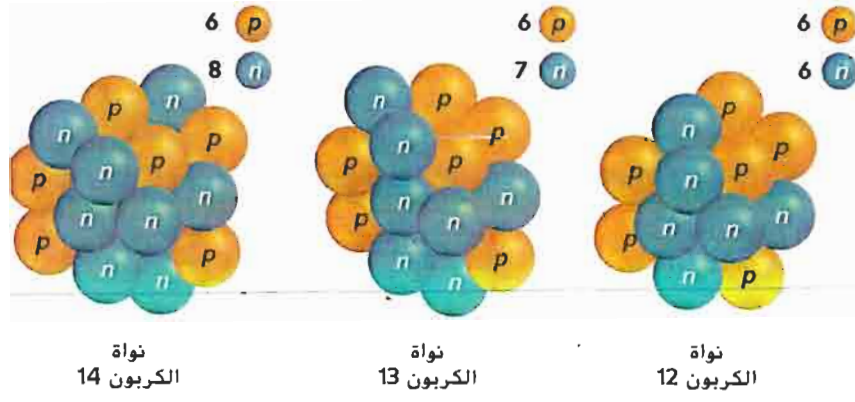
## العناصر

**العنصر** مادة نقية لا يمكن تقسيمها إلى مواد أخرى بالوسائل الكيميائية أو الفيزيائية. تتكون العناصر من نوع واحد فقط من الذرات، ويوجد أكثر من 100 عنصر معروف منها 92 عنصراً موجوداً بشكل طبيعي. لقد جمع العلماء معلومات كثيرة عن العناصر مثل عدد البروتونات والإلكترونات التي ينطوي عليها كل من العناصر والكتلة الذرية لكل منها. كما إن لكل عنصر اسماً ورمزاً فريدين. وتم جمع كل هذه البيانات وغيرها في جدول منظم يُسمى الجدول الدوري للعناصر.

**الجدول الدوري للعناصر** كما يظهر في الشكل 2، فإن الجدول الدوري منظم في صفوف أفقية تُسمى دورات، ومن أعمدة رأسية تُسمى مجموعات. تمثل كل وحدة فردية في الشبكة عنصراً. ويُسمى الجدول الدوري لأن كل العناصر الموجودة في المجموعة نفسها لها خواص كيميائية وفيزيائية متشابهة. كما يسمح هذا التنظيم للعلماء بتوقع العناصر التي لم تُكتشف أو لم يتم عزلها بعد. وكما هو مبين في الشكل 3، تتواجد عناصر الكائنات الحية أيضاً في القشرة الأرضية.

**الشكل 3** تختلف عناصر القشرة الأرضية والكائنات الحية من حيث وفرتها. إذ تتكون الكائنات الحية بشكل أساسي من ثلاثة عناصر هي: الكربون والهيدروجين والأكسجين.  
**قَسِّرْ** أي من عناصر الكائنات الحية هو الأكثر وفرة؟





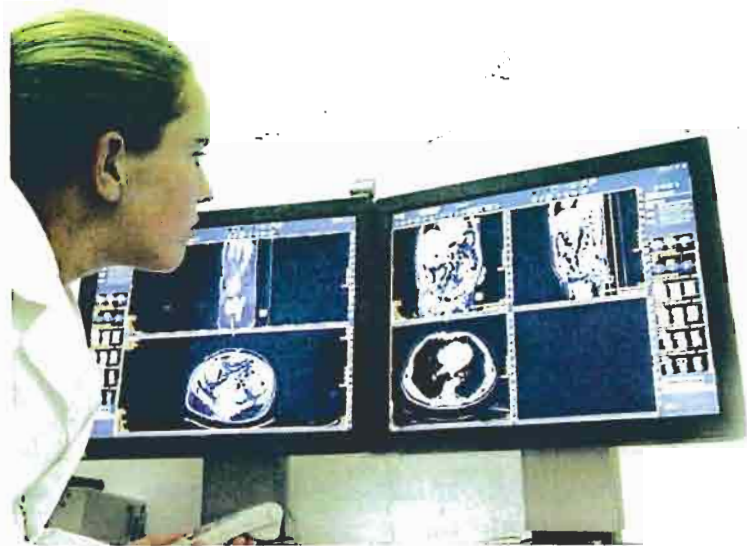
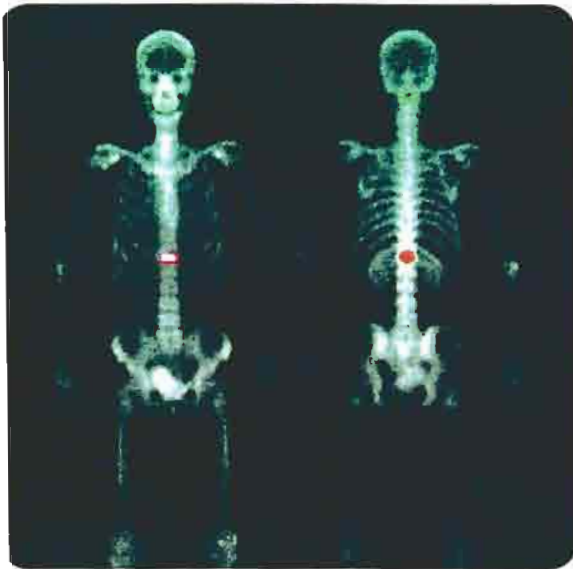
**النظائر** على الرغم من أن ذرات العنصر نفسه تحتوي على العدد نفسه من البروتونات والإلكترونات إلا أن عدد النيوترونات مختلف في ما بينها، كما هو مبين في الشكل 4. إن ذرات عنصر ما التي تختلف من حيث عدد النيوترونات فيها تسمى **النظائر**. يتم تحديد نظائر العنصر عن طريق جمع عدد البروتونات والنيوترونات في النواة. على سبيل المثال، يحتوي شكل الكربون -الأكثر وفرة-، الكربون-12، على ستة بروتونات وستة نيوترونات في النواة. أحد نظائر الكربون وهو الكربون-14 يحتوي على ستة بروتونات وثمانية نيوترونات. ويكون لنظائر العناصر الخصائص الكيميائية نفسها.

**النظائر المشعة** لا يؤدي تغير عدد النيوترونات في الذرة إلى تغير إجمالي شحنة الذرة. لكن تغير عدد النيوترونات يمكن أن يؤثر في استقرار النواة. ففي بعض الحالات يؤدي إلى تحليل النواة أو انقسامها. وعند انقسام النواة، تُطلق إشعاعاً يمكن اكتشافه. وتسمى النظائر التي تطلق إشعاعاً نظائر مشعة.

يعد الكربون 14 نظيراً مشعاً يوجد في جميع الكائنات الحية. ويحدد العلماء عمر النصف أو الوقت المستغرق حتى يتكسر نصف الكربون 14. ومن ثم يمكنهم حساب عمر جسم ما عن طريق معرفة مقدار الكربون 14 المتبقي في العينة. وتوجد نظائر مشعة أخرى لها استخدامات طبية كما هو مبين في الشكل 5.

✓ **التأكد من فهم النص** اذكر الفرق بين النظير والنظير المشع.

الشكل 5 تُستخدم النظائر المشعة لمساعدة الأطباء في تشخيص المرض وتحديد مواقع بعض أنواع السرطان وعلاجها.





ملح الطعام هو المركب كلوريد صوديوم  $\text{NaCl}$ .



تستخدم عروض الألعاب النارية المبهرة على مركبات مثل فلز السترونتيوم.



الأراضي الرطبة هي مصدر الكائنات الحية المكوّنة من مركبات معقدة والمركب الميثان البسيط ( $\text{CH}_4$ ).

## الشكل 6 أنت والعالم من حولك مكوّنان من مركبات.

## المركّبات

يمكن أن تتحد العناصر لتكوين مواد أكثر تعقيداً. والمركّب هو مادة نقية تتكوّن عندما يتحد عنصران مختلفان أو أكثر. ثمة ملايين من المركّبات المعروفة ويتم اكتشاف الآلاف سنوياً. ويبين الشكل 6 بعضاً منها. لكل مركّب صيغة كيميائية تتكوّن من الرموز الكيميائية من الجدول الدوري. ربما نعرف أن الماء هو المركّب  $\text{H}_2\text{O}$ . وأن كلوريد الصوديوم ( $\text{NaCl}$ ) هو المركّب الشائعة تسميته ملح الطعام. وأن الوقود الذي يُستخدم في السيارات عبارة عن خليط من مركّبات الهيدروكربون. الجدير بالذكر أنّ الهيدروكربونات تحتوي على ذرات هيدروجين و كربون فقط. كما أنّ الميثان ( $\text{CH}_4$ ) هو أبسط هيدروكربون. أما البكتيريا الموجودة في مناطق معينة مثل الأراضي الرطبة المبيّنة في الشكل 6، فهي تُطلق 76% من الانتاج العالمي للميثان من المصادر الطبيعية عن طريق تحليل النباتات والكائنات الحية الأخرى. وهي تتكوّن أيضاً من مركّبات.

للمركّبات العديد من الخصائص الفريدة. أولاً، هي تتكوّن دائماً من مجموعة معينة من العناصر بنسب ثابتة. فمثلاً، يتكوّن الماء دائماً بنسبة ذرتي هيدروجين إلى ذرة أكسجين واحدة. ولكل جزيء ماء التركيب نفسه. ثانياً، تختلف المركّبات كيميائياً وفيزيائياً عن العناصر المكوّنة لها. فعلى سبيل المثال، تختلف خصائص الماء عن خصائص كل من الهيدروجين والأكسجين.

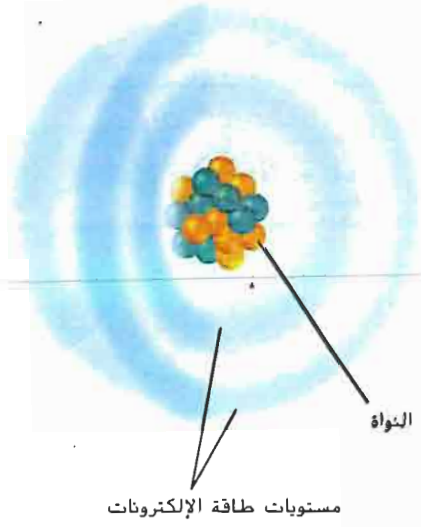
من الخصائص الأخرى للمركّبات عدم إمكانية تكسيرها إلى مركّبات أو عناصر أكثر بساطة بالطرق الفيزيائية مثل التفكيك والسحق. لكن يمكن تكسيرها بالطرق الكيميائية إلى مركّبات أبسط أو إلى عناصرها الأصلية. فكّر في مثال الماء مرة أخرى. لا يمكنك تهرير الماء عبر مرشح وفصل الهيدروجين عن الأكسجين. لكن يمكن لعملية تُسمّى التحليل الكهربائي، المبيّنة في الشكل 7، تكسير الماء إلى غاز الهيدروجين وغاز الأكسجين.

## الشكل 7 يُوّدي عملية التحليل الكهربائي للماء إلى إنتاج غاز الهيدروجين الذي يمكن استخدامه في خلايا وقود الهيدروجين.



## الروابط الكيميائية

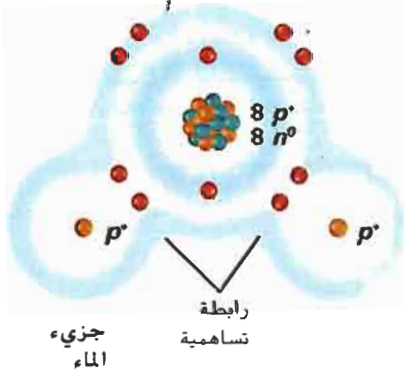
تتكوّن المركّبات مثل الماء والملح والميثان عند اتحاد مادتين أو أكثر. وتُسمّى القوة التي تربط المواد ببعضها رابطة كيميائية. فكّر مرة أخرى في البروتونات والنيوترونات والإلكترونات التي تتكوّن الذرة. تحدّد النواة الهوية الكيميائية للذرة. فيها تُعتبر الإلكترونات عاملاً أساسياً في تكوين الروابط الكيميائية. تدور الإلكترونات حول نواة الذرة في مناطق تُسمّى مستويات الطاقة، كما هو مبين في الشكل 8. إن لكل مستوى من مستويات الطاقة قدرة على استيعاب عدد محدد من الإلكترونات. في وقت محدد. فبإمكان مستوى الطاقة الأول. وهو المستوى الأكثر قرباً إلى النواة. استيعاب إلكترونين، في حين بإمكان المستوى الثاني استيعاب ثمانية إلكترونات. لا يكون لمستوى الطاقة غير الممتلئ درجة الاستقرار نفسها التي لمستوى الطاقة الفارغ أو المملوء كلياً. تصبح الذرات أكثر استقراراً عند فقدان إلكترونات أو جذب إلكترونات من ذرات أخرى. بالتالي. يؤدي هذا إلى تكوّن روابط كيميائية بين الذرات. ويؤدي تكوّن هذه الروابط إلى تخزين الطاقة. فيما يؤدي تكسيها إلى إطلاق الطاقة اللازمة لعمليات النمو والتطور والتكيف والتكاثر في الكائنات الحية. تجدر الإشارة إلى وجود نوعين أساسيين من الروابط الكيميائية وهما الروابط التساهمية والروابط الأيونية.



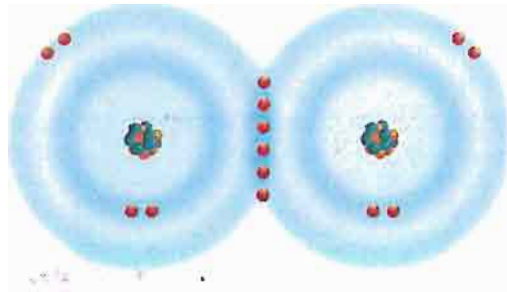
■ الشكل 8 تتحرك الإلكترونات بانتظام داخل مستويات الطاقة المحيطة بالنواة.

الروابط التساهمية إنك على الأرجح قد تعلمت المشاركة حين كنت صغيراً. بمعنى أنه إذا كنت تملك كتاباً يريد صديقك قراءته أيضاً، فستستمتعان بقصته معاً. بهذه الطريقة، تستفيدان كلاكما من الكتاب. وبالمثل، يتكوّن أحد أنواع الروابط الكيميائية عندما تتشارك الذرات في الإلكترونات الموجودة في مستويات الطاقة الخارجية.

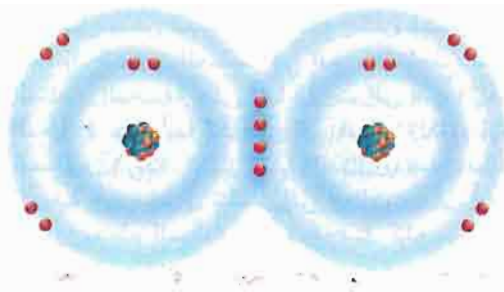
تُسمّى الرابطة الكيميائية التي تتكوّن عند مشاركة الإلكترونات **بالرابطة التساهمية**. ويبين الشكل 9 الروابط التساهمية بين الأكسجين والهيدروجين التي تكوّن الماء. فتحتوي كل ذرة هيدروجين (H) على إلكترون واحد في مستوى الطاقة الخارجي ويحتوي الأكسجين (O) على ست ذرات. ونظراً إلى أنّ مستوى الطاقة الخارجي للأكسجين هو المستوى الثاني الذي يمكنه استيعاب ما لا يزيد عن ثمانية إلكترونات، يميل الأكسجين بقوة إلى ملء مستوى الطاقة من خلال مشاركة إلكترونات من ذرتي الهيدروجين المجاورتين. ولا يتنازل الهيدروجين عن الإلكترونات، تماماً لكن يميل بقوة إلى مشاركة الإلكترونات مع الأكسجين لملء مستوى الطاقة الخارجي. فتتشكّل رابطتان تساهميتان تؤديان إلى تكوّن الماء. لمعظم مركّبات الكائنات الحية روابط تساهمية تربط في ما بينها. إن الماء والمواد الأخرى التي لها روابط تساهمية تُسمّى جزيئات. والجزيء هو وحدة بنائية ترتبط فيه الذرات ببعضها ببعض بروابط تساهمية. قد تكون الروابط التساهمية أحادية أو ثنائية أو ثلاثية تبعاً لعدد أزواج الإلكترونات المتشاركة، كما هو مبين في الشكل 10.



■ الشكل 9 في الماء (H<sub>2</sub>O)، تتشارك كل ذرة من ذرتي الهيدروجين بالإلكترون واحد مع ذرة الأكسجين. ونظراً إلى أنّ ذرة الأكسجين تحتاج إلى إلكترونين لملء مستوى الطاقة الخارجي. فإنها تكوّن رابطتين تساهميتين. رابطة مع كل ذرة هيدروجين.



الرابطية الثلاثية



الرابطية الثنائية



الرابطية الأحادية



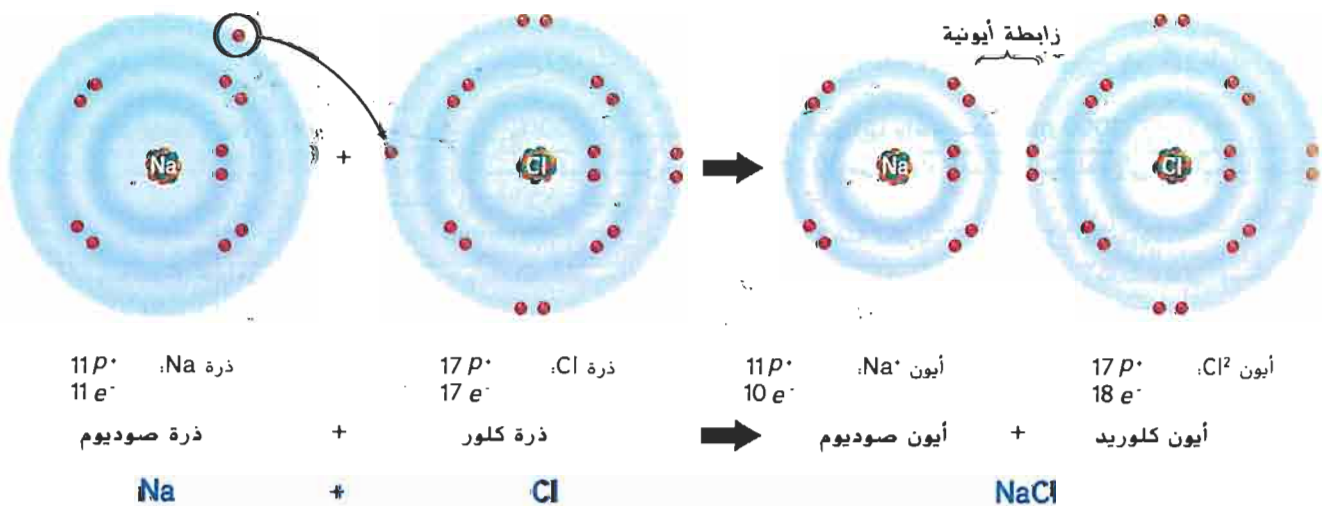
الشكل 10 تتم في الرابطية الأحادية مشاركة زوج واحد من الإلكترونات وتتم في الرابطية الثنائية مشاركة زوجين وتتم في الرابطية الثلاثية مشاركة ثلاثة أزواج.

الروابط الأيونية تذكر أن الذرات متعادلة وغير مشحونة كهربائياً. تذكر أيضاً أنه لكي تصل الذرة إلى أقصى درجات الاستقرار، يجب أن يكون مستوى الطاقة الخارجي إما فارغاً أو ممتلئاً كلياً. وتميل بعض الذرات إلى فقد (منح) الإلكترونات أو اكتسابها لإفراغ مستوى الطاقة الخارجي أو ملئه لكي تصبح مستقرة. وتتحول الذرة التي فقدت إلكترونًا واحدًا أو أكثر أو اكتسبته إلى أيون وتصبح مشحونة كهربائياً. فعلى سبيل المثال، لذرة الصوديوم إلكترون واحد في مستوى الطاقة الخارجي. ويمكن أن تصبح أكثر استقراراً في حال فقدت هذا الإلكترون فيصبح بالتالي مستوى الطاقة الخارجي فارغاً. وعند فقد هذه الشحنة السالبة، تتحول ذرة الصوديوم المتعادلة إلى أيون صوديوم موجب الشحنة ( $Na^+$ ). وبالمثل، تحتوي ذرة الكلور على سبعة إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي وهي تحتاج إلى إلكترون واحد فقط لملئه. عندما يقبل الكلور إلكترونًا من ذرة مانحة مثل الصوديوم، يتحول الكلور إلى أيون سالب الشحنة ( $Cl^-$ ).

**الرابطية الأيونية** هي تجاذب كهربائي بين ذرتين أو مجموعتي ذرات مختلفة الشحنة تُسمى أيونات. ويبين الشكل 11 كيفية تكون الرابطية الأيونية نتيجة التجاذب الكهربائي بين  $Na^+$  و  $Cl^-$  لتكوين  $NaCl$  (كلوريد الصوديوم). ويُطلق على المواد التي تتكون بسبب الروابط الأيونية اسم مركبات أيونية.

من الأيونات الموجودة في الكائنات الحية نذكر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والكلوريد والكريونات، وهي تساعد في الحفاظ على الاتزان الداخلي عند انتقالها إلى داخل الخلية وخارجها. بالإضافة إلى ذلك، تساعد الأيونات في نقل الإشارات بين الخلايا مما يتيح لك الرؤية والتذوق والسمع والإحساس والشم.

الشكل 11 لتكوين الأيونات. يمنح الصوديوم إلكترونًا ويكتسب الكلور إلكترونًا. وتتكون رابطية أيونية عندما يتقارب أيونان مختلفا الشحنة.



تميل بعض الذرات إلى منح إلكترونات أو اكتسابها بسهولة أكبر من غيرها. راجع الجدول الدوري للعناصر في الجزء الداخلي للغلاف الخلفي لهذا الكتاب. وتميل العناصر المحددة على أنها فلزات إلى منح الإلكترونات، في حين تميل العناصر المحددة على أنها لافلزات إلى قبول الإلكترونات. ويكون للمركبات الأيونية الناتجة خصائص فريدة. فعلى سبيل المثال يذوب معظمها في الماء. عندما تذوب المركبات الأيونية في محلول تتكسر إلى أيونات ويمكن أن تنقل هذه الأيونات تياراً كهربائياً. وتكون معظم المركبات الأيونية، مثل كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) بلورية الشكل في درجة حرارة الغرفة. وتكون درجات انصهار المركبات الأيونية بشكل عام أعلى من درجات انصهار المركبات المتكونة عن طريق الروابط التساهمية.

**الربط** **يعلم الأرض** على الرغم من أن معظم المركبات الأيونية تكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة، تكون المركبات الأيونية الأخرى سائلة عند درجة حرارة الغرفة. وتتكون السوائل الأيونية، مثل نظيراتها الصلبة، من أيونات موجبة الشحنة وأخرى سالبة الشحنة. فضلاً عن ذلك، تتمتع السوائل الأيونية بقوائد مهمة في تطبيقات الحياة اليومية لأنها تعتبر مذيبيات آمنة وصديقة للبيئة يمكن أن تحل محل المذيبيات الضارة الأخرى. والخاصية الأساسية في المذيبيات السائلة الأيونية هي أنها لا تتبخر ولا تنطلق المواد الكيميائية في الغلاف الجوي. إن معظم السوائل الأيونية آمنة في التعامل والتخزين ويمكن إعادة تدويرها بعد الاستخدام. لهذه الأسباب، تكون السوائل الأيونية جذابة للصناعات المراعية للبيئة. **التأكد من فهم النص** قارن بين السوائل والمواد الصلبة الأيونية.

## المفردات

### أصل الكلمة

الذرة atom

مشتقة من الكلمة اليونانية atomos،

وتعني لا يتجزأ

## تجربة مصفوفة 1

### اختبار اكتشاف وجود السكريات البسيطة

ما الأطعمة الشائعة التي تحتوي على الجلوكوز؟ الجلوكوز هو سكر بسيط يمد الخلايا بالطاقة. في هذه التجربة، ستستخدم كاشفاً يُسمى محلول بندكت (Benedict). يدل على وجود مجموعات  $\text{CHO}$ - (الكربون، الهيدروجين، الأكسجين). ويدل تغير اللون على وجود الجلوكوز والسكريات البسيطة الأخرى في الأطعمة الشائعة.

#### الإجراءات

1. حدد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. أنشئ جدول بيانات على أن تكون عناوين الأعمدة هي: المادة الغذائية وتوقع وجود السكر، الملاحظات والنتائج.
3. اختر أربع مواد طعام من بين تلك التي يقدمها المعلم. اقرأ ملصقات الأطعمة وتوقع وجود السكر البسيط في كل طعام. وسجل توقعك.
4. جهّز وعاء الماء ساخن درجة حرارته بين  $40^{\circ}\text{C}$ – $50^{\circ}\text{C}$  مستخدماً سخناً كهربائياً وإناء سعة 1000 mL.
5. قم بتسمية أنابيب الاختبار الأربعة. وأحضر مخبراً مدرّجاً، أضف 10 mL من المواد الغذائية المختلفة إلى كل أنبوب اختبار. ثم أضف 10 mL من الماء المقطر. وحرك برفق للمزج.
6. أضف 5 mL من محلول بندكت (Benedict) إلى كل أنبوب. واستخدم عصا تحريك نظيفة لمزج المحتويات.
7. باستخدام حوامل أنابيب الاختبار، قم بتدفئة أنابيب الاختبار في وعاء الماء الساخن لمدة دقيقتين إلى ثلاث دقائق. وسجل الملاحظات والنتائج.

#### التحليل

1. فسر البيانات هل يحتوي أي من الأطعمة على سكريات بسيطة؟ اشرح ذلك.
2. التفكير الناقد هل يمكن أن تكون نتيجة اختبار غذاء مكتوب عليه "خالٍ من السكر" إيجابية باستخدام محلول بندكت (Benedict) كمؤشر؟ اشرح ذلك.

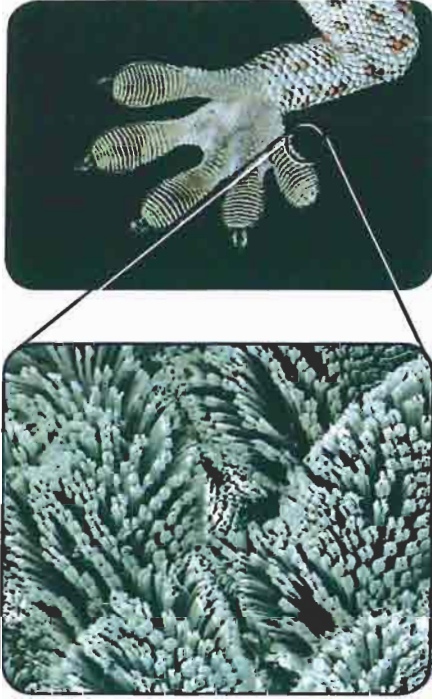
## قوى فاندرفال

سبق وتعلّمت أن الأيونات الموجبة والأيونات السالبة تتكوّن بناءً على قدرة الذرة على جذب الإلكترونات. فإذا كانت قوة جذب نواة الذرة للإلكترونات ضعيفة، فإنها ستبتلع الإلكترون الذي لديها للذرة ذات قوة الجذب الأقوى. وبالمثل، فإن عناصر الرابطة التساهمية لا تجذب الإلكترونات بالتساوي. نذكر أيضاً أن الإلكترونات في الجزيء تتحرك عشوائياً حول الأنوية، وقد تؤدي حركتها هذه إلى توزيع غير متساوٍ لسحابة الإلكترونات حول الجزيء، مما يكوّن مناطق مؤقتة ذات شحنات موجبة وسالبة.

عندما تقترب الجزيئات بعضها من بعض، تؤدي قوى الجذب بين المناطق السالبة والموجبة الشحنة هذه إلى سحب الجزيئات وربطها معاً. وتُسمّى قوى الجذب هذه بين الجزيئات باسم **قوى فاندرفال**، تيمناً بعالم الفيزياء الهولندي يوهانس فاندرفال، الذي كان أول من وصف هذه الظاهرة. تعتمد قوة الجذب على حجم الجزيء، شكله وقدرته على جذب الإلكترونات. وعلى الرغم من أن قوى فاندرفال ليست بقوة الروابط التساهمية والأيونية، إلا أنها تلعب دوراً مهماً في العمليات الحيوية.

أوضح العلماء أن أبو بريص يمكنه تسلق الأسطح الناعمة بسبب قوى فاندرفال بين ذرات التراكيبي التي تشبه الشعر في أصابع قدمه، والذرات على الأسطح التي يتسلقها كما هو مبين في الشكل 12.

**قوى فاندرفال في الماء** فكّر كيف تعمل قوى فاندرفال في مادة شائعة كالماء. تنجذب المناطق ذات الشحنات الموجبة والسالبة المنخفضة حول جزيء الماء إلى الشحنة المضادة على جزيئات الماء الأخرى القريبة. وتعمل هذه القوى على ربط جزيئات الماء معاً. من دون قوى فاندرفال، لن تكوّن جزيئات الماء قطرات ولن تكوّن القطرات سطح ماء. ومن المهم إدراك أن قوى فاندرفال هي قوى الجذب بين جزيئات الماء وليست القوى بين الذرات التي يتكوّن منها الماء.



صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح، التكبير: 240 ×

■ **الشكل 12** لدى أبو بريص ملايين الشعرات المجهرية في أسفل القدم ويكون طولها ضعف عرض شعرة من شعر الإنسان. وينقسم كل منها إلى 1000 حشوة أصغر.

## القسم 1 مراجعة

### ملخص القسم

- العناصر هي مواد نقية مكوّنة من نوع واحد فقط من الذرات.
- إنّ النظام هو أشكال للعنصر نفسه لها عدد نيوترونات مختلف.
- إنّ المركّبات هي مواد لها خصائص فريدة تتكوّن عند اتحاد العناصر.
- يمكن للعناصر أن تكوّن روابط تساهمية وأيونية.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. أنشئ رسماً يحتوي الصوديوم على 11 بروتوناً و 11 نيوترونًا في نواته. أرسم ذرة صوديوم. ولا تنس تسمية الجسيمات.
2. علّل ما إذا كان أول أكسيد الكربون (CO) ذرة.
3. اشرح هل كلّ المركّبات جزيئات؟ أجب مع التعليل.
4. قارن بين قوى فاندرفال والروابط الأيونية والروابط التساهمية.
5. اشرح طريقة تأثير عدد الإلكترونات الموجودة في مستوى الطاقة في تكوّن الرابطة.

### الرياضيات في علم الأحياء

6. يحتوي البريليوم على أربعة بروتونات في نواته. كم عدد النيوترونات في البريليوم-9؟ اشرح طريقة حساب إجابتك.

## التفاعلات الكيميائية

### الأسئلة الرئيسية

- ما أجزاء التفاعل الكيميائي؟
- كيف ترتبط تغيرات الطاقة بالتفاعلات الكيميائية؟
- ما أهمية الإنزيمات في الكائنات الحية؟

### مفردات للمراجعة

العملية **process**: سلسلة من الخطوات أو الإجراءات تعطي ناتجاً نهائياً

### مفردات جديدة

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| chemical reaction | التفاعل الكيميائي           |
| reactant          | المتفاعل                    |
| product           | الناتج                      |
| activation energy | طاقة التنشيط                |
| catalyst          | الحقاز                      |
| enzyme            | الإنزيم                     |
| substrate         | المادة المتفاعلة مع الإنزيم |
| active site       | الموقع النشط                |

الربط **بالحيوة اليومية** عندما تتمدد في المساء. قد تظن أن جسمك في حالة استرخاء كامل. لكنه في الحقيقة ما زال يهضم الطعام الذي تناولته طوال اليوم ويشفي الجرح الذي كان في مرفقك وينتج العضلات والعظام. فكل الأشياء التي تحدث داخل جسمك هي نتيجة لتفاعلات كيميائية.

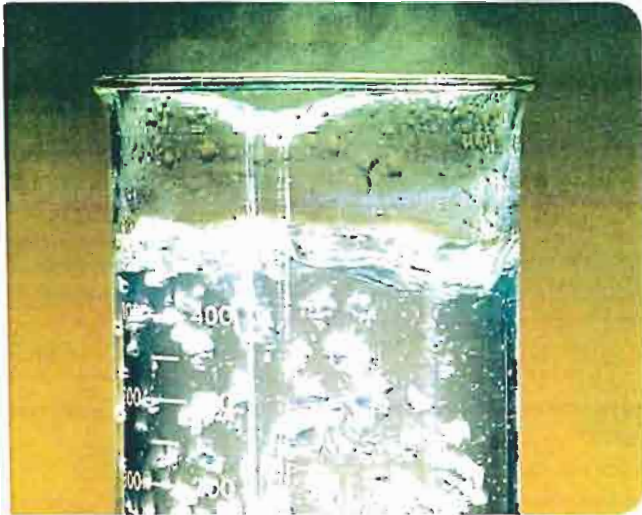
### المتفاعلات والنواتج

تكون السيارة الجديدة المطلية بالكروم اللامع وذات المظهر النظيف جذابة للعديد من السائقين. لكن مع مرور الوقت، قد تصدأ هذه السيارة وتفقد بريقها. والصدأ هو نتيجة تغير كيميائي يُسمى تفاعلاً كيميائياً والتفاعل الكيميائي هو عملية تتخ خلالها الذرات أو مجموعات الذرات الموجودة في المواد ترتباً جديداً يتسبب في تحوّل هذه المواد إلى مواد مختلفة. تتكسر الروابط الكيميائية وتكوّن خلاا التفاعلات الكيميائية. فالصدأ الذي يغطي السلسلة في الشكل 13 هو مركب يُسمّى أكسيد الحديد ( $Fe_2O_3$ ) تكوّن عندما تفاعل الأكسجين ( $O_2$ ) الموجود في الهواء مع الحديد ( $Fe$ )

من المهم معرفة أنّ المواد قد تطرأ عليها تغيرات لا تنطوي على تفاعلات كيميائية. على سبيل المثال، فكّر في الماء الظاهر في الشكل 13. حيث تمر الماء بتغير فيزيائي. يؤدي التغير الفيزيائي إلى تغير في شكل المادة وليس في تركيبها. فالماء يظل ماءً قبل التغير وبعده.

كيف تعرف بحدوث تفاعل كيميائي؟ على الرغم من أنك قد لا تكون على دراية بكلّ التفاعلات التي تحدث داخل جسمك، إلا أنك تعلم أنّ سطح السلسلة في الشكل 13 قد تغير. فالجسم الذي كان فضياً ولامعاً أصبح الآن باهتاً وبنيّاً مائلاً إلى البرتقالي. ومن الأدلة الأخرى على حدوث تفاعل كيميائي إنتاج حرارة أو ضوء وتكوّن غاز جديد أو سائل جديد أو مادة صلبة جديدة.

■ الشكل 13 بعد التغير الناتج عن التفاعل الكيميائي. مثل الصدأ، تتكوّن مادة جديدة. وأثناء التغير الفيزيائي، مثل انصهار الثلج أو غليان الماء، لا يتغير التركيب الكيميائي للماء.



تغير فيزيائي



تغير كيميائي



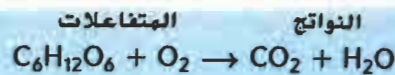
■ الشكل 14 تتضمن العملية التي تمد جسمك بالطاقة تفاعل الجلوكوز مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون والماء.

**المعادلات الكيميائية** عند كتابة العلماء للتفاعلات الكيميائية، يعبرون عن كل مكون من مكونات التفاعل في معادلة كيميائية. ففي المعادلات الكيميائية المكتوبة، تصف الصيغ الكيميائية المواد المتفاعلة مع أسهم تشير إلى عملية التغير.

المتفاعلات والمنتجات تظهر المعادلة الكيميائية **المتفاعلات**، أي المواد الكيميائية يبدأ التفاعل بها. على اليسار، وتظهر **النواتج**، أي المواد الكيميائية المتكونة أثناء التفاعل، على اليمين. وعند قراءة المعادلة نقول عوضاً عن السهم: "يعطي" أو "يتفاعل ليكون".

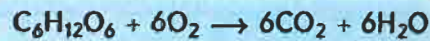
يتفاعل ليكون  
النواتج → المتفاعلات

يمكن كتابة المعادلة الكيميائية التالية لوصف التفاعل الذي يوفر الطاقة للاعبين الكرة الطائرة في الشكل 14.



يتفاعل الجلوكوز مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون والماء.

**المعادلات المتوازنة** في التفاعلات الكيميائية، لا يمكن استحداث مادة أو إفناؤها. يُطلق على هذا المبدأ اسم قانون حفظ الكتلة. لذا يجب أن تُظهر جميع المعادلات الكيميائية هذا التوازن في الكتلة، ما يعني أنّ عدد ذرات كل عنصر في المتفاعلات يجب أن يكون مساوياً لعدد ذرات العنصر نفسه في النواتج. وتُستخدم المعاملات لضمان تساوي عدد الذرات لكل عنصر في الطرفين.



لكل عنصر، اضرب المعامل في الرمز السفلي. ترى في هذا المثال أنّه يوجد ست ذرات كربون وأثنا عشرة ذرة هيدروجين وثمانية عشرة ذرة أكسجين على كل من طرفي السهم. وتؤكد المعادلة تساوي عدد الذرات في كل من الطرفين وبالتالي تكون المعادلة موزونة.

✓ **التأكد من فهم النص** اشرح لماذا يجب أن تكون المعادلات الكيميائية متوازنة.

## طاقة التفاعلات

الربط **بالصّيغة**

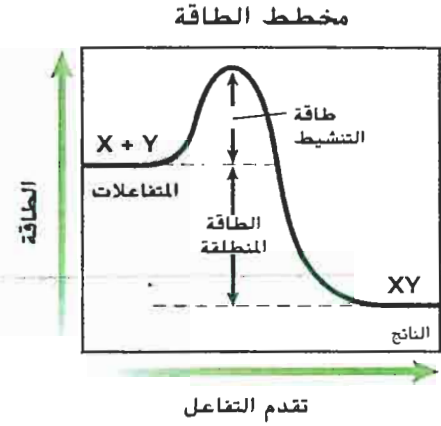
يتكوّن كعك السكر من دقيق وسكر ومكونات أخرى نخلط معاً. لكنّها لا تتحول إلى كعك إلى أن تُخبز. شيء ما يجب أن يُطلق هذا التحول من عجّين إلى كعك. إن مفتاح بدء التفاعل الكيميائي هو الطاقة. التفاعلات الكيميائية التي تحول العجين إلى كعك مصدرها الطاقة الحرارية. وبالمثل، فإن معظم المركّبات الموجودة في الكائنات الحية لا يمكنها أن تتحول بواسطة التفاعلات الكيميائية من دون مصدر للطاقة.

## المفردات

### مفردات أكاديمية

#### المُعامل coefficient

هو العدد الذي يكتب أمام المتفاعلات أو النواتج في المعادلة الكيميائية 6 في  $6\text{Fe}_2\text{O}_3$  هو مُعامل.



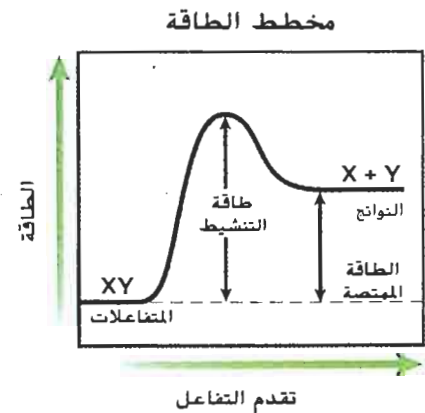
■ الشكل 15 يوفر لهب عود الثقاب طاقة التنشيط، وهي مقدار الطاقة اللازم لبدء التفاعل. ويطلق التفاعل طاقة حرارية وضوئية.

**طاقة التنشيط** يُطلق هذا التعريف على الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لكي تكون المتفاعلات نواتج في تفاعل كيميائي اسم **طاقة التنشيط**. على سبيل المثال، أنت تعلم أن الشمعة لن تحترق حتى تُشعل فتيلها، أي إن اللهب يوفر طاقة التنشيط لتفاعل المواد الكيميائية في فتيل الشمعة مع الأكسجين. في هذه الحالة، بمجرد بدء التفاعل، لا يعود بحاجة إلى المزيد من الطاقة وتستمر الشمعة في الاحتراق من تلقاء نفسها. يبين التمثيل البياني في الشكل 15 أنّ طاقة التنشيط أساسية لبدء التفاعل لكي تكون المتفاعلات  $X$  و  $Y$  الناتج  $XY$ . يلزم وجود طاقة لبدء التفاعل. وتُمثل قمة التمثيل البياني مقدار الطاقة الذي يجب إضافته إلى النظام لكي لإطلاق التفاعل. تجدر الإشارة إلى أنّ بعض التفاعلات نادرًا ما تحدث لأنها تحتاج إلى مقدار كبير للغاية من طاقة التنشيط.

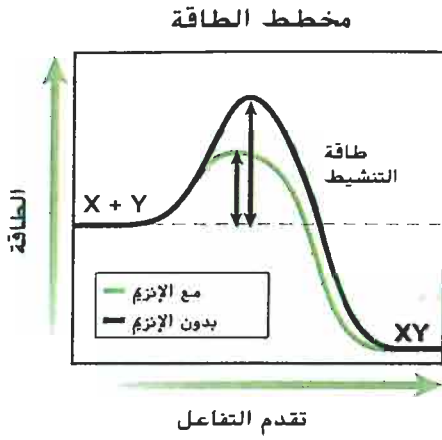
**تغير الطاقة في التفاعلات الكيميائية** قارن بين كيفية تغير الطاقة أثناء التفاعل المبين في التمثيل البياني في الشكل 15 والتفاعل المبين في التمثيل البياني في الشكل 16. يحتاج التفاعل إلى طاقة تنشيط كي ينطلقا. لكن في التفاعل المبين في الشكل 15، يكون للناتج طاقة أقل مما للمتفاعلات، فهو تفاعل طارد للحرارة، أي يطلق الطاقة على شكل طاقة حرارية. في حين أن التفاعل المبين في التمثيل البياني في الشكل 16 هو ماص للحرارة، أي يحدث فيه امتصاص لطاقة حرارية، ويكون للناتج طاقة أكبر مما للمتفاعلات. في كل تفاعل كيميائي، يحدث تغير في الطاقة نتيجة تكون الروابط الكيميائية أو تكسرها أثناء تكوين المتفاعلات النواتج. تحاول التفاعلات الطاردة للحرارة الحفاظ على درجة حرارة الجسم الداخلية عند حوالي  $37^{\circ}\text{C}$ .



■ الشكل 16 في التفاعل الماص للحرارة، تكون طاقة النواتج أكبر من طاقة المتفاعلات.



## الإنزيمات



الشكل 17 عندما يعمل الإنزيم حفازًا حيويًا. يحدث التفاعل بسرعة بحيث تستفيد منه الخلايا. قارن بين طاقة تنشيط التفاعل بدون وجود الإنزيم وطاقة تنشيطه مع وجود الإنزيم.

إن الكائنات الحية تُعتمد مصانع كيميائية تحركها تفاعلات كيميائية. لكن حدوث هذه التفاعلات الكيميائية يكون بطيئاً للغاية عند تنفيذها في المختبر لأن مقدار طاقة التنشيط اللازم لها يكون كبيراً. لكي تكون هذه التفاعلات الكيميائية مفيدة للكائنات الحية، يلزم وجود مواد إضافية أخرى في مكان حدوثها لتقلل من مقدار طاقة التنشيط اللازمة ولتسمح بتقدم التفاعل بسرعة.

الحفاز مادة تقلل من مقدار طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي. وعلى الرغم من أهمية الحفاز في تسريع التفاعل الكيميائي، إلا أنه لا يعمل على زيادة مقدار الناتج. ولا يُستهلك في التفاعل. ويستخدم العلماء أنواعاً كثيرة من الحفازات لكي تحدث التفاعلات بشكل أسرع آلاف المرات مما لو حدثت من دونها. تُعدّ بروتينات خاصة تُسمى **الإنزيمات** حفازات حيوية تزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية في العمليات الحيوية، فالإنزيمات ضرورية للحياة. قارن بين تقدم التفاعل الممتن في التمثيل البياني في الشكل 17 لمعرفة تأثير الإنزيم في التفاعل الكيميائي. والإنزيم كأي حفاز لا يُستهلك في التفاعل الكيميائي ويمكن استخدامه مرة أخرى بعد مساهمته في أي تفاعل كيميائي.

إن اسم الإنزيم يصف ما يقوم به. على سبيل المثال، الأميليز إنزيم مهم موجود في اللعاب. إن هضم الطعام يبدأ في الفم عندما يعمل الأميليز على تسريع تحليل الأميلوز. أحد مكونات النشا. وكما هو حال الأميليز. فإن معظم الإنزيمات يختص كل منها بتفاعل واحد.

## تجربة مصفوفة 2

### دراسة الاسمرار الإنزيمي

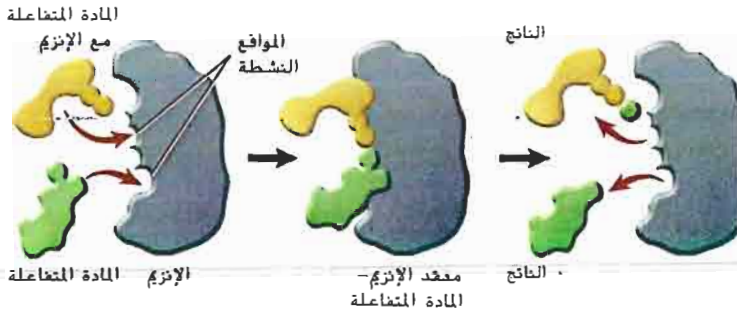
ما العوامل التي تؤثر في الاسمرار الإنزيمي؟ عند تقطيع التفاح، يتعرض نسيجه اللين للأوكسجين مما يؤدي إلى حدوث تفاعل كيميائي يُسمى الأكسدة. وتؤدي الإنزيمات الموجودة في التفاح إلى تسريع هذا التفاعل، مما ينتج عنه اسمرار الثمرة وتغير لونها. في هذه التجربة، سنتقضى الطرائق المستخدمة لإبطاء الاسمرار الإنزيمي.

#### الإجراءات

1. حدد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. توقع المقدار النسبي لتغير لون كل قطعة تفاح مما يلي عند تعرضها للهواء. بَرّر توقعاتك.
- العينة 1: قطعة تفاح غير معالجة
- العينة 2: قطعة تفاح غُمِرت في مياه مغلية
- العينة 3: قطعة تفاح غُمِرت في عصير ليمون
- العينة 4: قطعة تفاح غُمِرت في محلول سكري
3. جهّز 75 mL من كل مما يلي: مياه مغلية وعصير ليمون ومحلول سكري في ثلاثة إناءات سعته 250 mL.
4. قطع تفاحة إلى أربع قطع. استخدم الملقط فوراً لغمر كل قطعة في سائل مختلف. ضع إحدى القطع جانباً.
5. اغمر القطع لمدة ثلاث دقائق ثم ضعها على منشفة ورقية بحيث تكون القشرة في الأسفل. راقبها لمدة 10 دقائق ثم سجّل المقدار النسبي لتغير لون كل قطعة تفاح.

#### التحليل

1. حلل طريقة تأثير كل معالجة في التفاعل الكيميائي الذي حدث في النسيج اللين لثمرة الفاكهة. لم كانت بعض المعالجات ناجحة؟
2. فكّر بشكل ناقد في العوامل التي قد يراعيها صاحب مطعم يريد تقديم فاكهة مقطعة حديثاً عند اختيار الوصفة وطريقة التحضير.



**الشكل 18** تتفاعل المادة المتفاعلة مع الأنزيم في مواقع محددة تُسمى المواقع النشطة. لا يرتبط بالموقع النشط في الإنزيم إلا مادة ذات شكل محدد.

اتبع الشكل 18 لمعرفة طريقة عمل الإنزيم. إن التفاعلات التي ترتبط بالإنزيم تُسمى **المواد المتفاعلة مع الإنزيم**. أما الموقع المحدد الذي ترتبط فيه المادة المتفاعلة مع الإنزيم فيسمى **الموقع النشط**. لشكل كل من الموقع النشط والمادة المتفاعلة مع الإنزيم شكلين متكاملين يتيحان لهما التفاعل بطريقة دقيقة شبيهة بطريقة الجمع بين قطع الأحاجي. وكما هو مبين في الشكل 18، يرتبط الإنزيم بالمادة المتفاعلة التي لها نفس حجم الموقع النشط وشكله.

ما إن ترتبط المادة المتفاعلة بالموقع النشط، يتغير شكل الموقع النشط ويكون معدن الإنزيم-المادة المتفاعلة. هذا المعدن يساعد في تكسير الروابط الكيميائية في التفاعلات وتكوين روابط جديدة. فيمكن القول إن المواد المتفاعلة مع الإنزيم تتفاعل لتكوين النواتج. ثم يُطلق الإنزيم تلك النواتج.

بعض العوامل مثل الرقم الهيدروجيني (pH) ودرجة الحرارة والمواد الأخرى تؤثر في نشاط الإنزيم. فعلى سبيل المثال، تكون معظم الإنزيمات الموجودة في خلايا الإنسان في أقصى نشاط لها عند درجة حرارة مثالية قريبة من 37°C. لكن الإنزيمات في كائنات حية أخرى مثل البكتيريا تكون نشطة عند درجات حرارة أخرى.

تؤثر الإنزيمات في الكثير من العمليات الحيوية. فعندما تلدغ أفعى سامة إنساناً، تحلل الإنزيمات الموجودة في السم أنسجة خلايا الدم الحمراء لدى الإنسان. كما إن التفاح الأخضر الصلب ينضج نتيجة نشاط الإنزيمات، ويوفر كل من عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي الطاقة للخلية بمساعدة الإنزيمات. وتماثلاً كما التحلة العاملة مهمة في بقاء خلية النحل، فإن الإنزيم هي العامل الكيميائي في الخلايا.

### المطويات

ضمن مطوبتك معلومات من هذا القسم.

## القسم 2 مراجعة

### ملخص القسم

- في المعادلات الكيميائية الموزونة، يجب أن يكون عدد ذرات كل من العناصر متساوياً في كلا الطرفين.
- إن طاقة التنشيط الطاقة هي اللازمة لبدء أي تفاعل.
- إن الحفازات هي مواد تغيّر التفاعلات الكيميائية.
- إن الإنزيمات هي حفازات حيوية.

### فهم الأفكار الرئيسية

- حدد أجزاء هذا التفاعل الكيميائي:  $A+B \rightarrow AB$ .
- ارسم تمثيلاً لتغيرات الطاقة التي يمكن أن تحدث في تفاعل كيميائي.
- أشرح سبب ضرورة التساوي بين عدد ذرات المتفاعلات وعدد ذرات النواتج.
- صف أهمية الإنزيمات للكائنات الحية.

### فكر بشكل ناقذ

- بالنسبة إلى التفاعل الكيميائي التالي، اذكر أسماء المتفاعلات والناتج ثم زن المعادلة الكيميائية:  $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$ .
- ارسم تمثيلاً لعربة أفعوانية واكتب فقرة تظهر الرابط بين ركوبها وطاقة التنشيط والتفاعل الكيميائي.

## الماء والمحاليل

### الأسئلة الرئيسية

- كيف يجعل تركيب الماء منها مذيئاً جيداً؟
- ما أوجه الشبه والاختلاف بين المحاليل والمعلقات؟
- ما أوجه الاختلاف بين الأحماض والقواعد؟

### مفردات للمراجعة

#### الخاصية الفيزيائية physical property

سمة في المادة مثل اللون أو درجة الذوبان يمكن ملاحظتها أو قياسها من دون أي تغيير في تركيب المادة

### مفردات جديدة

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| polar molecule | الجزء القطبي         |
| hydrogen bond  | الرابطة الهيدروجينية |
| mixture        | الخليط               |
| solution       | المحلول              |
| solvent        | المذيب               |
| solute         | المذاب               |
| acid           | الحض                 |
| base           | القاعدة              |
| pH             | الرقم الهيدروجيني    |
| buffer         | المنظم               |

**المقدمة الرئيسية** إن خصائص الماء تجعله مناسباً تماماً للحفاظ على الاتزان الداخلي في الكائن الحي.

**الربط بالحياة اليومية** الأزرق هو اللون الأساسي الذي يكسو الكرة الأرضية. ويعود سبب ذلك إلى أن المياه تغطي حوالي 70 % من سطح الأرض. لنفترض الآن أننا قمنا بتكبير خلية من كائن حي على سطح الأرض. سنرى أن نسبة المياه تساوي حوالي 70 % من كتلة الخلية. لهذا يعد الماء أحد أهم الجزيئات لاستمرار الحياة.

### قطبية الماء

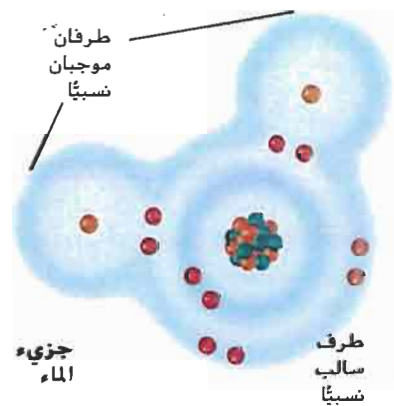
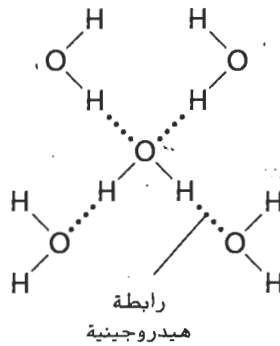
تبيّن لك سابقاً في هذه الوحدة أن جزيئات الماء تتكون بواسطة روابط تساهمية تربط ذرتي هيدروجين (H) بذرة أكسجين (O). ونظراً إلى أن الإلكترونات أكثر إنجذاباً إلى نواة ذرة الأكسجين، فإنها لا تنقسم بالتساوي في الرابطة التساهمية. وفي الماء، تبقى الإلكترونات بالقرب من نواة ذرة الأكسجين مدة أطول من بقائها بالقرب من نواة كل من ذرتي الهيدروجين. يبيّن الشكل 19 التوزيع غير المتساوي للإلكترونات في جزيء الماء. ويؤدي هذا، إلى جانب الشكل المنحني لجزيئات الماء، إلى أن تكون شحنة طرف الأكسجين في الجزيء سالبة نسبياً وشحنة طرف الهيدروجين في الجزيء موجبة نسبياً. فتُسمى الجزيئات التي تتوزع فيها الشحنات بشكل غير متساوٍ **جزيئات قطبية**، ما يعني أن فيها مناطق ذات شحنات متعاكسة.

إن القطبية هي خاصية وجود قطبين أو طرفين متعاكسين. فالمغناطيس لديه قطبية. إذ له قطب شمالي وآخر جنوبي ينجذبان عند تقريبهما من بعضهما البعض. عند تقريب الطرفين بعضهما من بعض فإنهما ينجذبان. بالمثل، عندما تقترب منطقة مشحونة في جزيء قطبي من منطقة ذات شحنة معاكسة في جزيء قطبي آخر، يحدث تجاذب كهروسكوني ضعيف. يُسمى التجاذب الكهروسكوني في الماء **رابطة هيدروجينية** وهي عبارة عن تفاعل ضعيف بين ذرة هيدروجين من جهة وذرة فلور أو أكسجين أو نيتروجين من جهة ثانية. وتعتبر الرابطة الهيدروجينية نوعاً قوياً من قوى فاندرفال. ويبيّن الشكل 20 القطبية وغيرها من الخصائص الفريدة للماء التي تجعله مهماً للكائنات الحية.

**الشكل 19** تتكوّن الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات نظراً للشكل المنحني لجزيئات الماء وعدم توزيع الإلكترونات بالتساوي بين الهيدروجين والأكسجين. وبسبب التجاذب بين الذرات التي تتكوّن الماء، يحمل سطح الماء حشرة متزلج المياه (water strider).



متزلج الماء

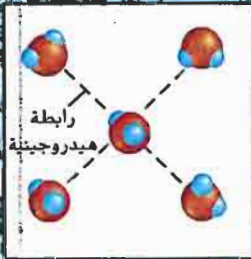


# تصوّر خصائص الماء

الشكل 20

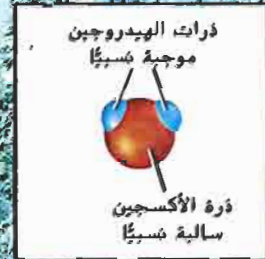
الماء ضروري للحياة على كوكب الأرض. فخصائصه تجعله قادراً على توفير بيئات مناسبة للحياة ومساعدة الكائنات الحية في الحفاظ على أنظمتها الداخلي. يستطيع الإنسان العيش من دون طعام لفترة طويلة لكنه لا يستطيع البقاء من دون ماء سوى بضعة أيام.

## تكوين الرابطة الهيدروجينية

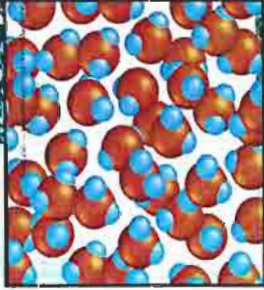


- يتكون جزيء الماء من ذرة أكسجين وذرتي هيدروجين.
- جزيء الماء قطبي، وشكله المنحني يجعل ذرتي الهيدروجين تحملان شحنة موجبة نسبياً وذرة الأكسجين تحمل شحنة سالبة نسبياً. نتيجة لذلك، يكون الماء روابط هيدروجينية.
- يسمى الماء المذيب العالمي لأن العديد من المواد تذوب فيه.

## جزيء الماء

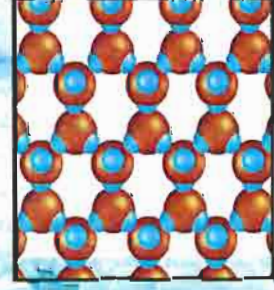


## سائل



يصبح الماء السائل أكثر كثافة عندما تصل برودته إلى  $4^{\circ}\text{C}$ . لكن الجليد أقل كثافة من الماء السائل. نتيجة لذلك، تمتزج المواد المغذية الموجودة في المسطحات المائية بسبب التغيرات في كثافة الماء خلال فصلي الربيع والخريف. فضلاً عن ذلك، يمكن للأسماك أن تبقى حية في الشتاء لأن الجليد يطفو وبالتالي نستطيع العيش وأداء وظائفها في المياه الراكدة تحت الجليد.

## صلب



الماء مادة لاصقة - فهي تكوّن روابط هيدروجينية مع جزيئات الأسطح الأخرى. ويعرف ذلك بالخاصية الشعرية. ينتقل الماء في جذع النيات، وتقوم البذور والجراعم بفعل الخاصية الشعرية هذه.

الماء مادة متماسكة - فتجذب الجزيئات بعضها إلى بعض بسبب الروابط الهيدروجينية. ويسبب هذا التجاذب توتراً سطحياً يجعل الماء يتشكل في قطرات صغيرة ويسمح للحشرات والأوراق بأن تطفو فوق سطح مائي.

## المخاليط مع الماء

قد تكون على دراية بمنتجات المشروبات المسحوقة التي تذوب في المياه للحصول على مشروبات ذات نكهة. فعندما تضيف مادة مسحوقة إلى الماء، لا تتفاعل هذه المادة مع الماء لتكوين ناتج جديد. لكنك تقوم بإعداد خليط. **الخليط** مزيج يتكون من مادتين أو أكثر حيث تحتفظ كل مادة بخصائصها وميزاتها الفردية.

**المخاليط المتجانسة** عندما يكون للخليط تركيب متماثل فإنه يُسمى خليطاً متجانساً. **والمحلول** هو اسم آخر للخليط المتجانس. على سبيل المثال، في محلول مزيج المشروب المسحوق المبيّن في الشكل 21، يوجد مزيج المشروب أعلى الكوب وفي وسطه وفي أسفله. يحتفظ الماء بخصائصه ويحتفظ خليط المشروب بخصائصه.

يتألف المحلول من مكونين: المذيب والمذاب. **المذيب** هو المادة التي تذوب فيها مادة أخرى، **والمذاب** هو المادة التي تذوب في المذيب. وفي حالة خليط المشروب، الماء هو المذيب والمادة المسحوقة هي المذاب. يُعدّ خليط الملح والماء مثلاً آخر على محلول لأن المذاب (الملح) يذوب تماماً في المذيب (الماء). يعمل اللعاب على ترطيب الفم ويبدأ هضم جزء من الطعام، إنه عبارة عن محلول يحتوي على ماء وبروتينات وأملاح. كذلك الأمر بالنسبة للهواء الذي تننفسه، فهو أيضاً محلول يتكون من غازات.

**المخاليط غير المتجانسة** تذكّر آخر مرة تناولت فيها سلطة. قد تكون احتوت السلطة على الخس وخضروات أخرى وقطع الخبز المحمص وبعض التوابل. هذه السلطة تمثل خليطاً غير متجانس. ففي هذا النوع من الخليط، تظل المكونات متميزة، بمعنى أنه يمكنك تمييز كل مكون منها على حدة. قارن بين خليط الرمل والماء وبين محلول الملح والماء المجاور له في الشكل 22. يكوّن الرمل والماء أحد أنواع الخليط غير المتجانس الذي يُسمى المعلق. بمرور الوقت، تترسب الجسيمات في أسفل المعلق.

المادة الغروانية هي خليط غير متجانس لا تترسب فيه الجسيمات على غرار ترسب حبيبات الرمل في الماء. قد تكون على دراية بالعديد من المواد الغروانية. مثل الضباب والدخان والزبدة والمايونيز واللبن والدهان والحبر. كما إن الدم مادة غروانية تتكون من البلازما والخلايا وغيرها من المواد.

✓ **التأكد من فهم النص** ميّز بين المحاليل والمعلقات.



**الشكل 21** يمثل مزيج المشروب خليطاً متجانساً في الماء، إذ تذوب جسيمات المذاب (مزيج المشروب) وتنتشر في المذاب (الماء) بأكمله.

## المفردات

### مفردات أكاديمية

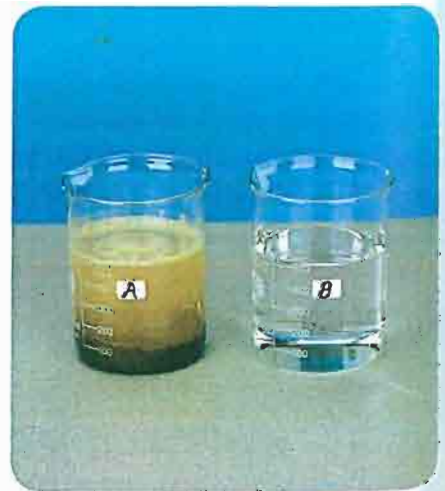
#### يعلق suspend

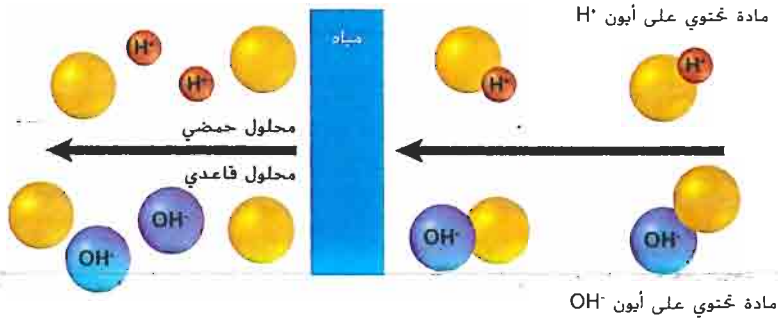
حماية من السقوط أو الفرق

مثال: يتعلق العنكبوت بشبكته بواسطة خيط رفيع.

## الشكل 22

**اليمين:** يكوّن الرمل والماء (A) خليطاً غير متجانس، ويمكنك رؤية السائل والمادة الصلبة. أما خليط الملح والماء المتجانس (B) فهو عبارة عن سائل ولا يمكنك رؤية الملح. **اليسار:** الدم عبارة عن خليط غير متجانس يُسمى مادة غروانية.





الأحماض والقواعد إن الكثير من المذابات تذوب في الماء بسهولة بسبب قطبية هذا الأخير. وهذا يعني أن الكائن الحي الذي تقارب نسبة الماء فيه الـ 70% يمكن أن ينطوي على مجموعة متنوعة من المحاليل. عندما تذوب مادة تحتوي على الهيدروجين في الماء، فقد تطلق أيون الهيدروجين الموجب ( $H^+$ ) بسبب انجذابها إلى ذرات الأكسجين سالبة الشحنة الموجودة في الماء، كما هو مبين في الشكل 23. وتسمى المواد التي تطلق أيونات الهيدروجين الموجبة عندما تذوب في الماء بـ **الأحماض**، وكلما ازداد عدد أيونات الهيدروجين الموجبة التي تطلقها المادة، ارتفعت حموضة المحلول.

بالمثل، تسمى المواد التي تطلق أيونات الهيدروكسيد السالب ( $OH^-$ ) عندما تذوب في الماء بـ **القواعد**. فهيدروكسيد الصوديوم ( $NaOH$ ) مركب قاعدي شائع يتكسر في الماء مُطلقاً أيونات الصوديوم الموجب ( $Na^+$ ) وأيونات الهيدروكسيد السالب ( $OH^-$ ). كلما ازداد عدد أيونات الهيدروكسيد السالب التي تطلقها المادة، ارتفعت قاعدية المحلول.

إن الأحماض والقواعد مواد أساسية في علم الأحياء. فالكثير من الأغذية والمشروبات التي نتناولها حمضية، كما إن المواد التي تهضم الطعام في المعدة هي مرتفعة الحموضة وتسمى العصارات المعدية.

## مساحة لتحليل البيانات 1

استناداً إلى دراسات\*

إدراك السبب والنتيجة

كيف يؤثر الرقم الهيدروجيني (pH) ودرجة الحرارة في نشاط إنزيم البروتياز (protease)؟ البروتيازات هي إنزيمات تعمل على تكسير البروتين. وغالباً ما تُستخدم البروتيازات البكتيرية في المنظفات للمساعدة في إزالة البقع عن الملابس مثل بقع البيض والعشب والدم والعرق.

البيانات والملاحظات

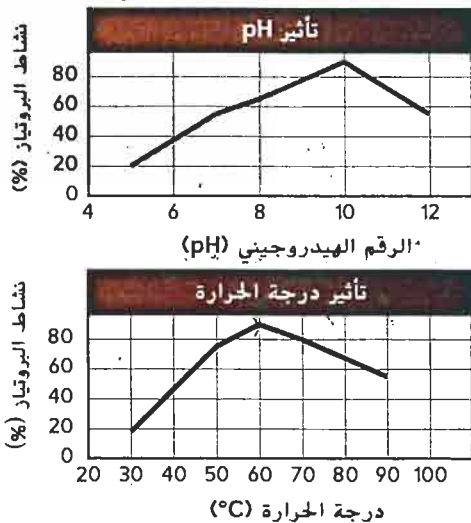
تمت دراسة بروتياز مأخوذ من سلالة من البكتيريا معزولة حديثاً في نطاق من قيم الرقم الهيدروجيني (pH) ودرجات الحرارة.

التفكير الناقد

1. حدّد نطاق قيم الرقم الهيدروجيني (pH) ودرجات الحرارة المستخدمة في التجربة.

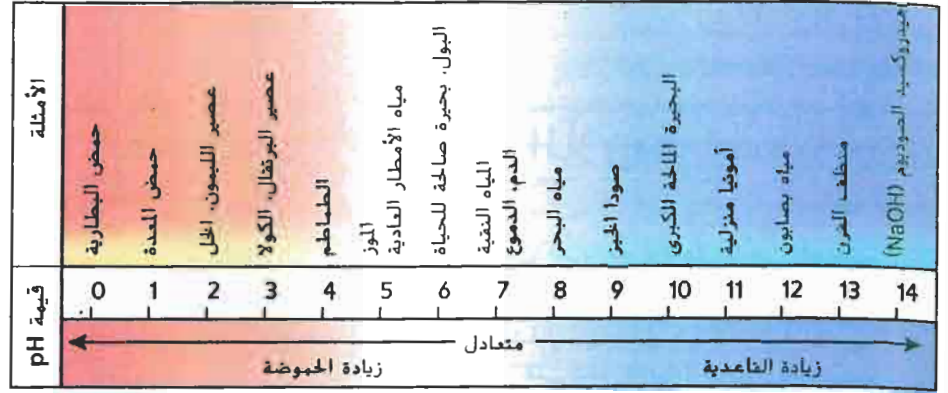
2. لخص نتائج كلٍّ من الرسمين البيانيين.

3. استدلّ إذا كان منظف الملابس مركباً قاعدياً ويحتاج إلى المياه الساخنة ليكون في أقصى درجات فاعليته، فهل سيكون هذا البروتياز مفيداً؟ اشرح ذلك.



\*أخذت البيانات من: Adinarayana, et al. 2003. Purification and partial characterization of thermostable serine alkaline protease from a newly isolated *Bacillus subtilis* PE-11. AAPS PharmSciTech 4: article 56

**الشكل 24** يُستخدم مقياس الرقم الهيدروجيني (pH) للإشارة إلى القوة النسبية للأحماض والقواعد. أي كمية أيونات الهيدروجين الموجب ( $H^+$ ) في المحلول.



### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

**فني حوض السباحة** يجب أن تستوفي جميع المسطحات المائية الترفيهية، مثل حوض السباحة الترفيهي، والنادي الصحي التدريبي وحوض العلاج الطبي، متطلبات صارمة تتعلق بنوعية الماء. ويحرص فنيو أحواض السباحة على استيفاء هذه المتطلبات من خلال مراقبة قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) للمياه ومستويات البكتيريا والطحالب ونقاء الماء.

الرقم الهيدروجيني (pH) والمنظّمات تحدّد كمية أيونات الهيدروجين أو أيونات الهيدروكسيد في المحلول قوة الحمض أو القاعدة. وقد ابتكر العلماء طريقة سهلة لقياس درجة حموضة أو قاعدية المحلول. يُسمى قياس تركيز الهيدروجين الموجب  $H^+$  في المحلول **الرقم الهيدروجيني (pH)**. وكما هو مبين في الشكل 24، فإن الماء النقي متعادل وتبلغ قيمة رقمه الهيدروجيني (pH) 7.0. أما المحاليل الحمضية فتحتوي على كمية كبيرة من أيونات الهيدروجين الموجب  $H^+$  وقيم أرقامها الهيدروجينية (pH) أقل من 7. وتحتوي المحاليل القاعدية على كمية من أيونات الهيدروكسيد السالب  $OH^-$  أكبر من أيونات الهيدروجين الموجب  $H^+$  وقيم أرقامها الهيدروجينية (pH) أكبر من 7.

**الربط بالصحة** تحدث معظم العمليات الحيوية التي تقوم بها الخلايا في نطاق للأس الهيدروجيني (pH) يتراوح بين 6.5 و 7.5. وللحفاظ على الاتزان الداخلي، من الأهمية بمكان التحكم بمستويات الهيدروجين الموجب  $H^+$ . فإذا كنت تعاني من اضطراب في المعدة، يمكنك تناول مضاد للحموضة لتشعر بتحسّن. ويعمل القرص المضاد للحموضة كمُنظّم للمساعدة في معادلة حموضة المعدة. والمنظّمات عبارة عن مخاليط يمكن أن تتفاعل مع الأحماض أو القواعد للحفاظ على الرقم الهيدروجيني (pH) ضمن نطاق محدد. في الخلايا، يقي المنظّمات على قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) في الخلايا ضمن نطاق يتراوح بين 6.5 و 7.5. الدم على سبيل المثال يحتوي على منظّمات تحافظ على قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) أقل من 7.4.

## القسم 3 مراجعة

### ملخص القسم

- الماء جزيء قطبي.
- تعتبر المحاليل مخاليط متجانسة تتكون عندما يذوب المذاب في المذيب.
- الأحماض هي مواد تُطلق أيونات الهيدروجين في المحاليل. والقواعد هي مواد تُطلق أيونات الهيدروكسيد في المحاليل.
- يُعدّ الرقم الهيدروجيني (pH) مقياساً لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول.

### فهم الأفكار الرئيسية

- صف إحدى الطرق التي يساعد بها الماء في الحفاظ على الاتزان الداخلي في الكائن الحي.
  - اربط تركيب الماء بقدرته على العمل كمذيب.
  - ارسم مقياساً للرقم الهيدروجيني (pH) وقيم بتسمية المياه ( $H_2O$ ) وحمض الهيدروكلوريك (HCl) وهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) في المواقع العامة الخاصة بها على المقياس.
  - قارن وقابل بين المحاليل والمعلقات. اذكر مثالاً على كل منهما.
- التفكير الناقد**
- اشرح لماذا تُصنّف صودا الخبز ( $NaHCO_3$ ) على أنها مركّب قاعدي. صف تأثير صودا الخبز في تركيز أيون  $H^+$  في محتويات المعدة التي تبلغ قيمة رقمها الهيدروجيني (pH) 4.
  - توقّع إذا أضفت حمض الهيدروكلوريك (HCl) إلى الماء، فماذا سيكون تأثير ذلك في تركيز أيون  $H^+$  وفي الرقم الهيدروجيني (pH)؟

## العناصر الأساسية اللازمة للحياة

تتكوّن الكائنات الحية من جزيئات تحتوي على الكربون..

الربط بالحياة اليومية يستمتع الأطفال بألعاب القطارات لأنهم يستطيعون ربط مجموعات طويلة من العربات معاً وابتكار أشكال من خلال ضمّ العربات المتشابهة من حيث اللون أو الوظيفة. وينطبق الأمر نفسه على علم الأحياء. حيث توجد جزيئات ضخمة تتكوّن من وحدات صغيرة متعددة مرتبطة معاً.

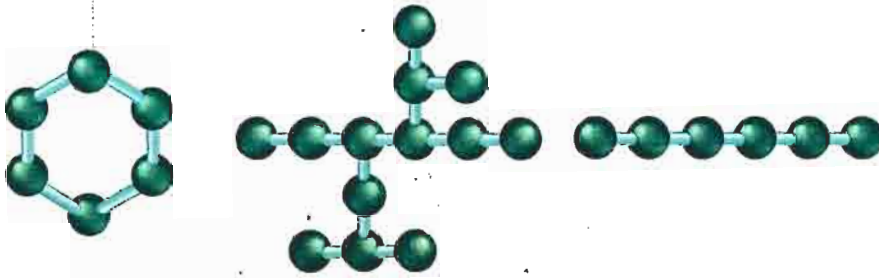
### الكيمياء العضوية

يدخل عنصر الكربون كمكوّن في كل الجزيئات الحيوية تقريباً. لهذا السبب، غالباً ما تُعتبر الحياة على كوكب الأرض معتمدة على الكربون. ونظراً إلى أن الكربون عنصر أساسي، فقد خصص له العلماء فرعاً كاملاً من الكيمياء يُسمى الكيمياء العضوية. وذلك بهدف دراسة المركّبات العضوية. وهي المركّبات التي تحتوي على الكربون. كما هو مبين في الشكل 25، ثمة أربعة إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي للكربون. نذكر أن مستوى الطاقة الثاني يستطيع أن يحمل ثمانية إلكترونات كحدّ أقصى، لذلك يمكن لذرة كربون واحدة تكوين أربع روابط تساهمية مع ذرات أخرى. هذه الروابط التساهمية تسمح لذرات الكربون بالارتباط بعضها مع بعض، مما يتيح تكوين مجموعة متنوعة من المركّبات العضوية المهمة. تجدر الإشارة إلى أنّ هذه المكوّنات يمكن أن تتخذ شكل سلاسل مستقيمة وسلاسل متشعبة وحلقات، مثل تلك المبينة في الشكل 25، وتؤدي مكوّنات الكربون مجتمعة إلى تنوع الحياة على سطح الأرض.

الجزيئات الخلقية

الجزيئات المتشعبة

الجزيئات ذات السلسلة المستقيمة



تنوع الحياة على سطح الأرض



### الأسئلة الرئيسية

- ما دور الكربون في الكائنات الحية؟
- ما الفئات الأربع الرئيسية للجزيئات الضخمة الحيوية؟
- ما وظائف كل مجموعة من مجموعات الجزيئات الضخمة الحيوية؟

### مفردات للمراجعة

المركب العضوي organic

compound: مادة أساسها الكربون

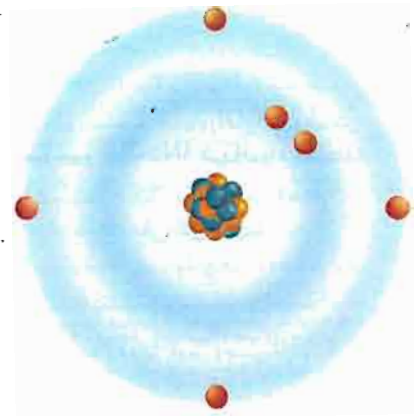
ضرورية للمادة الحية

### مفردات جديدة

|               |               |
|---------------|---------------|
| macromolecule | الجزيء الضخم  |
| polymer       | البوليمر      |
| carbohydrate  | الكربوهيدرات  |
| lipid         | الدهون        |
| protein       | البروتين      |
| amino acid    | الحمض الأميني |
| nucleic acid  | الحمض النووي  |
| nucleotide    | النوكليوتيد   |

### الشكل 25 ينجم التنوع المذهل

للحياة بصورة أساسية عن تنوع مركّبات الكربون. يتيح مستوى الطاقة الخارجي نصف الممتلئ في الكربون تكوين جزيئات ذات سلسلة مستقيمة وجزيئات متشعبة وجزيئات حلقة.



الكربون

## الجزئیات الضخمة

يمكن أن تتحد ذرات الكربون معًا لتكوّن جزيئات الكربون. وبالمثل، تخزّن معظم الخلايا مركّبات الكربون الصغيرة التي تُعتبر بمثابة وحدات بناء للجزيئات الضخمة. إنّ الجزيئات الضخمة هي جزيئات كبيرة تتكون من خلال جمع جزيئات عضوية صغيرة معًا. وتُسمى هذه الجزيئات الكبيرة بوليمرات أيضًا. إنّ البوليمرات هي جزيئات تتكوّن من وحدات متكررة من مركّبات متماثلة أو شبه متماثلة تُسمى المونومرات ترتبط في ما بينها بواسطة سلسلة من الروابط التساهمية. كما هو مبين في الجدول 1، تنقسم الجزيئات الضخمة الحيوية إلى أربع فئات رئيسية: الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والأحماض النووية.

✓ التأكّد من فهم النصّ استخدام تشبيهها لوصف الجزيئات الضخمة.

### المفردات أصل الكلمة

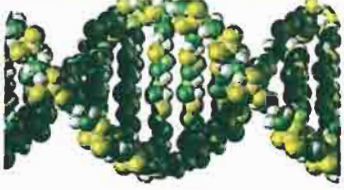
البوليمر polymer

poly- مشتقة من اليونانية، وتعني "العديد"

-meros مشتقة من اليونانية، وتعني "جزء"

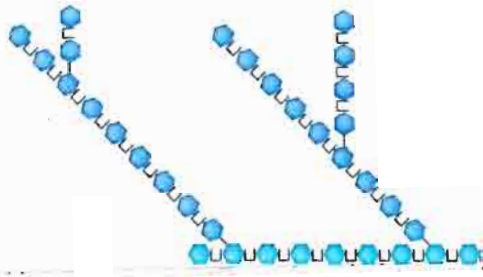
### الجزئیات الضخمة الحيوية

### الجدول 1

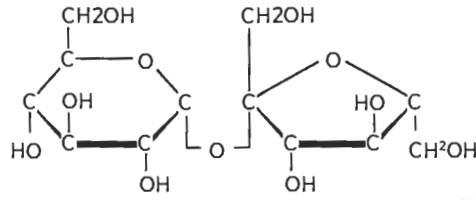
| المجموعة        | مثال                                                                                                 | الوظيفة                                                                                                                                         |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| الكربوهيدرات    | <br>الخبز والحبوب | <ul style="list-style-type: none"> <li>• تخزين الطاقة</li> <li>• توفير دعم هيكلي</li> </ul>                                                     |
| الدهون          | <br>شمع النحل    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• تخزين الطاقة</li> <li>• توفير حواجز</li> </ul>                                                         |
| البروتينات      | <br>الهيموجلوبين | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نقل المواد</li> <li>• تسريع التفاعلات</li> <li>• توفير دعم هيكلي</li> <li>• إنتاج الهرمونات</li> </ul> |
| الأحماض النووية | <br>DNA          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• تخزين المعلومات الوراثية ونقلها</li> </ul>                                                             |

### اقتراح لدراسة

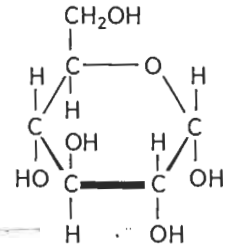
ورقة ملاحظات مزدوجة اطو ورقة إلى نصفين طولياً واكتب العناوين الفرعية العريضة التي تظهر تحت العنوان الجزيئات الضخمة الحيوية جهة اليسار. وأثناء قراءة النص، أنشئ قائمة بالملاحظات المتعلقة بأهم الأفكار والمصطلحات.



الجليكوجين  
(عديد السكريات)



سكروز  
(ثنائي السكر)



جلوكوز  
(أحادي السكر)

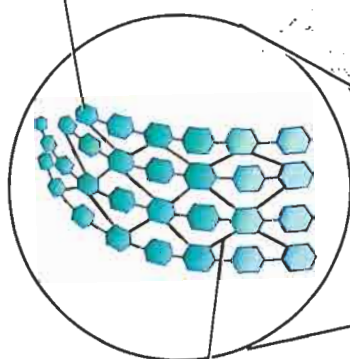
**الكربوهيدرات** إن المركبات التي تحتوي على الكربون والهيدروجين والأكسجين بنسبة ذرة أكسجين واحدة وذرتي هيدروجين مقابل كل ذرة كربون تُسمى **كربوهيدرات**. تُكتب الصيغة العامة للكربوهيدرات على هذا النحو  $(CH_2O)_n$ . ويشير الرمز السفلي  $n$  إلى عدد وحدات الفورمالدهيد  $(CH_2O)$  في السلسلة. إن الكربوهيدرات المهمة أحياناً والتي تتراوح فيها قيمة  $n$  بين ثلاثة وسبعة تُعرف بالسكريات البسيطة أو السكريات الأحادية. فضلاً عن ذلك، يضطلع الجلوكوز أحادي السكر، المبين في الشكل 26، بدور محوري كمصدر للطاقة في الكائنات الحية.

يمكن أن ترتبط السكريات الأحادية لتكوّن جزيئات أكبر، ويجمع اثنان من السكريات الأحادية معاً ليكونا مركباً ثنائي السكر. إضافة إلى ذلك، تعمل السكريات الثنائية كمصادر للطاقة مثل الجلوكوز. ويُعتبر كل من السكروز، المبين في الشكل 26، وهو سكر المائدة، واللاكتوز، الذي يدخل ضمن مكونات الحليب، من السكريات الثنائية. تُعرف جزيئات الكربوهيدرات الأطول بالسكريات المتعددة، ويُعدّ الجليكوجين، المبين في الشكل 26، أحد أهم السكريات المتعددة. إن الجليكوجين هو عبارة عن مخزن للطاقة مكوّن من الجلوكوز وموجود في الكبد والعضلات الهيكلية. فحين يحتاج الجسم إلى الطاقة بين الوجبات أو أثناء نشاط بدني، يتحلل الجليكوجين إلى جلوكوز. بالإضافة إلى دور الكربوهيدرات كمصادر للطاقة، فهي تؤدي وظائف أخرى مهمة في علم الأحياء. تحتوي النباتات مثلاً على مركب كربوهيدراتي يُسمى السيلولوز يوفر دعماً هيكلياً في جدران الخلايا. وكما هو مبين في الشكل 27، يتكوّن السيلولوز من سلاسل من الجلوكوز مرتبطة معاً بألياف صلبة تجعلها مناسبة لأداء دورها الهيكلي. يُعتبر الكيتين سكرًا متعددًا يحتوي على النيتروجين، وهو المكوّن الأساسي للأصداف الخارجية الصلبة للروبيان والمحار وبعض الحشرات، وكذلك لجدران خلايا بعض أنواع الفطريات.

**الشكل 26** إن الجلوكوز هو مركب أحادي السكر، والسكروز مركب ثنائي السكر يتكوّن من مركبات الجلوكوز والفركتوز أحادية السكر. أما الجليكوجين، فهو مركب مشتق متعدد السكر يتكوّن من مونومرات الجلوكوز.

**الشكل 27** يوفر السيلولوز الموجود في خلايا النباتات دعماً هيكلياً للأشجار لتبقى راسخة في الغاية.

وحدة جلوكوز فرعية



رابطة متصالية



ألياف السيلولوز



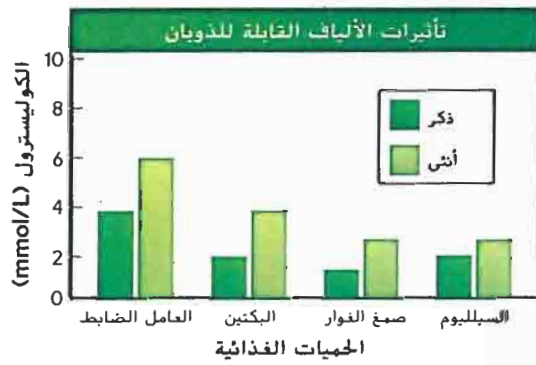
## مساحة لتحليل البيانات 2

### استنادًا إلى دراسات\* فَسِّرِ البيانات

هل تؤثر الألياف القابلة للذوبان في مستويات الكوليسترول؟ يرتبط ارتفاع نسبة السترويد، الذي يُعرف بالكوليسترول، في الدم بالإصابة بأمراض القلب. يدرّس الباحثون تأثيرات الألياف القابلة للذوبان التي ينطوي عليها النظام الغذائي في مستويات W الكوليسترول.

#### البيانات والملاحظات

قُيِّمت هذه التجربة تأثيرات ثلاثة ألياف قابلة للذوبان في مستويات الكوليسترول في الدم، وهي: البكتين (PE) وصمغ الفوار (GG) والسيليوم (PSY). وكان السيولوز العامل الضابط (CNT).



#### التفكير الناقد

1. احسب النسبة المئوية للتغير في مستويات الكوليسترول مقارنةً بالعامل الضابط.
2. صف التأثيرات الظاهرة للألياف القابلة للذوبان في مستويات الكوليسترول في الدم.

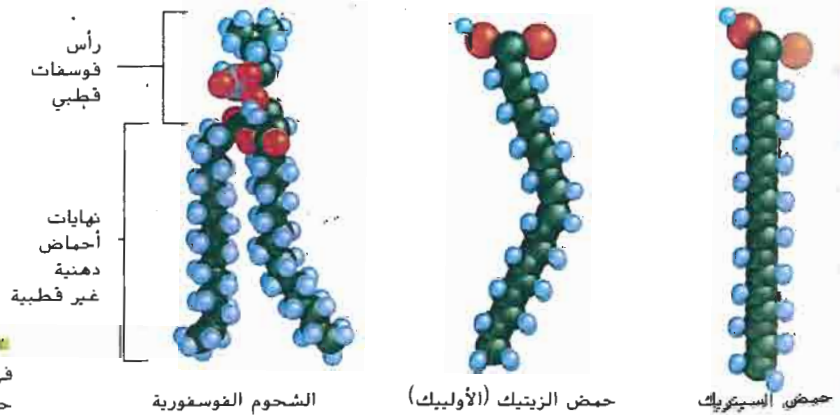
\*أُخذت البيانات من: Shen, et al. 1998. Dietary soluble fiber lowers plasma LDL cholesterol concentrations by altering lipoprotein metabolism in small, female mammals. *Journal of Nutrition* 128: 1434-1441.

الدهون تمثل **الدهون** مجموعة أخرى مهمة من الجزيئات الضخمة الحيوية وهي عبارة عن جزيئات تحتوي بشكل أساسي على الكربون والهيدروجين والأكسجين وتكوّن الدهون والزيوت والشمع. تشتمل الدهون على أحماض دهنية وجليسرول ومكوّنات أخرى وتمثل وظيفتها الأساسية في تخزين الطاقة. الجدير بالذكر أنّ ما يسمّى ثلاثي الجلسريد يكون دهناً إذا كان صلباً في درجة حرارة الغرفة وزيتاً إذا كان سائلاً في درجة حرارة الغرفة. علاوةً على ذلك، تُخزّن مركّبات ثلاثي الجلسريد في خلايا الجسم الدهنية. تجدر الإشارة إلى أنّ أوراق النباتات مطلية بطبقة من الدهون تُعرف بالشمع أو الكيوتيكل وذلك لتجنب فقدان المياه. أما قرص العسل في خلية النحل، فمصنوع من شمع النحل.

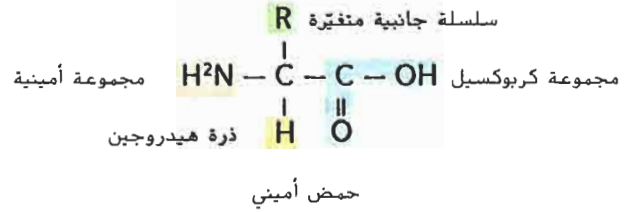
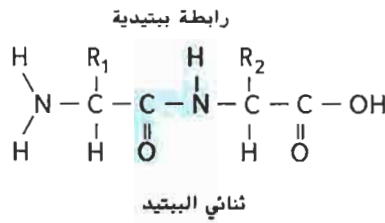
**الدهون المشبعة وغير المشبعة** تحتاج الكائنات الحية إلى الدهون لتؤدي وظائفها بصورة جيدة وتُعتبر نهايات الأحماض الدهنية التركيب الأساسي للدهون. كما هو مبين في الشكل 28. إنّ كل نهاية عبارة عن سلسلة من ذرات الكربون مرتبطة بذرات هيدروجين وكربون أخرى برابطة أحادية أو ثنائية. وتُسمى الدهون ذات سلاسل النهاية التي تتضمّن روابط أحادية فقط بين ذرات الكربون "الدهون المشبعة" نظراً إلى عدم إمكانية إضافة ذرات هيدروجين أخرى إلى النهاية. أما الدهون التي تتضمّن رابطة ثنائية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون في سلسلة النهاية والتي يمكن أن تستوعب ذرة هيدروجين واحدة أخرى على الأقل، فتُسمى "الدهون غير المشبعة". بينما تُسمى الدهون التي تتضمّن أكثر من رابطة ثنائية واحدة في النهاية "الدهون غير المشبعة المتعددة".

**الدهون الفوسفورية** يُعرف الدهن المميّز المبين في الشكل 28، بالدهن الفوسفوري، وهو مسؤول عن تركيب غشاء الخلية ووظيفته. تجدر الإشارة إلى أنّ الدهون كارهة للماء، بمعنى أنها لا تذوب فيها وهذه الخاصية مهمة لأنها تجعل الدهون تعمل بمثابة حواجز في الأغشية الحيوية.

الستيرويدات تُعدّ مجموعة الستيرويدات فئة أخرى مهمة من الدهون وتشتمل على مواد مثل الكوليسترول والهرمونات. وبالرغم من اعتبار الكوليسترول من الدهون "الضارة"، إلا أنه يمثّل نقطة بداية لدهون أخرى ضرورية، مثل الفيتامين د وهرمونات الإستروجين والتستوستيرون.



الشكل 28 لا توجد روابط ثنائية بين ذرات الكربون في حمض الستيرويك؛ بينما توجد رابطة ثنائية واحدة في حامض الأوليك. تتميز الدهون الفوسفورية برأس قطبي ونهايتان غير قطبيتين.



## الشكل 29

يسار: يتألف التركيب العام للحمض الأميني من ذرة كربون مركزية تتواجد حولها أربع مجموعات. يمين: تحدث الرابطة الببتيدية في البروتين نتيجة لتفاعل كيميائي. **تفسر الجزيء الآخر الذي ينتج عندما تتكون رابطة ببتيدية.**

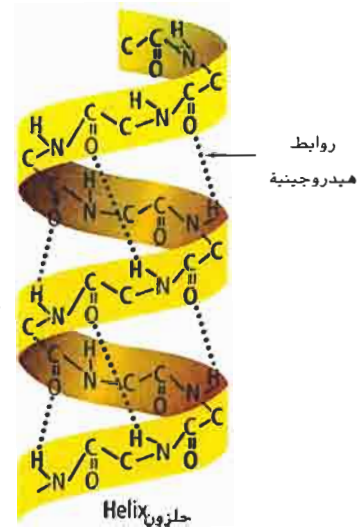
البروتينات يُعتبر البروتين من ضمن العناصر الأساسية اللازمة للكائنات الحية وهو عبارة عن مركب مكون من مركبات كربونية صغيرة تُسمى أحماضاً أمينية. إن **الأحماض الأمينية** هي مركبات صغيرة مكونة من الكربون والنيتروجين والأكسجين والهيدروجين، وأحياناً الكبريت. لكل الأحماض الأمينية التركيب العام نفسه.

**تركيب الحمض الأميني** للأحماض الأمينية ذرة كربون مركزية مثل تلك المبيّنة في الشكل 29. تدّكر أن الكربون يستطيع تكوين روابط تساهمية، وتكون إحدى هذه الروابط مع الهيدروجين بينما تكون الروابط الثلاثة الأخرى مع مجموعة أمينية ( $\text{NH}_2$ ) ومجموعة كربوكسيل ( $\text{COOH}$ ) ومجموعة متغيرة ( $\text{R}$ ). الجدير بالذكر أن المجموعة المتغيرة تجعل كل حمض أميني مختلفاً، ويوجد 20 مجموعة متغيرة مختلفة. وتتكوّن البروتينات من توليفات مختلفة من الأحماض الأمينية المختلفة الـ 20 كلها. إن مجموعة من الروابط التساهمية، تُعرف بالروابط الببتيدية، تجمع الأحماض الأمينية معاً لتكوين البروتينات، كما هو مبّين في الشكل 29. وتتكوّن الرابطة الببتيدية بين المجموعة الأمينية لحمض أميني ومجموعة كربوكسيل لحمض أميني آخر.

**تركيب البروتين ثلاثي الأبعاد** قد يضمّ تركيب البروتينات ما يصل إلى أربعة مستويات وذلك بحسب المجموعات المتغيرة التي تحتوي عليها الأحماض الأمينية المختلفة. ويتحدد التركيب الأساسي للبروتين بحسب عدد الأحماض الأمينية في السلسلة وترتيب اتحادها. بعد تكوّن سلسلة الحمض الأميني، فإنها تنثني لتكوّن شكلاً ثلاثي الأبعاد، وهو التركيب الثانوي للبروتين. يبيّن الشكل 30 اثنين من التركيبات الثانوية الأساسية: الحلزون والبطية. قد يحتوي البروتين على عدد كبير من الحلزونات والبطيات والثنيات. ويكون التركيب الثلاثي للعديد من البروتينات كروي الشكل، مثل بروتين الهيموجلوبين المبّين في الجدول 1، ولكن بعض البروتينات تكوّن أليافاً طويلة. فضلاً عن ذلك، تكوّن بعض البروتينات مستوى رابعا من التركيب من خلال الاتحاد مع بروتينات أخرى.

**وظيفة البروتين** تمثّل البروتينات حوالي 15 % من إجمالي كتلة جسمك وتدخل تقريباً في كل وظائف الجسم. على سبيل المثال، يتكوّن كل من عضلاتك وجلدك وشعرك من البروتينات. إضافةً إلى أن خلايا جسمك تحتوي على 10,000 بروتين مختلف يوقّر الدعم الهيكلي وينقل المواد والإشارات داخل الخلية وفي ما بين الخلايا ويسرّع التفاعلات الكيميائية ويتحكم في نمو الخلايا.

**الشكل 30** يعتمد شكل البروتين على التفاعلات بين الأحماض الأمينية. تساعد الروابط الهيدروجينية البروتين في الاحتفاظ بشكله.

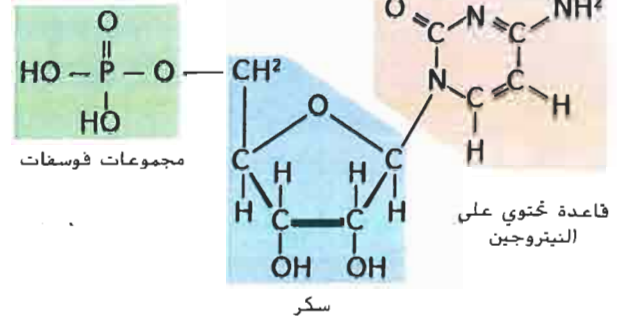


### الشكل 31

يمين: تحتوي نيوكليوتيدات DNA على سكر ريبوز منقوص الأكسجين، بينما تحتوي نيوكليوتيدات RNA على سكر ريبوز. يسار: تتحد النيوكليوتيدات معاً بواسطة روابط بين مجموعة السكر ومجموعة الفوسفات.



حمض نووي



نيوكليوتيد

الأحماض النووية إن المجموعة الرابعة من الجزيئات الضخمة الحيوية هي **الأحماض النووية**. وهي عبارة عن جزيئات ضخمة معقدة تعمل على تخزين المعلومات الوراثية ونقلها. وتتكون الأحماض النووية من وحدات فرعية صغيرة متكررة تحتوي على الكربون والنيتروجين والأكسجين والفوسفور وذرات الهيدروجين، تُسمى النيوكليوتيدات. يبين الشكل 31 التركيب الأساسي للنيوكليوتيد والحمض النووي. توجد خمسة نيوكليوتيدات رئيسة يحتوي كل منها على ثلاث وحدات، وهي الفوسفات وقاعدة نيتروجينية وسكر الريبوز أو سكر رايبوز منقوص الأكسجين. يوجد نوعان من الأحماض النووية في الكائنات الحية: الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) والحمض النووي الريبوزي (RNA). في الأحماض النووية مثل DNA و RNA، يرتبط سكر نيوكليوتيد بفوسفات نيوكليوتيد آخر. وتتوفر القاعدة النيتروجينية التي تبرز من السلسلة لتكوين رابطة هيدروجينية مع قواعد أخرى موجودة في الأحماض النووية الأخرى.

أدينوزين ثلاثي الفوسفات

إن النيوكليوتيد الذي يحتوي على ثلاث مجموعات فوسفات يُعدّ ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)، وهو عبارة عن مخزن للطاقة الكيميائية التي يمكن أن تُستخدمها الخلايا في تفاعلات مختلفة. كما إنه يحرر طاقةً عندما تنكسر الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة. في حين يتحرر مقدار أقل من الطاقة عندما تنكسر الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الأولى والثانية.

## القسم 4 مراجعة

### ملخص القسم

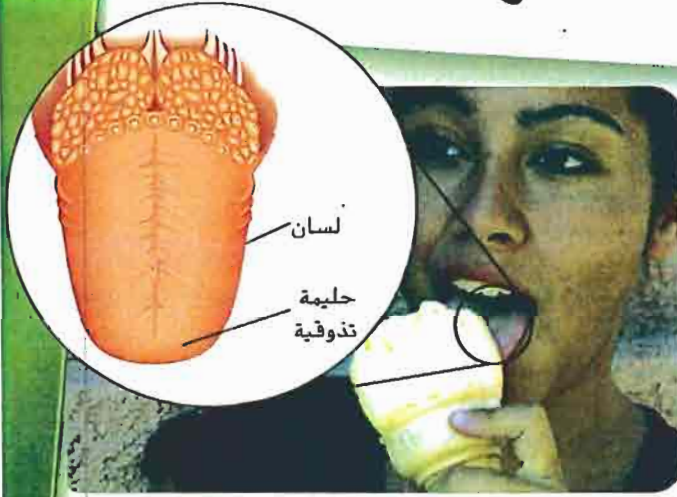
- إن مركبات الكربون هي العناصر الأساسية اللازمة للكائنات الحية.
- تتكون الجزيئات الضخمة الحيوية نتيجة اتحاد مركبات كربون صغيرة لتكوين بوليمرات.
- تتمة أربعة أنواع من الجزيئات الضخمة الحيوية.
- تعمل الروابط الببتيدية على تجميع الأحماض الأمينية في البروتينات.
- سلاسل النيوكليوتيدات تتكون الأحماض النووية.

### فهم الأفكار الرئيسة

1. اشرح إذا تقرر أن مادة مجهولة ما اكتشفت على حجر نيزكي لا تحتوي على الكربون، فهل يستطيع العلماء استنتاج وجود حياة على منشأ هذا الحجر النيزكي؟
2. قارن بين أنواع الجزيئات الضخمة الحيوية ووظائفها.
3. حدّد مكونات الكربوهيدرات والبروتينات.
4. ناقش أهمية ترتيب الحمض الأميني في وظيفة البروتين.
5. لخص مع وجود عدد هائل من البروتينات في الجسم، اشرح سبب أهمية شكل الإنزيم بالنسبة إلى وظيفته.
6. ارسّم تركيبين (أحدهما سلسلة مستقيمة والآخر حلقة) لمركب كربوهيدراتي صيغته الكيميائية  $(CH_2O)_6$ .

# مستجدات في علم الأحياء

## أحلى من السكر



ترسل براعم التذوق الموجودة على لسانك إشارات إلى المخ لترجمها هذا الأخير إلى مذاق الطعام أو الشراب.

تحاكي جزيئات هذه المحليات الصناعية شكل وبنية المحليات الطبيعية، ويمكنها الارتباط بخلايا المستقبلات الموجودة في براعم التذوق لدى الإنسان.

تتميز إحدى المحليات الصناعية المطوّرة مؤخراً، وهي السكرالوز، بتركيب كيميائي مماثل تقريباً لتركيب السكروز أو سكر المائدة. ويمكن الاختلاف الوحيد بينهما في استبدال مجموعات الهيدروكسيل (OH) الثلاثة في السكروز بذرات كلور (Cl) في السكرالوز، ما يمنع الجسم البشري من أيض السكرالوز ويجعله خالياً من السعرات الحرارية.

تستخدم المحليات الصناعية في العديد من المنتجات، بدءاً من المشروبات الغازية المخصصة للحمية الغذائية وصولاً إلى أدوية الأطفال، فهي توفر الحلاوة التي يحتاج إليها الأفراد ولكن من دون السعرات الحرارية التي تحتوي عليها المحليات الطبيعية. فضلاً عن ذلك، يواصل العلماء البحث عن محليات جديدة منخفضة التكلفة وصحية للمستهلكين.

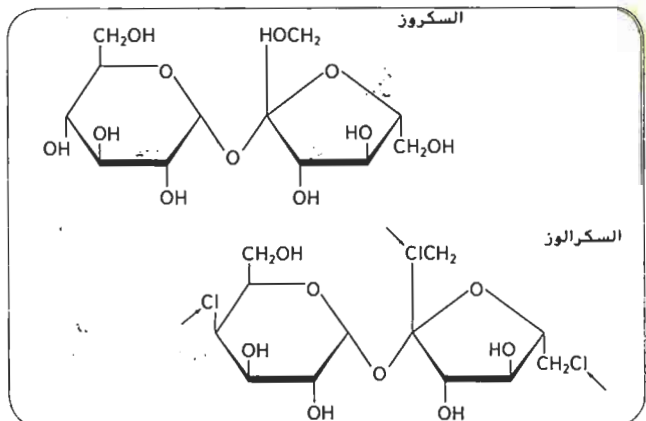
### الكتابة في علم الأحياء

حملة تسويقية ابحت عن محل صناعي معتمد من قبل جهاز أبوظبي للرقابة الغذائية في دولة الإمارات العربية المتحدة (ADFC). أطلق حملة تسويقية لتعريف المستهلكين على المحلي الصناعي الذي اخترته. يمكن أن تتضمن الحملة التسويقية إصدارات صحفية أو إعلانات تلفزيونية أو إذاعية أو إعلانات عبر الويب أو مواقع التواصل الاجتماعي أو وسائل أخرى لنشر المعلومات.

يتركز سبب حب الناس للحلويات في مقدمة ألسنتهم، حرفياً. وتعتبر براعم التذوق في تلك المنطقة المستقبلات الأقوى على مستوى الإحساس بالحلاوة. إن الكثير من الفتوات الصغيرة، المعروفة بالحليمات، والتي تلاحظها عند مقدمة لسانك، يحتوي على براعم التذوق.

**الإحساس بالحلاوة** عند تناول الطعام، ترتبط جزيئات هذا الأخير مع جزيئات البروتين الموجودة في خلايا المستقبلات باللسان وذلك لفترة مؤقتة. نتيجة لذلك، ترسل المستقبلات إشارات كهربائية بواسطة الأعصاب إلى المخ الذي يترجم هذه الإشارات إلى مذاق. في بعض الأحيان يكون المذاق ما نعتبره حلوًا.

**المحليات الطبيعية والمحليات الصناعية** إن المحليات هي مواد تضاف إلى الأطعمة لجعل مذاقها حلوًا. ثمة الكثير من المحليات الطبيعية، مثل سكر المائدة والعسل. أما المحلي الصناعي، فهو مادة صناعية لها تأثير السكر نفسه في براعم التذوق. إن المحليات الصناعية، مثل السكرين والسيكلامات والأسبارتام، أكثر حلاوة بمئات المرات من السكر الطبيعي.



يمكن الاختلاف بين السكروز والسكرالوز في استبدال ثلاث ذرات كلور (Cl) بثلاث مجموعات هيدروكسيل (OH).

# تجربة في الأحياء

ما العوامل التي تؤثر في تفاعل الإنزيم؟

## خطّط للتجربة ونقّذها

1. حدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. اختر أحد العوامل لاختباره. تشمل العوامل المحتملة درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني (pH) وتركيز المادة المتفاعلة ( $H_2O_2$ ).
3. ضع فرضية عن تأثير العامل في معدل تفاعل البيروكسيداز.
4. صمّم تجربة لاختبار فرضيتك. ضع الإجراءات وحدّد العوامل الضابطة والمتغيرات.
5. أنشئ جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك وقياساتك.
6. تأكد من موافقة معلّمك على الخطة قبل إكمال العمل.
7. نفّذ تجربتك التي وافق عليها المعلّم.
8. التنظيف والتخلص من المخلفات نظّف كل المعدات بحسب توجيهات المعلّم وأعد الأشياء إلى أماكنها الصحيحة. اغسل يديك جيّدًا بالماء والصابون.

## حلّل واستنتج

1. صف تأثير العامل الذي اخترته في نشاط إنزيم البيروكسيداز.
2. أنشئ تمثيلًا بيانيًا ثم حلّل وفسر نتائجه.
3. ناقش ما إذا كانت البيانات تدعم فرضيتك. أم لا.
4. استدلّ على سبب اعتبار فوق أكسيد الهيدروجين اختيارًا غير مناسب لتنظيف جرح مفتوح.
5. تحليل التباينات حدّد الأخطاء في التجربة أو أخطاء أخرى في بياناتك قد يكون لها تأثير في دقة النتائج التي حصلت عليها.

**الخلفية:** يَنْتِج مرْتَب فوق أكسيد الهيدروجين ( $H_2O_2$ ) عندما تقوم الكائنات الحية بأيض الغذاء، إلا أنه يتسبب في تلف الخلايا. تحارب الكائنات الحية تكوّن فوق أكسيد الهيدروجين ( $H_2O_2$ ) بإنتاج إنزيم البيروكسيداز. ويعمل البيروكسيداز على تسريع تكسير فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين.

**السؤال:** ما العوامل التي تؤثر في نشاط البيروكسيداز؟

## المواد المحتملة

|                                            |                                    |
|--------------------------------------------|------------------------------------|
| إناء سعته 400 mL                           | مخبر سعته 50 mL                    |
| سكين مطبخ                                  | مخبر سعته 10 mL                    |
| سخان كهربائي                               | كماشة أو ملقط كبير                 |
| حامل أنابيب اختبار                         | وعاء مربع أو مستطيل                |
| ثلج                                        | ساعة إيقاف أو مؤقت                 |
| كبد بقري                                   | مقياس حرارة غير زئبقي              |
| قطارة                                      | فوق أكسيد الهيدروجين مركز بنسبة 3% |
| ماء مقطر                                   | شرائح بطاطا                        |
| أنابيب اختبار مقياس 18 mm x 150 mm         |                                    |
| محاليل منظمة (أرقام هيدروجينية 5، 6، 7، 8) |                                    |

## الاحتياطات المتعلقة بالسلامة



تنبيه: استخدم فقط - GFCI الدارات المحمية للأجهزة الكهربائية.

## شارك بياناتك

قارن بين بياناتك والبيانات التي جمعتها المجموعات الأخرى في الصف والتي اختبرت العامل نفسه. استدلّ على الأسباب التي قد تكون وراء الاختلاف بين بيانات مجموعتك والبيانات التي جمعتها المجموعات الأخرى.



**الموضوع المحوري الطاقة** في كل تفاعل كيميائي، يحدث تغيّر في الطاقة نتيجة تكوّن الروابط الكيميائية أو تكسرها بالتزامن مع تحوّل المتفاعلات إلى نواتج.

**المفكرة الرئيسية** تُعتبر الذرات أساس الكيمياء الحيوية والعناصر الأساسية اللازمة لجميع الكائنات الحية.

### القسم 1 الذرات والعناصر والمركبات

**المفكرة الرئيسية** تتكوّن المادة من جسيمات صغيرة تُسمّى الذرات.

- تتكوّن الذرات من بروتونات ونيوترونات وإلكترونات.
- العناصر موادّ نقية مكوّنة من نوع واحد فقط من الذرات.
- النظائر هي أشكال من العنصر نفسه تختلف عنه في عدد النيوترونات.
- المركّبات مواد كيميائية لها خصائص فريدة تتكوّن عند اتحاد العناصر.
- يمكن للعناصر أن تكوّن روابط تساهمية وأيونية.

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| atom                | الذرة             |
| nucleus             | النواة            |
| proton              | البروتون          |
| neutron             | النيوترون         |
| electron            | الإلكترون         |
| element             | العنصر            |
| isotope             | النظير            |
| compound            | المركّب           |
| covalent bond       | الرابطة التساهمية |
| molecule            | الجزيء            |
| ion                 | الأيون            |
| ionic bond          | الرابطة الأيونية  |
| van der Waals force | قوى فاندرفال      |

### القسم 2 التفاعلات الكيميائية

**المفكرة الرئيسية** تسمح التفاعلات الكيميائية للكائنات الحية بالنمو والتطور والتكاثر والتكيف.

- في المعادلات الكيميائية الموزونة، يجب أن يكون عدد ذرات كل عنصر متساوياً في كلا الطرفين.
- تُعتبر طاقة التنشيط الطاقة اللازمة لبدء عملية التفاعل.
- الحفّازات مواد تغيّر التفاعلات الكيميائية.
- الإنزيمات حفّازات حيوية.

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| chemical reaction | التفاعل الكيميائي           |
| reactant          | المتفاعل                    |
| product           | الناتج                      |
| activation energy | طاقة التنشيط                |
| catalyst          | الحفّاز                     |
| enzyme            | الإنزيم                     |
| substrate         | المادة المتفاعلة مع الإنزيم |
| active site       | الموقع النشط                |

### القسم 3 المياه والمحاليل

**المفكرة الرئيسية** إنّ خصائص المياه تجعلها مناسبة تماماً للمساعدة في الحفاظ على الاتزان الداخلي للكائن الحي.

- المياه جزيء قطبي.
- تُعتبر المحاليل مخاليط متجانسة تتكون عندما يذوب المذاب في المذيب.
- الأحماض عبارة عن مواد تُطلق أيونات الهيدروجين في المحاليل. والقواعد عبارة عن مواد تُطلق أيونات الهيدروكسيد في المحاليل.
- يُعدّ الرقم الهيدروجيني (pH) مقياساً لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول.

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| polar molecule | الجزيء القطبي        |
| hydrogen bond  | الرابطة الهيدروجينية |
| mixture        | الخليط               |
| solution       | المحلول              |
| solvent        | المذيب               |
| solute         | المذاب               |
| acid           | الحمض                |
| base           | القاعدة              |
| pH             | الرقم الهيدروجيني    |
| buffer         | المنظم               |

### القسم 4 العناصر الأساسية اللازمة للحياة

**المفكرة الرئيسية** تتكوّن الكائنات الحية من جزيئات تحتوي على الكربون.

- مركّبات الكربون هي العناصر الأساسية اللازمة للكائنات الحية.
- تتكون الجزيئات الضخمة الحيوية من خلال اتحاد مركّبات كربون صغيرة لتكوين بوليمرات.
- يوجد أربعة أنواع من الجزيئات الحيوية الضخمة.
- تعمل الروابط الببتيدية على تجميع الأحماض الأمينية في البروتينات.
- تكوّن سلاسل النيوكليوتيدات الأحماض النووية.

|               |               |
|---------------|---------------|
| macromolecule | الجزيء الضخم  |
| polymer       | البوليمر      |
| carbohydrate  | الكربوهيدرات  |
| lipid         | الشحوم        |
| protein       | البروتين      |
| amino acid    | الحمض الأميني |
| nucleic acid  | الحمض النووي  |
| nucleotide    | النيوكليوتيد  |

## القسم 1

### مفردات للمراجعة

صف أوجه الاختلاف بين كل مصطلحين وارين في كل مجموعة ثنائية.

1. الإلكترون، البروتون

2. الرابطة الأيونية، الرابطة التساهمية

3. النظير، العنصر

4. الذرة، الأيون

### فهم الأفكار الرئيسة

استخدم الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 5.



5. ما الذي تبيّنه الصورة أعلاه؟

A. رابطة تساهمية

B. خاصية فيزيائية

C. تفاعل كيميائي

D. قوى فاندرفال

6. ما العملية التي تحوّل ذرة الكلور إلى أيون الكلوريد؟

A. اكتساب إلكترون

B. فقدان إلكترون

C. اكتساب بروتون

D. فقدان بروتون

7. أي مما يلي يُعدّ مادة نقية لا يمكن تكسيدها بواسطة تفاعل كيميائي؟

A. المركّب

B. الخليط

C. العنصر

D. النيوترون

8. ما وجه الاختلاف بين نظائر الهيدروجين؟

A. عدد البروتونات

B. عدد الإلكترونات

C. عدد مستويات الطاقة

D. عدد النيوترونات

### أسئلة ذات إجابات مفتوحة

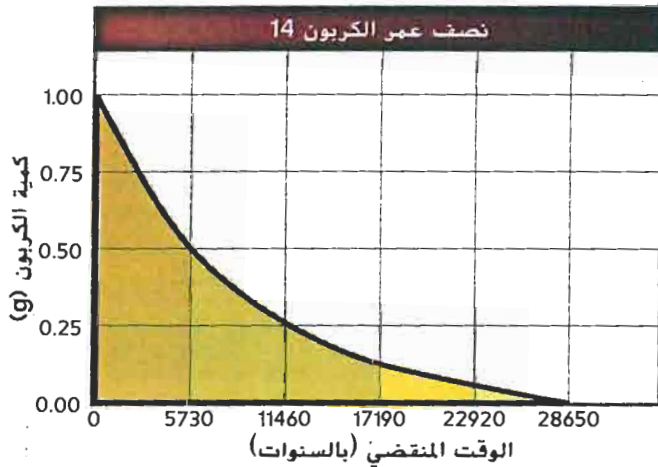
9. ما المقصود بالنظير المشع؟ اذكر استخدامات النظائر المشعة.

10. ما العامل الذي يحدّد كيف يمكن لذرة الأكسجين أن تكون رابطتين تساهميتين في حين يمكن لذرة الكربون أن تكون أربعة روابط؟

11. ما أهمية وجود روابط قوية (تساهمية وأيونية) وروابط ضعيفة (الهيدروجين وفاندرفال) للكائنات الحية؟

### فكّر بشكل ناقّد

استخدم التمثيل البياني الآتي للإجابة عن السؤال 12.



12. وفقًا للبيانات، ما نصف عمر الكربون 14؟ كيف يمكن للعلماء استخدام هذه المعلومات؟

13. يُعدّ أبو بريص من الزواحف التي يمكنها تسلّق الأسطح الناعمة مثل الزجاج والالتصاق بها بالاعتماد على قوى فاندرفال. كيف تكون هذه الطريقة في الالتصاق أكثر فائدة من التفاعلات التساهمية؟

## القسم 2

### مفردات للمراجعة

طابق المصطلح على اليمين بالتعريف المناسب على اليسار.

14. طاقة التنشيط A. بروتين يسرّع التفاعل

15. المادة المتفاعلة B. مادة تتكوّن نتيجة تفاعل كيميائي

16. الإنزيم C. الطاقة اللازمة لبدء عملية التفاعل

17. الناتج D. مادة ترتبط بإنزيم

### القسم 3

#### مفردات للمراجعة

اذكر العلاقة بين كل مصطلحين واردين في كل مجموعة ثنائية.

25. المحلول. الخليط

26. الرقم الهيدروجيني، المنظم

27. الحمض، القاعدة

28. المذيب، المذاب

29. الجزيء القطبي، الرابطة الهيدروجينية

#### فهم الأفكار الرئيسية

استخدم الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 30.



30. ما الذي تبيته الصورة أعلاه؟

- A. خليط غير متجانس  
B. خليط متجانس  
C. محلول  
D. المزيج المعلق

31. أي من العبارات الآتية لا ينطبق على الماء النقي؟

- A. رقمه الهيدروجيني هو 7.0.  
B. يتكوّن من جزيئات قطبية.  
C. يتكوّن من روابط أيونية.  
D. مذيب جيد.

32. ما المادة التي تُنتج أيونات  $\text{OH}^-$  عند ذوبانها في الماء؟

- A. القاعدة  
B. الحمض  
C. المنظم  
D. الملح

#### أسئلة ذات إجابات قصيرة

33. ما سبب أهمية الروابط الهيدروجينية للكائنات الحية؟

34. إن حمض الهيدروكلوريك (HCl) حمض قوي. ما الأيونات التي تتكوّن عند ذوبان HCl في الماء؟ ما تأثير HCl في الرقم الهيدروجيني للماء؟

35. اشرح أهمية المنظمات للكائنات الحية.

#### فهم الأفكار الرئيسية

18. الموضوع المحوري **الحفاز** أي مما يلي يُعدّ مادة تخفض

طاقة التنشيط؟

- A. الأيون  
B. المتفاعل  
C. الحفّاز  
D. المادة المتفاعلة مع الإنزيم

19. في أي مما يلي تتكسر روابط وتتكوّن روابط جديدة؟

- A. التفاعلات الكيميائية  
B. العناصر  
C. النظائر  
D. الجزيئات القطبية

20. أي من العبارات التالية ينطبق على المعادلات الكيميائية؟

- A. المتفاعلات على اليمين.  
B. النواتج على اليمين.  
C. عدد ذرات النواتج أقل من عدد ذرات المتفاعلات.  
D. عدد ذرات المتفاعلات أقل من عدد النواتج.

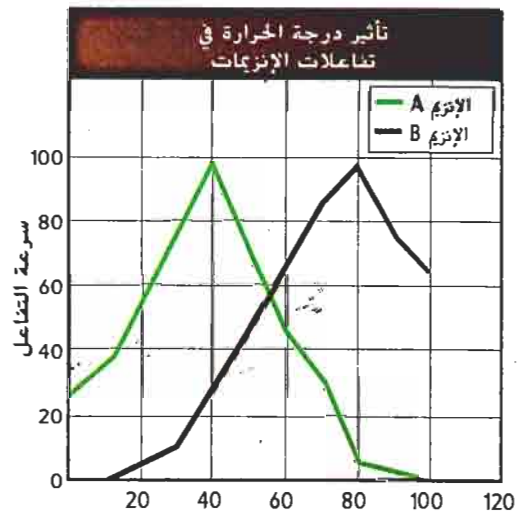
#### أسئلة ذات إجابات قصيرة

21. ما الميزات المشتركة بين كلّ التفاعلات المحتوية على إنزيمات؟

22. حدّد ووصف العوامل التي تؤثر في نشاط الإنزيم.

#### فكر بشكل ناقد

استخدم التمثيل البياني الآتي للإجابة عن السؤالين 23 و 24.



23. صف تأثير درجة الحرارة في سرعة التفاعلات مستخدماً التمثيل البياني أعلاه.

24. ما هو الإنزيم الأكثر نشاطاً في خلايا البشر؟ لماذا؟

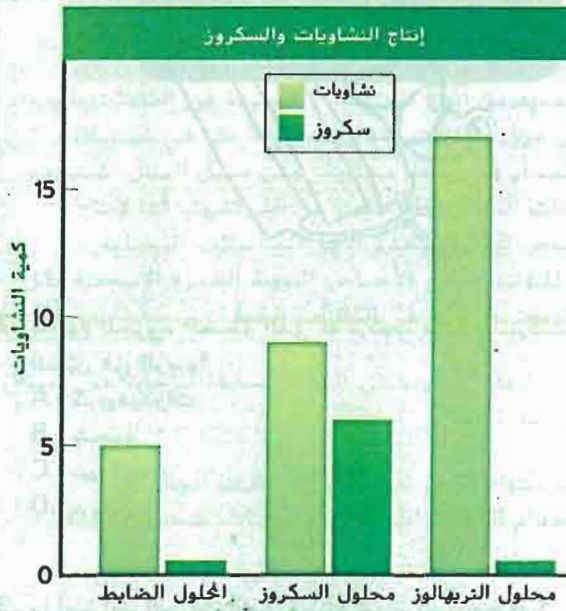
### التقويم الختامي

48. **النقد (الرئيسية)** ارسم الوحدة الأساسية للمادة ووصف أجزائها. وعلاقة كل منها بالآخر.

49. **الكتابة في علم الأحياء** ابحث واكتب الوصف الوظيفي لعالم الكيمياء الحيوية. اذكر أنواع المهام التي يقوم بها عالم الكيمياء الحيوية والمواد التي يستخدمها في أبحاثه.

### أسئلة حول مستند

تعدّ النشويات مخزن الكربون الأساسي في النباتات. وأجريت تجارب لتحديد ما إذا كان باستطاعة التريهالوز تنظيم إنتاج النشويات في النباتات. حُفظت شرائح من الورق لمدة ثلاث ساعات في محاليل السوربيتول (الضابط) والسكروز والتريهالوز. ثم تم قياس مستويات النشويات والسكروز في الأوراق. استخدم البيانات للإجابة عن الأسئلة الواردة أدناه.



أخذت البيانات من: Kolbe, et al. Trehalose 6-phosphate regulates starch synthesis via post translational-redox activation of ADP-glucose pyrophosphorylase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 102(31): 11118-11123

50. لخص عمليتي إنتاج النشويات والسكروز في المحاليل الثلاثة.

51. ما الخلاصة التي قد يتوصل إليها الباحثون بناءً على هذه البيانات؟

### فكر بشكل ناقد

36. توقّع موضعين في الجسم تُستخدم فيهما المنظّمات للحدّ من التغيّرات الجادة في الرقم الهيدروجيني.
37. ارسم مخططاً لمُح الطعام (NaCl) الذائب في المياه.

### القسم 4

#### مفردات للمراجعة

- أكمل العبارات التالية باستخدام مصطلحات من صفحة دليل الدراسة.
38. إنّ الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والأحماض النووية هي \_\_\_\_\_.
39. تتكوّن البروتينات من \_\_\_\_\_ المرتبطة معاً باستخدام \_\_\_\_\_.
40. \_\_\_\_\_ تتكوّن الدهون والزيوت والشمع.
41. DNA وRNA من الأمثلة على \_\_\_\_\_.

### فهم الأفكار الرئيسة

42. ما العنصران اللذان يتواجدان دائماً في الأحماض الأمينية؟
- A. النيتروجين والكبريت  
B. الكربون والأكسجين  
C. الهيدروجين والفسفور  
D. الكبريت والأكسجين
43. ما الذي يربط الأحماض الأمينية معاً؟
- A. الروابط الببتيدية  
B. الروابط الهيدروجينية  
C. قوى فاندرفال  
D. الروابط الأيونية
44. ما المادة التي لا تُعتبر جزءاً من النيوكليوتيد؟
- A. الفوسفات  
B. القاعدة  
C. السكر  
D. الماء

### أسئلة ذات إجابات مفتوحة

45. لماذا تحتوي الخلايا على جزيئات ضخمة ومركّبات كربون صغيرة في الوقت نفسه؟
46. لماذا لا يستطيع الإنسان هضم كل الكربوهيدرات؟

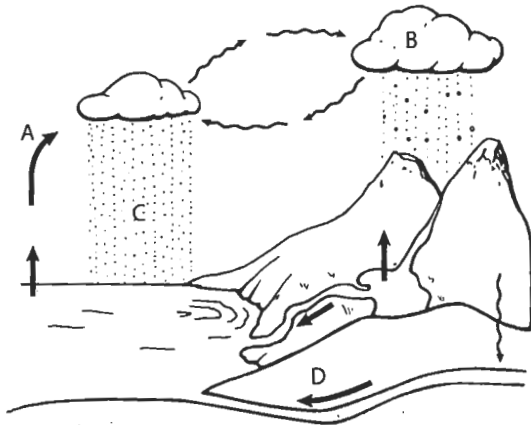
### فكر بشكل ناقد

47. **النقد (الرئيسية)** أنشئ جدولاً للجزيئات الحيوية الضخمة الأساسية الأربعة تدرّ فيه مكوناتها ووظائفها.

# تدريب على الاختبار المعيارى

## أسئلة ذات خيار متعدد متوافقة مع دراسة الـ PISA

5. أي من الخصائص التالية للجماعات الأحيائية يمكن وصفه بأنها عشوائية أو تكتلية أو منتظمة؟
- الكثافة
  - الانتشار
  - النمو
  - الحجم
6. أي مما يلي يُعدّ مثالاً على تنوع حيوي ذي قيمة اقتصادية مباشرة؟
- الجماعات الأحيائية لعصافير الدوري التي تتميز بتنوع وراثي كبير
  - أنواع النباتات المائية التي تُستخرج منها مضادات حيوية مفيدة
  - الأشجار التي تشكّل حاجزاً يمنع رياح الأعاصير البحرية
  - القرويون الذين يستخدمون أنواع الأرض نفسها لزراعتها
- استخدم الرسم التوضيحي أدناه للإجابة عن السؤال 7.

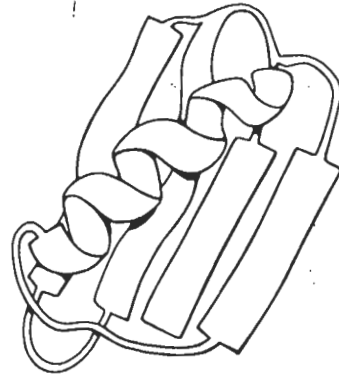


7. أي مصطلح يصف الجزء المسوّى A في الدورة؟
- التكاثف
  - التبخّر
  - الجريان السطحي
  - الهطول

8. أي مما يلي هو من خصائص النمو الأسّي؟
- تمثله البياني يرتفع وينخفض
  - تمثله البياني يكون خطاً مستقيماً
  - معدله يزداد مع مرور الزمن
  - معدله النمو يظل ثابتاً مع مرور الزمن

1. إذا كان لجماعة طيور الببغاء الأحيائية تنوع وراثي أكبر من جماعة طيور الطنان الأحيائية في المنطقة نفسها، فما النتيجة التي قد تترتب على ذلك؟
- سيكون لجماعة طيور الببغاء الأحيائية مقاومة أكبر للأمراض من جماعة طيور الطنان الأحيائية.
  - قد تصبح لجماعات طيور الببغاء الأحيائية الأخرى في مناطق مختلفة صفات وراثية مشابهة لهذه الجماعة الأحيائية.
  - سيكون لجماعة طيور الببغاء الأحيائية مجموعة متنوعة كبيرة من العوامل الحيوية لتتفاعل معها.
  - قد تتفاعل جماعة طيور الببغاء الأحيائية مع مجموعة متنوعة كبيرة من الجماعات الأحيائية الأخرى.

استخدم الرسم أدناه للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. ما نوع الجزيء الضخم الذي له تركيب مشابه للتركيب المبين في الرسم؟
- كربوهيدرات
  - شحوم
  - نيوكليوتيد
  - بروتين

3. ما النشاط الجزيئي الذي يحتاج إلى تركيب مطوي؟
- السلوك كمركب غير قطبي
  - العمل كموقع نشط
  - الحركة عبر أغشية الخلايا
  - لعب دور مخزن للطاقة في الخلية

4. أي مما يلي يصف تأثيرات نمو الجماعات الأحيائية واستنزاف الموارد؟
- ازدياد التنافسية
  - ازدياد الهجرة
  - النمو الأسّي للجماعات الأحيائية
  - النمو الخطي للجماعات الأحيائية

## أسئلة ذات إجابات قصيرة متوافقة مع مهارات الـ SAT

9. قوّم ما يمكن أن يحدث في حال عدم وجود منظمات في خلايا جسم الإنسان.

10. اختر مثالاً على أحد العناصر وأحد المركّبات ثم قابل بينهما.

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن السؤال 11.

| العوامل المؤثرة في بقاء المرجان |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| العامل                          | النطاق المثالي               |
| درجة حرارة الماء                | من 23°C إلى 25°C             |
| الملوحة                         | من 30 إلى 40 جزءاً لكل مليون |
| الترسيب                         | ترسيب بسيط أو عدم وجود ترسيب |
| العمق                           | ما يصل إلى 48 m              |

11. اذكر المناطق التي قد تكون مثالية لنمو المرجان حول العالم، مستخدماً البيانات الواردة في الجدول.

12. قدّم فرضية الازدياد في تنوع الأنواع بالانتقال من المناطق القطبية إلى الاستوائية.

13. في بلد معدل نمو سكانه بطيء للغاية، تَوَقَّع الفئات العمرية الأكبر حجماً من بين السكان.

14. ما أسباب أهمية ارتباط الإنزيمات بمواد متفاعلة معينة فقط؟

## أسئلة ذات إجابات مفتوحة متوافقة مع امتحان الـ SAT

15. فجأة وعقب هطول أمطار غزيرة، بدأ العديد من أسماك إحدى البحيرات المحلية في النفوق، ولكن الطحالب الموجودة في المياه كانت بحالة جيدة. أنت تعلم أنّ الجريان السطحي من الحقول والطرق المحلية يصب في البحيرة. ضع فرضية تشرح أسباب نفوق الأسماك، واقترح طريقة لإيقاف ذلك.

16. عندما اكتشف العلماء الذرات لأول مرة ظنّوا أنها أصغر أجزاء يمكن أن تنقسم إليها المادة. أقيم رابطاً بين الاكتشافات العلمية الحديثة وبين قيام العلماء بتعديل تعريف الذرة هذا.

17. حدّد وصف ثلاثة أنواع من العلاقات التكافلية واذكر مثالاً على كل منها.

## سؤال مقالي متوافق مع امتحان الـ SAT

إن العديد من أنواع الجزيئات الموجودة في الكائنات الحية يتكوّن من مونومرات صغيرة مجتمعة معاً في تسلسلات مختلفة أو في أنماط مختلفة. على سبيل المثال، تستخدم الكائنات الحية عدداً صغيراً من النيوكليوتيدات لإنتاج الأحماض النووية. وتقدّم آلاف التسلسلات المختلفة للنيوكليوتيدات في الأحماض النووية الشفرة الأساسية لكل المعلومات الوراثية في الكائنات الحية.

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

18. صف الفوائد التي تعود على الكائنات الحية من استخدام المونومرات لتكوين جزيئات ضخمة معقدة.

## الجهاز الهضمي وجهاز الغدد الصماء

### تجربة استهلاكية كيف يساعد إنزيم البيبسين في عملية الهضم؟

تحتوي عصارات الهضم الحمضية في المعدة على إنزيم البيبسين. في هذه التجربة، ستجري تحقيقاً حول دور البيبسين في عملية الهضم.

#### المطويات

قم بإنشاء مخطط مطوي  
مستخدماً العناوين المبينة،  
وذلك لتنظيم ملاحظاتك  
المتعلقة بالهرمونات.

|                        |  |
|------------------------|--|
| هرمون<br>الغدة الدرقية |  |
| هرمون<br>الغدة الكظرية |  |
| هرمون<br>النمو         |  |
| هرمون<br>البنكرياس     |  |
| هرمون                  |  |

المعدة وجوء من الأمعاء



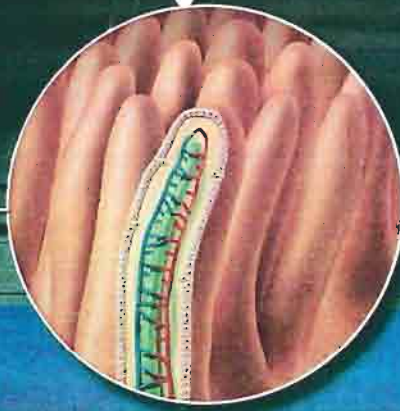
يشكل عرجني للأعضاء

التكبير: 5x



الخلايا داخل الأمعاء

التكبير: 50x



القسم 1 • الجهاز الهضمي

القسم 2 • التغذية

القسم 3 • جهاز الغدد الصماء

**الموضوع المحوري الاتزان الداخلي**  
تحافظ التغذية الراجعة السلبية في جهاز الغدد الصماء على الاتزان الداخلي.

**الفتحة الرئيسية** يعمل الجهاز الهضمي على تكسير الغذاء لتزويد الجسم بالطاقة والمواد المغذية. وينتج جهاز الغدد الصماء الهرمونات التي تنظم وظائف الجسم.

ما الوظائف الثلاث الأساسية للجهاز الهضمي؟

ما تراكيب الجهاز الهضمي ووظائفها؟

ما الذي يُقصد بعملية الهضم الكيميائي؟

### مفردات للمراجعة

البادة الغذائية **nutrient**: مكوّن حيوي في الأطعمة يزود الجسم بالطاقة والمواد اللازمة لنموه وأداء وظائفه

### مفردات جديدة

الهضم الميكانيكي

mechanical digestion

الهضم الكيميائي chemical digestion

amylase

الأميليز

esophagus

المريء

peristalsis

الحركة الدودية للأمعاء

pepsin

الببسين

small intestine

الأمعاء الدقيقة

liver

الكبد

villus

الخملة

large intestine

الأمعاء الغليظة

## الجهاز الهضمي

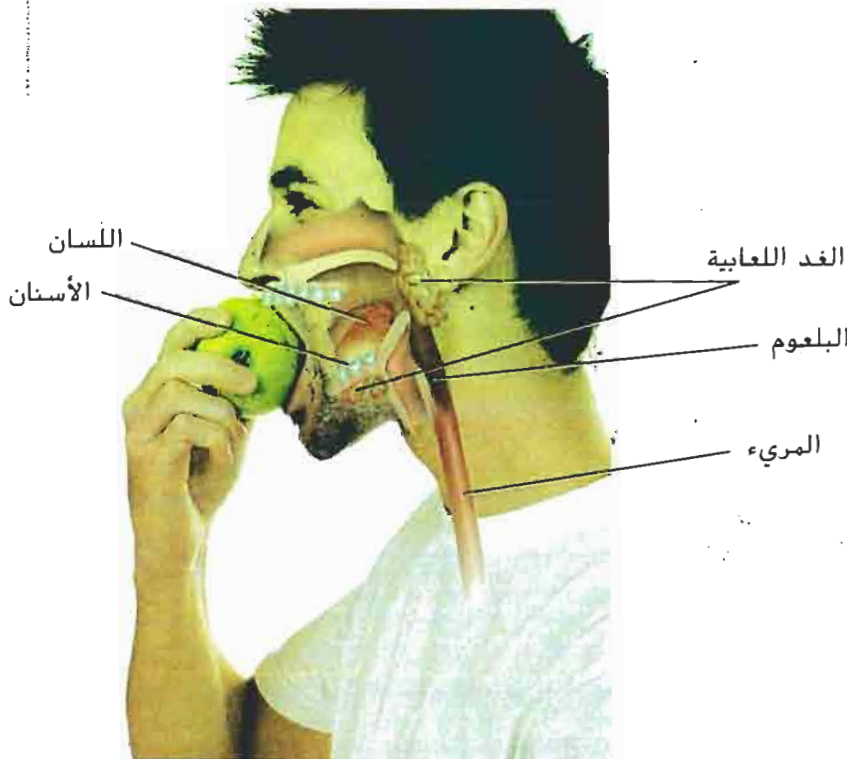
**المقدمة الرئيسية** يكسّر الجهاز الهضمي الغذاء حتى يتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.

**الربط بالحياة اليومية** خلال متوسط عمر الإنسان، يمكن أن يمر عبر جهازه الهضمي كمية من الطعام تصل إلى 45 طنًا. يقطع الطعام مسافة 9 m تقريبًا عبر القناة الهضمية. ما الذي يحدث أثناء مرور الطعام عبر هذا الأنبوب الطويل؟

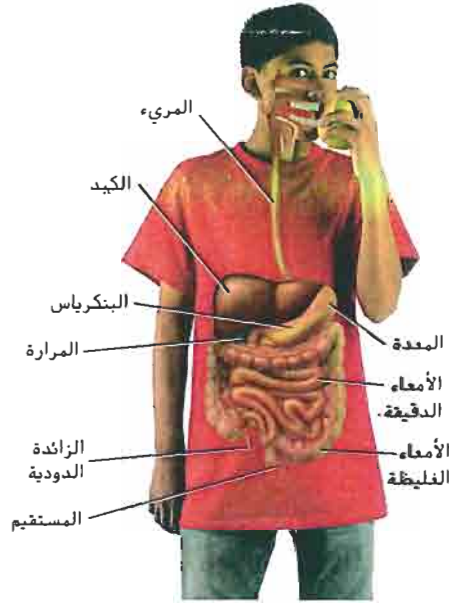
### وظائف الجهاز الهضمي

للجهاز الهضمي ثلاث وظائف أساسية. يدخل الغذاء إلى الجهاز الهضمي ويكسّره حتى يصبح بالإمكان امتصاص المواد المغذية والتخلص ممّا لا يمكن هضمه. راجع الشكل 1 والشكل 2 أثناء دراستك لبنية الجهاز الهضمي ووظيفته.

الهضم افترض أنّه في ليلة الجمعة التقيت بأصدقائك لتناول البيتزا. فقضيت شريحة منها وبدأت في مضغها. كيف يهضم جسمك تلك البيتزا؟ ينطوي **الهضم الميكانيكي** مضغ الطعام لتفتيته إلى قطع أصغر. بالإضافة إلى عمل العضلات الملساء في المعدة والأمعاء الدقيقة التي تحرّك الطعام. في حين يتضمن **الهضم الكيميائي** تكسير الجزيئات الكبيرة في الطعام إلى مواد صغيرة الحجم وذلك بفعل الإنزيمات، إذ يمكن لخلايا الجسم امتصاص المواد الصغيرة الحجم. إنّ الإنزيمات عبارة عن بروتينات تزيد من سرعة التفاعلات الحيوية. عندما تهضم لقم البيتزا، يبدأ **الأميليز** وهو إنزيم موجود في اللعاب، عملية الهضم الكيميائي عن طريق تكسير النشويات إلى سكريات.



**الشكل 1** يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم حيث نحافظ إفرازات الغدة اللعابية على رطوبة الطعام وتبدأ عملية الهضم الكيميائي. وينتقل الطعام عبر البلعوم إلى المريء.



الشكل 2 يمتد المريء من البلعوم إلى المعدة وطوله 25 cm تقريبًا.  
 صف سبب تصنيف الإنسان على أنه حقيقي التجويف الجسمي.

المريء عندما يدفع اللسان الطعام المضغ إلى الجزء الخلفي من الفم، يُحفّز ذلك رد الفعل المنعكس للبلع. ويُدفع الطعام بفعل حركة اللسان إلى الجزء العلوي من المريء وهو عبارة عن أنبوب عضلي يربط البلعوم أو الحلق بالمعدة. كما هو مبين في الشكل 2. إنّ جدار المريء مبطن بعضلات ملساء تنقبض بتتابع لتنتقل الطعام عبر الجهاز الهضمي في عملية تسمى **الحركة الدودية للأمعاء**. وتستمر تلك الحركة في كل أجزاء القناة الهضمية. وحتى إذا كان الشخص مقلوبًا، يبقى الطعام مندفقا باتجاه المعدة.

عندما يبلع الشخص، فإنّ صفيحة صغيرة، مكوّنة من عضروف، تسمى اللهاة تغطّي القصبة الهوائية. وإذا لم تُغلق تلك الفتحة، فقد يدخل الطعام إلى القصبة الهوائية مما يسبب القصة للشخص، ويستجيب الجسم لهذا الفعل ببدء رد الفعل المنعكس للسعال في محاولة لطرد الطعام ومنعه من الدخول إلى الرئتين.

المعدة عندما يغادر الطعام المريء يمر خلال عضلة دائرية تسمى العضلة العاصرة الفؤادية ومنها ينتقل إلى المعدة. تتكوّن جدران المعدة من ثلاث طبقات متداخلة من عضلات ملساء تساهم في عملية الهضم الميكانيكي. مع انقباض العضلات، يزداد تكسير الغذاء وخلطه مع إفرازات الغدد التي تُبطّن الجدار الداخلي للمعدة.

#### الربط بالكيمياء

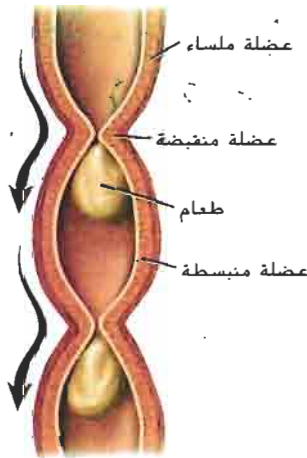
تذكّر أنّ الرقم الهيدروجيني (pH) يُستعمل لقياس درجة حموضة المحلول. وتنسّم البيئة الداخلية للمعدة بشدة الحموضة. تفرز غدد المعدة، التي تسمى الغدد المعدية، محلولًا حمضيًا يخفض الرقم الهيدروجيني (pH) في المعدة إلى 2 تقريبًا. وهو مستوى حموضة عصير الليمون نفسه. إذا سمحت العضلة العاصرة الموجودة في الجزء العلوي من المعدة بتسربات، فقد يعود بعض من ذلك الحمض إلى المريء، مسببًا ما يُعرف بالحرقنة الفؤادية.

إنّ البيئة الحمضية في المعدة ضرورية لعمل **الببسين**، وهو إنزيم يساهم في عملية الهضم الكيميائي للبروتينات. وتفرز الخلايا الموجودة في بطانة المعدة مادةً مخاطيةً تساعد في منع الضرر الناتج عن الببسين والبيئة الحمضية. على الرغم من أنّ معظم مراحل عملية الامتصاص تحدث في الأمعاء الدقيقة، إلا أنّ بعض المواد، مثل الكحول والأسبرين، تمتصها الخلايا التي تُبطّن المعدة. عندما تكون المعدة فارغة، تبلغ قدرتها الاستيعابية حوالي 50 mL بينما عندما تكون ممتلئة، قد تتمدد لتسع 1-2 L.

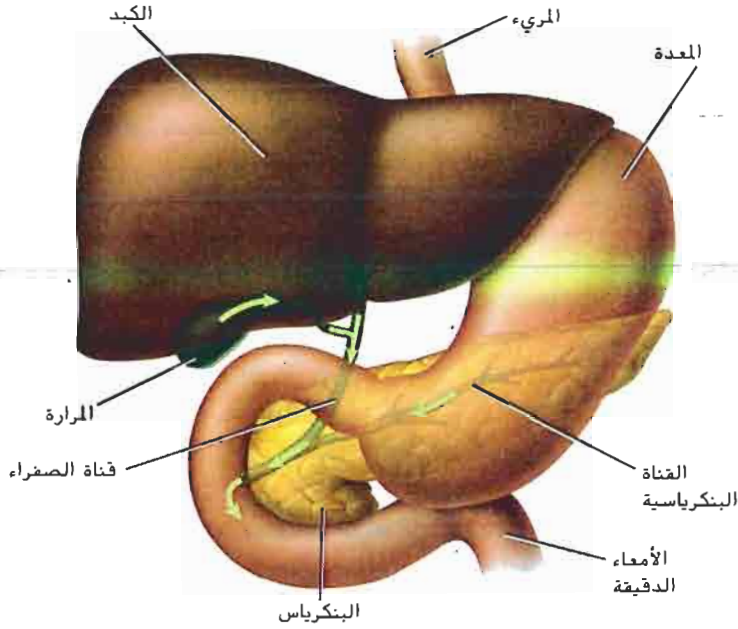
تنقبض الجدران العضلية للمعدة وتدفع الطعام بعيدًا على طول القناة الهضمية. ويشبه قوام الطعام حساء الطماطم أثناء مروره إلى الأمعاء الدقيقة عبر العاصرة البوابية الموجودة في الطرف السفلي من المعدة. يوضّح الشكل 3 الحركة الدودية في الأمعاء الدقيقة.

التأكد من فهم النص قارن بين عملية الهضم في كل من الفم والمعدة.

الشكل 3 تنقبض العضلات الملساء في جدران القناة الهضمية في عملية الحركة الدودية.



■ **الشكل 4** يعتمد الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على أنشطة الكبد والبنكرياس والمرارة. ناقش أهمية هذه الأعضاء في عملية الهضم الكيميائي.

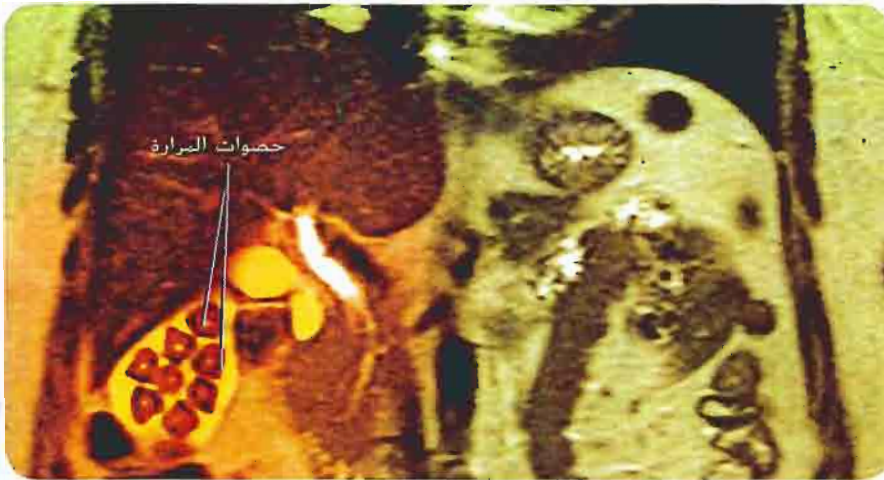


**الأمعاء الدقيقة** يبلغ طول **الأمعاء الدقيقة** حوالي 7 m وهي أطول جزء في القناة الهضمية. وتسمى دقيقة لأن قطرها يبلغ 2.5 cm مقارنة بقطر الأمعاء الغليظة الذي يبلغ 6.5 cm. تكمل العضلات الملساء الموجودة في جدار الأمعاء الدقيقة عملية الهضم الميكانيكي وتدفع الطعام بعيداً عبر القناة الهضمية عن طريق الحركة الدودية.

يعتمد إتمام الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على ثلاثة أعضاء إضافية وهي البنكرياس والكبد والمرارة. كما هو موضح في الشكل 4. يؤدي البنكرياس وظيفتين أساسيتين، تتمثل إحداهما في إفراز الإنزيمات التي تهضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون. وتتمثل الأخرى في إنتاج الهرمونات التي سنناقش لاحقاً في هذه الوحدة. كما يفرز البنكرياس سائلاً قاعدياً لرفع الرقم الهيدروجيني (pH) في الأمعاء الدقيقة إلى أكثر من 7 بقليل، مما يوفر بيئة مناسبة لعمل الإنزيمات المعوية. يعدّ **الكبد** العضو الداخلي الأكبر حجماً في الجسم وينتج عصارة الصفراء التي تساعد في تحليل الدهون. يُنتج حوالي 1 L من عصارة الصفراء كل يوم، ويخزن الفائض منها في المرارة لتُطلق في الأمعاء الدقيقة عند الحاجة. يُظهر الشكل 5 حصوات المرارة وهي بلورات كولسترول يمكن أن تتكوّن في المرارة.

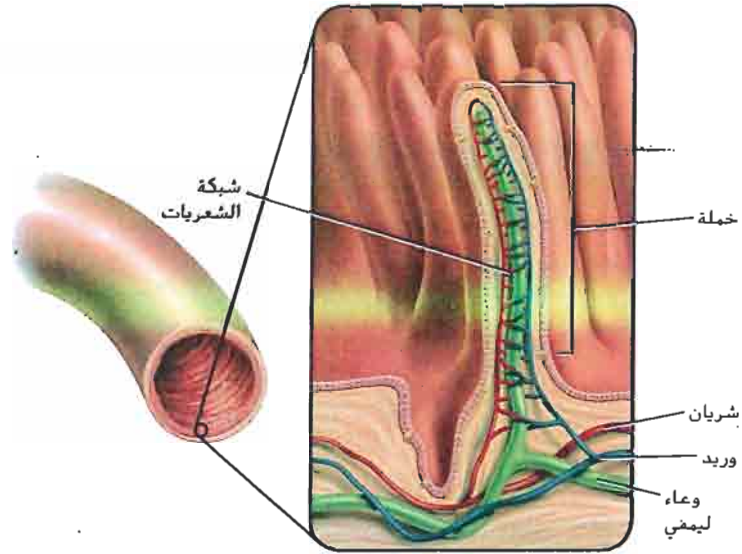
## اقترح لدراسة

التسلسل والترتيب باستخدام ملاحظتك، اعمل مع زميل لك على مراجعة تسلسل الأعضاء في الجهاز الهضمي. ثم، تدرب على إعادة توضيح التسلسل من دون الاعتماد على ملاحظتك. وتبادلا طرح الأسئلة للتعلم بصورة أعمق.



■ **الشكل 5** يمكن أن تعيق حصوات المرارة تدفق عصارة الصفراء من المرارة. لاحظ حصوات المرارة في شريحة التصوير بالرنين المغناطيسي هذه للمرارة.

■ **الشكل 6** إنّ الخملة هي بروز في بطانة الأمعاء الدقيقة يشبه الإصبع. تنتشر المواد المغذية في الشعيرات الدموية الموجودة في الخملات وتصل إلى خلايا الجسم عن طريق الدورة الدموية.



يُكتمل الهضم الكيميائي ويتم امتصاص معظم المواد المغذية من الطعام من الأمعاء الدقيقة إلى مجرى الدم من خلال تراكيب تشبه الإصبع تسمى **الخملات** (مفردها خملة). وتزيد الخملات، المبينة في الشكل 6، من مساحة سطح الأمعاء الدقيقة مما يعطيها مساحة تساوي مساحة سطح ملعب التنس تقريباً. راجع مرة أخرى الشكل 1 والشكل 2 لتتبع حركة الطعام الذي هضمه الجهاز الهضمي. فبمجرد اكتمال عملية الهضم، يتحرك الطعام المتبقي، الذي يكون عند هذه المرحلة في صورة شبه سائلة ويسمى الكيموس، إلى الأمعاء الغليظة. ويتكوّن الكيموس من مواد لا يمكن للخملات الموجودة في الأمعاء الدقيقة أن تهضمها أو تمتصها.

## تجربة مصفرة 1

### التحقيق في هضم الدهون

كيف تؤثر أملاح الصفراء ومحلّول البنكرياس في عملية الهضم؟ إنّ الدهون أو الليبيدات عبارة عن مواد غير قابلة للذوبان في الماء. ويعوّض الجسم ذلك بإنتاج عصارة الصفراء، وهي مادة كيميائية تُفكك الدهون وتساعد الجزيئات في الاختلاط بالمحلّول المائي في الأمعاء الدقيقة. في هذه التجربة، ستجري تحقيقاً حول تكسر الدهون.

#### الإجراء

1. حدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. ادرس إجراءات التجربة وأنشئ مخطط بيانات.
3. زوّد ثلاثة أنابيب اختبار بتسميات. أضف 5 mL زيت نباتي و 8-10 قطرات فينول فتالين إلى كل أنبوب. وحرك جيداً. إذا لم يكن اللون وردياً، أضف محلّول هيدروكسيد الصوديوم NaOH قطرة واحدة في كل مرة إلى أن يتحول لون المحلّول إلى الوردي.
4. أضف 125 mL من الماء إلى اناء سعة 250 mL. سخّنه إلى أن تصل درجة حرارته إلى 40°C تقريباً.
5. حضّر أنابيب الاختبار على النحو التالي، ثم أغلق كلّ منها بإسدادة.  
أنبوب الاختبار A: 5 mL ماء مقطر ومقدار قليل من ملح الصفراء  
أنبوب الاختبار B: 5 mL من محلّول البنكرياس ومقدار قليل من ملح الصفراء  
أنبوب الاختبار C: 5 mL من محلّول البنكرياس
6. حرّك كل أنبوب لخلط المحتويات ثم ضعها برفق في الاناء، وسجّل ملاحظاتك.
7. تخلص من محتويات أنابيب الاختبار في الوعاء المخصص لذلك.

#### التحليل

1. حلل الإلآم بشير تغيّر اللون داخل أنبوب الاختبار؟ وما سبب التغيّر؟
2. استنتج الخلاصات بناءً على نتائجك. صف دور كل من عصارة الصفراء ومحلّول البنكرياس في عملية الهضم.

| الجدول 1        | الوقت اللازم للهضم          |                             |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| التركيب الهضمي  | الوظيفة الأساسية            | فترة بقاء الطعام في التركيب |
| الفم            | الهضم الميكانيكي والكيميائي | 5-30 s                      |
| المريء          | النقل (البلع)               | 10 s                        |
| المعدة          | الهضم الميكانيكي والكيميائي | 2-24 h                      |
| الأمعاء الدقيقة | الهضم الميكانيكي والكيميائي | 3-4 h                       |
| الأمعاء الغليظة | امتصاص الماء                | 18 h - يومان                |

**الأمعاء الغليظة** تمثل **الأمعاء الغليظة** آخر جزء من القناة الهضمية، ويصل طولها إلى 1.5 m وتشمل القولون والمستقيم وزائدة صغيرة تشبه الكيس تسمى الزائدة الدودية. على الرغم من أنه ليس للزائدة الدودية وظيفة معروفة، إلا أنها قد تلتهب وتورم. وفي هذه الحالة ينبغي على الأغلب إزالتها جراحياً. يُعدّ وجود بعض أنواع البكتيريا النافعة أمراً طبيعياً في القولون، إذ تُنتج هذه البكتيريا فيتامين K وبعض فيتامينات B اللازمة للجسم. يُعدّ امتصاص الماء من الكيموس إحدى الوظائف الأساسية للقولون. فتصبح المواد غير القابلة للهضم عند ذلك أكثر صلابة وتسمى البراز. تستمر الحركة الدودية في دفع البراز نحو المستقيم، مما يتسبب في تمدد جدرانه. يكون هذا رد فعل منعكساً يتسبب في انبساط العضلة العاصرة الأخيرة، ويتخلص الجسم من البراز عبر فتحة الشرج. راجع الجدول 1 لمراجعة الوظيفة الأساسية لكل تركيب في الجهاز الهضمي ومدة بقاء الطعام فيه عادةً أثناء هضمه.

## القسم 1 مراجعة

### ملخص القسم

- للجهاز الهضمي ثلاث وظائف أساسية.
- يمكن تصنيف عملية الهضم إلى نوعين: ميكانيكية أو كيميائية.
- تُمنح معظم المواد المغذية في الأمعاء الدقيقة.
- توفر الأعضاء الإضافية الإنزيمات وعصارة الصفراء للمساعدة على الهضم.
- يتم امتصاص الماء من الكيموس في القولون.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **مقدمة رئيسية** صف العملية التي تفتت الغذاء حتى يتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.
2. **حلل الاختلاف** بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي. وشرح سبب أهمية الهضم الكيميائي للجسم.
3. **لتخص الوظائف** الأساسية الثلاثة للجهاز الهضمي.
4. **حلل النتائج** المحتملة في حال كانت بظانة الأمعاء الدقيقة ملساء بالكامل بدلاً من انطوائها على خملات.
5. **التكبير الناقد** صمّم تجربة لجمع بيانات عن تأثير الرقم الهيدروجيني (pH) في هضم الأنواع المختلفة من الطعام.
6. **الرياضيات في علم الأحياء** تحوي على المشروبات الغازية عادةً 354 mL من السائل تقريباً. فارجن هذه الكمية بحجم معدة فارغة، وأوجد النسبة.
7. **اشرح** سبب تفتت الرقم الهيدروجيني (pH) في الجهاز الهضمي، مقدّمًا أمثلة على ذلك وشارحاً أهمية تلك التغيرات.

- بناءً على مستوى النشاط، ما كمية السعرات التي يجب تناولها للحفاظ على وزن الجسم المناسب؟
- كيف يستخدم الجسم البروتينات والكربوهيدرات والدهون؟
- ما دور الفيتامينات والمعادن في الحفاظ على الاتزان الداخلي؟
- كيف يمكنك تطبيق المعلومات الموجودة في الهرم الغذائي الشخصي وعلى ملصقات الأغذية لترسيخ عادات غذائية صحية؟

مفردات للمراجعة

الحمض الأميني amino acid  
هو وحدة البناء الأساسية للبروتينات

مفردات جديدة

التغذية  
السعر  
الفيتامين  
المعدن  
nutrition  
Calorie  
vitamin  
mineral

## التغذية

**التمهيد الرئيسية** تُعدّ بعض المواد الغذائية ضرورية لكي يؤدي الجسم وظائفه بشكل صحيح.

الربط بالحياة اليومية هناك مقولة بأن "طعامك عنوان صحتك". ماذا يعني هذا في رأيك؟ في معظم الأوقات، يكون لك حرية اختيار ما تأكله. ولكن لاختياراتك عواقب. فما تأكله يمكن أن يؤثر في صحتك الآن وفي المستقبل.

## السعرات

**تُعدّ التغذية العملية** التي يتناول فيها الإنسان الغذاء ويستخدمه. فتوفر الأغذية وحدات البناء والطاقة اللازمة للحفاظ على كتلة الجسم. ويجب أن يتساوى الإدخال اليومي من الطاقة المستمدة من الغذاء مع كمية الطاقة التي يستخدمها الشخص يوميًا. **والسعر** هو الوحدة المستخدمة لقياس محتوى الطاقة في الأغذية، وهو يساوي كيلو سعرًا حراريًا أو 1000 سعر حراري. إن السعر الحراري هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 mL من الماء بمقدار 1°C. يمكن قياس محتوى الطاقة في الغذاء عن طريق حرق هذا الأخير وتحويل الطاقة المخزنة إلى حرارة. ليس لكل الأغذية المحتوى نفسه من الطاقة. ولا تتساوى دائمًا الكتلة نفسها من الأغذية المختلفة في عدد السعرات. فعلى سبيل المثال، يحتوي الجرام الواحد من الكربوهيدرات أو البروتين على أربعة سعرات بينما يحتوي جرام الدهون على تسعة سعرات. ولفقدان الوزن، يجب أن تكون السعرات المستهلكة أكثر من المتناولة. والعكس صحيح لاكتساب الوزن. يقارن الجدول 2 لعام 2005 بين متوسط استهلاك السعرات في الأنشطة المختلفة. وسيختلف العدد الفعلي للسعرات المحترقة وفقًا للوزن والجنس.

الأنشطة ومتوسط استهلاك السعرات

الجدول 2

| النشاط              | السعرات المستهلكة في الساعة | النشاط                                    | السعرات المستهلكة في الساعة |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|
| البيسبول            | 282                         | المشي لمسافات طويلة والترحال بحقيبة الظهر | 564                         |
| كرة السلة           | 564                         | الهوكي (الهوكي الأرضي وهوكي الجليد)       | 546                         |
| ركوب الدراجة        | 240-410                     | الهرولة                                   | 740-920                     |
| التزلج الريفي       | 700                         | التزحلق على الجليد                        | 300                         |
| كرة القدم الأمريكية | 540                         | كرة القدم                                 | 540                         |

■ الشكل 7 يحتاج جسمك إلى أغذية غنية بالكربوهيدرات مثل تلك الأغذية كل يوم.



## الكربوهيدرات

تحتوي الحبوب والمعكرونة والبطاطس والفاصوليا والأرز على نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات. تذكر أنّ السكريات، مثل الجلوكوز والفركتوز والسكر، عبارة عن كربوهيدرات بسيطة موجودة في الفواكه والمشروبات الغازية والحلويات. والكربوهيدرات المعقدة عبارة عن جزيئات ضخمة مثل النشويات، التي تتكوّن من سلاسل طويلة من السكريات. تحتوي الأغذية مثل تلك الموضّحة في الشكل 7 على محتوى مرتفع من النشا، وكذلك بعض الخضروات. تتحلل الكربوهيدرات المعقدة إلى سكريات بسيطة في القناة الهضمية. وتُمتصّ السكريات البسيطة عبر الخلايا الموجودة في الأمعاء الدقيقة فتنتقل إلى الشعيرات الدموية وتدور في كل أجزاء الجسم لتزويد الخلايا بالطاقة. يُخزّن الجلوكوز الزائد في الكبد على شكل جلايكوجين. أما السيولوز، ويسمى أحياناً الألياف الغذائية، فهو شكل آخر من الكربوهيدرات المعقدة الموجودة في الأغذية النباتية. وعلى الرغم من عدم قدرة الإنسان على هضم الألياف، إلا أنّها مهمة لأنها تساعد على استمرار حركة الغذاء عبر القناة الهضمية وتساعد على التخلص من الفضلات. وتُعدّ النخالة وخبز الحبوب الكاملة والفاصولياء من المصادر الجيدة للألياف.

✓ **التأكد من فهم النص** قارن بين الكربوهيدرات البسيطة والمعقدة.

## الدهون

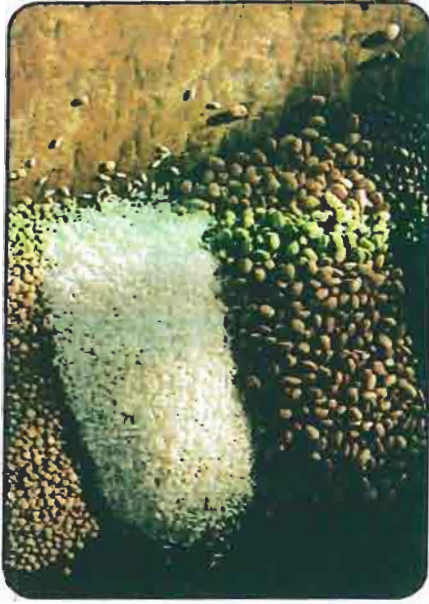
تُعدّ الدهون بكميات مناسبة جزءاً مهماً من النظام الغذائي الصحي. فالدهون مصدر الطاقة الأكثر تركيزاً للمحتاج للجسم، وهي وحدات بناء الجسم. كما تحمي الدهون بعض الأعضاء الداخلية وتساعد في الحفاظ على الاتزان الداخلي عن طريق توفير الطاقة وتخزين بعض الفيتامينات ونقلها. مع ذلك، ليست كل الدهون مفيدة.

الربط بالصحة: تذكر أنّ الدهون تُصنّف وفقاً لتركيبها الكيميائي إلى دهون مشبعة وغير مشبعة. وتُمثّل اللحوم والأجبان ومنتجات الألبان الأخرى مصادر للدهون المشبعة. قد يتسبب النظام الغذائي الغني بالدهون المشبعة في ارتفاع مستويات الكوليسترول في الدم، والتي من الممكن أن تؤدي إلى مشاكل في القلب. كما تُعدّ النباتات مصدراً أساسياً للدهون غير المشبعة لكنها لا ترتبط بأمراض القلب. على الرغم من أنّ الاستهلاك الزائد لأي نوع من أنواع الدهون قد يؤدي إلى زيادة الوزن.

توجد قاعدة عامة بأنّ الدهون المشبعة تكون صلبة بينما الدهون غير المشبعة تكون سائلة في درجة حرارة الغرفة. يحتوي زيت الزيتون الموجود في الشكل 8 على دهون مشبعة أقل من الزبدة، لذلك يكون زيت الزيتون سائلاً في درجة حرارة الغرفة. تُهضم الدهون في الأمعاء الدقيقة وتتحلل إلى أحماض دهنية وجليسرول. ويمكن امتصاص الأحماض الدهنية من خلال الخلايا ونقلها في الدم إلى جميع أجزاء الجسم.

■ الشكل 8 قد تؤدي طريقة طهي الأغذية منخفضة الدهون وتقديمها إلى زيادة محتوى الدهون المشبعة. لهذا السبب قد يكون استخدام زيت الزيتون في الطبخ خياراً أفضل من الزبدة.





الشكل 9 توفر الفاصولياء والأرز معا كل الأحماض الأمينية الأساسية.

أشرح سبب أهمية تناول الأغذية التي تحتوي على الأحماض الأمينية الأساسية.

## البروتينات

لقد تعلمت أن البروتينات من المكونات البنائية الأساسية لكل الخلايا، وأن الأحماض الأمينية عبارة عن وحدات بناء البروتينات. وتُعدّ الإنزيمات والهرمونات والنواقل العصبية والمستقبلات الغشائية من بعض البروتينات المهمة في الجسم. أثناء عملية الهضم، تتحلل البروتينات الموجودة في الأغذية إلى وحداتها الفرعية من الأحماض الأمينية. وتُمتصّ الأحماض الأمينية إلى مجرى الدم وتُحمل إلى خلايا الجسم المختلفة. تجمع خلايا الجسم هذه، عن طريق عملية بناء البروتين، الأحماض الأمينية وتحولها إلى البروتينات اللازمة لتراكيب الجسم ووظائفه.

يحتاج الإنسان إلى 20 حمضًا أمينيًا مختلفًا لبناء البروتين. ويستطيع جسم الإنسان إنتاج 12 حمضًا أمينيًا فقط من 20 حمضًا أمينيًا ضروريًا للوظائف الخلوية. أما الأحماض الأمينية الأساسية، فهي الثمانية المتبقية التي يجب أن تكون ضمن النظام الغذائي للشخص. وتُعدّ المنتجات الحيوانية مثل اللحوم والأسماك والدواجن والبيض ومنتجات الألبان مصادر كل الأحماض الأمينية الثمانية الأساسية. فتحتوي الخضروات والفواكه والحبوب على أحماض أمينية، لكن لا يوجد مصدر غذاء نباتي واحد يحوي الأحماض الأمينية الأساسية الثمانية كلها. مع ذلك، توفر بعض التجميعات، مثل الفاصولياء والأرز الموضّحين في الشكل 9، كل الأحماض الأمينية الأساسية.

## الدليل الغذائي "طبيقي"

الشكل 10 يحل الدليل الغذائي "طبيقي" محل الهرم الغذائي، الذي كان رمزًا للتغذية الجيدة في بعض الدول. ويركّز الدليل الغذائي "طبيقي" على نسب المجموعات الغذائية بدلًا من أحجام الحصص بالضبط. ويوصي بأن يأكل الشخص 30% حبوبًا و30% خضروات و20% فواكه و20% بروتينًا، مع طبق جانبي صغير من منتجات الألبان مثل كوب زبادي أو كوب من اللبن منزوع الدسم.

الشكل 10 قد يساعدك الدليل الغذائي "طبيقي" على اختيار الأغذية وكمياتها المناسبة بالنسبة إليك.



## الفيتامينات والمعادن

يحتاج جسمك إلى الفيتامينات والمعادن بالإضافة إلى الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ليؤدي وظائفه بشكل صحيح. **والفيتامينات** عبارة عن مركبات عضوية يحتاج الجسم إلى كميات صغيرة منها للقيام بأنشطة الأيض. تساعد العديد من الفيتامينات الإنزيمات على العمل بشكل صحيح. لذلك تُنتج بعض الفيتامينات داخل الجسم. فتُكوّن الخلايا الموجودة في جلدك فيتامين D. وتُنتج بعض فيتامينات B وفيتامين K عن طريق بكتيريا تعيش في الأمعاء الفليضة. مع ذلك، لا يستطيع الجسم إنتاج كميات كافية من معظم الفيتامينات، لكن يمكن أن يوفر النظام الغذائي المتوازن الفيتامينات اللازمة. كما يمكن تخزين بعض الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون بكميات صغيرة في الكبد والأنسجة الدهنية في الجسم. وتكون بعض الفيتامينات الأخرى قابلة للذوبان في الماء ولا يمكن تخزينها في الجسم. يجب تضمين الأغذية التي توفر مستوى كافياً من تلك الفيتامينات في النظام الغذائي للشخص بصفة مستمرة.

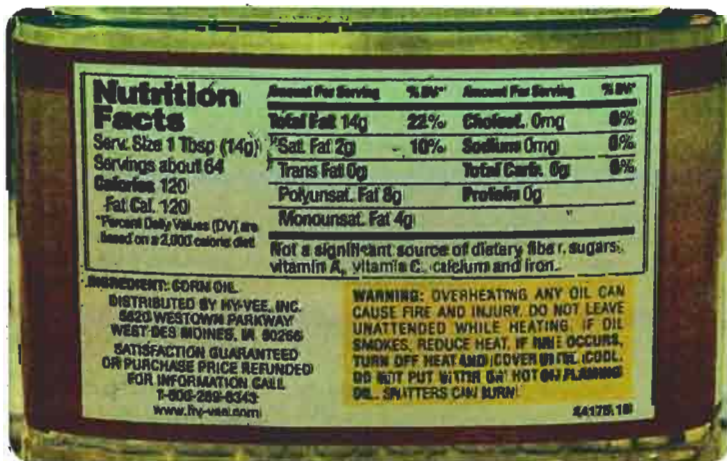
تُعتبر **المعادن** مركبات غير عضوية يستخدمها الجسم كمواد بناء، وتسبهم في الوظائف الأيضية. فعلى سبيل المثال، يحتاج الجسم إلى معدن الحديد لتكوين الهيموجلوبين. تذكر أن الأكسجين يرتبط بالهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء ويصل إلى خلايا الجسم عند دوران الدم في الجسم. ويُعد الكالسيوم، وهو معدن آخر، مكوناً مهماً للعظام.

أما الفيتامينات والمعادن، فهي أجزاء ضرورية من النظام الغذائي الصحي. ويبيّن الجدول 3 في الصفحة التالية بعض الفيتامينات والمعادن المهمة وفوائدها وبعض مصادر الغذاء التي يمكن أن توفر تلك المواد المغذية اللازمة. كما تتوفر فيتامينات من دون وصفة طبية إلا أن تناول أكثر من المقدار الموصى به يوميًا قد يُشكّل خطراً ولا يجب فعل ذلك من دون استشارة الطبيب.

## ملصقات التغذية

تتوفر ملصقات التغذية على عبوات الأغذية التجارية مثل تلك الموضحة في الشكل 11. وتعتمد هذه الملصقات على نظام غذائي يحتوي على 2000 سعر في اليوم. قد تكون الملصقات مفيدة بشكل خاص في مراقبة معدلات تناول الدهون والصوديوم، وهما مادتان مغذيتان يجب تناولهما باعتدال. وتتطلب بعض الإدارات الفيدرالية أن تحتوي ملصقات الغذاء على المعلومات التالية.

- اسم الغذاء
- الوزن الصافي أو الحجم
- اسم الشركة المُصنعة أو الموزع أو المَغلّف وعنوانهم
- المكونات
- المحتوى الغذائي



### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

اختصاصي التغذية المُسجّل يتناول اختصاصي التغذية المُسجّل مجموعة متنوعة من المشاكل الصحية فيوضح للمرضى طريقة اتخاذ قرارات صحية تتعلق بأنظمتهم الغذائية.

الشكل 11 لاحظ عدد الحصص في كل وعاء طعام. تعتمد القيم المئوية اليومية على حصة الفرد لا على العبوة بأكملها.

الأدوار الرئيسية لبعض الفيتامينات والمعادن

الجدول 3

| الدور الرئيس في الجسم                                           | المعدن | المصادر المحتملة                                                                    | الدور الرئيس في الجسم                           | الفيتامين                       |
|-----------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|
| • تقوية الأسنان والعظام<br>• التوصيل العصبي<br>• انقباض العضلات | Ca     |    | • الرؤية<br>• صحة الجلد والعظام                 | A                               |
| • تقوية الأسنان والعظام                                         | P      |    | • صحة العظام والأسنان                           | D                               |
| • بناء البروتينات                                               | Mg     |    | • تقوية غشاء خلايا الدم الحمراء                 | E                               |
| • بناء الهيموجلوبين                                             | Fe     |   | • الأيض                                         | الرايبوفلافين (B <sub>2</sub> ) |
| • بناء الهيموجلوبين                                             | Cu     |  | • تكوّن خلايا الدم الحمراء<br>• تكوّن DNA و RNA | حمض الفوليك                     |
| • معالجة الجروح                                                 | Zn     |  | • أيض الكربوهيدرات                              | الثيامين                        |
| • توازن الماء                                                   | Cl     |  | • الأيض                                         | النياسين (B <sub>3</sub> )      |
| • بناء هرمون الغدة الدرقية                                      | I      |  | • أيض الأحماض الأمينية                          | البيريدوكسين (B <sub>6</sub> )  |
| • التوصيل العصبي<br>• توازن الرقم الهيدروجيني (pH)              | Na     |  | • تكوّن خلايا الدم الحمراء                      | B <sub>12</sub>                 |
| • التوصيل العصبي<br>• انقباض العضلات                            | K      |  | • تكوّن الكولاجين                               | C                               |

## القسم 2 مراجعة

### ملخص القسم

- يُقاس محتوى الطاقة في الطعام بالسعرات.
- تُعدّ الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ثلاث مجموعات رئيسة من المواد المغذية.
- إنّ الكربوهيدرات هي المصدر الرئيس للطاقة في الجسم.
- تُوفّر الدهون والبروتينات الطاقة كما أنها وحدات بناء مهمة للجسم.
- إنّ الفيتامينات والمعادن ضرورية للقيام بالوظائف الأيضية بشكل صحيح.
- تُعدّ خطة الهرم الغذائي الشخصي وملصقات الغذاء أدوات يمكنك استخدامها لتناول الطعام بشكل صحي.

### فهم الأفكار الرئيسة

1. **الرئيسة** اشرح دور الفيتامينات والمعادن في عملية الحفاظ على الاتزان الداخلي.
  2. **صف** أوجه استخدام البروتينات والكربوهيدرات والدهون في عملية الهضم.
  3. **أوجس** بالمواد المغذية التي يجب على الشخص النباتي إضافتها إلى نظامه الغذائي.
  4. **اشرح** سبب أهمية احتساب السعرات المتناولة والمستهلكة في الحفاظ على تأدية الجسم لوظائفه بشكل صحيح.
- ### التفكير الناقد
5. **لخص** عدد السعرات التي تتناولها خلال يوم واحد عن طريق تسجيل كل شيء تأكله أو تشربه. وقارن ذلك بعدد السعرات التي تحرقها في اليوم العادي.
  6. **اكتب** مقالة قصيرة في صحيفة مدرستك تصف فيها ما يجب للحصول على نظام غذائي متوازن.

### الكتابة في العلوم

- ما وظائف الغدد المكونة لجهاز الغدد الصماء؟
- ما دور جهاز الغدد الصماء في الحفاظ على الاتزان الداخلي؟
- ما آليات التغذية الراجعة التي تنظم مستويات الهرمون في الجسم؟

### مفردات للمراجعة

الاتزان الداخلي homeostasis:  
تنظيم البيئة الداخلية للكائن الحي للحفاظ على الحياة

### مفردات جديدة

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| endocrine gland      | الغدة الصماء                |
| hormone              | الهرمون                     |
| pituitary gland      | الغدة النخامية              |
| thyroxine            | الثيروكسين                  |
| calcitonin           | الكالسيتونين                |
|                      | الهرمون باراثورمون          |
| parathyroid hormone  | الأنسولين                   |
| insulin              | الجلوكاجون                  |
| glucagon             | الألدوستيرون                |
| aldosterone          | الكورتيزول                  |
| cortisol             | الهرمون المضاد لإدرار البول |
| antidiuretic hormone |                             |

## جهاز الغدد الصماء

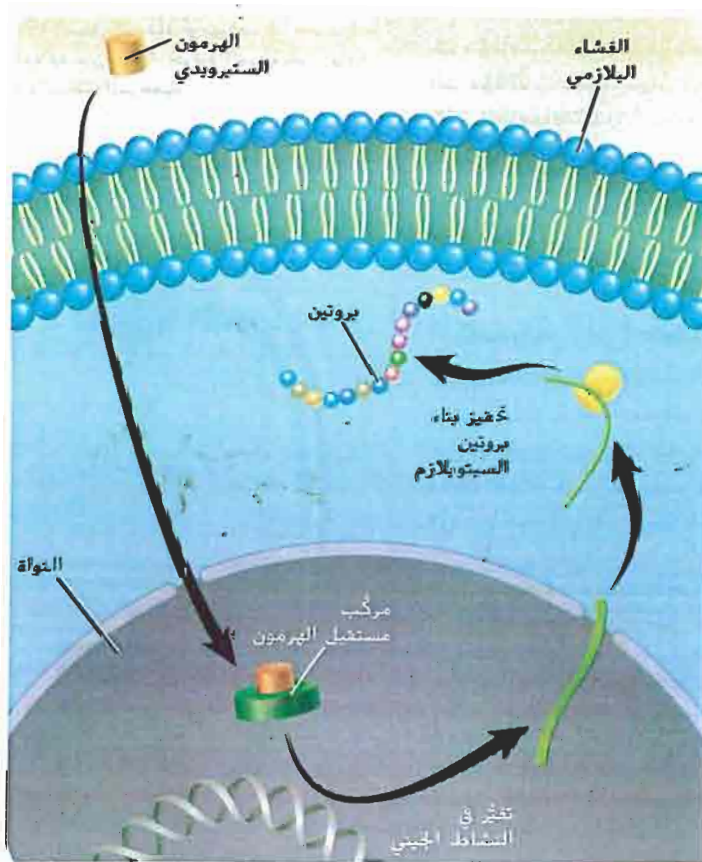
المقدمة الرئيسية: تُنظّم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.

الربط بالحياة اليومية: عند قيادة سيارة، يحافظ الجميع عادةً على سرعة مماثلة. فعندما تُسرّع السيارات أو تُبطئ عن السرعة المقبولة، تزداد فرصة وقوع حادث. وبالمثل، يجب أن تبقى الهرمونات في التوازن الصحيح للحفاظ على الاتزان الداخلي في الجسم.

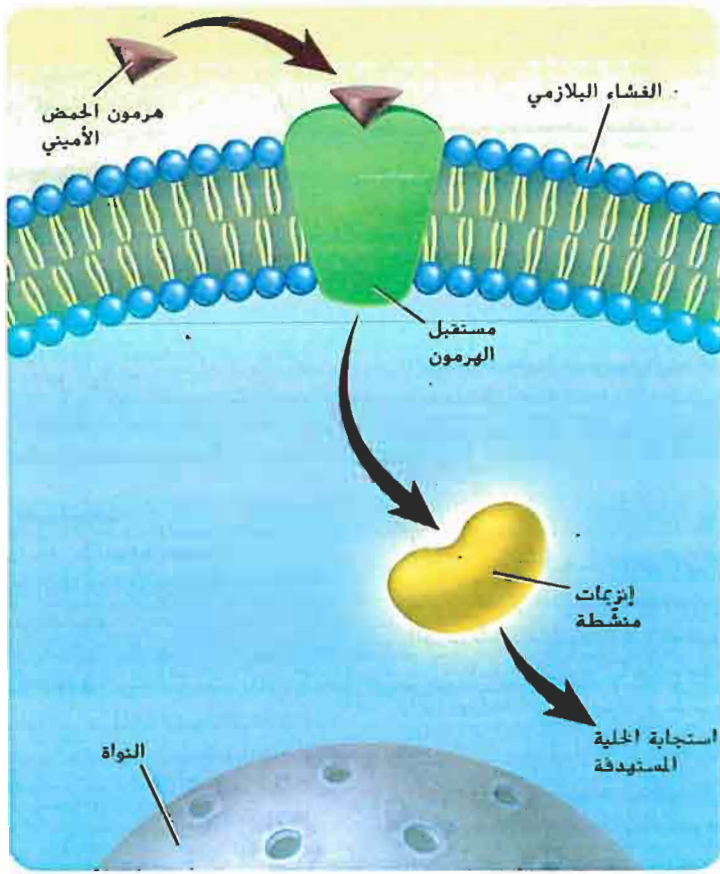
### آلية عمل الهرمونات

يتكوّن جهاز الغدد الصماء من غدد ويعمل كجهاز اتصال. وتُنتج الغدد الصماء الهرمونات التي تُفرّز في مجرى الدم وتُوزّع إلى خلايا الجسم. والهرمون عبارة عن مادة تعمل على خلايا وأنسجة مستهدفة معينة لتعطي استجابة محددة. وتُصنّف الهرمونات إلى هرمونات ستيرويدية وهرمونات غير ستيرويدية أو هرمونات الأحماض الأمينية، بناءً على تركيبها وآلية عملها.

الهرمونات الستيرويدية: يُعدّ الإستروجين والتستوستيرون مثالين على الهرمونات الستيرويدية. ويؤثر كلا الهرمونين في الجهاز التناسلي في الإنسان. وتعمل كل الهرمونات الستيرويدية عن طريق جعل الخلايا الهدف تبدأ ببناء البروتين، كما هو مبين في الشكل 12.



الشكل 12 يُمزّ الهرمون الستيرويدي عبر غشاء الخلية ويرتبط بمستقبل داخل الخلية ويُحفّز بناء البروتين.



■ الشكل 13 يرتبط هرمون الحمض الأميني بمستقبل على الفشاء البلازمي قبل أن يدخل إلى الخلية.  
أشرح الفرق بين هرمونات الأحماض الأمينية والهرمونات الستيرويدية.

تذوب الهرمونات الستيرويدية في الدهون وبالتالي يمكنها الانتشار عبر الفشاء البلازمي للخلية الهدف. وبمجرد أن تدخل إلى الخلية الهدف، ترتبط بالمستقبل في الخلية. ويرتبط الهرمون والمستقبل المتحدان معاً مع DNA في النواة، مما يطلق عمل جينات محددة.

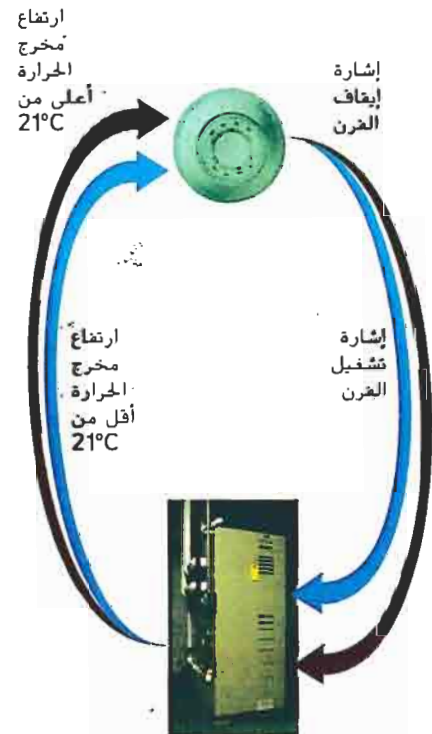
هرمونات الأحماض الأمينية يُعدّ هرمون الأنسولين وهرمونات النمو مثالين على الهرمونات غير الستيرويدية أو هرمونات الأحماض الأمينية. وكما يدل الاسم، تتكوّن تلك الهرمونات من أحماض أمينية. يجب أن ترتبط هرمونات الأحماض الأمينية بالمستقبلات التي توجد على الفشاء البلازمي للخلية الهدف بسبب عدم قدرتها على الانتشار من خلاله. وبمجرد أن يرتبط الهرمون بالمستقبل، يُنشّط المستقبل إنزيمًا موجودًا داخل الفشاء، ما يتسبب عادةً في بدء مسار كيميائي حيوي، ويؤدي في النهاية إلى إنتاج الخلية للاستجابة المرغوبة، كما هو مبين في الشكل 13.

### التغذية الراجعة السلبية

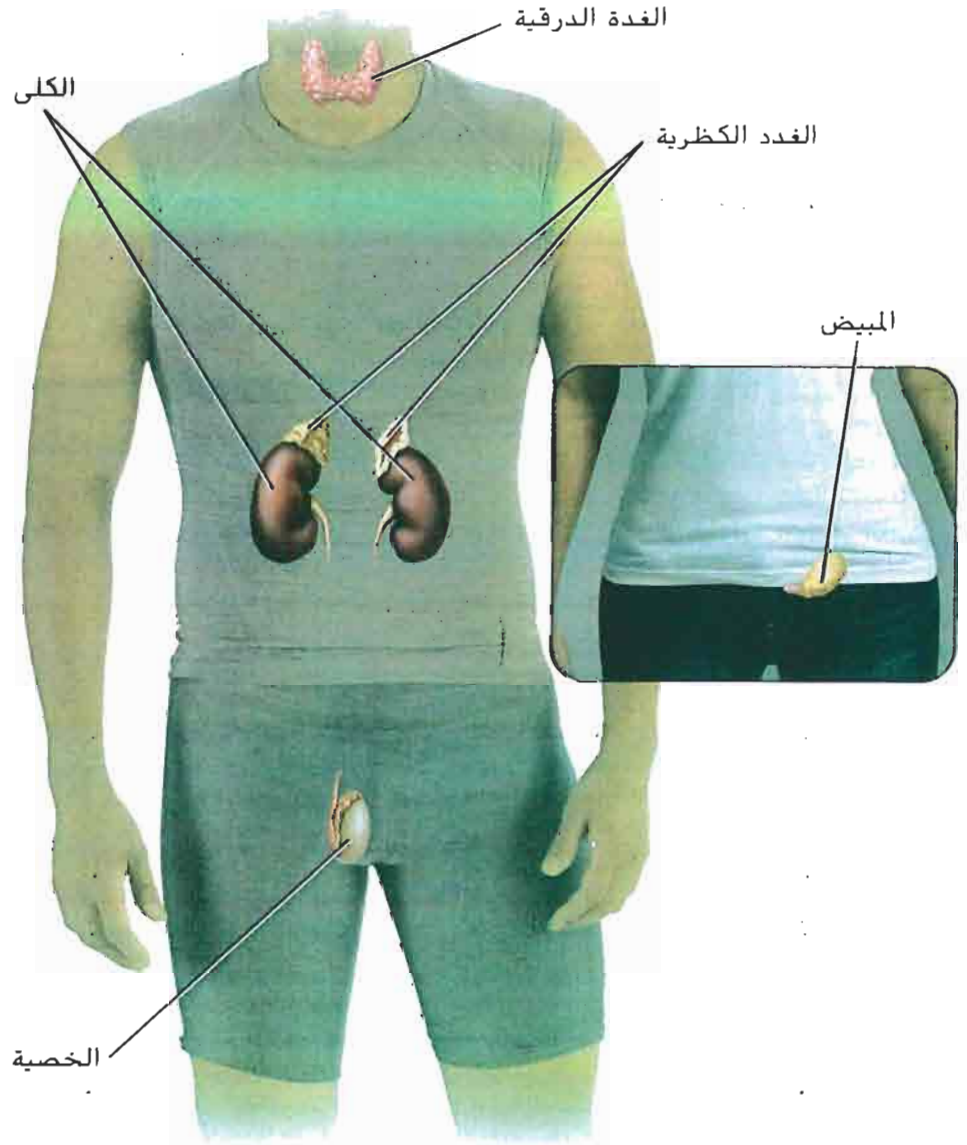
يتم الحفاظ على الاتزان الداخلي في الجسم عن طريق آليات تغذية راجعة داخلية تسمى التغذية الراجعة السلبية. تُعيد التغذية الراجعة السلبية النظام إلى النقطة المرجعية بمجرد انحرافه عنها بشكل كافٍ. ونتيجةً لذلك، يتغيّر النظام ضمن مدى معين. قد تكون على علم مسبق بمثال على نظام التغذية الراجعة السلبية موجود في منزلك، كما هو مبين في الشكل 14.

على سبيل المثال، يمكن الحفاظ على درجة الحرارة في المنزل عند  $21^{\circ}\text{C}$ . حيث يستشعر منظم الحرارة الموجود في المنزل درجة الحرارة، وعندما تنخفض إلى أقل من  $21^{\circ}\text{C}$ ، يرسل منظم الحرارة إشارة إلى مصدر الحرارة لكي يعمل وينتج حرارة أكثر. فترتفع درجة الحرارة بعد مدة قصيرة إلى أعلى من  $21^{\circ}\text{C}$ ، ويرسل منظم الحرارة إشارة إلى مصدر الحرارة ليتوقف عن العمل. ولن يعاود مصدر الحرارة العمل حتى تنخفض درجة حرارة الغرفة إلى أقل من  $21^{\circ}\text{C}$  ويستشعر منظم الحرارة ذلك. ونظرًا إلى استمرار هذه العملية إلى أجل غير مسمى، توصف التغذية الراجعة السلبية غالبًا بحلقة التكرار.

■ الشكل 14 تعمل المدفأة أو تتوقف عن العمل بناءً على العلاقة بين درجة حرارة الغرفة التي يتم استشعارها والنقطة المرجعية.



الشكل 15 تقع الغدد الأساسية لجهاز الغدد الصماء في جميع أنحاء الجسم.



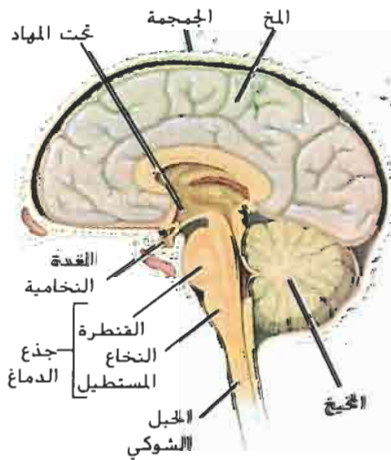
## الغدد الصماء وهرموناتها

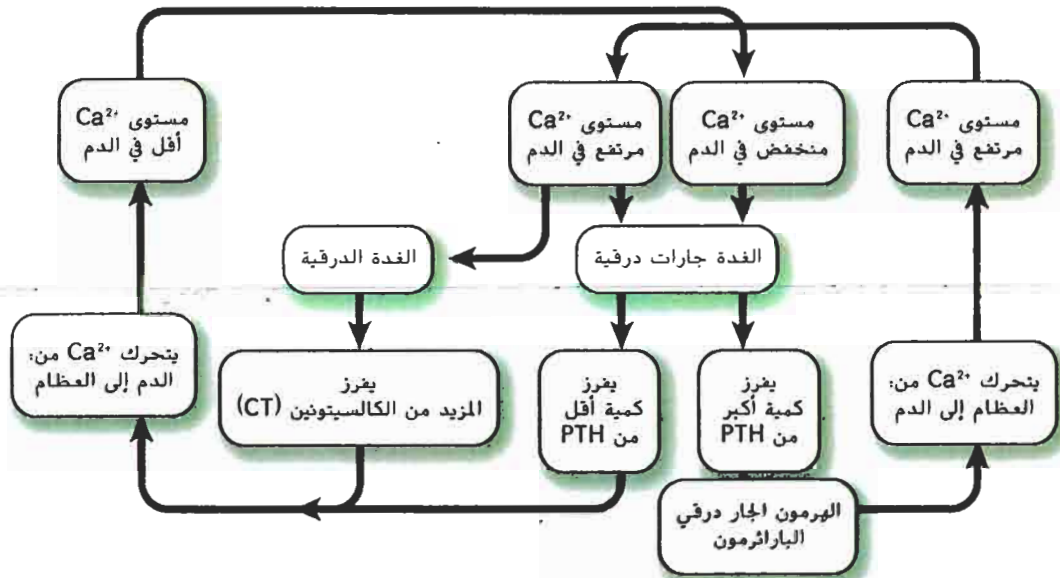
يضم جهاز الغدد الصماء، المبين في الشكل 15، لمعظم الغدد التي تفرز الهرمونات، أي الغدة النخامية والدرقية وجارات الدرقية والكظرية والبنكرياس والمبيضان والخصيتان والغدة الصنوبرية والغدة الزعترية.

الغدة النخامية تقع الغدة النخامية في قاعدة الدماغ، كما هو مبين في الشكل 16. وتسمى هذه الغدة أحياناً "الغدة الرئيسة" لأنها تنظم الكثير من وظائف الجسم. وعلى الرغم من صغر حجمها، إلا أنها الغدة الصماء الأكثر أهمية. تفرز الغدة النخامية هرمونات لا تعمل على تنظيم العديد من وظائف الجسم فحسب، بل تعمل أيضاً على تنظيم الغدد الصماء الأخرى، مثل الغدة الدرقية والغدة الكظرية والخصيتين والمبيضين.

تعمل بعض هرمونات الغدة النخامية على الأنسجة بدلاً من العمل على أعضاء معينة. ينظم هرمون النمو عند الإنسان (hGH) النمو الجسدي للجسم عن طريق تحفيز انقسام الخلايا في العضلات والنسيج العظمي. ويكون ذلك الهرمون نشطاً خصوصاً خلال سن الطفولة وسن المراهقة.

الشكل 16 تقع الغدة النخامية في قاعدة الدماغ. ويبلغ قطرها نحو 1 cm تقريباً وتزن ما بين 0.5-1 g.





**الشكل 17** يُنظم الهرمون الباراثورمون (PTH) وهرمون الكالسيتونين (CT) مستوى الكالسيوم في الدم. اشرح كيف يوضح هرمون الباراثورمون (PTH) وهرمون الكالسيتونين (CT) التغذية الراجعة السلبية.

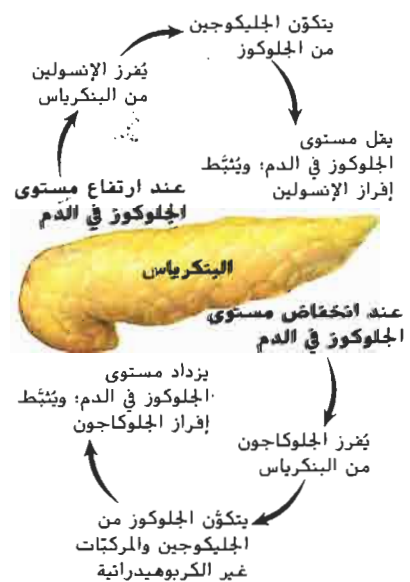
الغدة الدرقية والجار درقية حدّد الغدة الدرقية والجار درقية في الشكل 17. تفرز الغدة الدرقية هرموناً يسمى الثيروكسين. ولا يعمل هرمون الثيروكسين على أعضاء محددة، مثله في ذلك مثل هرمون النمو عند الإنسان (hGH)، بل يتسبب في ارتفاع معدل الأيض في خلايا الجسم. كما تفرز الغدة الدرقية هرمون الكالسيتونين. إنّ هرمون الكالسيتونين مسؤول جزئياً عن تنظيم الكالسيوم، وهو معدن مهم لتكوين العظام وتخزين الدم والقيام بوظائف العصب وانقباض العضلات. ويؤدي هرمون الكالسيتونين إلى خفض مستويات الكالسيوم في الدم عن طريق إرسال إشارات إلى العظام لزيادة امتصاص الكالسيوم وإرسال إشارة إلى الكليتين أيضاً لإفراز المزيد منه.

عندما تكون مستويات الكالسيوم في الدم أقل من اللازم، تعمل الغدة الجار درقية على زيادة إنتاج هرمون الباراثورمون. ويزيد هرمون الباراثورمون من مستويات الكالسيوم في الدم عن طريق تحفيز العظام لإطلاقه. كما يتسبب عمل هذا الهرمون في إعادة امتصاص الكليتين للمزيد من الكالسيوم وامتصاص الأمعاء للمزيد من الكالسيوم من الغذاء. إنّ للغدة الدرقية والجار درقية تأثيرات متضادة في مستويات الكالسيوم في الدم. لكنهما، بعملهما معاً، تحافظان على الاتزان الداخلي.

✓ **التأكد من فهم النص** اشرح مدى أهمية التغذية الراجعة السلبية في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

البنكرياس كما ناقشنا في القسم 1، فإنّ للبنكرياس دور مهم في إنتاج الإنزيمات التي تهضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون. يفرز البنكرياس أيضاً هرموني الأنسولين والجلوكاجون اللذين يعملان معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي، كما هو مبين في الشكل 18. فعندما ترتفع مستويات الجلوكوز في الدم، يفرز البنكرياس الأنسولين. ويرسل الأنسولين إشارات إلى خلايا الجسم، خاصة خلايا الكبد والعضلات، لتسريع عملية تحويل الجلوكوز إلى الجلايكوجين الذي يُخزن في الكبد والعضلات. وعندما تنخفض مستويات الجلوكوز في الدم، يفرز البنكرياس الجلوكاجون. يرتبط الجلوكاجون بخلايا الكبد، فيرسل إشارات إليها لتحويل الجلايكوجين إلى جلوكوز وإطلاقه في الدم.

**الشكل 18** يعمل الجلوكاجون والأنسولين معاً للحفاظ على مستوى السكر في الدم.



### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

اختصاصي الغدد الصماء يدرس اختصاصي الغدد الصماء الغدد التي تفرز الهرمونات والأمراض المرتبطة بها.

### الخطوات

ضعّن مطوبتك معلومات من هذا القسم.

ينتج مرض السكري عن عدم إنتاج الجسم لكميات كافية من الأنسولين أو عدم استخدام الأنسولين بشكل صحيح. ويحدث النوع الأول من مرض السكري، الذي يظهر عادةً عند الأشخاص في سن العشرين، عندما لا يتمكن الجسم من إنتاج الأنسولين. أما النوع الثاني من مرض السكري، فيصيب 70%-80% من الأشخاص المصابين بمرض السكري ويحدث عادةً بعد سن الأربعين. وينتج عن عدم حساسية خلايا الجسم للأنسولين. تتضمن مضاعفات مرض السكري أمراض القلب التاجية وتلف شبكية العين والأعصاب والحموضة أو انخفاض الرقم الهيدروجيني (pH) للدم. في كلا نوعي مرض السكري، يجب مراقبة مستويات الجلوكوز في الدم والحفاظ عليها لمنع حدوث مضاعفات ناتجة عن هذا المرض.

الغدد الكظرية ارجع مرة أخرى إلى الشكل 15. تقع الغدد الكظرية فوق الكليتين مباشرةً. ويسمى الجزء الخارجي من الغدد الكظرية القشرة، وهي التي تصنع الهرمون الستيرويدي ألدوستيرون ومجموعة من الهرمونات تسمى الهرمونات السكرية. يؤثر هرمون الألدوستيرون بشكل أساسي في الكليتين وهو مهم جدًا لإعادة امتصاص الصوديوم. ويعمل الكورتيزول، وهو نوع آخر من الهرمونات السكرية، على زيادة مستويات الجلوكوز في الدم ويقلل من الالتهابات أيضًا. إنّ للجسم آليات مختلفة للاستجابة للضغط، مثل تلك المتعلقة بدور الجهاز العصبي و"استجابة المواجهة أو الهروب". كما يساهم جهاز الغدد الصماء في أنواع الاستجابات هذه. فيحدث "اندفاع الأدرينالين" عندما تنطلق كمية من الطاقة فجأة بسبب موقف يدعو إلى التوتر. ويفرز الجزء الداخلي من الغدد الكظرية الإبينفرين، الذي يسمى أيضًا الأدرينالين، والنورإبينفرين. يزيد هذان الهرمونان من معدل ضربات القلب وضغط الدم ومعدل التنفس ومستويات السكر في الدم، وهي كلها عوامل مهمة في زيادة نشاط خلايا الجسم.

## تجربة مصغرة 2

### نمذجة جهاز الغدد الصماء

كيف تساعد الهرمونات الجسم على الحفاظ على الاتزان الداخلي؟ تفرض الأنشطة، مثل إجراء اختبار أو الجري في سباق، متطلبات على جسمك. وتسبب استجابة جسمك لتلك المتطلبات تغيّرات فيه. كما يعمل جهاز الغدد الصماء والجهاز العصبي معًا لضمان استقرار البيئة الداخلية.

#### الإجراء

1. حدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. حدّد رياضة أو نشاطًا. وقم بإجراء عصف ذهني حول أفعال الجسم التي تحدث عندما تستعد للنشاط وتشارك فيه وتنتهي منه.
3. تخيل أنك تكتب برنامجًا حاسوبيًا سيتبعه جسمك لإكمال النشاط. سلسل الخطوات التي توصلت إليها بالعصف الذهني في الخطوة 2.
4. راجع برنامجك. أدخل الخطوات حيث يبدأ جهاز الغدد الصماء بإفراز الهرمونات للحفاظ على الاتزان الداخلي. استخدم معرفتك والمصادر المتوافرة لتحديد الهرمونات المحددة المتضمنة. وضّن استجابات الجسم لهذه الهرمونات في خطوات منفصلة.
5. قارن برنامجك بتلك البرامج التي صممها الطلاب الآخرون.

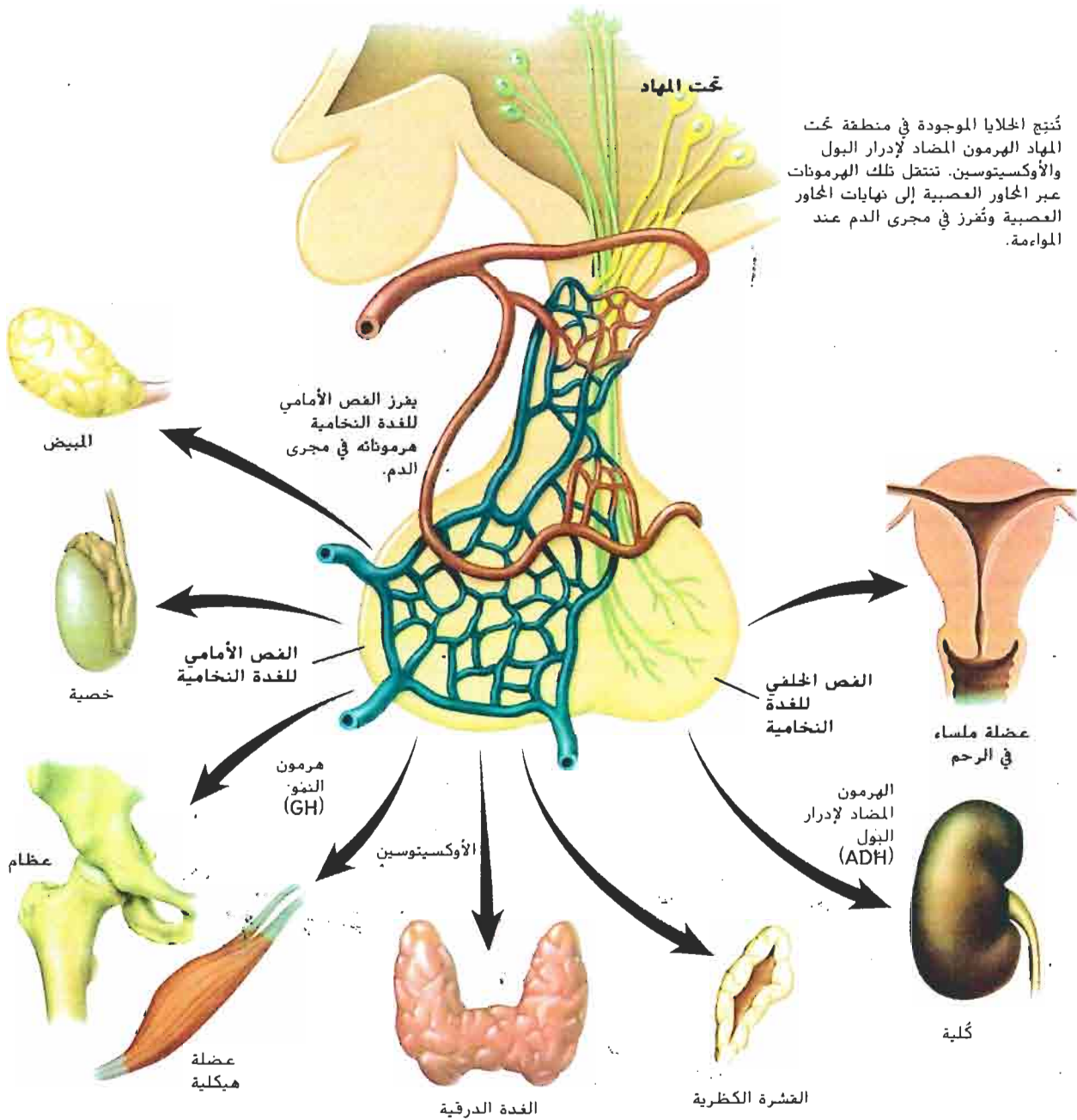
#### التحليل

1. التفكير الناقد هل ظهر بعض من الهرمونات نفسها في معظم البرامج الأخرى التي درستها في الخطوة 5؟ لم أو لم لا؟
2. استنتج الخلاصات عن طريق وصف الأجهزة الرئيسة للجسم الممثلة في برنامجك. علام يدل هذا بالنسبة إلى عدد وظائف الجسم التي يتحكّم بها جهاز الغدد الصماء؟

# تصوّر جهاز الغدد الصماء

## الشكل 19

يحافظ تحت المهاد على الاتزان الداخلي بأن يعمل كرابط بين الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء. تفرز الغدة النخامية هرمون النمو والهرمون المضاد لإدرار البول (ADH) والأوكسيتوسين حسب حاجة الجسم. كما تُنتج الغدة النخامية الهرمونات التي تنظم الخصيتين والمبيضين والغدة الدرقية والغدة الكظرية وتفرزها.

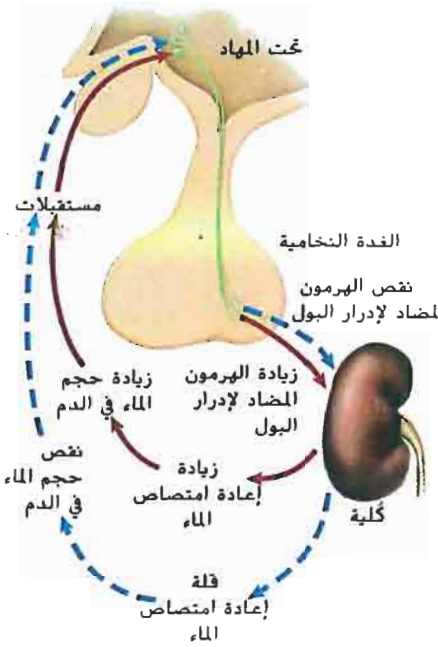


## الربط بالجهاز العصبي

يتشابه الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء في كونهما يسهمان في تنظيم أنشطة الجسم والحفاظ على الاتزان الداخلي. راجع الشكل 19 لدراسة دور تحت المهاد في الاتزان الداخلي. وتذكر أن هذا الجزء من الدماغ يسهم في العديد من جوانب الاتزان الداخلي إذ ينتج تحت المهاد هرمونين. هما هرمون الأوكسيتوسين والهرمون المضاد لإدرار البول (ADH). وتنتقل هذه الهرمونات بواسطة المحاور العصبية وتُخزّن في نهايات المحاور التي تقع في الغدة النخامية.

تتمثل وظيفة الهرمون المضاد لإدرار البول في الحفاظ على الاتزان الداخلي عن طريق تنظيم الماء. ويؤثر الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH) في أجزاء من الكليتين تسمى الأنابيب الجامعة. نذكر آخر مرة كنت تعمل في الخارج في يوم صيفي حار حيث أنتج جسمك الكثير من العرق ليساعده في الحفاظ على برودته، ومن الممكن أن تكون قد أصبت بالجفاف. عندما يحدث هذا، تستشعر الخلايا الموجودة تحت المهاد أن تكون مصاب بالجفاف، أي أن مستوى الماء في الدم منخفض، وتستجيب بإفراز الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH) من المحاور العصبية الموجودة في الغدة النخامية التي كانت تُخزّن الهرمون.

كما هو مبين في الشكل 20، ينتقل الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH) في الدم إلى الكليتين. حيث يرتبط بالمستقبلات الموجودة على بعض خلايا الكلية. ويتسبب ذلك في امتصاص الكليتين للمزيد من الماء وتقليل كمية الماء في البول مما يزيد من مستوى الماء في الدم. في حال وجود كمية من الماء أكثر من اللازم في دم الشخص، يقلل تحت المهاد إفراز الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH)، ويكون البول أقل تركيزاً. كما يحفز الغثيان والقيء إنتاج الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH)، فكلاهما يسبب الجفاف. فضلاً عن ذلك، يؤدي فقدان الدم بنسبة 15% أو 20% من خلال النزيف إلى إفراز الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH).



الشكل 20 يساعد الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH) على التحكم بتركيز الماء في الدم.

## القسم 3 مراجعة

### ملخص القسم

- تفرز الغدة الصماء مواد كيميائية تسمى الهرمونات.
- تنتقل الهرمونات عبر جميع أنحاء الجسم في مجرى الدم ما عدا هرمونات البنكرياس تفرز في قناة خاصة.
- تُصنّف الهرمونات إلى هرمونات ستيرويدية أو هرمونات الأحماض الأمينية.
- تتأثر مستويات الهرمونات وأنظمة التغذية الراجعة.
- يساعد جهاز الغدد الصماء في الحفاظ على الاتزان الداخلي عن طريق إرسال إشارات من آليات داخلية تسمى التغذية الراجعة السلبية.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **توقع** قوّم أسباب تسمية أنظمة التغذية الراجعة للهرمونات باسم "التغذية الراجعة السلبية".
2. **توقع** متى تتوافر مستويات مرتفعة من الأنسولين والجلوكاجون في دم الإنسان.
3. **اشرح** آلية عمل جهاز الغدد الصماء والجهاز العصبي معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي.
4. **حدّد** وصف وظائف الغدة النخامية والدرقية والجار درقية والبنكرياس والغدة الكظرية.
5. **ابحث** إن اليود ضروري لقيام الغدة الدرقية بوظائفها. ويعدّ نقص اليود عند الأجنة وفي سن الطفولة سبباً رئيساً للتأخر العقلي في العالم، ولكن يمكن الوقاية منه. توقع كيف قد يؤدي نقص اليود إلى التأخر العقلي أو مشاكل صحية أخرى. أجب بحثاً حول الخطوات التي كانت تُتبع في الماضي والخطوات المتبعة في أيامنا هذه للتخفيف من هذا التخوف واذكر في إجابتك معلومات عن مصادر اليود.
6. **حلل** كيف يمكن أن يؤدي الخلل في آلية التغذية الراجعة السلبية إلى وفاة الكائن الحي.

# في الحقل نفسه

مهن: اختصاصي الطب  
الشرعي واختصاصي السموم  
بالطب الشرعي  
أدوات الطب الشرعي وتقنياته



قد تُستخدم شريحة من الدماغ لتحديد سبب الوفاة.

محتويات المعدة تكشف عن حدوث التسمم  
يمكن أن تسهم المواد السامة مثل المنتجات المنزلية  
والسموم والعقاقير في الوفاة. قد يتم استدعاء  
اختصاصي السموم في الطب الشرعي وهو اختصاصي  
يمكنه تحديد المواد الكيميائية الغريبة التي قد تؤدي إلى  
الوفاة.

نادراً ما يعمل أحد الأدلة كدليل قاطع. إلا أن اختصاصي  
الطب الشرعي مدرب على ملاحظة تفاصيل مُعيّنة. قد  
تضيف تلك التفاصيل معلومات جديدة وتساعد أحياناً  
في رواية قصة الساعات الأخيرة لحياة الشخص.

يمكن لحالة الجثة أن تُعبر عن الظروف المحيطة  
بالوفاة. لذا يجمع اختصاصي الطب الشرعي البيانات  
من الجثة، ثم يحللها لتحديد وقت الوفاة والطريقة التي  
تقت بها. وتساعد الأدوات والتقنيات والوسائل العلمية  
التي يستخدمها اختصاصي الطب الشرعي المحققين  
في تصوّر الساعات الأخيرة لحياة الشخص وكذلك  
الأحداث التي أدت إلى وفاته.

الهضم ووقت الوفاة أثناء تشريح الجثة، يفحص  
اختصاصي الطب الشرعي محتويات معدة الضحية.  
لماذا يُعدّ هذا الأمر مهماً؟ يتوقف الهضم في لحظة  
الوفاة. ويمكن لاختصاصي الطب الشرعي استخدام  
حالة المعدة لتقدير جدول زمني. إذا كانت المعدة فارغة  
تماماً، فمن المحتمل أن الضحية قد توفّي بعد ثلاث  
ساعات على الأقل من آخر مرة تناول الطعام فيها.  
وإذا كانت الأمعاء الدقيقة فارغة أيضاً، فمن المحتمل  
أنّ الوفاة قد حدثت بعد عشر ساعات على الأقل من  
الوجبة الأخيرة.

هل يمكن تحديد نوع الطعام في المعدة؟ في بعض  
الحالات، نعم. يمكن استخدام المجهر الإلكتروني الماسح  
لتحديد جسيمات الطعام. ويمكن أن يساعد أيضاً  
أخذ عينة من المعدة تتطابق مع آخر وجبة معروفة،  
المحققين في تحديد توقيت للوفاة.

## الكتابة في العلوم

إعلانات مبوبّة تُعلن مدينتك عن وظيفة  
شاغرة لاختصاصي الطب الشرعي. اكتب  
إعلاناً للوظيفة. وتأكد من تضمين التقنيات  
والإجراءات المحددة التي يجب أن يكون  
المتقدمون للوظيفة على إلمام بها، بالإضافة  
إلى المهارات والخصائص العامة التي ينبغي  
أن تتوافر لديهم.

# تجربة في الأحياء

كيف تقارن بين معدل هضم النشا في أنواع مختلفة من البسكويت؟

4. فكّر في تلك النقاط مع مجموعتك وعدّل الخطة عند الضرورة.

- ما العوامل التي ستبقى ثابتة؟
- هل وضعت عينة ضابطة؟
- كيف تعرف أنّ هضم النشا قد اكتمل في كل عينة؟
- كيف ستحافظ على ثبات الكمية التي ستختبر من كل نوع من أنواع البسكويت؟
- هل سيلأّم المخطط بياناتك؟

5. تأكد من موافقة معلمك على الخطة قبل إكمال العمل.

6. نقدّ تجربتك.

7. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من محتويات أنبوب الاختبار وفقاً للتوجيهات. ونظّف الأواني الزجاجية والمعدات وأعدّها إلى أماكنها ثم اغسل يديك جيّداً بعد التعامل مع المواد الكيميائية والأواني الزجاجية.

## حل واستنتج

1. حلل كيف أثر الأميليز في النشا الموجود في البسكويت.
2. لاحظ واستدلّ في أي من أنواع البسكويت هضم النشا أسرع؟ ما الذي يشير إليه ذلك في ما يتعلق بكمية النشا في ذلك النوع من البسكويت مقارنةً بالآخرين؟
3. التفكير الناقد ما التنوعات بين أفواه الأشخاص التي قد تؤثر في عمل الأميليز على النشا؟ أشرح ذلك.
4. تحليل الخطأ هل أظهرت أي خطوة من الإجراءات متغيرات لم تُضبط؟ أشرح كيف يمكن إعادة تصميم الإجراء لجعل هذه العوامل ثابتة.

## استخدم مهاراتك

صمّم تجربة لتحديد طريقة تأثير الظروف المتغيرة مثل درجة الحرارة أو الرقم الهيدروجيني (pH) في عملية هضم النشا بفعل الأميليز في أحد أنواع البسكويت.

**الخلفية:** يبدأ هضم النشا في الفم. ويحفّز إنزيم الأميليز الموجود في اللعاب تحليل النشا إلى جزيئات سكر، أصغرّها الجلوكوز وهو مصدر مهم للطاقة. الجدير ذكره أنّ الأغذية ومنها أنواع البسكويت، تختلف في محتوى النشا. في هذه التجربة، ستقارن بين سرعة هضم النشا في أنواع متعددة من البسكويت لتحديد الكمية النسبية في كل نوع.

**السؤال:** كيف تقارن بين المدة الزمنية اللازمة لهضم النشا بفعل الأميليز في أنواع البسكويت المختلفة؟

## المواد الممكن استخدامها

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| مجموعة متنوعة من البسكويت         | موقد بنزن أو لوح تسخين |
| هاون ومدقة                        | مخبار مدرج             |
| أنابيب اختبار وحامل أنابيب اختبار | محلول اليود قطارات     |
| ورق ترشيح                         | عدسات المشاهدة         |
| أقماع                             | محلول الأميليز         |
| ميزان                             | أقلام تخطيط للزجاج     |
| كأس                               | أو قلم شمعي            |

## احتياطات السلامة

تحذير: يمكن أن يهيج اليود الجلد ويؤدي إلى تصبغه.

## خطط للتجربة ونفذها

1. ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. افحص ثلاثة أنواع من البسكويت. صمّم تجربة للمقارنة بين المدة الزمنية اللازمة لهضم النشا في كل نوع. مع العلم أنّك ستستخدم إنزيم الأميليز لتحفيز عملية هضم النشا. يدل اليود، وهو كاشف كيميائي يتحول لونه إلى الأزرق المائل إلى الأسود في وجود النشا، على اكتمال عملية هضم النشا.
3. أنشئ مخطط بيانات لتسجيل ملاحظاتك.

**الموضوع المحوري الاتزان الداخلي** تحافظ التغذية الراجعة السلبية على الاتزان الداخلي في الغدد مثل الغدة الدرقية والجار درقية والبنكرياس والغدة الكظرية.

**الفكرة الرئيسية** يحلل الجهاز الهضمي الطعام لتزويد الجسم بالطاقة والمواد المغذية. وينتج جهاز الغدد الصماء الهرمونات التي تنظم وظائف الجسم.

## القسم 1 الجهاز الهضمي

**الفكرة الرئيسية** يفتت الجهاز الهضمي الطعام حتى يتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.

- إن للجهاز الهضمي ثلاث وظائف أساسية.
- يمكن تصنيف عملية الهضم إلى نوعين، ميكانيكية أو كيميائية.
- تُمتص معظم المواد المغذية في الأمعاء الدقيقة.
- توفر الأعضاء الإضافية الإنزيمات وعصارة الصفراء للمساعدة على الهضم.
- يُمتص الماء من الكيموس في القولون.

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| الهضم الميكانيكي       | mechanical digestion |
| الهضم الكيميائي        | chemical digestion   |
| الأميليز               | amylase              |
| البري                  | esophagus            |
| الحركة الدودية للأمعاء | peristalsis          |
| الببسين                | pepsin               |
| الأمعاء الدقيقة        | small intestine      |
| الكبد                  | liver                |
| الخلاية                | villus               |
| الأمعاء الغليظة        | large intestine      |

## القسم 2 التغذية

**الفكرة الرئيسية** إن بعض المواد المغذية ضرورية للجسم، لكي يؤدي وظائفه بشكل صحيح.

- يُقاس محتوى الطاقة في الطعام بالسعرات.
- إن الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ثلاث مجموعات رئيسة من المواد المغذية.
- إن الكربوهيدرات هي المصدر الرئيس للطاقة في الجسم.
- توفر الدهون والبروتينات الطاقة كما أنها وحدات بناء مهمة للجسم.
- إن الفيتامينات والمعادن ضرورية للقيام بالوظائف الأيضية بشكل صحيح.
- تُعد ملصقات الغذاء أدوات يمكنك استخدامها لتناول الطعام بشكل صحي.

|           |           |
|-----------|-----------|
| التغذية   | nutrition |
| السعر     | Calorie   |
| الفيتامين | vitamin   |
| المعدن    | mineral   |

## القسم 3 جهاز الغدد الصماء

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

- تفرز الغدة الصماء مواد كيميائية تسمى الهرمونات.
- تنتقل الهرمونات في جميع أنحاء الجسم من خلال مجرى الدم ما عدا هرمونات غدة البنكرياس تصب في قناة خاصة.
- تُصنّف الهرمونات إلى هرمونات ستيرويدية أو إلى هرمونات الأحماض الأمينية.
- تتأثر مستويات الهرمونات بأنظمة التغذية الراجعة.
- يساعد جهاز الغدد الصماء على الحفاظ على الاتزان الداخلي عن طريق إرسال إشارات من آليات داخلية تسمى التغذية الراجعة السلبية.

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| الغدة الصماء                | endocrine gland      |
| الهرمون                     | hormone              |
| الغدة النخامية              | pituitary gland      |
| الثيروكسين                  | thyroxine            |
| الكالسيتونين                | calcitonin           |
| الهرمون باراثيرومون         | parathyroid hormone  |
| الأنسولين                   | insulin              |
| الجلوكاجون                  | glucagon             |
| الألدوستيرون                | aldosterone          |
| الكورتيزول                  | cortisol             |
| الهرمون المضاد لإدرار البول | antidiuretic hormone |

## القسم 1

## مراجعة المفردات

اختر المصطلح الدخيل من كل مجموعة مصطلحات، وشرح السبب في كونه دخيلاً.

1. المريء، البنكرياس، الأمعاء الغليظة
2. البيبسين، الجليكوجين، الجلوكوز
3. عصارة الصفراء، الأميليز، الحركة الدودية

## فهم الأفكار الرئيسة

4. أي من الإجراءات التالية يحدث في المعدة؟

- A. تُهضم جزيئات الدهون الكبيرة وتتحول إلى جزيئات أصغر.
- B. تتحلل البروتينات.
- C. يحلل الأميليز النشويات إلى جزيئات سكر صغيرة.
- D. يُفرز الأنسولين ليستخدم في الأمعاء الدقيقة.

5. أي صف من الجدول يحتوي على الكلمات التي تكمل العبارة التالية على أفضل نحو؟ (1) يُنتج (2) الذي يُفرز في (3).

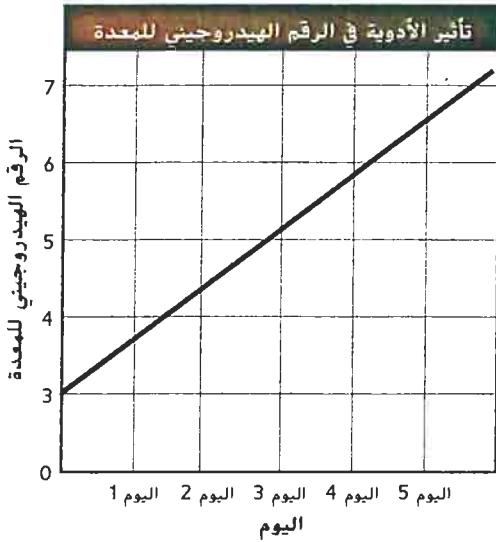
| الصف | 1         | 2               | 3               |
|------|-----------|-----------------|-----------------|
| A    | الكبد     | العصارة الصفراء | الأمعاء الدقيقة |
| B    | المرارة   | البيبسين        | المعدة          |
| C    | البنكرياس | الحمض           | الأمعاء الغليظة |
| D    | الخلايا   | الأميليز        | الغم            |

- A. الصف
- B. الصف
- C. الصف
- D. الصف

6. يشكو شخص من مشاكل في هضم الدهون بشكل جيد. أي مما يلي يُعد تفسيراً مقبولاً لهذه الحالة؟

- A. العاصرة البوابية مسدودة.
- B. قناة عصارة الصفراء مسدودة.
- C. يفرز الشخص عصارة صفراء زائدة.
- D. تفرز معدته الكثير من الحمض.

استخدم التمثيل البياني التالي للإجابة عن السؤال 7.



7. تناول شخص ما دواء لمدة 5 أيام. أي مما يلي من المحتمل أن يحدث نتيجة لهذا الدواء؟
  - A. لن يتمكن البيبسين من تحليل البروتينات.
  - B. لن يتمكن الأميليز من تحليل النشا.
  - C. لن تُفرز عصارة الصفراء.
  - D. لن تعمل الإنزيمات التي يفرزها البنكرياس بشكل جيد.

## أسئلة ذات إجابات مفتوحة

8. إجابة قصيرة اشرح لماذا يُعد المصطلح الحرقة الفؤادية وصفاً غير دقيق لهذه الحالة.
9. ارجع إلى الجدول 1 لتلخيص العمليات الهضمية التي تحدث في التراكيب التالية: الغم والأمعاء الغليظة والمعدة والأمعاء الدقيقة والمريء.
10. إجابة مفتوحة لماذا يستطيع الإنسان العيش من دون مرارة؟ قوّم تأثيرات ذلك، إن وجدت، في قدرة الشخص على هضم الطعام.

## التفكير الناقد

11. اشرح سبب احتمال إضافة إحدى الشركات المُصنّعة للأدوية فيتامين K إلى بعض المضادات الحيوية التي تكون على شكل أقراص أو حبوب.
12. ضع فرضية حول سبب احتواء الجسم على الزائدة الدودية ما لم تكن لها وظيفة مفيدة معروفة.

### أسئلة ذات إجابات مفتوحة

20. **مهن مرتبطة بعلم الأحياء** وفقاً لرأي اختصاصيي التغذية، فإن الأنظمة الغذائية المنخفضة الكربوهيدرات تكون عادةً غنية بالدهون والبروتين. قيم المخاطر الصحية التي قد ترتبط بتناول الأغذية الغنية بالدهون والبروتينات على المدى الطويل.
21. **الفترة الرئيسية** صف العوامل التي قد تتسبب في معاناة الشخص من سوء التغذية، بخلاف عدم تناول كمية كافية من الطعام.

### التفكير الناقد

22. اشرح لماذا قد يقلل النظام الغذائي الغني بالألياف من احتمال الإصابة بسرطان القولون.
23. استدل على أسباب استمرار ارتفاع معدلات السمنة بشكل ثابت في بعض الدول خلال السنوات الثلاثين الماضية على الأقل.

### القسم 3

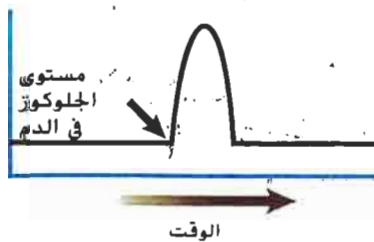
#### مراجعة المفردات

اشرح أوجه الاختلاف بين كل مصطلحين واردين في كل مجموعة ثنائية. ثم اشرح وجه الارتباط بينهما.

24. الأنسولين والجلوكاجون
25. الإستروجين وهرمون النمو
26. الكورتيزول والإبينفرين

#### فهم الأفكار الرئيسية

استخدم التمثيل البياني التالي للإجابة عن السؤال 27.



27. يوضح التمثيل البياني مستويات الجلوكوز في الدم على مدى فترة من الزمن. أي من الهرمونات التالية قد يكون السبب في الارتفاع المفاجئ المشار إليه بالسهم؟
- A. الهرمون المضاد لإدرار البول
- B. هرمون النمو
- C. الجلوكاجون
- D. الأنسولين

### القسم 2

#### مراجعة المفردات

صف كل مصطلح من المصطلحات التالية.

13. التغذية

14. الفيتامين

15. السعر

#### فهم الأفكار الرئيسية

16. أي مما يلي هي من خصائص الدهون المشبعة؟
- A. سائلة في درجة حرارة الغرفة وتوجد في الزيوت النباتية
- B. يمتص معظمها في الأمعاء الفليظة
- C. مشتقة من مصادر حيوانية وتكون هضبة في درجة حرارة الغرفة
- D. تميل إلى خفض كوليسترول الدم
17. أي من الكربوهيدرات التالية غير قابلة للهضم وتزود نظامك الغذائي بالألياف؟
- A. السكروز
- B. النشا
- C. الجليكوجين
- D. السيلولوز
18. أي من التركيبات التالية تؤدي إلى تحليل الأغذية الغنية بالبروتين في المعدة؟
- A. الرقم الهيدروجيني (pH) المنخفض والبيسين
- B. الرقم الهيدروجيني المرتفع (pH) وعصارة الصفراء
- C. الرقم الهيدروجيني المرتفع (pH) والبيسين
- D. الرقم الهيدروجيني المنخفض (pH) وعصارة الصفراء
- استخدم الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 19.

| Nutrition Facts                          |                      |
|------------------------------------------|----------------------|
| Serving Size 1 oz (28g) (about 10 chips) |                      |
| Servings Per Container 7                 |                      |
| Amount Per Serving                       |                      |
| Calories 150                             | Calories from Fat 90 |
| % Daily Value*                           |                      |
| Total Fat 9g                             | 18%                  |
| Saturated Fat 1g                         | 2%                   |
| Polyunsaturated Fat 1g                   | 2%                   |
| Monounsaturated Fat 7g                   | 14%                  |
| Cholesterol 0mg                          | 0%                   |
| Sodium 160mg                             | 32%                  |
| Total Carbohydrate 16g                   | 32%                  |
| Dietary Fiber 1g                         | 2%                   |
| Sugars 1g                                | 2%                   |
| Protein 2g                               | 4%                   |
| Vitamin A 0%                             | Vitamin C 15%        |

19. إذا ما أكلت كيساً كاملاً من الرقائق، فأَي نسبة مئوية من القيمة الموصى بها يومياً من الدهون المشبعة تكون قد استهلكتها؟
- A. 14%
- B. 28%
- C. 5%
- D. 35%

### التقويم الختامي

35. **النقطة الرئيسية** يُعتبر الإفطار أهم وجبة في اليوم. خطط لإفطار متوازن وفقاً للهرم الغذائي، وشرح سبب أهمية المواد المغذية. ثم صف العمليات التي ستحدث في الجهاز الهضمي وجهاز الغدد الصماء لديك بعد تناول الإفطار. لماذا يُعد الإفطار شديد الأهمية؟

36. **الكتابة في العلوم** بدأت هذه الوحدة عندما كنت تتناول البيتزا. اكتب قصة قصيرة تصف الأحداث التي تحدث أثناء انتقال الغذاء عبر قناتك الهضمية. تلميح: تأكد من تضمين جميع مجموعات المواد المغذية الرئيسية.

### أسملة حول مستند

المصدر: Dietary Guidelines for America 2005

#### السعرات المقدرة المطلوبة حسب الجنس والفتة العمرية

| الجنس | العمر | نشاط بدرجة معتدلة | نشاط      |
|-------|-------|-------------------|-----------|
| أنثى  | 9-13  | 1600-2000         | 1800-2200 |
|       | 14-18 | 2000              | 2400      |
|       | 19-30 | 2000-2200         | 2400      |
|       | 31-50 | 2000              | 2200      |
|       | 51+   | 1800              | 2000-2200 |
| ذكر   | 9-13  | 1800-2200         | 2000-2600 |
|       | 14-18 | 2400-2800         | 2800-3200 |
|       | 19-30 | 2600-2800         | 3000      |
|       | 31-50 | 2400-2600         | 2800-3000 |
|       | 51+   | 2400              | 2400-2800 |

37. وفقاً لهذا الجدول، أي من الجنسين يحتاج إلى سعرات أكثر؟

38. صف الاتجاه العام المتعلق بعدد السعرات اللازمة للحفاظ على توازن الطاقة المرتبطة بالعمر.

39. لماذا يحتاج الأفراد في الفتة العمرية بين 19-30 عاماً إلى العدد الأكبر من السعرات؟

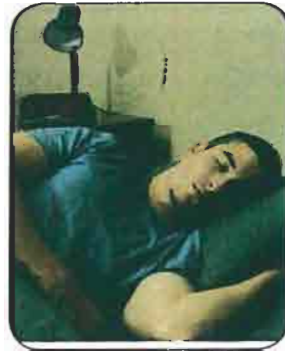
28. أي من الهرمونات التالية تفرزه الخلايا العصبية بدلاً من الغدد الصماء؟

- A. الهرمون المضاد لإدرار البول والأوكسيتوسين
- B. هرمون النمو والثيروكسين
- C. الأنسولين والجلوكاجون
- D. النورإبينفرين والإبينفرين

29. أي من المجموعات الشائبة من الهرمونات التالية لها تأثيرات متضادة؟

- A. الكالسيتونين وهرمون الباراثورمون
- B. الإبينفرين والنورإبينفرين
- C. هرمون النمو والثيروكسين
- D. الألدوستيرون والكورتيزول

استخدم الصور أدناه للإجابة عن السؤال 30.



B.



A.

30. أي الشخصين مرشح لمستويات مرتفعة من الإبينفرين؟  
A. الشخص A  
B. الشخص B  
C. كلا الشخصين  
D. لا أحد منهما

#### أسئلة ذات إجابات مفتوحة

31. **الموضوع المحوري الاتزان الداخلي** ما التأثير المباشر للإنتاج الزائد من الكالسيتونين؟ حلل كيف يخل ذلك بالاتزان الداخلي في الأجهزة الأخرى عدا جهاز الغدد الصماء.

32. **إجابة قصيرة** قوّم طريقة تأثير استخدام الكورتيزول على المدى الطويل في قدرة الشخص على مقاومة العدوى.

#### التفكير الناقد

33. **النقطة الرئيسية** ابتكر تشبيهاً باستخدام الميزان لوصف العلاقة بين الكالسيتونين وهرمون الباراثورمون.

34. **ضع فرضية** لماذا يُحقن الأنسولين عادةً بدلاً من تناوله عن طريق الفم؟

# تدريب على الاختبار المعياري

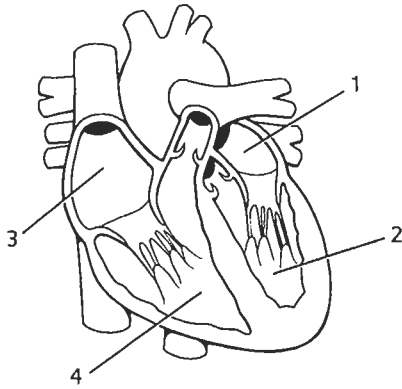
تراكمي

## أسئلة ذات خيار متعدد متوافقة مع دراسة الـ PISA

4. أين توجد الدهون المخزنة في العظام؟

- A. العظم الكثيف
- B. الخلايا العظمية
- C. النخاع الأحمر
- D. النخاع الأصفر

استخدم الرسم التخطيطي أدناه للإجابة عن السؤال 5.



5. ما المسار الذي يتبعه الدم أثناء تدفقه عبر القلب

مباشرة بعد عودته من الرأس والجسم؟

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

6. أي مما يلي يصف آلية حدوث الترشيح في الجهاز

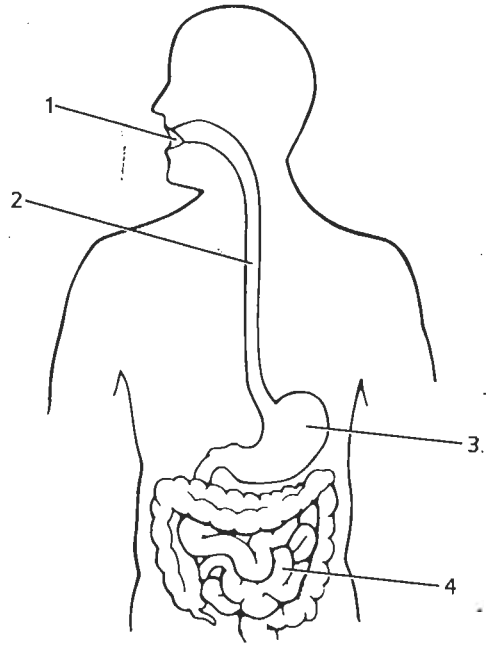
الإخراجي؟

- A. يدخل الدم إلى نغرونات الكليتين ويُرشح الماء الزائد والفضلات من الدم.
- B. يخرج البول من الكليتين عبر الحالبين.
- C. يُعاد امتصاص الماء والمواد المغذية إلى الدم.
- D. يُضاف الماء إلى الفضلات النيتروجينية الزائدة من الجهاز الهضمي لتكوين البول.

1. ما وظيفة الميلانين في البشرة؟

- A. حماية النسيج من الأشعة فوق البنفسجية
- B. توفير الدعم للأوعية الدموية
- C. تحفيز نمو الشعر في الحوصلات
- D. يجعل سطح الجلد مقاومًا للماء ويحميه

استخدم الرسم التخطيطي أدناه للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. في أي أجزاء من الجهاز الهضمي يحدث الهضم الكيميائي

والميكانيكي أولاً؟

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

3. أي من العمليات التالية تحدث أولاً في الخلية العصبية عندما

يصل المؤثر إلى عتبة التنبيه؟

- A. تفتح قنوات البوتاسيوم في غشاء الخلية.
- B. تنطلق النواقل العصبية في التشابك العصبي.
- C. تنتقل أيونات الصوديوم إلى الخلية العصبية.
- D. تصبح الخلية مشحونة بشحنة سالبة.

### أسئلة ذات إجابات مفتوحة متوافقة مع امتحان الـ SAT

14. قِيم طريقة مساعدة مائة السباحة السمكة في الحفاظ على عمقها.
15. قِيم كيف قد يرتبط ضغط الدم المرتفع بالفشل الكلوي.
16. اذكر ثلاثة مكونات للتنبيه الودي وقوم كيف قد تكون مفيدة لبقاء الإنسان على قيد الحياة.

### سؤال مقالي متوافق مع امتحان الـ SAT

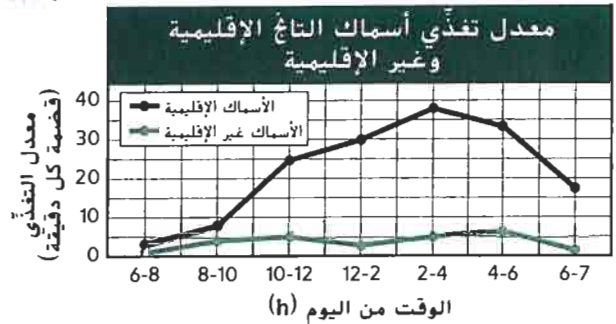
يحتاج الإنسان إلى فيتامين C في نظامه الغذائي لأنه يقوي وظيفة جهاز المناعة ويمنع الإصابة بمرض يُسمى الأسقربوط. يذوب فيتامين C في الماء، لذلك لا يُخزّن في الجسم. ويُنصح غالباً أن يتناول الشخص المريض أو من يوشك أن يُصاب بالمرض الفيتامين C. ويوصي بعض الأشخاص بتناول جرعات كبيرة من فيتامين C، قد تصل في بعض الأحيان إلى آلاف أمثال الجرعة الموصى بها. تجدر الإشارة إلى أنّ الباحثين الطبيين يختلفون حول فعالية تناول جرعات كبيرة من فيتامين C، إذ يعتقد البعض منهم أنّها غير فعالة في حين يعتقد آخرون أنّها مفيدة. لكنّ جميع الباحثين الطبيين تقريباً يُجمعون على أنّ تناول جرعات كبيرة من فيتامين C لفترات زمنية قصيرة لا يحدث ضرراً.

باستخدام المعلومات الواردة في الفقرة السابقة، أجب عن السؤال التالي في صورة مقال.

17. ضع فرضية تتعلق بما إذا كان تناول جرعات كبيرة من فيتامين C لعلاج البرد مفيداً أم لا. اشرح طريقة واحدة يمكن اختبار هذه الفرضية من خلالها.

### أسئلة ذات إجابات قصيرة متوافقة مع مهارات الـ SAT

استخدم التمثيل البياني أدناه للإجابة عن السؤالين 7 و 8.



7. قارن وقابل بين سلوك التغذية عند الأسماك المبيّن في التمثيل البياني.
8. توقع شكل التمثيل البياني إذا أظهرت الأسماك الإقليمية سلوك منطقة سيادتها خلال فصل واحد من السنة فقط.
9. قوم لماذا سيكون النظام الغذائي الذي لا يحتوي على البروتين غير صحي.
10. ما الفائدةان اللتان تعودان على صغار الثدييات من تلقي الحليب من أمهاتهم؟
11. اشرح كيف أنّ تراكيب الجسم المختلفة في الديدان الحلقية والمعقّلة تمكّنها من التحرك.
12. يمكن أن يفقد الشخص الذي يمارس التمارين الرياضية في درجات الحرارة الشديدة أملاًخاً تحتوي على البوتاسيوم والصوديوم عن طريق العرق. ما الذي تستنتجه عن تأثير الإفراز الزائد لهذه الأملاح في الجهاز العصبي؟
13. ميّز بين الأوعية الثلاثة الأساسية التي يتدفق الدم عبرها أثناء انتقاله من القلب إلى بقية أجزاء الجسم وعودته إلى القلب مرة أخرى.

1875

## للطلاب وأولياء الأمور

يشكل كل من الاستقصاء والتجربة مكونًا أساسيًا في صفّ علم الأحياء. استخدم هذا المرجع الوارد في كتاب الأنشطة لتعلم التقنيات التي ستساعدك في تحسين تجربتك المخبرية. إنّ السلامة في المختبر أمر ضروري لنجاح الاستقصاء والتجربة. لذا أوردنا بإيجاز في هذا الكتاب المبادئ الأساسية للسلامة المخبرية.

يساعدك كتيب بناء المهارات الموجود في كتاب الأنشطة في تعزيز مهارات حل المسائل لديك لتتمكن من تحقيق الاستفادة القصوى من قراءة الكتابة العلمية والبيانات واستيعابها. إنّ تعزيز المهارات لديك كمهارات المقارنة وتحليل المعلومات وقراءة الجداول الزمنية واستخدام المنظّمات البيانية يساعدك في الحصول على درجات أفضل في الاختبارات.

إنّ الكتيب المرجعي الوارد هنا هو أداة أخرى لمساعدتك. فجداول التصنيف وأصل الكلمة والجداول الدوري للعناصر، جميعها موارد ستساعدك في تعزيز استيعابك.

## المحتويات

### الكتيب المرجعي

- RH-2 ..... تصنيف الممالك الست
- RH-6 ..... تصنيف فوق الممالك الثلاث
- RH-7 ..... أصول الكلمات العلمية في الانجليزية
- RH-9 ..... الجدول الدوري للعناصر
- SR-1 ..... موارد العلوم
- C-2 ..... شكر و تقدير

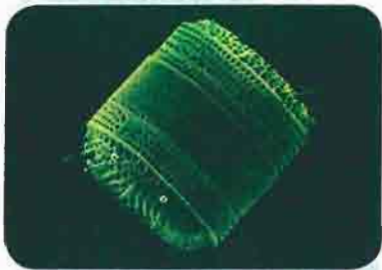


## تصنيف الممالك الست

يجمع التصنيف المستخدم في هذا الكتاب المعلومات التي جمعت من أنظمة العديد من مجالات علم الأحياء المختلفة. على سبيل المثال، طور علماء الطحالب - علماء الأحياء الذين يدرسون الطحالب - نظام تصنيف خاصًا بهم. وكذلك فعل علماء الفطريات - علماء الأحياء الذين يدرسون الفطريات. إن تسمية الحيوانات والنباتات يحكمها مجموعتان مختلفتان تمامًا من القواعد. على الرغم من أن نظام الممالك الست ليس هو النظام المثالي الذي يعكس تطور سلالات جميع الكائنات الحية، إلا أنه مفيد في إظهار العلاقات في ما بينها. إن علم التصنيف هو مجال من علم الأحياء تطور تمامًا مثلما نشأت وتطورت الفصائل التي يدرسها. في الجدول 1، تُدرج الشعب الرئيسة فقط، ويُذكر جنس واحد كمثال. للحصول على مزيد من المعلومات حول كل تصنيف، راجع الوحدة في الكتاب الذي يرد فيها وصف المجموعة.

| الجدول 1 تصنيف الممالك الست                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |                                     | المملكة                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| الخصائص                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | مثال نموذجي (الاسم الشائع) | الشعبة / القسم* (الاسم الشائع)      |                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية</li> <li>• معظمها يمتص الغذاء من البيئة المحيطة</li> <li>• بعضها يقوم بعملية البناء الضوئي</li> <li>• بعضها يقوم بعملية البناء الكيميائي</li> <li>• الكثير منها متطفل</li> <li>• الكثير منها كروي أو حلزوني أو عصوي</li> <li>• بعضها بشكل مستعمرات</li> </ul>                                     | بكتيريا السل               | الشعاعية                            | <b>البكتيريا</b><br><br>السلومفيل                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | السلومفيل (السلومفيل)      | الغارة (Omnibacteria)               |                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | اللولبية                   | البكتيريا الملوتية (الملوتيات)      |                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | البروكليرون                | الخضراء                             |                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية</li> <li>• بعضها يمتص الغذاء من البيئة المحيطة</li> <li>• بعضها يقوم بعملية البناء الضوئي</li> <li>• بعضها يقوم بعملية البناء الكيميائي</li> <li>• يوجد الكثير منها في البيئات شديدة القساوة بما فيها البرك المالحة والينابيع الساخنة والمستنقعات وفوهات الماء الساخن في أعماق البحار.</li> </ul> | الميكوبلازما               | المحبة للحموضة (Aphragmabacteria)   | <b>البدياتيات</b><br><br>Methanococcus jannaschii |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | الملحاء العصوية            | المحبة للملوحة                      |                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | بكتيريا الميثان العصوية    | المنتجة للميثان (Methanocreatrices) |                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية</li> <li>• تلتهم الغذاء</li> <li>• تعيش حرة أو متطفلة</li> <li>• تتحرك بالأقدام الكاذبة</li> </ul>                                                                                                                                                                                                | الأميبا (الأميبا)          | الجبائل (الأميبا)                   | <b>الطلائعيات</b><br><br>الأميبا                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | البراميسيوم (البراميسيوم)  | الهديات (هديات)                     |                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | المتصورة (المتصورة)        | معقدات القمة (معقدات القمة)         |                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية</li> <li>• تلتهم الغذاء</li> <li>• ليس لها وسائل حركة</li> <li>• تعيش متطفلة في الحيوانات</li> </ul>                                                                                                                                                                                              |                            |                                     |                                                                                                                                        |

\*في مملكة النباتات، يُشار إلى الشعب الرئيسة باسم "الأقسام".

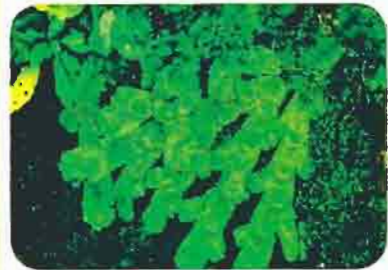
| الخصائص                                                                                                                                                                                                                                         | مثال نموذجي<br>(الاسم الشائع) | الشعبة / القسم*<br>(الاسم الشائع)                                       | المملكة                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية</li> <li>• تلتهم الغذاء</li> <li>• تعيش حرة أو متطفلة</li> <li>• لها سوط واحد أو أكثر</li> </ul>                                                                                         | التريبانوسوما                 | السوطيات<br>(السوطيات)                                                  | <p>الطلائعيات (يتبع)</p>  <p>الديانوم</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية</li> <li>• تقوم بالبناء الضوئي أو تلتهم الغذاء</li> <li>• معظمها له سوط واحد</li> </ul>                                                                                                  | اليوجلينا<br>(اليوجلينا)      | اليوجلينيات<br>(الطحالب اليوجلينية)                                     |                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية</li> <li>• تقوم بالبناء الضوئي</li> <li>• لها صدفة مزدوجة مكونة من السيليكا</li> </ul>                                                                                                   | Navicula                      | الدياتومات<br>(الدياتوم)                                                |                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية</li> <li>• تقوم بالبناء الضوئي</li> <li>• تحتوي على صبغات حمراء</li> <li>• لها سوطان</li> </ul>                                                                                          | المفصولة                      | السوطيات الدوارة<br>(دواميات السياط)                                    |                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• معظمها متعدد الخلايا</li> <li>• تقوم بالبناء الضوئي</li> <li>• تحتوي على صبغات حمراء</li> <li>• يعيش معظمها في الماء المالح العميق</li> </ul>                                                          | أشنة إيسلندا                  | الطحالب الحمراء<br>(الطحالب الحمراء)                                    |  <p>الطحالب الحمراء</p>                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• معظمها متعدد الخلايا</li> <li>• تقوم بالبناء الضوئي</li> <li>• تحتوي على صبغات بنية</li> <li>• يعيش معظمها في الماء المالح</li> </ul>                                                                  | لاميناريا                     | الطحالب البنية<br>(الطحالب البنية)                                      |                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية أو متعددة الخلايا</li> <li>• أو على شكل مستعمرات</li> <li>• تقوم بالبناء الضوئي</li> <li>• تحتوي على الكلوروفيل</li> <li>• تعيش على اليابسة أو في الماء العذب أو الماء المالح</li> </ul> | الأولفا                       | الطحالب الخضراء<br>(الطحالب الخضراء)                                    |                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية أو متعددة الخلايا</li> <li>• تمتص الغذاء</li> <li>• تغير شكلها خلال دورة حياتها</li> <li>• فطريات غروية خلوية أو هلامية</li> </ul>                                                       | دكتوستيليم<br>(Dictyostelium) | الفطريات الغروية<br>الخلوية<br>(Acrasiomycota)<br>(العفن الغروي الخلوي) |  <p>العفن الغروي</p>                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | فيساروم<br>(Physarum)         | الفطريات الغروية<br>اللاخلوية<br>(العفن الغروي اللاخلوي)                |                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• متعددة الخلايا</li> <li>• قد تكون متطفلة أو محللات</li> <li>• تعيش في الماء العذب أو المالح</li> </ul>                                                                                                 | فطر العفن المدمر              | الفطريات البيضية<br>(الفطر المائي /<br>البياض الزغبي)                   |                                                                                                                              |

\* في مملكة النباتات، يُشار إلى الشعب الرئيسة باسم "الأقسام".

| المملكة        | الشعبة/القسم*<br>(الاسم الشائع)                | مثال نموذجي<br>(الاسم الشائع)          | الخصائص                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| الفطريات       | الفطريات الاقترانية<br>(العفن الشائع)          | الرائدة<br>(عفن الخبز)                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• متعددة الخلايا</li> <li>• تمتص الغذاء</li> <li>• تنتج الأبواغ داخل كيس بويغي</li> </ul>                                                                          |
|                | الفطريات الزقية<br>(الفطريات الكيسية)          | سكيري<br>(الخميرة)                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• أحادية الخلية ومتعددة الخلايا</li> <li>• تمتص الغذاء</li> <li>• تنتج الأبواغ داخل كيس</li> </ul>                                                                 |
|                | الفطريات الدعامية<br>(الفطريات الهراوثة الشكل) | Crucibulum<br>(فطريات عش الطيور)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• متعددة الخلايا</li> <li>• تمتص الغذاء</li> <li>• تنتج الأبواغ داخل حوامل الأبواغ</li> </ul>                                                                      |
|                | الفطريات الناقصة<br>(فطريات ناقصة)             | البنسيليوم<br>(البنسيليوم)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• أفراد تراكيب الجهاز التناسلي فيها غير معروفة</li> <li>• فطريات ناقصة</li> </ul>                                                                                  |
|                | الفطريات الأصبعية                              | الفطر الأصيصي<br>شريتيد (chrytid)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• بعضها زئام</li> <li>• بعضها متطفل على الطلائعيات والنباتات والحيوانات</li> </ul>                                                                                 |
| مملكة النباتات | النباتات الكبدية<br>(نباتات كبدية)             | Monosolenium<br>(Pellia)               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نباتات لاوعائية متعددة الخلايا</li> <li>• تتكاثر بالأبواغ التي تنتج في محافظ</li> <li>• خضراء اللون</li> <li>• تنمو في البيئات اليابسة الرطبة</li> </ul>         |
|                | النباتات الزهرقرنية<br>(هورنوروت)              | الزهقران                               |                                                                                                                                                                                                           |
|                | النباتات الحزازية<br>(طحلب)                    | البشعور<br>(haircap moss)              |                                                                                                                                                                                                           |
|                | النباتات الذئبية<br>(رجل الذئب)                | ليكوبوديوم (رجل الذئب)<br>(مخلب الذئب) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نباتات وعائية متعددة الخلايا</li> <li>• تنتج الأبواغ في تراكيب مخروطية الشكل</li> <li>• تعيش على اليابسة</li> <li>• تقوم بالبناء الضوئي</li> </ul>               |
|                | النباتات المفصلية                              | كنبات<br>(ذيل الحصان)                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نباتات وعائية</li> <li>• سيقانها منفصلة ومجزأة</li> <li>• أوراق شبه حشفية</li> <li>• تنتج الأبواغ في تراكيب مخروطية الشكل</li> </ul>                             |
|                | السراخس<br>(الختشار)                           | السرخس<br>(الختشار)                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نباتات وعائية</li> <li>• الأوراق تسمى بالسعف</li> <li>• تنتج الأبواغ في مجموعات أو في أكياس بويغية تسمى شوارس</li> <li>• تعيش على اليابسة أو في الماء</li> </ul> |
|                | الجنكيات<br>(الجنكو)                           | الجنكو<br>(الجنكو)                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• أشجار متساقطة الأوراق</li> <li>• تعيش منها فصيلة واحدة</li> <li>• أوراقها على شكل مروحة لها</li> <li>• أوردة متفرعة ومخاريط لحمية</li> <li>• يبذور</li> </ul>    |



عفن الخبز



نباتات كبدية



سرخس الخشب

\*في مملكة النباتات، يُشار إلى الشعب الرئيسة باسم "الأقسام".

| المملكة                                                                               | الشعبة / القسم*<br>(الاسم الشائع)       | مثال نموذجي<br>(الاسم الشائع)          | الخصائص                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| مملكة النباتات (يبيع)                                                                 | السيكاديات<br>(سيكاد)                   | Cyas<br>(شجرة النخيل)                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نباتات تشبه النخيل</li> <li>• أوراقها كبيرة تشبه الريش</li> <li>• تنتج البذور في مخاريط</li> </ul>                                                                                                              |
|    | المخروطيات<br>(المخروطية)               | الصنوبر<br>(شجرة الصنوبر)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• متساقطة الأوراق أو دائمة الخضرة</li> <li>• أشجار أو شجيرات</li> <li>• أوراق إبرية أو حرسفية</li> <li>• تنتج البذور في مخاريط</li> </ul>                                                                         |
| الفلينثية                                                                             | شعبة الجنتويات<br>(شعبة الجنتويات)      | الفلينثية<br>(الفلينثية)               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• شجيرات أو نباتات معرشة خشبية</li> <li>• تنتج البذور في مخاريط</li> <li>• يتضمن القسم ثلاثة أجناس فقط</li> </ul>                                                                                                 |
| كاسيات الزهور<br>(النباتات الزهرية)                                                   | وردية رودودندرون<br>(وردية رودودندرون)  | وردية رودودندرون<br>(وردية رودودندرون) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• مجموعة النباتات الأكثر انتشاراً</li> <li>• النباتات الزهرية</li> <li>• لها ثمار بيضور</li> </ul>                                                                                                                |
| مملكة الحيوانات                                                                       | الإسفنجيات<br>(الإسفنج)                 | سبونجولا (Spongilla)<br>(إسفنج)        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• حيوانات مائية تنفتح إلى الأنسجة والأعضاء الحقيقية</li> <li>• ليس لها تناظر وحيوانات جالسة</li> </ul>                                                                                                            |
|   | اللاسعات<br>(اللواسع)                   | هيدرا<br>(هيدرا)                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• تناظر شعاعي</li> <li>• تجويف فمي بفتحة واحدة</li> <li>• لمعظمها أذرع ولوامس بخلايا لاسعة</li> <li>• تعيش في البيئات المائية بشكل منفرد أو في مستعمرات</li> </ul>                                                |
| إسفنج                                                                                 | الديدان المفلطحة<br>(ديدان مسطحة)       | دوجيزيا (Dugesia)<br>(المستورقات)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• غير مقسمة، تناظر جانبي</li> <li>• ليس لها على تجويف جسمي</li> <li>• توجد فتحة واحدة للجهاز الهضمي، إن وجد</li> <li>• أنواع متطفلة أو حرة المعيشة</li> </ul>                                                     |
|  | الديدان الأسطوانية<br>(الديدان المدورة) | الدودة الشعرية<br>(الدودة الشعرية)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• كاذبة التجويف الجسمي، غير مقسمة، تناظر جانبي</li> <li>• قناة هضمية أنبوبية</li> <li>• بدون هُدبيات</li> <li>• تعيش في أعداد كبيرة في التربة والرسوبيات المائية</li> </ul>                                       |
| أذن البحر                                                                             | الرخويات<br>(رخوي)                      | دوتي<br>(دوتي)                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• جسمها رخو حقيقي التجويف</li> <li>• الجسم مقسم إلى ثلاثة أجزاء: رأس - قدم، وكتلة حشوية، وعيالة</li> <li>• الكثير منها له أصداف</li> <li>• لمعظمها طلائع</li> <li>• قصائل تعيش على اليابسة أو في الماء</li> </ul> |

\*في مملكة النباتات، يُشار إلى الشعب الرئيسة باسم "الأقسام".

| المملكة                | الشعبة / القسم*<br>(الاسم الشائع)    | مثال نموذجي<br>(الاسم الشائع)                   | الخصائص                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| مملكة الحيوانات (يتبع) | الديدان الحلقية<br>(الديدان القطعية) | العلق (هيروديتيا)<br>(العلقة)                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• حقيقية التجويف الجسمي.</li> <li>• جسمها مقطع على شكل سلسلة.</li> <li>• تناظر جانبي</li> <li>• قناة هضمية كاملة</li> <li>• لمعظمها هلب (شوكة) على كل</li> <li>• مقطع تثبتها أثناء الزحف</li> <li>• أنواع تعيش على اليابسة وفي الماء</li> </ul> |
| الدولار الرملي         | المفصليات<br>(مفصليات الأرجل)        | فراشة الصفراء<br>(الفراشات)                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• هيكل خارجي كيتيني يغطي أجساماً مقسمة</li> <li>• زوائد مفصلية مزدوجة</li> <li>• العديد له أجنحة</li> <li>• فصائل تعيش على اليابسة وفي الماء</li> </ul>                                                                                         |
|                        | شوكيات الجلد<br>(شائك الجلد)         | خياريات<br>(خيار البحر)                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• كائنات حية بحرية</li> <li>• لها بشرة جلدية أو شوكية وجهاز وعائي مائي بأقدام أنبوبية</li> <li>• تناظر شعاعي</li> </ul>                                                                                                                         |
|                        | الحبليات<br>(حبل)                    |                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• تجويف جسمي مقسم بحبل ظهري</li> <li>• لها حبل عصبي ظهري وشقوق بلعومية وذيل في إحدى مراحل حياتها</li> <li>• لمعظمها زوائد مفصلية مزدوجة</li> </ul>                                                                                              |
|                        | شعبة الحبليات:<br>الحبليات الذيلية   | بوليكاربا (Polycarpa)<br>قرب البحر (squirt sea) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• لصغار الحيوانات جميع خصائص الحبليات العامة: البالغ منها له شقوق خيشومية بلعومية فقط</li> </ul>                                                                                                                                                |
|                        | شعبة الحبليات:<br>حبليات الرأس       | السهم<br>(سهميات)                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• الحيوانات البالغة لها جميع الخصائص العامة للحبليات</li> </ul>                                                                                                                                                                                 |
|                        | شعبة الحبليات:<br>الفقاريات          | نمر<br>(النمر)                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• الصفة المميزة لجميع الفقاريات وجود عمود فقري وداخله الحبل الشوكي</li> </ul>                                                                                                                                                                   |

\*في مملكة النباتات، يُشار إلى الشعب الرئيسة باسم "الأقسام".

## تصنيف فوق الممالك الثلاث

يصنّف علماء الأحياء الكائنات الحية إلى فئات أكبر من الممالك تسمى فوق المملكة. كما يلي فوق الممالك الثلاثة: فوق مملكة البكتيريا وفوق مملكة البدائيات وفوق مملكة حقيقية النوى. ومع تقدم الاكتشافات العلمية، يمكن أن يتغير نظام التصنيف هذا ليضم معلومات جديدة.

| فوق المملكة | البكتيريا | البدائيات | حقيقية النوى    |
|-------------|-----------|-----------|-----------------|
| المملكة     | البكتيريا | البدائيات | الطلائعيات      |
|             |           |           | الفطريات        |
|             |           |           | مملكة النباتات  |
|             |           |           | مملكة الحيوانات |

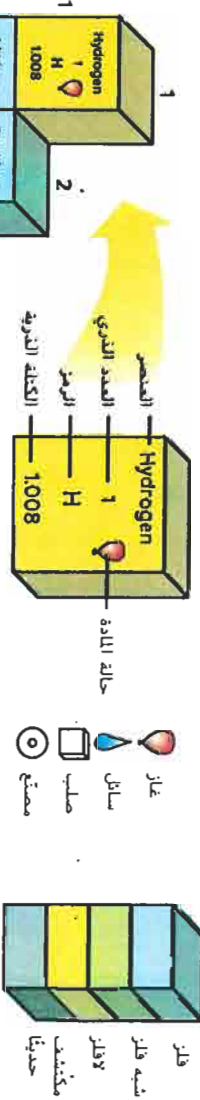
## أصول الكلمات العلمية في الانجليزية

إنَّ الغرض من قائمة البادئات واللاحقات والجذور في الانجليزية مساعدتك في فهم المصطلحات العلمية المستخدمة في كتاب علم الأحياء المدرسي الذي بين أيدينا. وتحدد هذه القائمة ما إذا كانت البادئة أو اللاحقة أو الجذر يوناني (G) أو لاتيني (L) الأصل. ومُدرَّج في القائمة أيضًا معنى كل من البادئات واللاحقات والجذور، بالإضافة إلى مصطلح علمي استُخدم فيه كلٌّ منها.

| الأصل             | المعنى        | مثال          | الأصل         | المعنى | مثال          |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------|---------------|
| <b>A</b>          |               |               | <b>E</b>      |        |               |
| ad (L)            | إلى، باتجاه   | adaxial       | echino (G)    | شوكي   | echinoderm    |
| aero (G)          | هواء          | aerobic       | ec (G)        | خارجي  | ecosystem     |
| an (G)            | بدون          | anaerobic     | ella(e) (L)   | صغير   | organelle     |
| ana (G)           | أعلى          | anaphase      | endo (G)      | داخل   | endosperm     |
| andro (G)         | ذكر           | androceium    | epi (G)       | فوق    | epidermis     |
| angio (G)         | متعلق بالبذرة | angiosperm    | eu (G)        | حقيقي  | eukaryote     |
| anth/o (G)        | زهرة          | anthophyte    | exo (G)       | خارجي  | exoskeleton   |
| anti (G)          | مضاد          | antibody      |               |        |               |
| aqu/a (L)         | متعلق بالماء  | aquatic       | <b>F</b>      |        |               |
| archae (G)        | قديم          | archaeologist | fer (L)       | خُمل   | conifer       |
| arthro, artio (G) | مفصلي         | arthropod     |               |        |               |
| askos (G)         | حقيبة         | ascospore     | <b>G</b>      |        |               |
| aster (G)         | نجم           | Asteroidea    | gastro (G)    | معدة   | gastropod     |
| autos (G)         | ذاتي          | autoimmune    | genesis (G)   | نشأة   | oogenesis     |
|                   |               |               | gen/(e)o (G)  | نوع    | genotype      |
| <b>B</b>          |               |               | gon (G)       | تناسلي | archegonium   |
| bi (L)            | اثنان         | bipedal       | gravi (L)     | ثقل    | gravitropism  |
| bio (G)           | حياة          | biosphere     | gymn/o (G)    | عارٍ   | gymnosperm    |
|                   |               |               | gyn/e (G)     | أنثى   | gynecium      |
| <b>C</b>          |               |               | <b>H</b>      |        |               |
| carn (L)          | لحم           | carnivore     | hal(o) (G)    | ملح    | halophyte     |
| ceph (G)          | رأس           | cephalopod    | hapl(o) (G)   | مفرد   | haploid       |
| chloros (G)       | أخضر فاتح     | chlorophyll   | hemi (G)      | نصف    | hemisphere    |
| chroma (G)        | مصبوغ         | chromosome    | hem(o) (G)    | دم     | hemoglobin    |
| cide (L)          | يقتل          | insecticide   | herb/a(i) (L) | نبات   | herbivore     |
| circ (L)          | دائري         | circadian     | heter/o (G)   | مختلف  | heterotrophic |
| cocc/coccus (G)   | صغير ومستدير  | streptococcus | hom(e)/o (G)  | نظير   | homeostasis   |
| con (L)           | مفا           | convergent    | hom (L)       | إنسان  | hominid       |
| cyte (G)          | خلية          | cytoplasm     | hydr/o (G)    | ماء    | hydrolysis    |
| <b>D</b>          |               |               | <b>I</b>      |        |               |
| de (L)            | إزالة         | decompose     | inter (L)     | بين    | internode     |
| dendron (G)       | شجرة          | dendrite      | intra (L)     | داخل   | intracellular |
| dent (L)          | سن            | edentate      | is/o (G)      | مساوٍ  | isotonic      |
| derm (G)          | بشرة          | epidermis     | <b>J</b>      |        |               |
| di (G)            | اثنان         | disaccharide  | jug (L)       | ضم     | jugular       |
| dia (G)           | متفصل         | diaphragm     |               |        |               |
| dorm (L)          | نوم           | dormancy      |               |        |               |

| مثال          | المعنى              | الأصل           | مثال           | المعنى       | الأصل         |
|---------------|---------------------|-----------------|----------------|--------------|---------------|
|               |                     | <b>P</b> (يتبع) |                |              | <b>K</b>      |
| plasmodium    | تشكيل               | plasm/o (G)     | eukaryote      | نواة         | kary (G)      |
| gastropod     | قدم                 | pod (G)         | keratin        | شبيه بالقرن  | kera (G)      |
| polymer       | كثير                | poly (G)        |                |              | <b>L</b>      |
| posterior     | بعد                 | post (L)        | leukocyte      | أبيض         | leuc/o (G)    |
| prokaryote    | قبل                 | pro (G) (L)     | biology        | دراسة        | logy (G)      |
| protocells    | أول                 | prot/o (G)      | lymphocyte     | ماء          | lymph/o (L)   |
| pseudopodium  | كاذب                | pseud/o (G)     | dialysis       | تحليل        | lysis (G)     |
|               |                     | <b>R</b>        |                |              | <b>M</b>      |
| reproduce     | عودة إلى الأصل      | re (L)          | macromolecule  | ضخم          | macr/o (G)    |
| rhizoid       | جذر                 | rhiz/o (L)      | megaspore      | كبير         | meg/a (G)     |
|               |                     | <b>S</b>        | mesophyll      | في المنتصف   | meso (L)      |
| microscope    | نظر                 | scope (G)       | metaphase      | بعد          | meta (G)      |
| lysosome      | جسم                 | some (G)        | microscope     | صغير         | micr/o (G)    |
| gymnosperm    | بذرة                | sperm (G)       | monocotyledon  | واحد فقط     | mon/o (G)     |
| homeostasis   | الثبات              | stasis (G)      | morphology     | شكل          | morph/o (G)   |
| stomata       | فتحة تشبه الفم      | stom (G)        |                |              | <b>N</b>      |
| synapse       | مفا                 | syn (G)         | nematode       | خيط          | nema (G)      |
|               |                     | <b>T</b>        | neuron         | عصب          | neuro (G)     |
| telophase     | نهاية               | tel/o (G)       | nodule         | عقدة         | nod (L)       |
| terrestrial   | خاص بالأرض          | terr (L)        | taxonomy       | نظام قوانين  | nomy(e) (G)   |
| endotherm     | حرارة               | therm (G)       |                |              | <b>O</b>      |
| thylakoid     | كيس                 | thylak (G)      | oligochaete    | صغير، قليل   | olig/o (G)    |
| transpiration | عبر                 | trans (L)       | omnivore       | جميع         | omn (L)       |
| trichome      | شعر                 | trich (G)       | ornithology    | طائر         | orni(s) (G)   |
| gravitropism  | تغيير               | trop/o (G)      | osteocyte      | تكوّن العظام | oste/o (G)    |
| heterotrophic | تغذية               | trophic (G)     | oviduct        | بيضة         | ov (L)        |
|               |                     | <b>U</b>        |                |              | <b>P</b>      |
| unicellular   | واحد                | uni (L)         | paleontology   | قديم         | pal(a)e/o (G) |
|               |                     | <b>V</b>        | parathyroid    | بجانب        | para (G)      |
| vaccine       | تقعة                | vacc/a (L)      | pathogen       | معاانة       | path/o (G)    |
| omnivore      | تناول الطعام بشراهة | vore (L)        | centipede      | قدم          | ped (L)       |
|               |                     | <b>X</b>        | permeable      | من خلال      | per (L)       |
| xerophyte     | جاف                 | xer/o (G)       | peristalsis    | حول، حوالي   | peri (G)      |
|               |                     | <b>Z</b>        | phagocyte      | تناول الطعام | phag/o (G)    |
| zoology       | كائن حي             | zo/o (G)        | photosynthesis | ضوء          | phot/o (G)    |
| homozygous    | انضمام اثنين        | zygous (G)      | phylogeny      | جنس، فئة     | phyl (G)      |
|               |                     |                 | chlorophyll    | ورقة         | phyll (G)     |
|               |                     |                 | epiphyte       | نبات         | phyte (G)     |
|               |                     |                 | pinnate        | ريش          | pinna (L)     |

# الجدول الدوري للعناصر



|                                |                                |                                  |                                     |                                 |                                  |                                 |                                 |                                 |                                    |                                   |                                   |                                  |                                 |                                   |                                   |                                    |                                   |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1                              | 2                              | 3                                | 4                                   | 5                               | 6                                | 7                               | 8                               | 9                               | 10                                 | 11                                | 12                                | 13                               | 14                              | 15                                | 16                                | 17                                 | 18                                |
| Hydrogen<br>1<br>H<br>1.008    | Helium<br>2<br>He<br>4.003     | Lithium<br>3<br>Li<br>6.941      | Beryllium<br>4<br>Be<br>9.012       | Sodium<br>11<br>Na<br>22.990    | Magnesium<br>12<br>Mg<br>24.305  | Aluminum<br>13<br>Al<br>26.982  | Silicon<br>14<br>Si<br>28.086   | Phosphorus<br>15<br>P<br>30.974 | Sulfur<br>16<br>S<br>32.066        | Chlorine<br>17<br>Cl<br>35.453    | Argon<br>18<br>Ar<br>39.948       | Boron<br>5<br>B<br>10.811        | Carbon<br>6<br>C<br>12.011      | Nitrogen<br>7<br>N<br>14.007      | Oxygen<br>8<br>O<br>15.999        | Fluorine<br>9<br>F<br>18.998       | Neon<br>10<br>Ne<br>20.180        |
| Potassium<br>19<br>K<br>39.098 | Calcium<br>20<br>Ca<br>40.078  | Scandium<br>21<br>Sc<br>44.956   | Titanium<br>22<br>Ti<br>47.867      | Vanadium<br>23<br>V<br>50.942   | Chromium<br>24<br>Cr<br>51.996   | Manganese<br>25<br>Mn<br>54.938 | Iron<br>26<br>Fe<br>55.847      | Cobalt<br>27<br>Co<br>58.933    | Nickel<br>28<br>Ni<br>58.693       | Copper<br>29<br>Cu<br>63.546      | Zinc<br>30<br>Zn<br>65.39         | Gallium<br>31<br>Ga<br>69.723    | Germanium<br>32<br>Ge<br>72.61  | Arsenic<br>33<br>As<br>74.922     | Selenium<br>34<br>Se<br>78.96     | Bromine<br>35<br>Br<br>79.904      | Krypton<br>36<br>Kr<br>83.80      |
| Rubidium<br>37<br>Rb<br>85.468 | Strontium<br>38<br>Sr<br>87.62 | Yttrium<br>39<br>Y<br>88.906     | Zirconium<br>40<br>Zr<br>91.224     | Niobium<br>41<br>Nb<br>92.906   | Molybdenum<br>42<br>Mo<br>95.94  | Technetium<br>43<br>Tc<br>(98)  | Ruthenium<br>44<br>Ru<br>101.07 | Rhodium<br>45<br>Rh<br>102.906  | Palladium<br>46<br>Pd<br>106.42    | Silver<br>47<br>Ag<br>107.868     | Cadmium<br>48<br>Cd<br>112.411    | Indium<br>49<br>In<br>114.82     | Tin<br>50<br>Sn<br>118.710      | Antimony<br>51<br>Sb<br>121.757   | Tellurium<br>52<br>Te<br>127.60   | Iodine<br>53<br>I<br>126.904       | Xenon<br>54<br>Xe<br>131.290      |
| Cesium<br>55<br>Cs<br>132.905  | Barium<br>56<br>Ba<br>137.327  | Lanthanum<br>57<br>La<br>138.905 | Hafnium<br>72<br>Hf<br>178.49       | Tantalum<br>73<br>Ta<br>180.948 | Tungsten<br>74<br>W<br>183.84    | Rhenium<br>75<br>Re<br>186.207  | Osmium<br>76<br>Os<br>190.23    | Iridium<br>77<br>Ir<br>192.217  | Platinum<br>78<br>Pt<br>195.08     | Gold<br>79<br>Au<br>196.967       | Mercury<br>80<br>Hg<br>200.59     | Thallium<br>81<br>Tl<br>204.383  | Lead<br>82<br>Pb<br>207.2       | Bismuth<br>83<br>Bi<br>208.980    | Polonium<br>84<br>Po<br>209       | Astatine<br>85<br>At<br>210        | Radium<br>86<br>Ra<br>226         |
| Francium<br>87<br>Fr<br>(223)  | Radium<br>88<br>Ra<br>(226)    | Actinium<br>89<br>Ac<br>(227)    | Rutherfordium<br>104<br>Rf<br>(261) | Dubnium<br>105<br>Db<br>(262)   | Seaborgium<br>106<br>Sg<br>(266) | Berkelium<br>107<br>Bk<br>(264) | Hassium<br>108<br>Hs<br>(277)   | Mtnerium<br>109<br>Mt<br>(268)  | Darmstadtium<br>110<br>Ds<br>(281) | Roentgenium<br>111<br>Rg<br>(272) | Copernicium<br>112<br>Cn<br>(285) | Ununtrium<br>113<br>Uut<br>(284) | Flerovium<br>114<br>Fl<br>(289) | Livermorium<br>116<br>Lv<br>(293) | Unbihexium<br>118<br>Uub<br>(294) | Ununseptium<br>119<br>Uus<br>(295) | Ununoctium<br>120<br>Uuo<br>(296) |

الرقم الجانبي هو العدد الذري للعنصر

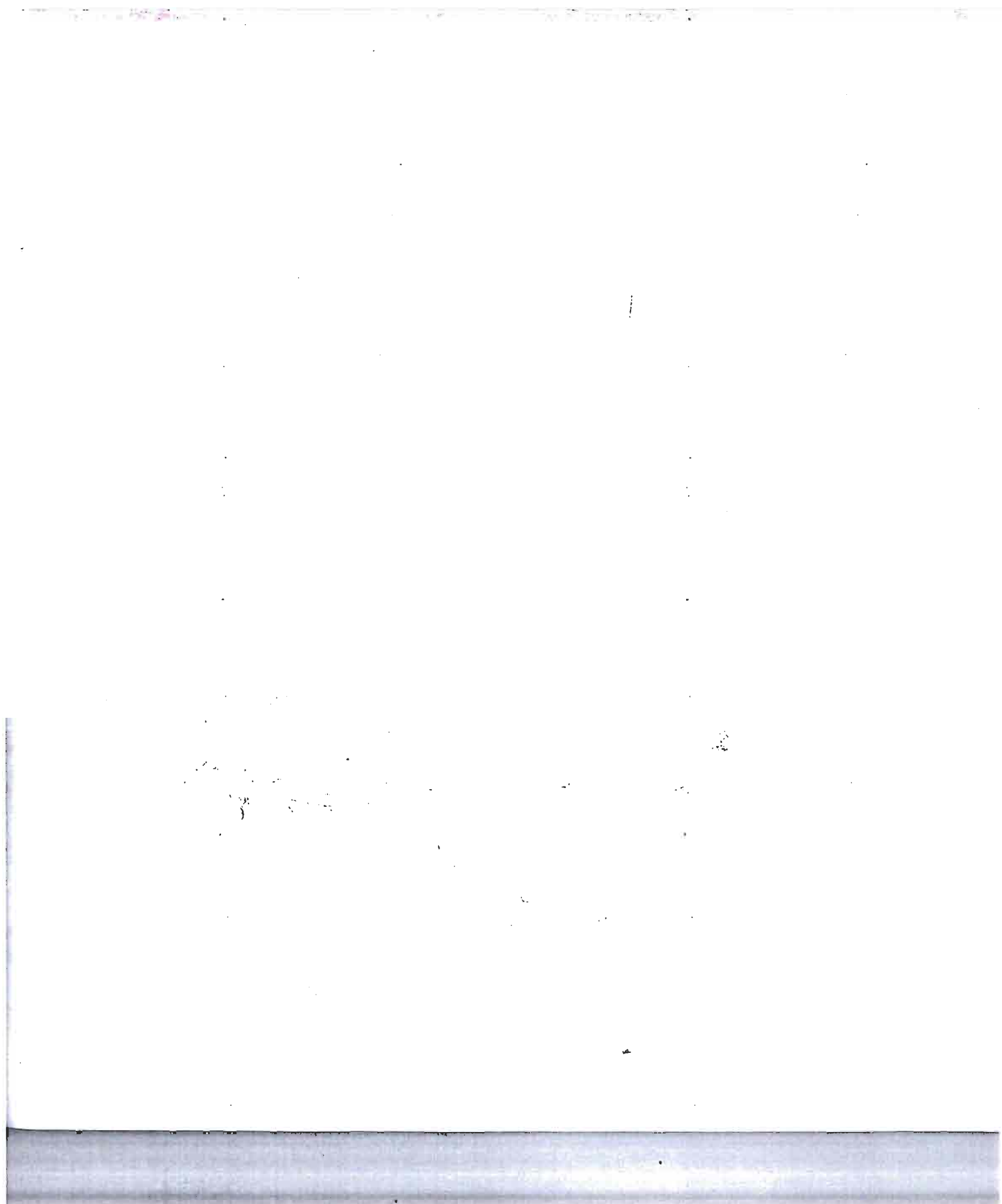
الرمز الكيميائي هو العدد الذري للعنصر

|                                |                                     |                                  |                                 |                                |                                 |                                  |                                |                                  |                                  |                               |                                   |                                 |                                  |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Cerium<br>58<br>Ce<br>140.12   | Praseodymium<br>59<br>Pr<br>140.908 | Neodymium<br>60<br>Nd<br>144.242 | Promethium<br>61<br>Pm<br>(145) | Samarium<br>62<br>Sm<br>150.36 | Europium<br>63<br>Eu<br>151.965 | Gadolinium<br>64<br>Gd<br>157.25 | Terbium<br>65<br>Tb<br>158.925 | Dysprosium<br>66<br>Dy<br>162.50 | Holmium<br>67<br>Ho<br>164.930   | Erbium<br>68<br>Er<br>167.259 | Thulium<br>69<br>Tm<br>168.934    | Ytterbium<br>70<br>Yb<br>173.04 | Lutetium<br>71<br>Lu<br>174.967  |
| Thulium<br>90<br>Tm<br>232.038 | Protactinium<br>91<br>Pa<br>231.036 | Uranium<br>92<br>U<br>238.029    | Neptunium<br>93<br>Np<br>(237)  | Plutonium<br>94<br>Pu<br>(244) | Americium<br>95<br>Am<br>(243)  | Curium<br>96<br>Cm<br>(247)      | Berkelium<br>97<br>Bk<br>(247) | Californium<br>98<br>Cf<br>(251) | Einsteinium<br>99<br>Es<br>(252) | Fermium<br>100<br>Fm<br>(257) | Mendelevium<br>101<br>Md<br>(258) | Nobelium<br>102<br>No<br>(259)  | Lavrentium<br>103<br>Lv<br>(260) |

سلسلة الانحلال

سلسلة الاكتيدات

الكتيب المرجعي

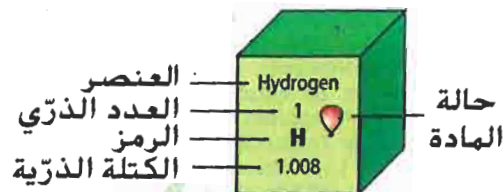


# رموز السلامة

تستخدم رموز السلامة هذه في المختبر والتحقيقات الميدانية في هذا الكتاب للإشارة إلى المخاطر المحتملة. تعرف على معنى كل رمز وأشر إلى هذه الصفحة بشكل متكرر. تذكر أن تفصل يدك جيدًا بعد إكمال إجراءات التجارب.

| رموز السلامة                                                                                                     | خطر                                                                                                     | أمثلة                                                                                                                      | تدبير وقائي                                                                                                                | إجراء تصحيحي                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>التخلص من المواد</b>      | يجب اتباع إجراءات خاصة للتخلص من المواد.                                                                | مواد كيميائية معينة. كائنات حية                                                                                            | تجنب التخلص من هذه المواد في الحوض أو حاوية النفايات.                                                                      | تخلص من النفايات حسب إرشادات معلمك.                                               |
|  <b>بيولوجي</b>               | كائنات حية أو مواد بيولوجية أخرى قد تكون ضارة للإنسان                                                   | البكتيريا والفطريات والدم والأنسجة غير المحفوظة والمواد النباتية                                                           | تجنب أن تلامس هذه المواد البشرية. عليك ارتداء قناع أو قفازات.                                                              | أخطر معلمك إذا شككت في ملامسة المواد. اغسل يدك جيدًا.                             |
|  <b>درجة الحرارة المتطرفة</b> | الأشياء التي قد تحرق البشرة لأنها باردة للغاية أو ساخنة للغاية                                          | السوائل المغلية والأطباق الساخنة والثلج الجاف والنتروجين السائل                                                            | استخدم وسيلة حماية مناسبة عند الإمساك بهذه الأشياء.                                                                        | توجه إلى معلمك للحصول على الإسعافات الأولية.                                      |
|  <b>جسم حاد</b>               | استخدام أدوات أو آنية زجاجية يمكن أن تقطع البشرة أو تقطعها بسهولة                                       | شفرات الموس والدبابيس والمشرط والأدوات المعدنية ومجسات التشريح والزجاج المكسور                                             | التزم بسلوك يتسم بحسن التمييز واتبع إرشادات استخدام الأداة.                                                                | توجه إلى معلمك للحصول على الإسعافات الأولية.                                      |
|  <b>بخار</b>                  | خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة                                                                 | الأمونيا والأسيتون ومزيل طلاء الأظافر والكبريت الساخن وكرات النفتلين                                                       | تأكد من وجود تهوية جيدة. تجنب شم الأبخرة مباشرة. عليك ارتداء قناع.                                                         | غادر المنطقة الملوثة وأخطر معلمك على الفور.                                       |
|  <b>صدمة كهربائية</b>         | خطر محتمل للإصابة بصدمة كهربائية أو الاحتراق                                                            | عزل أرضي غير جيد. انكساب السوائل. دوائر القصر. أسلاك مكشوفة                                                                | تحقق جيدًا من الإعداد مع المعلم. تحقق من حالة الأسلاك والجهاز. استخدم مفاتيح محمية يوقاطع دائرة للحماية من التسريب الأرضي. | لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية. أخطر معلمك على الفور.                          |
|  <b>مسبب للاهتياج</b>        | المواد الكيميائية التي يمكنها تهيج البشرة أو الأغشية المخاطية بالجهاز التنفسي                           | البولين وكرات النفتلين والألياف السلكية والفيربرجلاس وبرمنجنات البوتاسيوم                                                  | عليك ارتداء قناع مضاد للأثرية وقفازات. النزم بأقصى درجات الحذر عند التعامل مع هذه المواد.                                  | توجه إلى معلمك للحصول على الإسعافات الأولية.                                      |
|  <b>كيميائية</b>            | المواد الكيميائية التي يمكنها التفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتآكلها                                 | مواد التبييض مثل بيروكسيد الهيدروجين؛ الأحماض مثل حمض الكبريت وحمض الهيدروكلوريك؛ القواعد مثل الأمونيا وهيدروكسيد الصوديوم | عليك ارتداء نظارات واقية وقفازات ومعطف المختبر.                                                                            | اغسل المنطقة المصابة على الفور بالماء وأبلغ معلمك.                                |
|  <b>سامة</b>                | مادة قد تكون سامة في حالة لمسها أو استنشاقها أو ابتلاعها.                                               | الزئبق والعديد من المركبات المعدنية والبود وأجزاء نبات البونيتسيا (زهرة بنت القنصل)                                        | اتبع إرشادات معلمك.                                                                                                        | اغسل يدك جيدًا دائمًا بعد الاستخدام. توجه إلى معلمك للحصول على الإسعافات الأولية. |
|  <b>قابل للاشتعال</b>       | قد تتسبب ألسنة اللهب المكشوفة في اشتعال المواد الكيميائية القابلة للاشتعال أو الملابس القضاضة أو الشعر. | الكحول والكبروسين وبرمنجنات البوتاسيوم والشعر والملايس                                                                     | تجنب ألسنة اللهب المكشوفة والسخونة عند استخدام مواد كيميائية قابلة للاشتعال.                                               | أخطر معلمك على الفور. استخدم معدات الوقاية من الحرائق إذا كان ذلك ممكنًا.         |
|  <b>ألسنة اللهب مكشوفة</b>  | ألسنة اللهب المكشوفة قد تستخدم في تسبب في نشوب حريق.                                                    | الشعر والملابس والورق والمواد الصناعية                                                                                     | اربط الشعر بالسائل والملابس القضاضة. اتبع إرشادات المعلم بشأن الإضاءة وإطفاء ألسنة اللهب المشتعلة.                         | اغسل يدك جيدًا دائمًا بعد الاستخدام. توجه إلى معلمك للحصول على الإسعافات الأولية. |
|  <b>سلامة العينين</b>       | يجب على كل شخص يقوم بأنشطة علمية أو يتابعها أن يرتدي وسيلة مناسبة لوقاية العينين في كل الأوقات.         | يظهر هذا الرمز عندما يحتمل أن تتسبب المواد الكيميائية في تلويث الملابس أو حرقها.                                           | يظهر هذا الرمز عندما يكون من الواجب ضمان سلامة الحيوانات والطلاب.                                                          | يظهر هذا الرمز عندما يستخدم مواد نشطة إشعاعية.                                    |
|  <b>سلامة العينين</b>       | يجب على كل شخص يقوم بأنشطة علمية أو يتابعها أن يرتدي وسيلة مناسبة لوقاية العينين في كل الأوقات.         | يظهر هذا الرمز عندما يكون من الواجب ضمان سلامة الحيوانات والطلاب.                                                          | يظهر هذا الرمز عندما يستخدم مواد نشطة إشعاعية.                                                                             | يظهر هذا الرمز عندما يستخدم مواد نشطة إشعاعية.                                    |
|  <b>سلامة العينين</b>       | يجب على كل شخص يقوم بأنشطة علمية أو يتابعها أن يرتدي وسيلة مناسبة لوقاية العينين في كل الأوقات.         | يظهر هذا الرمز عندما يكون من الواجب ضمان سلامة الحيوانات والطلاب.                                                          | يظهر هذا الرمز عندما يستخدم مواد نشطة إشعاعية.                                                                             | يظهر هذا الرمز عندما يستخدم مواد نشطة إشعاعية.                                    |
|  <b>سلامة العينين</b>       | يجب على كل شخص يقوم بأنشطة علمية أو يتابعها أن يرتدي وسيلة مناسبة لوقاية العينين في كل الأوقات.         | يظهر هذا الرمز عندما يكون من الواجب ضمان سلامة الحيوانات والطلاب.                                                          | يظهر هذا الرمز عندما يستخدم مواد نشطة إشعاعية.                                                                             | يظهر هذا الرمز عندما يستخدم مواد نشطة إشعاعية.                                    |
|  <b>سلامة العينين</b>       | يجب على كل شخص يقوم بأنشطة علمية أو يتابعها أن يرتدي وسيلة مناسبة لوقاية العينين في كل الأوقات.         | يظهر هذا الرمز عندما يكون من الواجب ضمان سلامة الحيوانات والطلاب.                                                          | يظهر هذا الرمز عندما يستخدم مواد نشطة إشعاعية.                                                                             | يظهر هذا الرمز عندما يستخدم مواد نشطة إشعاعية.                                    |

حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الحمض مادة تكوّن أيونات الهيدروجين ( $H^+$ ) في الماء. بعض العمليات الأحيائية، كالهضم الكيميائي للغذاء في المعدة، يتطلب محيطاً شديد الحموضة.

إن حركة أيونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر أغشية البلازما في الخلايا العصبية هي التي تنقل السيال العصبي.

الكالسيوم لازم لكل من عملية تخثر الدم وتكوّن الأسنان والعظام بالإضافة إلى العمل الطبيعي للأعصاب والعضلات.

إن كميات صغيرة من سيزيوم-137 من نظائر السيزيوم المشعة، تُستخدم في علاج بعض أنواع السرطان.

المغنيزيوم هو جنيائز من كلوروفيل (بخضور) النبات. أما لدى الحيوانات، فهو أساسي للعمل الطبيعي لكل من العضلات والأعصاب. ووظائف الإنزيمات.

إن أيونات الحديد في الهيموغلوبين ترتبط مع جزيئات الأكسجين في الرئتين، ثم ينقل الهيموغلوبين الأكسجين إلى الأجزاء الأخرى من الجسم.

|                                |                                 |                                  |                                     |                                 |                                  |                                 |                                 |                                  |
|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1                              | 2                               | 3                                | 4                                   | 5                               | 6                                | 7                               | 8                               | 9                                |
| Hydrogen<br>1<br>H<br>1.008    |                                 |                                  |                                     |                                 |                                  |                                 |                                 |                                  |
| Lithium<br>3<br>Li<br>6.941    | Beryllium<br>4<br>Be<br>9.012   |                                  |                                     |                                 |                                  |                                 |                                 |                                  |
| Sodium<br>11<br>Na<br>22.990   | Magnesium<br>12<br>Mg<br>24.305 |                                  |                                     |                                 |                                  |                                 |                                 |                                  |
| Potassium<br>19<br>K<br>39.098 | Calcium<br>20<br>Ca<br>40.078   | Scandium<br>21<br>Sc<br>44.956   | Titanium<br>22<br>Ti<br>47.867      | Vanadium<br>23<br>V<br>50.942   | Chromium<br>24<br>Cr<br>51.996   | Manganese<br>25<br>Mn<br>54.938 | Iron<br>26<br>Fe<br>55.845      | Cobalt<br>27<br>Co<br>58.933     |
| Rubidium<br>37<br>Rb<br>85.468 | Strontium<br>38<br>Sr<br>87.62  | Yttrium<br>39<br>Y<br>88.906     | Zirconium<br>40<br>Zr<br>91.224     | Niobium<br>41<br>Nb<br>92.906   | Molybdenum<br>42<br>Mo<br>95.94  | Technetium<br>43<br>Tc<br>(98)  | Ruthenium<br>44<br>Ru<br>101.07 | Rhodium<br>45<br>Rh<br>102.906   |
| Cesium<br>55<br>Cs<br>132.905  | Barium<br>56<br>Ba<br>137.327   | Lanthanum<br>57<br>La<br>138.906 | Hafnium<br>72<br>Hf<br>178.49       | Tantalum<br>73<br>Ta<br>180.948 | Tungsten<br>74<br>W<br>183.84    | Rhenium<br>75<br>Re<br>186.207  | Osmium<br>76<br>Os<br>190.23    | Iridium<br>77<br>Ir<br>192.217   |
| Francium<br>87<br>Fr<br>(223)  | Radium<br>88<br>Ra<br>(226)     | Actinium<br>89<br>Ac<br>(227)    | Rutherfordium<br>104<br>Rf<br>(261) | Dubnium<br>105<br>Db<br>(262)   | Seaborgium<br>106<br>Sg<br>(266) | Bohrium<br>107<br>Bh<br>(264)   | Hassium<br>108<br>Hs<br>(277)   | Meitnerium<br>109<br>Mt<br>(268) |

The number in parentheses is the mass number of the longest-lived isotope for the element.

سلاسل اللانثانيد

سلاسل الأكتينيد

|                                |                                     |                                 |                                 |                                |                                 |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Cerium<br>58<br>Ce<br>140.116  | Praseodymium<br>59<br>Pr<br>140.908 | Neodymium<br>60<br>Nd<br>144.24 | Promethium<br>61<br>Pm<br>(145) | Samarium<br>62<br>Sm<br>150.36 | Europium<br>63<br>Eu<br>151.964 |
| Thorium<br>90<br>Th<br>232.038 | Protactinium<br>91<br>Pa<br>231.036 | Uranium<br>92<br>U<br>238.029   | Neptunium<br>93<br>Np<br>(237)  | Plutonium<br>94<br>Pu<br>(244) | Americium<br>95<br>Am<br>(243)  |

# شكر و تقدير

## نسخة الطلاب

ix (t to b) Ann Haley MacKenzie, (2) Dr. William Rogers, (3) Dr. Marion Sewer, (4) Dinah Zike; viii (t to b) Alton Biggs, (2) Whitney Hagins, (3) William G. Holliday, (4) Dr. Chris Karpick, (5) Linda Lundgren, 002-003 (bkgd) Stockbyte/Getty Images; 4 (b) SPL/Photo Researchers, (br) LBNL/SPL/Photo Researchers; 5 (t) © Lester V. Bergman/Corbis, (b) © Heritage Images/Corbis; 7 (t) Driscoll, Youngquist, & Baldeschwieler/Caltech/Science Source, (b) Biophoto Associates/Photo Researchers, (br) © Lester V. Bergman/Corbis; 9 (l) Jill Barton/AP Images; 15 Dr. Gopal Murti/Science Source; 16 MedImage/Science Source; 17 Biophoto Associates/Photo Researchers; 18 (t) EM Research Services, Newcastle University, (b) Biophoto Associates/Science Source; 19 (t) Thomas Deerinck, NCMIR/Science Source, (b) Biophoto Associates/Science Source; 20 (t) Marilyn Schaller/Photo Researchers, (b) Dr. Linda Stannard-Uct/Photo Researchers, (br) David M. Phillips/Photo Researchers; 26 (t) Pan Xunbin/Shutterstock.com, (tr) David M. Phillips/Science Source, (b) Michael Abbey/Photo Researchers, (br) David M. Phillips/Science Source; 27 (l) Ed Reschke/Photolibrary/Getty Images, (r) David M. Phillips/Science Source; 30 Christian Darkin/Science Source; 31 (t) Ryan McVay/Getty Images, (c) Chad Baker/Getty Images, (b) Ryan McVay/Getty Images; 33 © Lester V. Bergman/Corbis, M. I. Walker/Photo Researchers; 038-039 (bkgd) © Jim West/Alamy; 39 (t) BSIP/Photo Researchers, Inc., (b) David M. Phillips/Photo Researchers; 42 (l) Neil Borden/Photo Researchers, (r) Sigrid Gombert/Getty Images; 43 (t) Evelyn Jo Hebert/McGraw-Hill Education, (tr) Peter Bowater/Photo Researchers, (c) © W. Cody/Corbis, (b) Charles D. Winters/Photo Researchers; 47 (t) © ephotocorp/Alamy, (b) Clouds Hill Imaging Ltd./Science Source; 48 (l) Charles D. Winters/Photo Researchers, (r) © Julian Calder/Corbis; 49 Dziurek/Shutterstock; 50 (t) GongTo/Shutterstock, (b) Matt Meadows; 53 NPS Photo by Rosalie LaRue; 54 Ron Thomas/E+/Getty Images; 55 (t) Ken Karp/McGraw-Hill Education, (b) Eugene Sim/Getty Images, (br) Matt Meadows; 58 Seth Lazar/Alamy; 59 (t) Charles D. Winters/Photo Researchers, (c) John Foxx/Stockbyte/Getty Images, (b) © Digital Art/Corbis; 60 (l) Scimat/Photo Researchers, (r) Corbis/Glowimages; 64 Tony Freeman/PhotoEdit; 65

(t) Ryan McVay/Getty Images, (c) Chad Baker/Getty Images, (b) Ryan McVay/Getty Images, (br) Horizons; 67 Steve Allen/Getty Images; 68 Ryouchin/Getty Images; 072-073 Mangostar/Shutterstock.com; 74 Peter Zvonar/Shutterstock.com; 75 (t) Digital Light Source/Richard Hutchings/McGraw-Hill Education; 76 (b) Simon Fraser/Photo Researchers; 80 (t) Tetra Images/Getty Images, (b) Tetra Images/Getty Images; 81 (t) Amble Design/Shutterstock.com; 83 (t to b) Stockbyte/Getty Images, (2) Daniel Vinken/123RF, (3) Yellow Cat/Shutterstock.com, (4) Author's Image/Glow Images, (5) robynmac/123RF, (6) Digital Vision/Getty Images, (7) © Lew Robertson/Corbis, (8) Stockbyte/Getty Images; 84 (t) Mark Dierker/McGraw-Hill Education; 86 (c) C Squared Studios/Getty Images, (b) McGraw-Hill Education; 87 (c) Tim Fuller, (cr) Andrej Sevkovskij/Shutterstock.com; 92 © Lester V. Bergman/Corbis; 93 (t) Ryan McVay/Getty Images, (c) Chad Baker/Getty Images, (b) Ryan McVay/Getty Images; 96 Jonathan Nourok/PhotoEdit; 97 (l) McGraw-Hill Education, (r) © Yang Liu/Corbis; RH01 Unuchko Veronika/Shutterstock.com; RH02 (t) Dr. Gary Gaugler/Science Source, (c) Eye of Science/Photo Researchers, (b) Eric Grave/Photo Researchers; RH03 (t) Dee Breger/Photo Researchers, (c) B. Mete Uz/Alamy, (b) Biology Media/Photo Researchers; RH04 (t) Vaughan Fleming/Photo Researchers, (c) © Hal Horwitz/Corbis, (b) Fritz Poelking/age fotostock/SuperStock; RH05 (t) © imagebroker/Alamy, (c) © Lawson Wood/Corbis, (b) Marevision/age fotostock/SuperStock; RH06 (t) Anna Pomaville/iStock/Getty Images, (b) © Kevin Schafer/Corbis.



[mheducation.com/prek-12](http://mheducation.com/prek-12)



219-227-11-1218  
مركز البحوث والدراسات - جامعة الإمارات العربية المتحدة - العين

Mc  
Graw  
Hill  
Education

ISBN-13: 978-1-5268-6732-2  
ISBN-10: 1-5268-6732-X



9 781526 867322