



إدارة المناهج والكتب المدرسية

العلوم الحياتية

# العلوم الحياتية

الصف الحادي عشر

الصف الحادي عشر



للعلوم الحياتية والزراعي والاقتصاد المنزلي

للعلوم  
العلمي والزراعي والاقتصاد المنزلي

٢٠١٩م / ١٤٤٠هـ

ISBN: 978-9957-84-750-0



الغد

# العلوم الحياتية

الصف الحادي عشر



الناشر  
وزارة التربية والتعليم  
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:

هاتف: ٥-٨/٤٦١٧٣٠٤، فاكس ٤٦٣٧٥٦٩، ص.ب: ١٩٣٠، الرمز البريدي: ١١١١٨

أو بوساطة البريد الإلكتروني: E-mail: Scientific.Division@moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم وتدرّس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٦/١٣)، تاريخ ١٢/١/٢٠١٦ م، بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٦م/٢٠١٧م.

حقوق الطبع جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم  
عمّان - الأردن / ص. ب: ١٩٣٠

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

(٢٠١٦/٣/١٢٧٦)

ISBN: 978 - 9957 - 84 - 750 - 0

أشرف على تأليف هذا الكتاب كلٌّ من:

أ. د. سامي خضر عبد الحافظ (رئيساً)      أ. د. أحمد محمد الديسي  
أ. د. سامح محمد التميمي                      د. أمل موسى زهران  
أ. د. عمر محمد عطروز                        د. أحمد محمد قبلان  
د. زايد حسن عكور                              د. يسرى عبد القادر العرواني

روناهي "محمد صالح" الكردي (مقرراً)

وقام بتأليفه كلٌّ من:

د. أحمد برهم القبلان                              د. عبد الإله أحمد جرادات  
عطاف جمعة المالكي                              ليلى عبد الله حداد  
محمد أحمد أبو صيام

التحرير العلمي: روناهي "محمد صالح" الكردي، د. زايد حسن عكور

التصميم: عائدة فؤاد سمور      الرسـم: خلدون منير أبو طالب  
التحرير اللغوي: نضال أحمد موسى      الإنتاج: د. عبد الرحمن سليمان أبو صعيك  
التحرير الفني: نرمين داود العزة      التصوير: أديب أحمد عطوان

دقق الطباعة وراجعها: روناهي "محمد صالح" الكردي

٢٠١٦م / ١٤٣٧هـ

٢٠١٧ - ٢٠١٩م

الطبعة الأولى

أعيدت طباعته

## الفصل الدراسي الأول

المقدمة

٥



## الوحدة الأولى: النباتات الزهرية (مغطاة البذور)

٩

الفصل الأول: تركيب النباتات الزهرية

١٠

الفصل الثاني: عمليات حيوية في النباتات الزهرية

٣٨

الفصل الثالث: النباتات الزهرية في الأردن

٥٦

أسئلة الوحدة

٦٤



## الوحدة الثانية: اللافقاريات

٦٧

الفصل الأول: أسس تصنيف الحيوانات

٦٨

الفصل الثاني: المثقبات (الإسفنجيات) واللاسعات والديدان المسطحة

٧٤

الفصل الثالث: الديدان الأسطوانية والرخويات

٨٦

الفصل الرابع: الحلقيات والمفصليات وشوكيات الجلد

٩٣

أسئلة الوحدة

١٠٦

## الفصل الدراسي الثاني

١١١



١١٢

١٣٠

١٥١

## الوحدة الثالثة: الفقاريات

الفصل الأول: اللافكيات والأسماك والبرمائيات

الفصل الثاني: الزواحف والطيور والثدييات

أسئلة الوحدة

١٥٥



١٥٦

١٨٠

١٩٠

٢٠٧

## الوحدة الرابعة: العمليات الحيوية في الخلية

الفصل الأول: كيمياء الخلية

الفصل الثاني: دورة الخلية وانقسامها

الفصل الثالث: المادة الوراثية في الخلية: التركيب والوظائف

أسئلة الوحدة

٢٠٩



٢١٠

٢٢٠

٢٣١

## الوحدة الخامسة: الجماعات والمجتمعات الحيوية

الفصل الأول: علم بيئة الجماعات والمجتمعات الحيوية

الفصل الثاني: التنوع الحيوي والمحافظة عليه

أسئلة الوحدة

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## المقدمة

يسرنا أن نقدم لطلبتنا ومعلمينا الأعزاء كتاب العلوم الحياتية للصف الحادي عشر الذي جاء مُنسجماً مع فلسفة التربية والتعليم، ومُحقّقاً لأهدافها في تحسين جودة التعلم والتعليم ومواكبة التطور العلمي المتسارع الذي يشهده العالم.

يشتمل هذا الكتاب على موضوعات عدّة عُرضت بأسلوب تربوي حديث؛ فقد مُهد لكل درس بطريقة جاذبة، وذلك إمّا بعرض ملخص موجز لنتائج أحد البحوث الوطنية، وإمّا بالتعريف بمؤسسات وجمعيات وطنية فاعلة محلياً وإقليمياً، وإمّا باقتباس جزء من مقالة علمية ذات صلة مباشرة بموضوع الدرس؛ لحفز الطلبة إلى المزيد من التقصي والبحث. وقد اتخذت هذه الفقرات تصميماً خاصاً، علماً بأن الطلبة غير ملزمين بدراسة محتوى هذه الفقرات عند التقدم للامتحانات.

يتسم محتوى الكتاب بالتنوع في أساليب عرضه، إذ يضم - إلى جانب النصوص العلمية - عدداً من الصور والأشكال والرسوم والخرائط المفاهيمية الملائمة التي تخدم المحتوى العلمي. يتضمن الكتاب عدداً من الأسئلة التي تنمي مهارات التفكير العليا، وأنشطة وتجارب عملية تنمي لدى الطلبة مهارات العمل المخبري، وقضايا بحث تحفزهم إلى تقصي المعرفة، وتنمي مهاراتهم البحثية والعلمية.

ولمّا كان الهدف الرئيس للتعلم إظهار أثر ما نتعلمه في حياتنا اليومية فقد أضيفت أسئلة وموضوعات للنقاش تحفز الطلبة إلى التأمل في ما يتعلمونه.

وتعميقاً لفهم موضوعات الوحدات الدراسية، وتشجيعاً للطلبة على تطبيق ما تعلموه بغية اكتساب المزيد من الخبرات والمهارات؛ فقد اختُتمت كل وحدة بمشروع يعتمد العمل الجماعي التعاوني أساساً لتنفيذه.

يتألف الكتاب من فصلين، يحتوي أولهما على وحدة النباتات الزهرية (مغطاة البذور)، ووحدة اللافقاريات. أمّا الثاني فيحتوي على ثلاث وحدات هي: الفقاريات، والعمليات الحيوية في الخلية، والجماعات والمجتمعات الحيوية.



# الفصل الدراسي الأول



## الوحدة الأولى

### النباتات الزهرية (مغطاة البذور)

1

قال الله تعالى: ﴿ وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُ، وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ ﴾.

(سورة الأنعام، الآية ١٤١).



ما خصائص النباتات الزهرية؟ وما أهميتها؟ وما العمليات الحيوية التي تحدث فيها؟

?

### تركيب النباتات الزهرية Flowering Plants Structure

تنتمي النباتات الزهرية إلى النباتات الوعائية، وهي تتكون من أعضاء تساعدها على العيش في بيئات متنوعة والقيام بالعمليات الحيوية، فما هذه الأعضاء؟ وما تركيبها؟ وما وظائفها؟ وما التكيفات التي تساعد النباتات على العيش في بيئاتها؟ ستتمكن من الإجابة عن هذه الأسئلة وغيرها بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تستقصي خصائص الأنسجة النباتية وأنواعها.
- تستقصي أعضاء النباتات الزهرية لتعرف وظائفها وأهميتها.
- تقارن بين تركيب أجزاء النباتات ذات الفلقة وذات الفلقتين.
- تستقصي التكيف في تركيب النباتات الزهرية للعيش في بيئاتها.
- تقترح بعض الأنشطة لدراسة عينات نباتات زهرية وتنفيذها.



#### الأنسجة النباتية

أولا



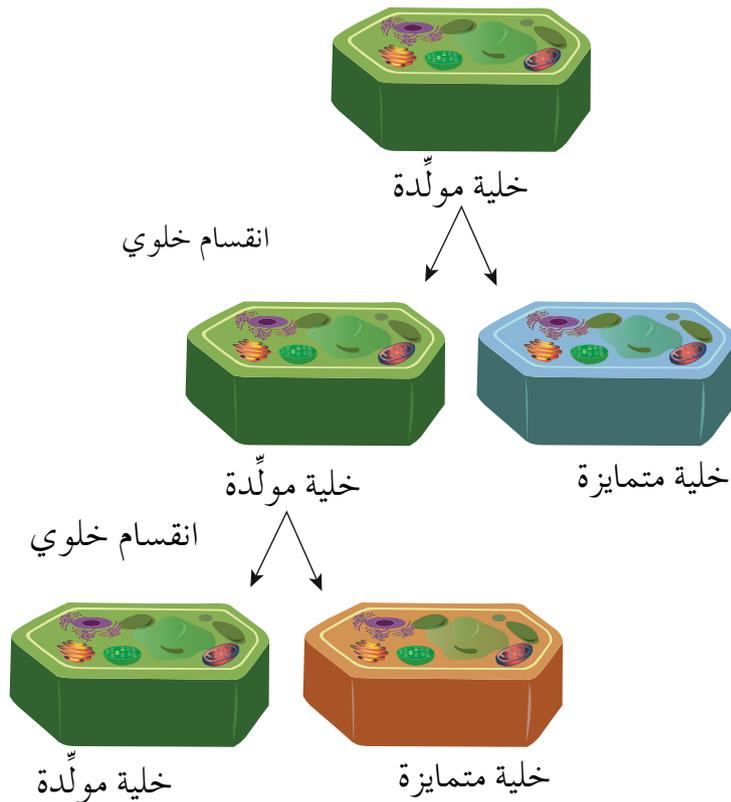
تهدف تقنية زراعة الأنسجة النباتية إلى تكثير النباتات، وذلك بأخذ نسيج محدد من النبات وزراعته في ظروف معقمة داخل أنابيب اختبار تحتوي على أوساط صناعية. ومن المشروعات التي ينفذها المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي تكثير كل من: النخيل، وبعض أصناف العنب، إضافة إلى نبات اللحلاح الذي تُستخرج منه مادة الكولشيسين المفيدة في علاج العديد من الأمراض مثل: التهاب المفاصل، وحصى البحر الأبيض المتوسط، فضلاً عن تحسين ثمار بعض النباتات، انظر الشكل (١-١).

الشكل (١-١): نبات اللحلاح.

تباين الأنسجة النباتية (plant tissues) في أشكالها وتراكيبها، فمنها البسيط الذي يتكون من نوع واحد من الخلايا، ومنها المركب الذي يتكون من أكثر من نوع من الخلايا. والأنسجة النباتية أنواع، منها: النسيج المرستيمي (المولّد)، والأنسجة الدائمة التي تضم كلاً من: نسيج البشرة، والنسيج الأساسي، والأنسجة الوعائية، فما خصائص هذه الأنسجة؟

## ١ النسيج المرستيمي (المولّد)

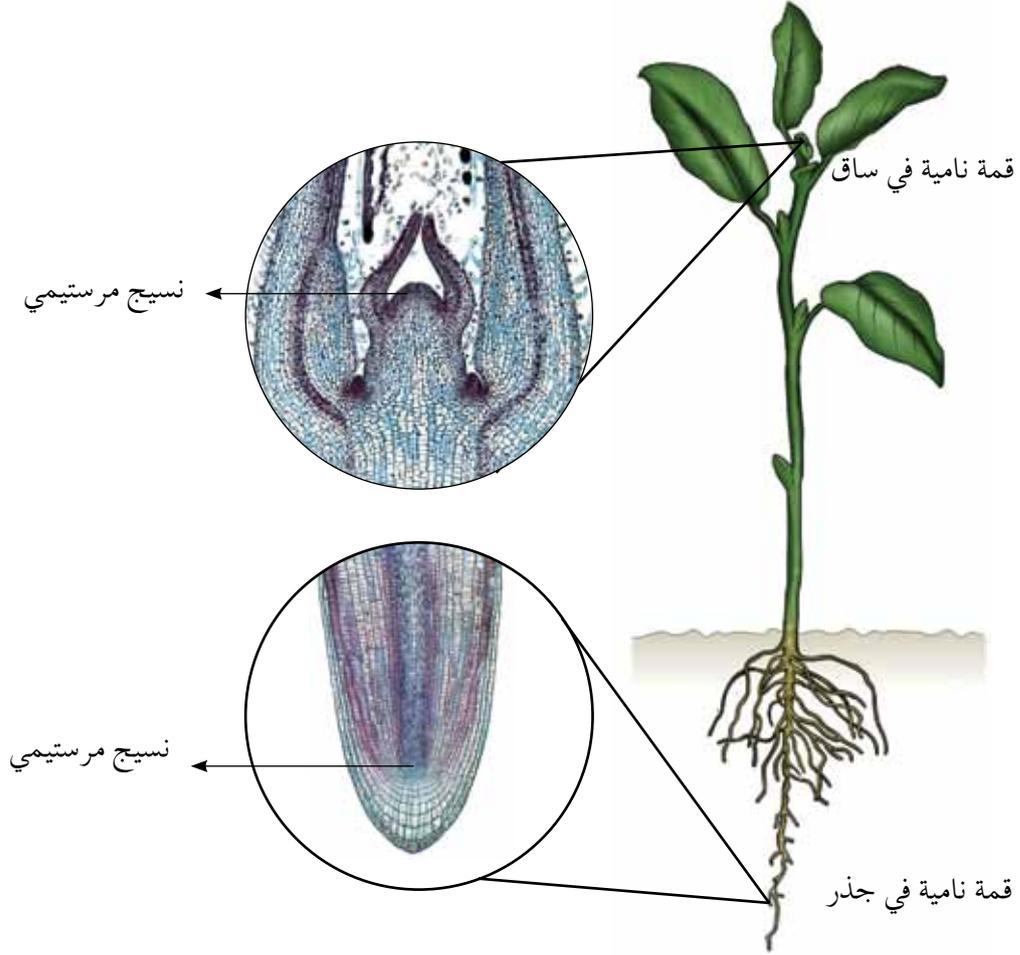
تنشأ أنسجة النبات المختلفة من النسيج المولّد (meristematic tissue) الذي تتصف خلاياه بصغر حجمها، وعدم وجود فراغات بينها، وقدرتها على الانقسام. ينتج من كل انقسام يحدث لخلية مولّدة خليتان تتمايز إحداهما إلى نوع من أنواع أنسجة النبات الدائمة، فما مصير الخلية الأخرى؟ لاحظ الشكل (١-٢)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (١-٢): انقسام الخلايا المولّدة في النبات.

- ◀ ما نوع الانقسام الخلوي في خلايا النسيج المولّد؟
- ◀ استنتج كيف يحافظ النسيج المولّد على استمرارية وجوده.

من أماكن وجود النسيج المولد القمم النامية لساق النبات وجذره كما في الشكل (١-٣)، فما أهمية ذلك؟



الشكل (١-٣): القمم النامية في جذر نبات زهري وساقه.

لمشاهدة خلايا القمم النامية باستخدام المجهر، نفذ النشاط (١-١).

### النشاط (١-١) مشاهدة خلايا القمم النامية

المواد والأدوات اللازمة

مجهر ضوئي مركب، شرائح جاهزة لقمم نامية.

#### الإجراءات

١- افحص الشرائح الجاهزة باستخدام المجهر.

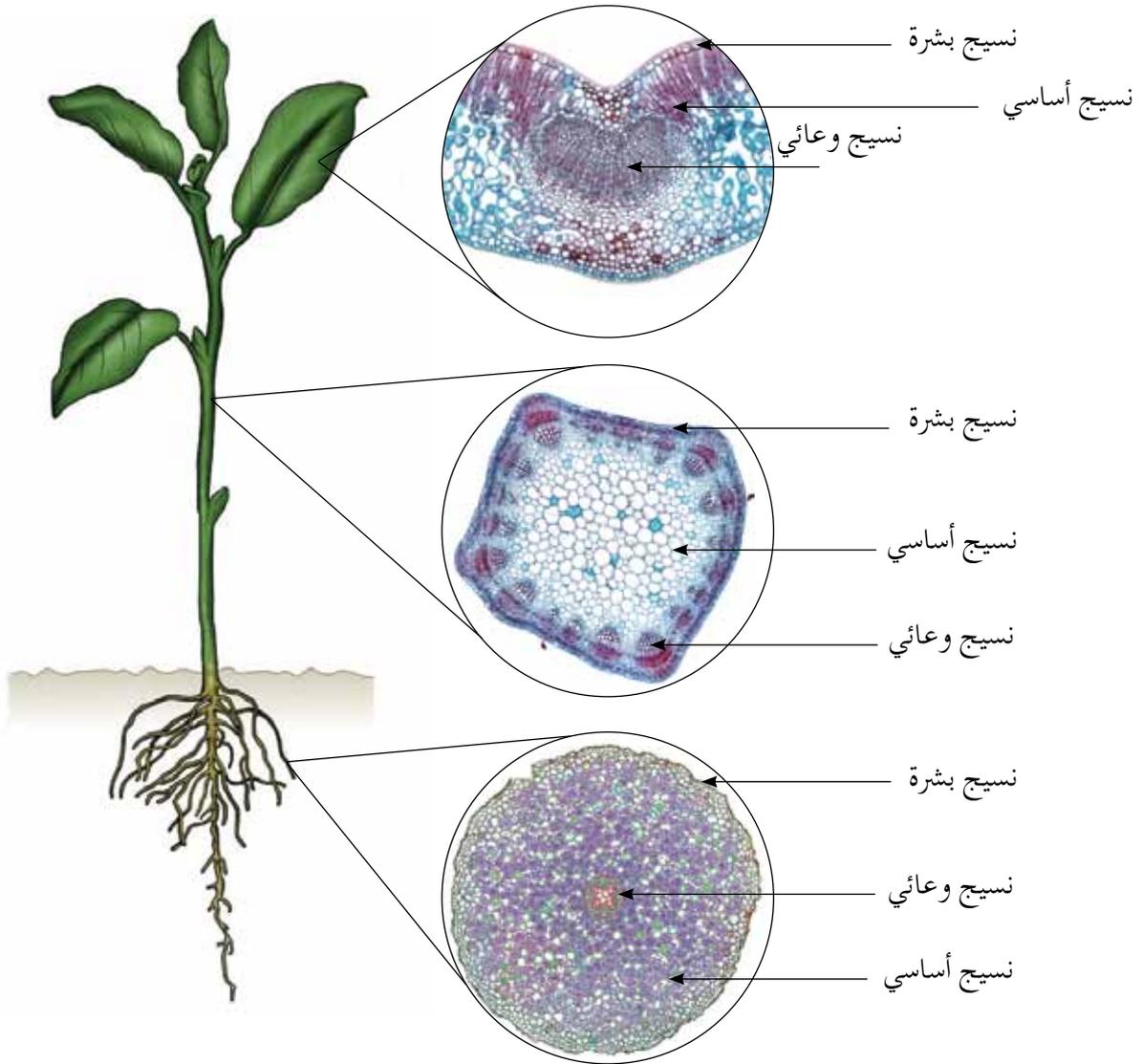
٢- ارسم الخلايا التي تشاهدها.

٣- قارن ما رسمته بأشكال الخلايا الموجودة في الشكل (١-٣).

تتمايز الخلايا الناتجة من انقسام النسيج المولّد إلى أنسجة النبات المختلفة، فما هذه الأنسجة؟  
وما خصائصها؟

## ٢ الأنسجة الدائمة

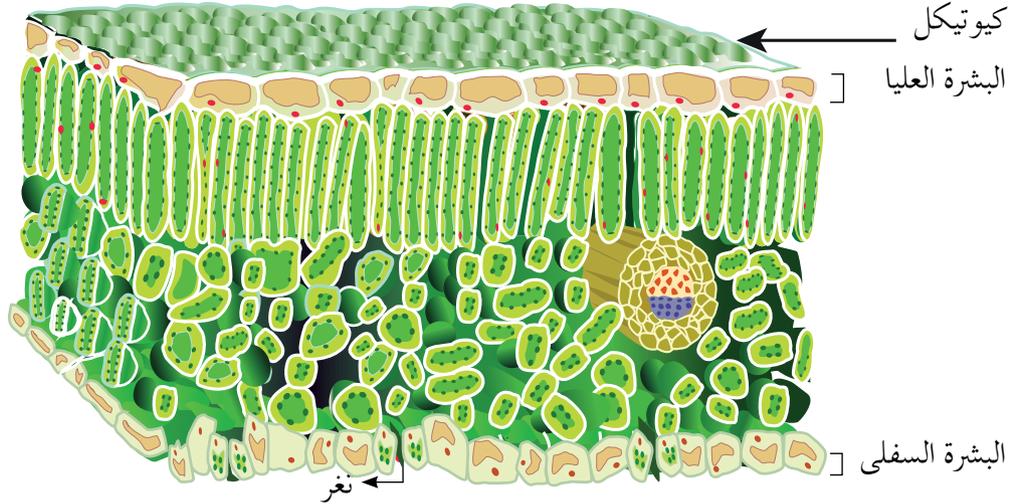
تتكون أجسام النباتات الزهرية من مجموعة من الأنسجة الدائمة (permanent tissues)، فما هي؟ لاحظ الشكل (١-٤)، وستتعرف خصائص هذه الأنسجة في الدروس التي تلي.



الشكل (١-٤): الأنسجة الدائمة في النباتات الزهرية.

## أ - نسيج البشرة

يغطي نسيج البشرة (dermal tissue) أعضاء النبات المختلفة، ويتكون غالبًا من طبقة واحدة من الخلايا. لاحظ الشكل (١-٥)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (١-٥): نسيج البشرة في ورقة نبات زهري.

- ◀ هل تحتوي طبقة البشرة على فراغات بين خلاياها؟
- ◀ توقع أهمية طبقة الكيوتيكل الشمعية؟
- ◀ لماذا يختلف سُمك طبقة الكيوتيكل في النباتات باختلاف بيئاتها؟

### الفجوات Vacuoles

عضيات خلوية تخزن الخلية فيها مواد مختلفة، مثل: الماء، والمواد الغذائية.

تتصف خلايا البشرة بأنها مستطيلة أو عدسية الشكل، وتحتوي على فجوات. أما البشرة فتغطي غالبًا طبقة شمعية تسمى الكيوتيكل، وهي تعمل على تقليل تبخر الماء من النبات، وحمايته من الجفاف.

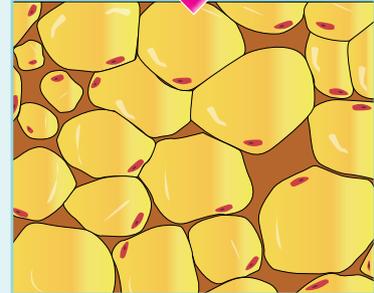
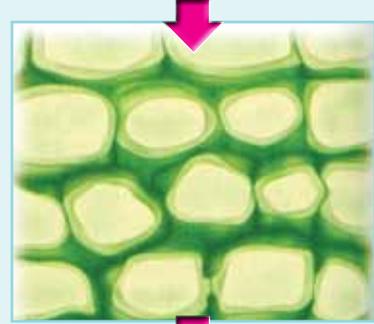
## ب- النسيج الأساسي

يشكل النسيج الأساسي (ground tissue) معظم الأجزاء الداخلية لأعضاء النبات، ويتكون من ثلاثة أنواع من الخلايا، هي: الخلايا البرنشيمية، والخلايا الكولنشيمية، والخلايا السكلرنشيمية، وتعدد وظائف هذا النسيج تبعًا لنوع الخلايا المكونة له. لتتعرف الخصائص التركيبية للنسيج الأساسي، انظر الشكل (١-٦) الذي يبين أنواع الخلايا في النسيج الأساسي، ثم أكمل الجدول (١-١).

## أنواع خلايا النسيج الأساسي

### الخلايا البرنشيمية

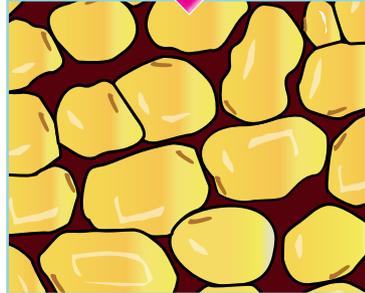
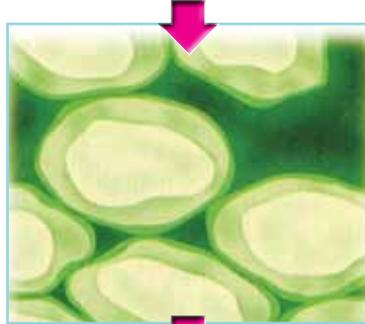
تُعدُّ أحد أكثر أنواع الخلايا النباتية شيوعاً، وتتصف كلُّ منها بوجود جدار خلوي رقيق، وفجوة كبيرة، ويوجد بين هذه الخلايا فراغات. للخلايا البرنشيمية وظائف عدّة، منها: تخزين الغذاء، والبناء الضوئي. ومن الأمثلة على أماكن وجودها: لب الثمار.



(أ) خلايا برنشيمية.

### الخلايا الكولنشيمية

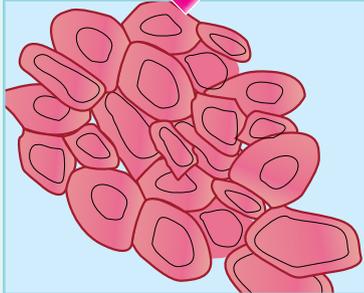
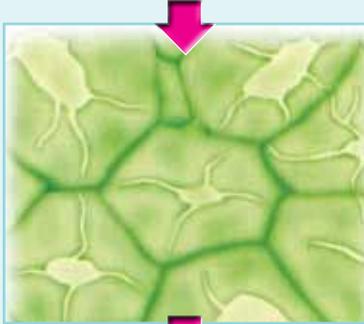
توجد في أجزاء النبات المرنة، وتتصف كل خلية منها بوجود تغلظات غير منتظمة في جدارها الخلوي تمنح النبات الدعامة والمرونة، ويوجد بين هذه الخلايا فراغات. ومن الأمثلة على أماكن وجودها: تحت طبقة البشرة في الساق، وعروق الورقة.



(ب) خلايا كولنشيمية.

### الخلايا السكرنشيمية

تتصف هذه الخلايا بأنها أكثر خلايا النسيج الأساسي صلابةً؛ فالجدار الخلوي للخلية السكرنشيمية هو أكثر سُمكاً مقارنةً بالجدار الخلوي للخلايا البرنشيمية والكولنشيمية؛ وهو ما يعطي النبات الدعامة اللازمة. وتكون الخلايا السكرنشيمية الناضجة ميتة. ومن الأمثلة على أماكن وجودها: أغلفة بذور النبات.



(ج) خلايا سكلرنشيمية.

الشكل (١-٦): أنواع خلايا النسيج الأساسي.

قارن بين أنواع خلايا النسيج الأساسي الثلاث في الجدول (١-١)، اعتمادًا على الشكل (٦-١).

الجدول (١-١): مقارنة بين أنواع خلايا النسيج الأساسي في النباتات الزهرية.

من حيث نوع الخلايا	وجود فراغات بين الخلايا	وجود النواة	التغلظ في الجدار الخلوي	الأمثلة على أماكن وجودها	الوظيفة
خلايا برنشيمية					
خلايا كولنشيمية					
خلايا سكلرنشيمية					

لمشاهدة خلايا النسيج الأساسي في النبات، نفذ النشاط (٢-١).

### النشاط (٢ - ١) مشاهدة خلايا النسيج الأساسي في النبات

المواد والأدوات اللازمة

مجهر ضوئي مركب، شرائح جاهزة لأنواع خلايا النسيج الأساسي.

#### الإجراءات

- ١- افحص الشرائح الجاهزة باستخدام المجهر.
- ٢- ارسم الخلايا التي تشاهدها.
- ٣- قارن ما رسمته بأشكال الخلايا الموجودة في الشكل (٦-١).



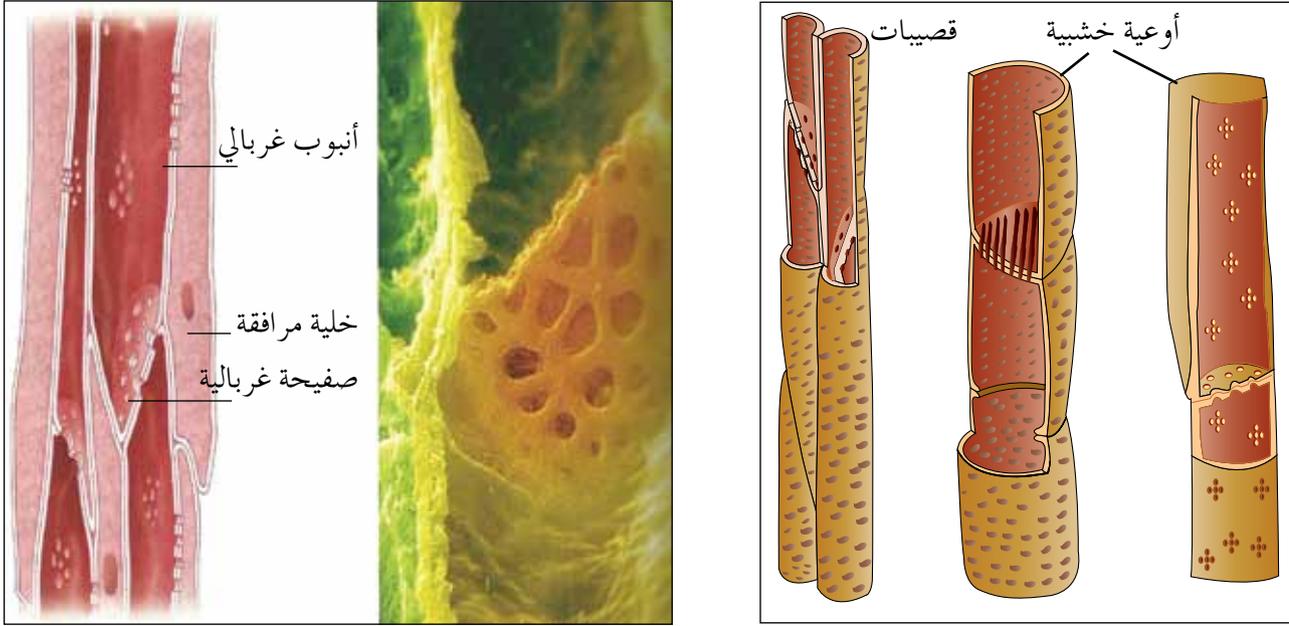
الشكل (٧-١): ثمرة الإجاص.

### سؤال

ما نوع خلايا النسيج الأساسي الأكثر وجودًا في ثمرة الإجاص المبينة في الشكل (٧-١)؟

## ج - الأنسجة الوعائية

يوجد نوعان من الأنسجة الوعائية (vascular tissues)، هما: الخشب، واللحاء. ادرس الشكل (١-٨)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(ب) اللحاء.

(أ) الخشب.

الشكل (١-٨): تركيب الأنسجة الوعائية في النباتات الزهرية.

◀ مِمَّ يتركب الخشب؟

◀ كيف يتلاءم تركيب الخشب مع وظيفته؟

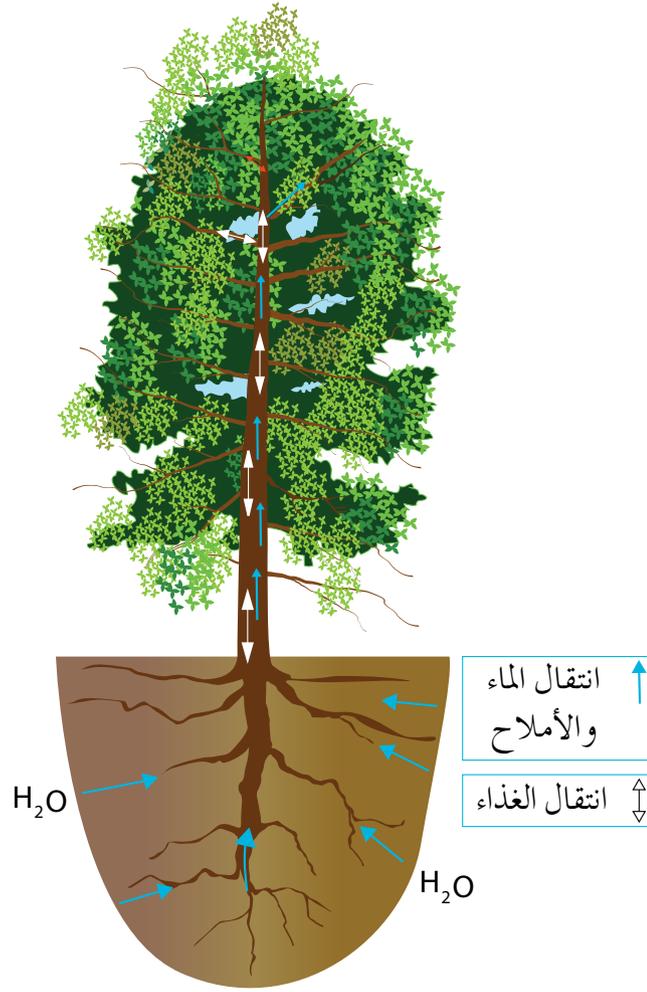
◀ مِمَّ يتركب اللحاء؟

◀ كيف يتلاءم تركيب اللحاء مع وظيفته؟

يتكون الخشب من الأوعية والقصيبيات، وتتصف القصيبيات بأنها طويلة خلافاً للأوعية التي تكون أقصر، ويمر الماء والأملاح الذائبة فيه خلالها عبر ثقوب. أما اللحاء فهو نسيج يتكون من أنابيب غربالية تنتهي بصفائح غربالية تمر خلالها المواد المنقولة (الغذاء)، ومن خلية برنشيمية متخصصة تسمى الخلية المرافقة تساعد على عملية نقل الغذاء في النبات.

بعد أن تعرّفت تركيب الخشب واللحاء، ما اتجاه النقل في كلٍّ منهما؟ لاحظ الشكل

(١-٩)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٩-١): اتجاه النقل في النبات.

- ◀ في أي اتجاه ينقل الخشب الماء والأملاح؟
- ◀ في أي اتجاه ينقل اللحاء الغذاء؟
- ◀ قارن بين جهاز الدوران في جسم الإنسان والأنسجة الوعائية في النبات من حيث الوظيفة.

يعمل الخشب على نقل الماء والأملاح الذائبة فيه من الجذر إلى الساق فالأوراق، إضافة إلى دعم النبات وإسناده. أما اللحاء فينقل الغذاء من مكان صنعه إلى أماكن استهلاكه وتخزينه في النبات، فضلاً عن نقل الهرمونات والحموض الأمينية، والمواد الأخرى الضرورية لنمو النبات.

## سؤال

قارن بين الخشب واللحاء من حيث: التركيب، والوظيفة.

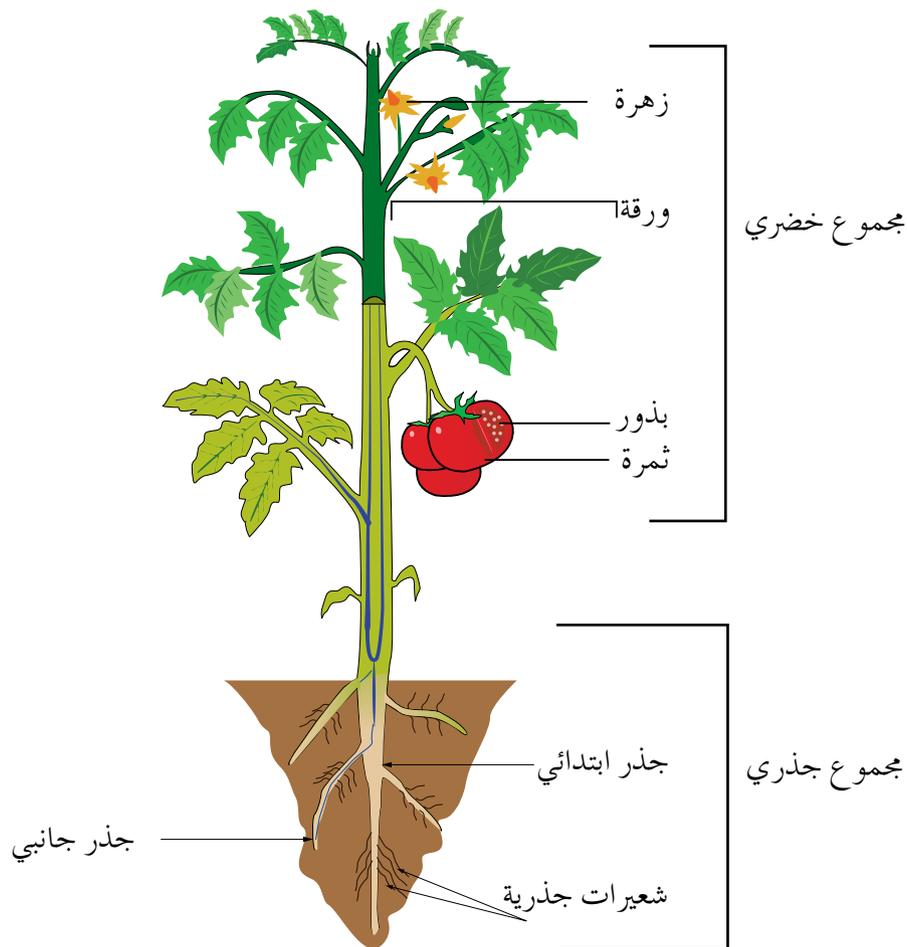
كيف تساهم تقنية زراعة الأنسجة النباتية في تكثير النباتات المقاومة للظروف القاسية؟

تُشكّل الأنسجة التي تعرّفها آنفاً أعضاء النبات، فما هذه الأعضاء؟ وما أنواعها؟

## أعضاء النبات

ثانياً

انظر النبات الزهري في الشكل (١-١٠)، وتعرّف الأعضاء الرئيسة فيه.

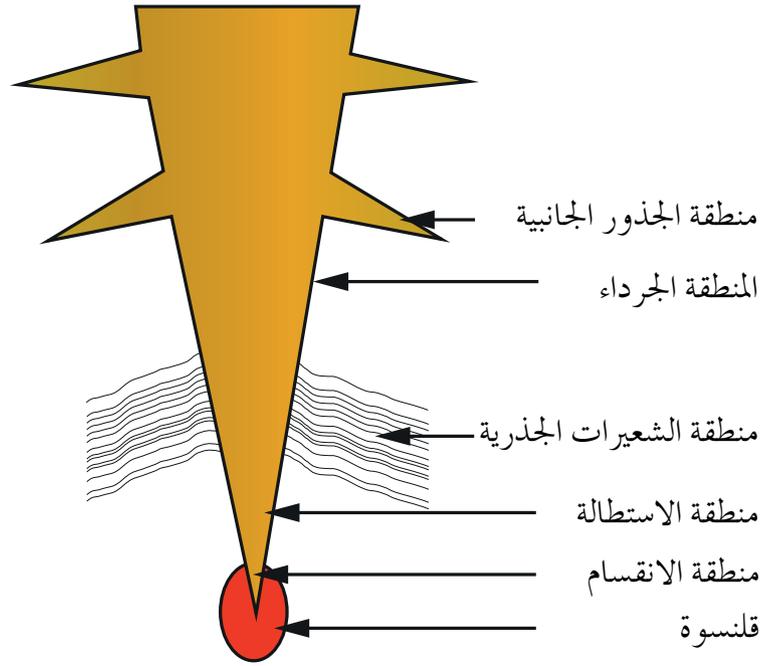


الشكل (١-١٠): أعضاء النبات الزهري الرئيسة.

## ١ الجذر

أ - مناطق الجذر الخارجية

الجذر (root): هو الجزء المخفي من النبات الذي ينمو تحت سطح الأرض. ولتعرّف مناطق الجذر الخارجية، لاحظ الشكل (١-١١).



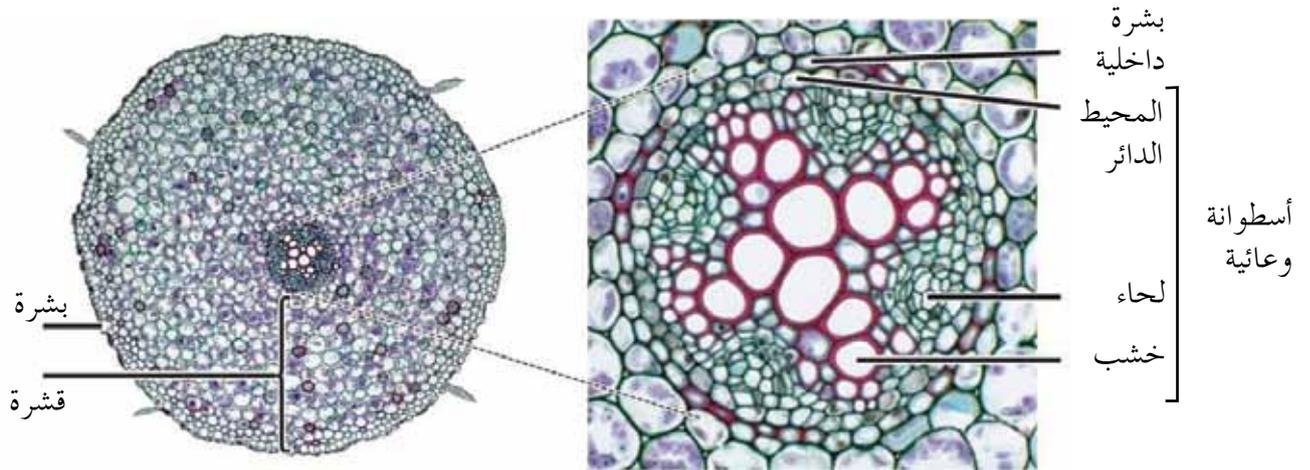
الشكل (١١-١): رسم تخطيطي يبين مناطق الجذر الخارجية.

تتكون مناطق الجذر الخارجية من القنسوة، ومنطقة الانقسام، ومنطقة الاستطالة، ومنطقة الشعيرات الجذرية، والمنطقة الجرداء، ومنطقة الجذور الجانبية. تحمي القنسوة منطقة الانقسام في الجذر، وتُفرز مواد ترطب التربة المحيطة بالقمة النامية للجذر، ما يسهّل اندفاعه إلى داخل التربة في أثناء نموه. تعرّف آناً مناطق الجذر الخارجية، فما التركيب التشريحي (الداخلي) للجذر؟

### ب- التركيب التشريحي للجذر

#### ١. التركيب التشريحي لجذر نبات ذي فلتين

لاحظ الشكل (١٢-١)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:



الشكل (١٢-١): التركيب التشريحي لجذر نبات ذي فلتين.

- ◀ كم عدد طبقات البشرة في جذر النبات ذي الفلقتين؟
- ◀ بين الطبقات المكونة للجذر من الخارج إلى الداخل.

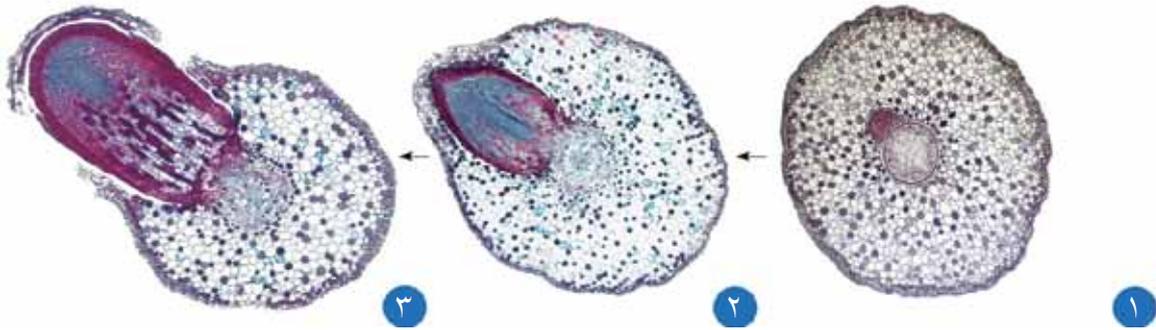
يتركب الجذر من طبقة البشرة، وهي طبقة واحدة من الخلايا المترابطة، وتنشأ من هذه الطبقة الشعيرات الجذرية، وتلي طبقة البشرة القشرة التي تتكون من طبقات عدة من الخلايا البرنشيمية، ترتبط فيما بينها بروابط بلازمية؛ وهي قنوات دقيقة مفتوحة بين الجدر الخلوية تربط بين سيتوبلازم الخلايا المتجاورة.

### الأسطوانة الوعائية (Vascular Cylinder)

تنظم الأنسجة الوعائية في مركز الجذر على شكل أسطوانة تحوي الخشب واللحاء.

تلي القشرة إلى الداخل البشرة الداخلية التي ترسب على معظم جدرها الخلوية مادة شمعية غير منفذة للماء على شكل شريط يسمى شريط كاسبري، وينظم هذا الشريط مرور الماء من القشرة إلى الأسطوانة الوعائية ويمنع عودة الماء إلى خلايا القشرة، انظر الشكل (١-١٢). ماذا يلي طبقة البشرة الداخلية؟

تحتوي طبقة المحيط الدائر على خلايا مولدة تنقسم انقسامًا متساويًا لتنتج الجذور الجانبية، انظر الشكل (١-١٣).



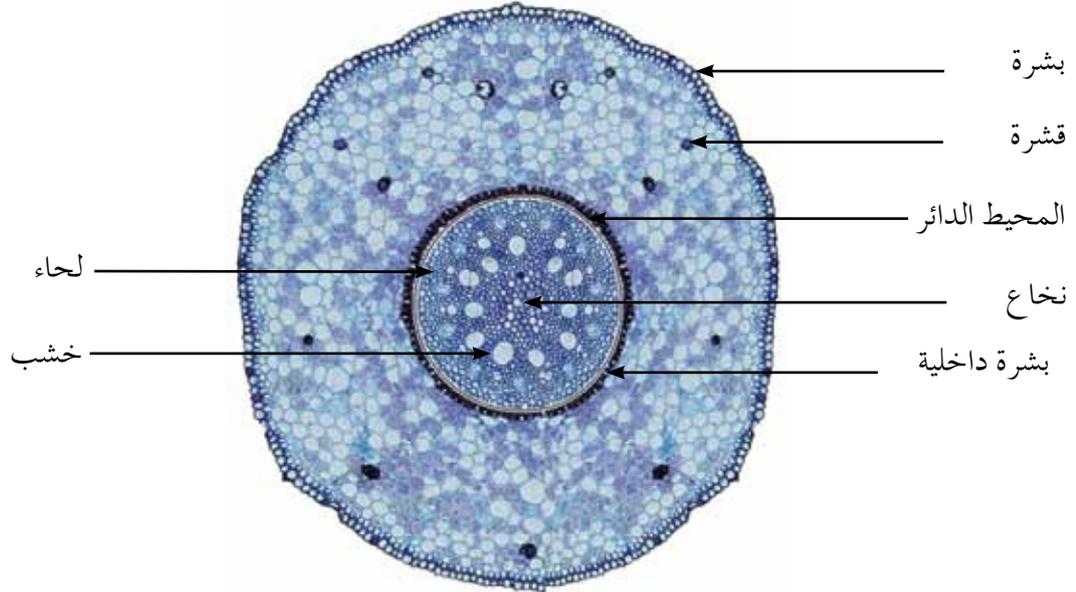
الشكل (١-١٣): نشوء الجذور الجانبية من طبقة المحيط الدائر.

## سؤال

ما الفرق بين الجذر الجانبي والشعيرة الجذرية من حيث الطبقة التي ينشأ منها كل منهما؟

## ٢. التركيب التشريحي لجذر نبات ذي فلقة

يُمثّل الشكل (١٤-١) مقطعاً في جذر نبات ذي فلقة، ففيمَ يختلف هذا الجذر عن جذر نبات ذي فلتين؟



الشكل (١٤-١): مقطع في جذر نبات ذي فلقة واحدة.

لا بُدَّ أنكَ لاحظت وجود النخاع في مركز جذر النبات ذي الفلقة وعدم وجوده في جذر النبات ذي الفلتين. يتركب النخاع من خلايا برنشيمية، فما وظيفته؟  
لدراسة مقاطع عرضية لجذور النباتات ذوات الفلقة وذوات الفلتين، نفذ النشاط (١-٣).

### النشاط (١ - ٣) دراسة مقاطع عرضية لجذور نباتات ذوات فلقة وذوات فلتين

#### المواد والأدوات اللازمة

مجهر ضوئي مركب، شرائح جاهزة لمقاطع عرضية في جذور نباتات ذوات فلقة، وذوات فلتين.

#### الإجراءات

- ١- افحص الشرائح الجاهزة باستخدام المجهر.
- ٢- ارسم المقاطع التي تشاهدها.
- ٣- قارن ما رسمته بالشكلين: (١٢-١)، و (١٤-١).

## قضية للبحث

تُخزّن جذورُ بعض النباتات الغذاء. ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن أسماء نباتات تُخزّن الغذاء في جذورها، ثم اكتب تقريرًا عنها، وناقشه مع زملائك في الصف.

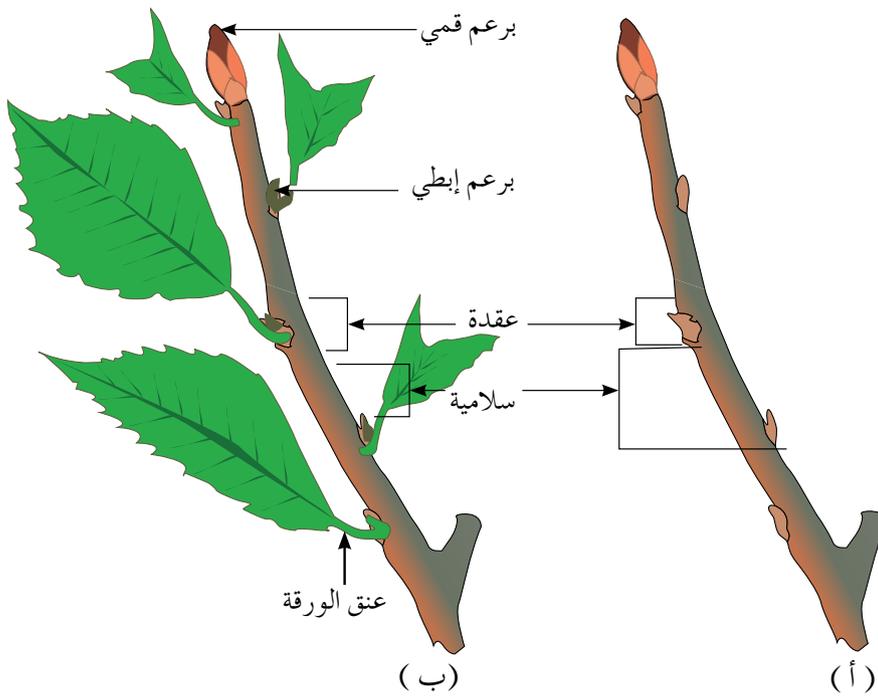
يُزرع قصب السكر في غور الأردن، فأى أعضاء النبات يُمثل قصب السكر؟

## ٢ الساق

الساق (stem) هي عضو من أعضاء النبات تنمو غالبًا فوق سطح التربة، فما أجزاء الساق الخارجية والداخلية؟

أ - مناطق الساق الخارجية

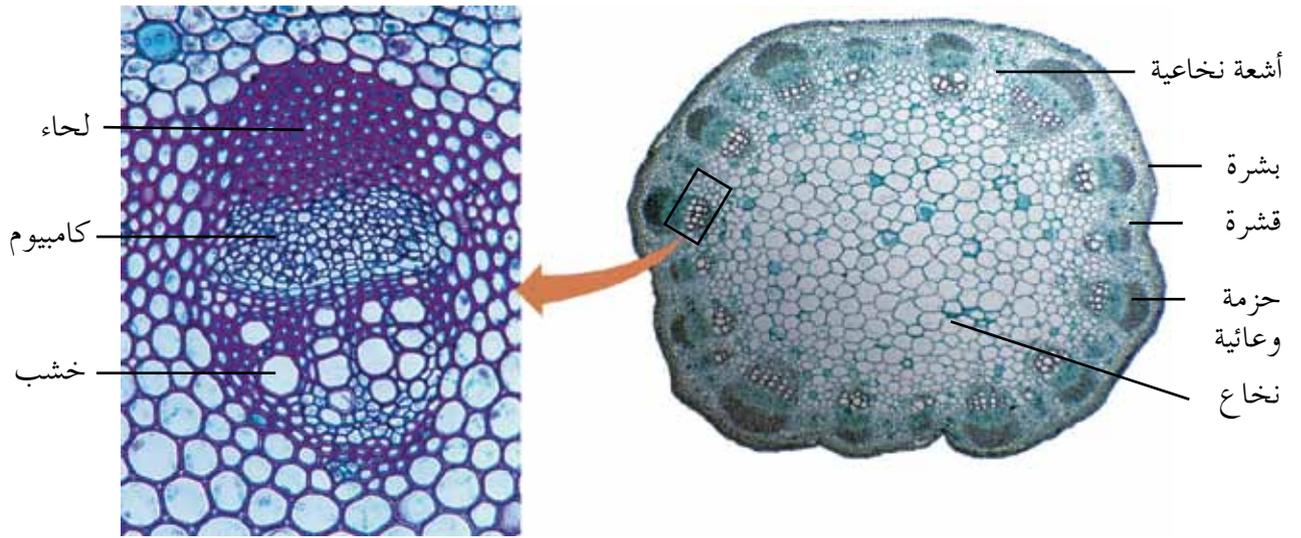
لتعرّف أجزاء الساق الخارجية، انظر الشكل (١-١٥)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:



الشكل (١-١٥): أجزاء الساق الخارجية.

- ◀ ماذا يسمى البرعم الموجود في قمة الساق أو الغصن؟
  - ◀ يخرج برعم من مكان اتصال الورقة بالساق، فماذا يسمى هذا البرعم؟
- تتكون الساق من أجزاء عدّة هي: البرعم القمي، والبرعم الإبطي، والعقد، والجزء الواقع بين عقدتين متتاليتين، فماذا يسمى هذا الجزء؟
- ب- التركيب التشريحي للساق

التركيب التشريحي لساق نبات ذي فلتين  
انظر الشكل (١-١٦)، ثم أجب عما يليه من أسئلة:



(ب): حزمة وعائية.

(أ): مقطع عرضي في الساق.

الشكل (١-١٦): ساق نبات ذي فلتين.

- ◀ تتبع الأجزاء الداخلية لساق نبات ذي الفلتين من الخارج إلى الداخل.

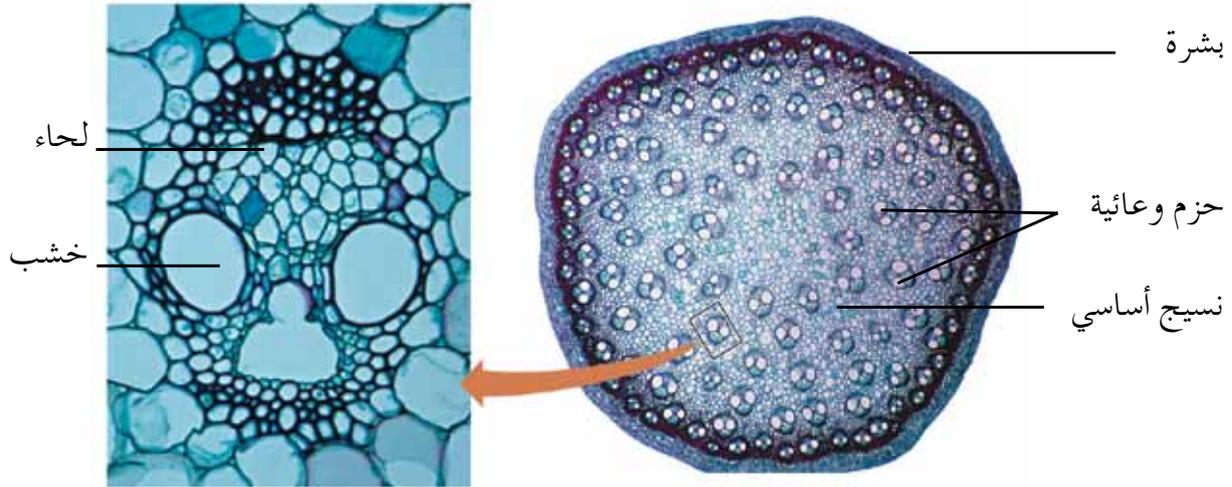
- ◀ ما النسيج الذي يصل بين القشرة والنخاع ويفصل بين الحزم الوعائية؟

### الكامبيوم

نسيج مولّد في سوق النباتات وجذورها، مسؤول عن تكوين الخشب الثانوي واللحاء الثانوي في سوق ذوات الفلتين.

- لعلك لاحظت أن تركيب الساق التشريحي من الخارج إلى الداخل يتكون من: طبقة البشرة، وهي طبقة واحدة من الخلايا المترابطة، والقشرة التي تتألف من طبقات عدّة من الخلايا البرنشيمية، ترتبط فيما بينها بروابط بلازمية.

تكون الحزم الوعائية مرتبة على شكل حلقة، ويشغل النخاع الجزء الداخلي من الساق، وتوجد خلايا برنشيمية تصل القشرة بالنخاع تسمى الأشعة النخاعية. انظر الشكل (١-١٧) الذي يُمثل مقطعاً عرضياً في ساق نبات ذي فلكة. فيمَ يختلف هذا الساق عن ساق نبات ذي الفلقتين؟



(أ) مقطع عرضي في الساق. الشكل (١-١٧): ساق نبات ذي فلكة.  
(ب) حزمة وعائية.

لدراسة مقاطع عرضية لسوق نباتات ذوات فلكة وذوات فلقتين، نفذ النشاط (١-٤).

### النشاط (١ - ٤) دراسة مقاطع عرضية لسوق نباتات ذوات فلكة وذوات فلقتين

#### المواد والأدوات اللازمة

مجهر ضوئي مركب، شرائح جاهزة لمقاطع عرضية لسوق نباتات ذوات فلكة، وذوات فلقتين.

#### الإجراءات

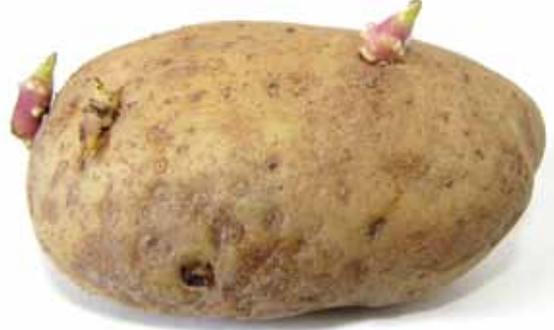
- ١- افحص الشرائح الجاهزة باستخدام المجهر.
- ٢- ارسم المقاطع العرضية التي تشاهدها.
- ٣- قارن ما رسمته بالشكلين: (١-١٦)، و (١-١٧).

من أهم الفروق التركيبية في سوق النباتات ذوات الفلكة وذوات الفلقتين توزيع الحزم الوعائية، انظر الشكلين: (١-١٦)، و (١-١٧). فبينما تكون الأنسجة الوعائية مبعثرة في النسيج الأساسي لساق نبات ذي الفلكة، فإنها تكون مرتبة على شكل حلقة تفصل بينها الأشعة النخاعية في ساق نبات ذي الفلقتين.

أيّ الشكلين يُمثّل ساقًا: (أ/١٨-١) أم (ب/١٨-١)؟ برر إجابتك.



(ب) جزر.



(أ) درنة بطاطا.

الشكل (١-١٨): سؤال التقويم.

### قضية للبحث

الكامبيوم نسيج يساهم في تكوين حلقات النمو السنوية في الأشجار المعمرة. ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن أهمية هذه الحلقات، وكيفية تكونها، ثم أعدّ عرضًا تقديميًا عن ذلك، واعرضه أمام زملائك في الصف.

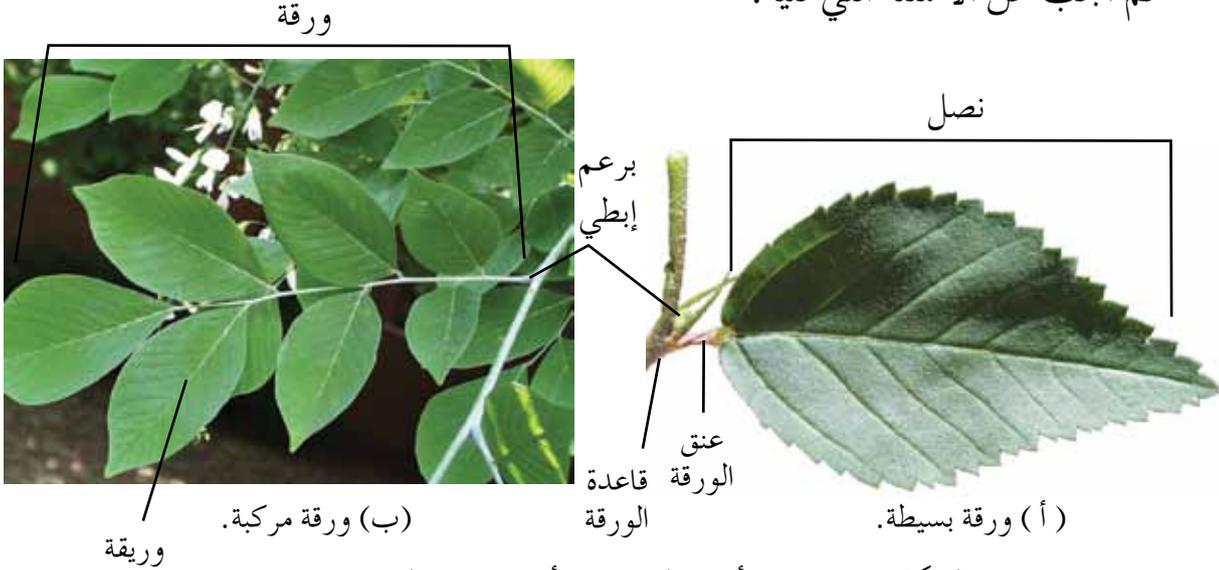
تعرّف تركيب الجذر والساق في النبات، وستعرّف الآن تركيب الورقة.

### ٣ الورقة

تعدّ النباتات الورقية مصدرًا مهمًا من مصادر الغذاء اليومي في الأردن، فالسبانخ والخس والبقدونس هي من النباتات الورقية التي لا تخلو منها موائدنا، ولأوراق النعناع والميرمية والزعتر فوائد طبية كثيرة. تكون الورقة (leaf) غالبًا مسطحة الشكل، وهي مصنع الغذاء في النبات.

## أ - أجزاء الورقة الخارجية

تركب الورقة من ثلاثة أجزاء رئيسية. ولتعرّف هذه الأجزاء، انظر الشكل (١-١٩)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (١-١٩): الأجزاء الخارجية لأوراق بعض النباتات.

◀ اذكر الأجزاء الرئيسية للورقة.

◀ كيف يمكن تمييز الورقة البسيطة من الورقة المركبة؟

◀ لخص بكلماتك وظائف الورقة.

تركب الورقة من الأجزاء الرئيسية الآتية:

١. قاعدة الورقة: هي الجزء الذي يصل الورقة بالساق.

٢. عنق الورقة: هو الجزء الذي يحمل النصل بعيداً عن الساق، ويعرضها للضوء والهواء.

٣. النصل: هو الجزء المنبسط من الورقة، الذي تتم به عملية البناء الضوئي، ويتميز

بوجود عروق متوازية في أوراق النباتات ذوات الفلقة، وعروق متفرعة في أوراق

النباتات ذوات الفلقتين.

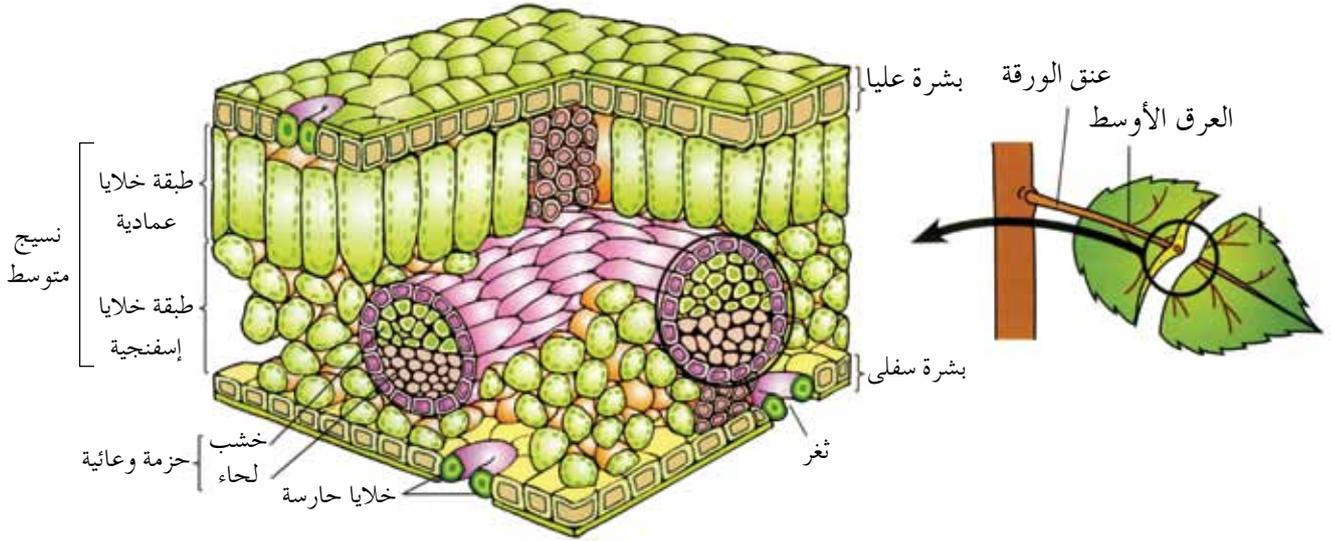
تسمى الورقة التي يتكون نصلها من جزء واحد ورقة بسيطة، وقد يكون شكل النصل

رمحياً، أو قلبياً، أو بيضوياً، أو مثل راحة اليد، أما الورقة التي تتكون من وريقات عدّة

وتتشارك جميعها في برعم إبطي واحد فتسمى ورقة مركبة.

## ب- تركيب الورقة التشريحي

لاحظ الشكل (٢٠-١) الذي يُمثّل مقطعًا ثلاثي الأبعاد في نصل ورقة نبات زهري، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٢٠-١): مقطع ثلاثي الأبعاد في نصل ورقة نبات زهري.

- ◀ في أيّ طبقات البشرة يكون عدد الثغور غالبًا أكثر؟ ما سبب ذلك باعتقادك؟
- ◀ يتكون النسيج المتوسط من طبقتين، ما هما؟

توجد الثغور في كلتا طبقتي البشرة (العليا، والسفلى)، أو في إحداهما، وتغطي هاتان الطبقتان بالكيوتيكل، فهل يختلف سُمك طبقة الكيوتيكل باختلاف البيئة التي يعيش فيها النبات؟ فسر إجابتك.

يقع بين طبقتي البشرة (العليا، والسفلى) النسيج المتوسط الذي يحتوي على طبقة الخلايا العمادية وطبقة الخلايا الإسفنجية، علمًا بأنه توجد أعداد كبيرة من البلاستيدات الخضراء في طبقة الخلايا العمادية مقارنةً بطبقة الخلايا الإسفنجية، فما سبب ذلك؟

## سؤال

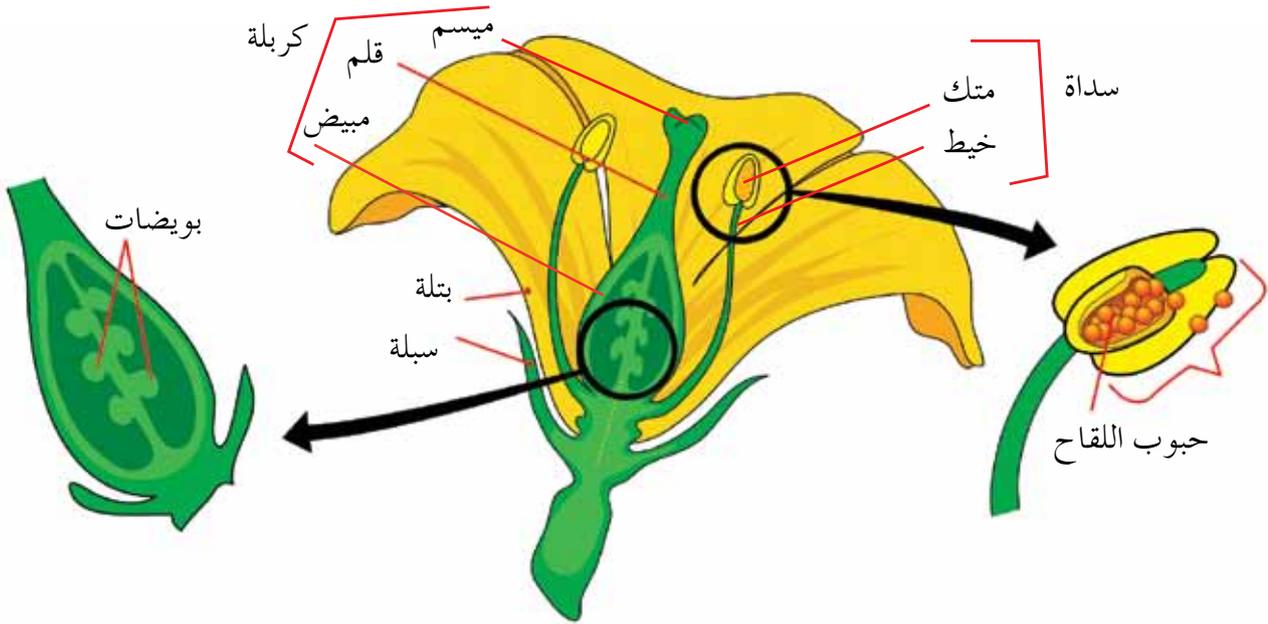
إذا افترضنا أن ثغور النباتات تظل مفتوحةً أو مغلقةً دائمًا، فماذا تتوقع أن يحدث للنبات في الحالتين؟



على الرغم من جمال الزهرة وألوانها الزاهية، فإنها قد تقتل أحياناً؛ إذ وُجِدَ بعض الذباب ميتاً على حزمة أزهار أقحوان (*Chrysanthemum cinerariifolium*) قُدمت لمريض في أحد المستشفيات بألمانيا عام ١٩٣٢م، انظر الشكل (١-٢١)، وقد لفتت هذه الظاهرة أنظار العلماء، فبدأوا البحث عن أسباب ذلك، وتوصلوا إلى أن هذه الأزهار تحوي مادة سامة تقتل الذباب، فعملوا على استخلاصها من هذه الأزهار، وقد أُطلق على هذه الزهرة اسم الزهرة المبيدة للحشرات.

الشكل (١-٢١): زهرة الأقحوان.

لتتعرف أجزاء الزهرة وتركيبها وأهميتها، انظر الشكل (١-٢٢)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (١-٢٢): أجزاء الزهرة.

- ◀ ما اسم عضو التكاثر الأنثوي؟ ممّ يتركب؟ ماذا يُنتج؟
- ◀ ما اسم عضو التكاثر الذكري؟ ممّ يتركب؟ ماذا يُنتج؟

تسمى الزهرة التي تحوي الأعضاء الذكرية والأنثوية معًا الزهرة التامة، في حين تسمى الزهرة التي تحوي فقط الأعضاء الأنثوية أو الأعضاء الذكرية الزهرة غير التامة.

الزهرة (Flower) هي عضو التكاثر الجنسي في النباتات الزهرية. ومن أجزاء الزهرة تراكيب تشبه الأوراق تدعى السبلات، ويسمى مجموعها الكأس، وتراكيب ملونة تدعى البتلات، ويسمى مجموعها التويج. أمّا العضو الأنثوي في الزهرة فيسمى الكريهة، ويتركب من الميسم والقلم والمبيض الذي يُنتج البويضات، في حين يتركب العضو الذكري السداة من الخيط والامتك الذي يُنتج حبوب اللقاح، وستتعرّف كيفية تكوّن كلّ من البويضات وحبوب اللقاح لاحقًا.

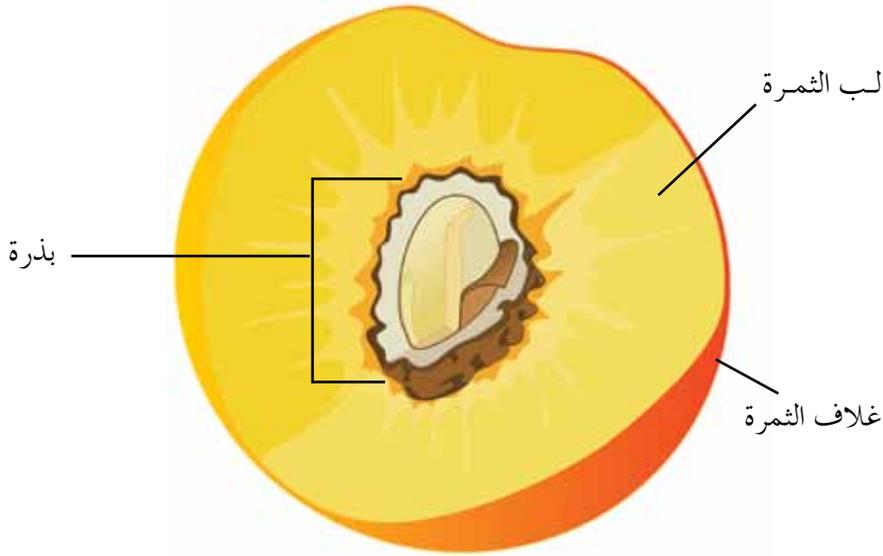
### سؤال

- تُمثّل الأزهار موردًا اقتصاديًا مهمًا لكثير من الدول مثل هولندا وكولومبيا، فسر ذلك.
- ما أهمية تلوّن التويج بألوان زاهية متباينة وجاذبة؟

### تأمّل

كيف تساهم الأزهار في المحافظة على تنوّع النباتات الزهرية؟ وما دورك في المحافظة عليها؟

الثمرة (Fruit) هي مبيض الزهرة الناضج. انظر الشكل (٢٣-١) الذي يبين أجزاء الثمرة، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:

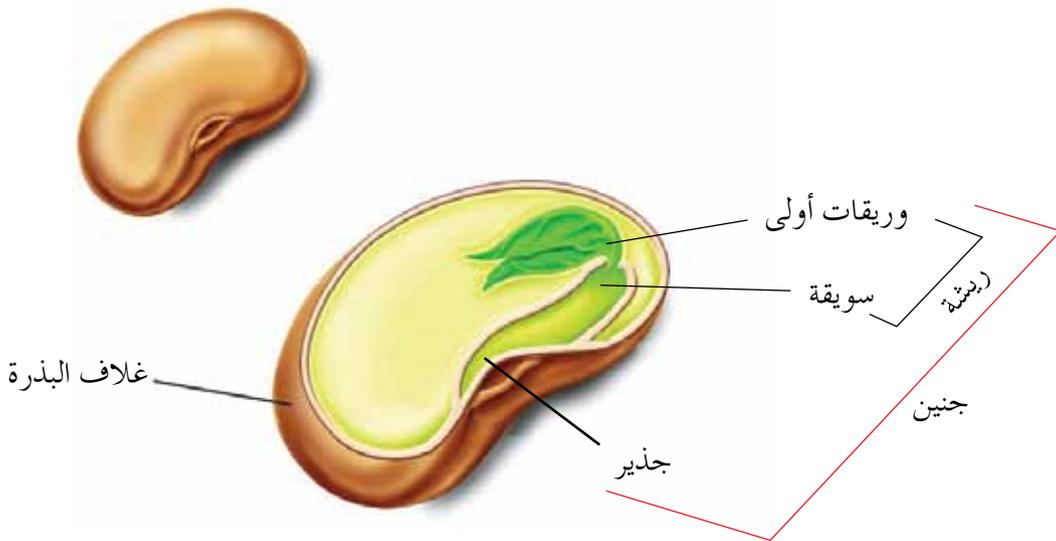


الشكل (٢٣-١): أجزاء الثمرة.

◀ مِمّ تتركب الثمرة؟

◀ على ماذا تحتوي الثمار؟

تتركب الثمرة من غلاف، ولب، وتحتوي داخلها البذور. أمّا البذرة فتحتوي على الجنين الذي يتكون من الريشة والجذير، وينمو الجنين ليكوّن النبات، انظر الشكل (٢٤-١).



الشكل (٢٤-١): تركيب الجنين في بذرة نبات.



يبين الشكل (٢٥-١) نبات الجرّة (Nepenthes) آكل الحشرات، الذي يعيش في بيئات تقل فيها نسبة المواد النيتروجينية سهلة الامتصاص. يتغذى هذا النبات بالحشرات التي تقع داخل أوراقه التي تشبه الجرّة؛ إذ يفرز إنزيمات هاضمة تحلل أجسامها للحصول على حاجته من المواد الغذائية، ولا سيما النيتروجين.

الشكل (٢٥-١): نبات الجرّة.

ما التكيفات (adaptations) التي تُمكن النباتات الزهرية من العيش في البيئات المختلفة؟

### ١ تكيف النباتات للعيش في البيئة الجافة

تتعرض النباتات في البيئة الجافة لعوامل قاسية، مثل: ندرة الماء، والرياح.

ما التحورات التي حدثت في جذور أشجار النخيل لتُمكنها من العيش في البيئة الجافة؟

الشكل (٢٦-١): جذور أشجار نخيل.



ما أهمية وجود طبقة كيوتيكل سميكة على ساق شجرة النخيل؟

الشكل (٢٧-١): أشجار نخيل.



ما التحورات التي حدثت في ساق  
نبات الصبّار وأوراقه لتُمكنه من العيش  
في البيئة الجافة؟

الشكل (٢٨-١): نبات الصبّار.



لا بُدَّ أنك توصلت إلى بعض أنماط تكيف النباتات للعيش في البيئة الجافة، ومنها:

تكون ساق النبات الذي يعيش في البيئة  
الجافة مغطاة بطبقة سميكة من الكيوتيكل؛  
لتقليل فقد النبات للماء، والاحتفاظ به  
داخل الأنسجة.

تكون جذور أشجار النخيل كبيرة الحجم،  
وغزيرة التفرع، وعميقة الامتداد؛ ما  
يُمكنها من الوصول إلى المناطق الرطبة  
في التربة، أو إلى المياه الجوفية.

تكون أوراق النباتات في البيئة الجافة صغيرة النصل وسميكة، ويلتف النصل ليصبح على هيئة إبرية،  
وقد تتحور الأوراق إلى أشواك كما هو الحال في نبات الصبّار الذي يُمثل لوحه ساقاً عصاريةً.

## ٢ تكيف النباتات للعيش في البيئة المائية

من أهم المشكلات التي تواجه النباتات التي تعيش في البيئة المائية قلة الضوء النافذ إليها،  
وصعوبة الحصول على الأكسجين من الوسط الذي تنمو فيه؛ نظرًا إلى ذوبان كمية بسيطة  
من الأكسجين في الماء. ومن الأمثلة على هذه النباتات نبات زنبق الماء (Water lily)، فكيف  
تكيفت أجزاؤه مع هذه البيئة؟

ما خصائص جذور النباتات التي  
تعيش في البيئة المائية؟

الشكل (٢٩-١): نبات مائي.



لماذا يكون الخشب مختزلاً في  
النباتات التي تعيش في الماء؟



الشكل (١-٣٠): ساق نبات مائي.

لا بُدَّ أنك توصلت إلى بعض أنماط تكيف النباتات للعيش في البيئة المائية، ومنها:

تتكون الأسطوانة الوعائية في ساق النبات المائي من حزمة واحدة من الخلايا يحيط بها طبقة المحيط الدائر. أما الخشب فهو مختزل بصورة كبيرة؛ لعدم حاجة النبات إلى نقل الماء بين أعضائه، فيظهر الخشب على هيئة قناة تحيط بها خلايا برنشيمية كبيرة الحجم.

تتصف جذور النباتات المائية باختزالها بنسبة كبيرة، وقلة فروعها، وخلوها من الشعيرات الجذرية، لماذا؟

### قضية للبحث

ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيٍّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن تحورات في النباتات التي تعيش في المناطق الباردة، ثم اكتب تقريراً عن ذلك، وناقشه مع زملائك في الصف.

## أسئلة الفصل

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) من وظائف النسيج الكولنشيبي الأساسية:

- أ - زيادة سُمك الساق والجذر.  
ب - تخزين الماء والغذاء.  
ج - الدعم والإسناد.  
د - إكساب الأوراق المرونة.

(٢) اسم الجزء في الزهرة الذي تتكون فيه البذور هو:

- أ - التويج.  
ب - السداة.  
ج - الكربلة.  
د - المبيض.

(٣) الثمرة هي:

- أ - بويضة ناضجة.  
ب - مبيض ناضج.  
ج - بويضة مخصبة.  
د - بذرة ناضجة.

(٤) الجزء المسؤول عن إنتاج حبوب اللقاح هو:

- أ - الخيط.  
ب - الميسم.  
ج - المتك.  
د - المبيض.

(٥) النسيج النباتي المسؤول عن نقل الماء والأملاح هو:

- أ - الخشب.  
ب - البشرة الداخلية.  
ج - اللحاء.  
د - القشرة.

(٦) الجزء الذي ينظم مرور الماء بين القشرة والخشب في الجذر هو:

- أ - شريط كاسبري.  
ب - المحيط الدائر.  
ج - البشرة الخارجية.  
د - اللحاء.

(٧) النسيج الذي يُكوّن معظم أجزاء النبات هو:

- أ - الأساسي.  
ب - البشرة.  
ج - الخشب.  
د - اللحاء.

(٨) الخلايا المسؤولة عن دعم النبات وإسناده بصورة أساسية هي الخلايا:

أ - الكولنشيمية.

ب - السكرنشيمية.

ج - البرنشيمية.

د - المولدة.

(٩) النسيج الذي ينقل العصارة الغذائية داخل النبات هو:

أ - الخشب.

ب - البشرة الداخلية.

ج - اللحاء.

د - القشرة.

(١٠) النسيج النباتي الذي تنشأ منه أنسجة النبات المختلفة هو:

أ - السكرنشيمي.

ب - الكولنشيمي.

ج - المولد.

د - البرنشيمي.

(١١) إحدى الخصائص الآتية تميز سوق نباتات ذوات الفلقتين من سوق نباتات ذوات الفلقة:

أ - وجود القشرة.

ب - وجود المحيط الدائر.

ج - تركيب البشرة الداخلية.

د - توزيع الحزم الوعائية.

(١٢) تنشأ الجذور الثانوية من:

أ - البشرة الداخلية.

ب - المحيط الدائر.

ج - القشرة.

د - الأسطوانة الوعائية.

٢ - فسر ما يأتي:

أ - تكثر الشعيرات الجذرية في جذور النباتات الصحراوية.

ب - يكون عدد الثغور في البشرة العليا للورقة أقل منها في البشرة السفلى.

٣ - لديك شريحة تمثل مقطعاً عرضياً في ساق نبات زهري مجهول، طُلب إليك معرفة تصنيفه

(نبات ذو فلقة/ نبات ذو فلقتين)، فما الأسس التي تعتمدها في تصنيفه؟

٤ - قارن بين النباتات التي تعيش في البيئة المائية والنباتات التي تعيش في البيئة الجافة من حيث الخصائص الموضحة في الجدول الآتي:

تفرع الجذور (كثير، قليل)	مكان الثغور (بشرة عليا، بشرة سفلى)	عدد الثغور (أكبر، أقل)	وجه المقارنة النباتات
			نباتات تعيش في البيئة المائية
			نباتات تعيش في البيئة الجافة

٥ - إذا دُقَّ مسمار في ساق شجرة على ارتفاع ١٥٠ سم عن سطح الأرض، هل يتغير ارتفاع المسمار بعد سنوات عدّة؟ فسر إجابتك.

٦ - قارن بين مقطع عرضي في جذر نبات ذي فلقة وآخر ذي فلتين في الجدول الآتي.

جذر نبات ذي فلتين	جذر نبات ذي فلقة	وجه المقارنة
		توزيع الحزم الوعائية
		تركيب البشرة الداخلية
		وجود النخاع

### عمليات حيوية في النباتات الزهرية

### Biological Processes in Flowering Plants

تقوم النباتات الزهرية بعمليات حيوية مختلفة، وهو ما يساعدها على النمو والاستمرار في البقاء، فما هذه العمليات؟ وما طرائق حدوثها؟ وكيف يمكن تنظيمها؟ ستمكن من الإجابة عن هذه الأسئلة وغيرها بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تبين آلية امتصاص الماء والأملاح ونقلهما في النباتات الزهرية.
- توضح آلية انتقال العصارة الغذائية في النباتات الزهرية.
- تتبّع مراحل عملية التكاثر الجنسي في النباتات الزهرية.
- تبحث في طرائق التكاثر اللاجنسي (الخضري) في النباتات الزهرية.
- توضح دور الهرمونات النباتية في تنظيم العمليات الحيوية في النباتات الزهرية.



#### امتصاص الماء والأملاح ونقلهما

أولا



#### ١ امتصاص الماء والأملاح عن طريق الجذور

لعلك شاهدت في أحد البرامج الوثائقية الغابات التي تنمو أشجارها إلى ارتفاعات شاهقة كما في الشكل (١-٣١)، فكيف يصل الماء إلى أعالي هذه الأشجار؟ وكيف تنتقل المواد الغذائية داخل أجزائها؟

الشكل (١-٣١): أشجار غابات

شاهقة الارتفاع.



الشكل (٣٢-١): شعيرة جذرية في بذر  
نبات نامية.

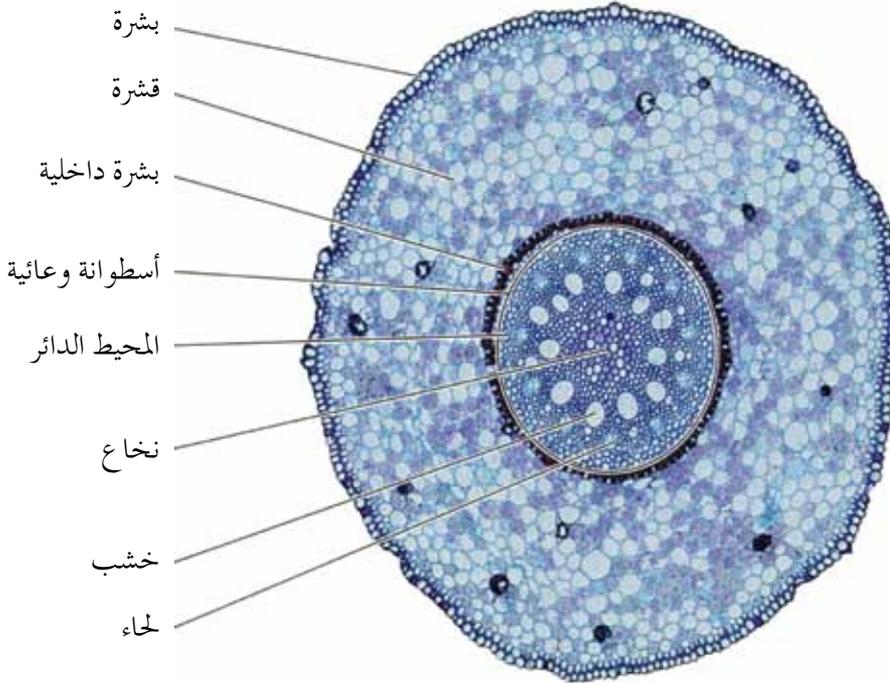
لاحظ الشكل (٣٢-١)، ثم حدّد التراكيب التي تزيد كفاءة الجذر لامتصاص الماء والأملاح من التربة؟

تُعرف الشعيرات الجذرية بأنها امتدادات لخلايا البشرة في الجذر تعمل على زيادة مساحة سطح الامتصاص، فينتقل الماء بوساطة الخاصية الأسموزية من محلول التربة ذي الضغط الأسموزي الأقل إلى الشعيرة الجذرية ذات الضغط الأسموزي الأعلى. أمّا الأملاح الذائبة فتنتقل بوساطة الانتشار المسهل، أو عمليات النقل النشط التي تستهلك جزيئات (ATP).

ينتقل الماء والأملاح الذائبة فيه من خلية إلى أخرى داخل الجذر إلى أن تصل الأسطوانة الوعائية، فكيف يحدث ذلك؟

## ٢ انتقال الماء والأملاح داخل الجذر

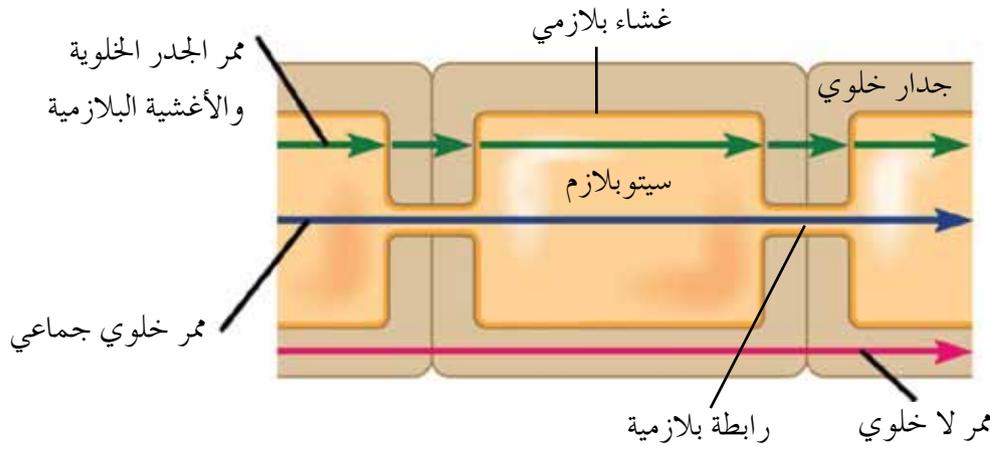
انظر الشكل (٣٣-١)، ثم أجب عن السؤال الذي يليه:



الشكل (٣٣-١): مقطع عرضي في جذر نبات زهري.

◀ ما الأجزاء التي يمرُّ بها الماء والأملاح من البشرة الخارجية إلى الأسطوانة الوعائية؟

ينتقل الماء والأملاح الذائبة فيه من خلايا البشرة الخارجية إلى القشرة فالبشرة الداخلية التي يميز جدرها الخلوية وجود شريط كاسبري، ثم إلى أوعية الخشب.  
فما الممرات التي يسلكها الماء والأملاح الذائبة فيه خلال طبقات الجذر؟ لاحظ الشكل (١-٣٤).



الشكل (١-٣٤): ممرات نقل الماء والأملاح الذائبة فيه بين الخلايا في الجذر.

توجد ثلاثة ممرات ينتقل فيها الماء والأملاح داخل الجذر، ويمكن للماء أن يغير المسار الذي يسلكه حسب الحاجة، وهذه الممرات هي:

أ - ممر الجدر الخلوية والأغشية البلازمية (Transmembrane route)  
ينتقل الماء والأملاح الذائبة فيه من خلية إلى أخرى عن طريق الجدر الخلوية والأغشية البلازمية للخلايا المتجاورة في البشرة والقشرة، مروراً بسيتوبلازم الخلايا.

ب - الممر الخلوي الجماعي (Symplast rout)  
ينتقل الماء والأملاح الذائبة فيه من خلية إلى أخرى مجاورة عن طريق الروابط البلازمية.

ج - الممر اللاخلوي (Apoplast rout)  
يمرّ الماء والأملاح الذائبة فيه عن طريق جدر الخلايا من دون أن يدخلها، وعندما يصل الماء إلى منطقة البشرة الداخلية يواجه طريقاً مغلقاً بسبب وجود شريط كاسبري، فيغير الماء طريقه من الممر اللاخلوي إلى الممر الخلوي الجماعي، مواصلاً طريقه إلى الأسطوانة الوعائية.

اعتمادًا على ما تعلمته سابقًا عن تركيب الجذر، ما الذي يمنع عودة الماء إلى خلايا القشرة أو التربة بعد دخوله إلى الأسطوانة الوعائية؟

والآن، كيف يواصل الماء طريقه إلى باقي أجزاء النبات بعد وصوله إلى الأسطوانة الوعائية؟

### ٣ انتقال الماء والأملاح من الجذور إلى أجزاء النبات المختلفة

ينتقل الماء إلى أجزاء النبات المختلفة، فما المسؤول عن ارتفاع الماء من الجذر إلى أعالي النبات؟

أ - الخاصية الشعرية

قد يرتفع الماء داخل أوعية الخشب مسافات قصيرة بوساطة الخاصية الشعرية (capillarity)، ولكنها لا تكفي وحدها لتفسير انتقال الماء داخل أجزاء النبات.

ب - الضغط الجذري

يشكل الماء الذي يدخل الأسطوانة الوعائية ضغطًا عندما يقل فقدان الماء من النبات ليلاً،

ويُعرف هذا الضغط باسم الضغط الجذري (root pressure).

يؤدي الضغط الجذري إلى حدوث عمليتي الإدماء والإدماع، فما الفرق بينهما؟

لتتعرف عملية الإدماء في النبات، نفذ النشاط (١-٥).

### النشاط (١ - ٥) الإدماء

المواد والأدوات اللازمة

ساق نبات عنب، مقص أشجار.

### الإجراءات

١- اقطع جميع أوراق النبات الموجودة على ساق العنب.

٢- قص ساق العنب من المنتصف باستخدام مقص الأشجار.

٣- انتظر مدة ساعة أو أكثر.

٤- دوّن ملاحظاتك عن الجزء المقطوع.

٥- كيف تفسر ما حدث؟

لا بُدَّ أنك لاحظت في النشاط (١-٥) خروج قطرات من الماء من جزء الساق المقطوع، ويعزى ذلك إلى قوة الضغط الجذري، وتسمى هذه الظاهرة الإدماء. هل سبق أن لاحظت خروج قطرات من الماء على حواف أوراق بعض النباتات في الصباح الباكر كما في الشكل (١-٣٥)؟



الشكل (١-٣٥): الإدماء في ورقة نبات.

تخرج قطرات ماء من بعض النباتات بسبب الضغط الجذري عن طريق فتحات خاصة على حواف الأوراق تسمى فتحات الإدماء، وتسمى هذه العملية الإدماء، وهي تحدث ليلاً عندما تكون الثغور مغلقة.

تأكدت الآن من وجود قوة الضغط الجذري. ولكن، هل تكفي هذه القوة لارتفاع الماء في النباتات مسافات عالية، وفي الأوقات جميعها؟ وما القوة الرئيسة التي تُسبب انتقال الماء إلى ارتفاعات عالية في النبات؟

### ج - قوة السحب الناتجة من النتح

يؤدي فقدان الماء من خلايا الورقة إلى انكماش الخلايا المحيطة بالثغور وانخفاض الضغط داخلها مقارنةً بالخلايا المجاورة، وهو ما يولّد قوة سحب تدفع الماء إلى الانتقال من الخلايا المجاورة إلى تلك التي فقدت الماء، فتحدث داخلها قوة شد كبيرة تسحب الماء من الجذور إلى الساق فالأوراق.

لاحظ الشكل (١-٣٦)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:



عملية النتح: خروج جزيئات  
بخار الماء من الثغور.

قوة التماسك بين جزيئات الماء  
لوجود الروابط الهيدروجينية  
فيما بينها، وقوة تلاصق جزيئات  
الماء مع أوعية الخشب.

امتصاص الماء والأملاح من  
التربة.

الشكل (١-٣٦): قوة السحب الناتجة من النتح.

- ◀ ما العوامل التي تبقي عمود الماء متصلاً داخل أوعية الخشب؟
- ◀ ما الذي يمكن الماء من الصعود إلى أعلى؟

تسهم عملية النتح في انتقال الماء إلى أعلى النبات، وتؤدي قوة التماسك بين جزيئاته الناتجة من وجود الروابط الهيدروجينية فيما بينها إلى تكوين عمود متصل داخل أوعية الخشب، إضافةً إلى وجود قوة تلاصق بين جزيئات الماء وأوعية الخشب، وهذا يساعد على انتقال الماء إلى أعلى النبات.

### قضية للبحث

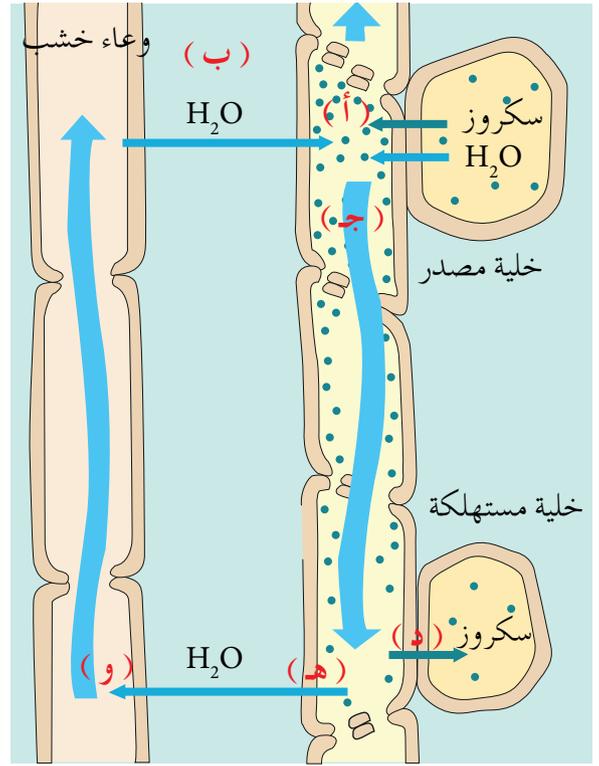
ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيٍّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن سبب تسمية قوة النتح بقوة السحب السالبة، ثم ناقش ما تتوصل إليه مع زملائك في الصف.

تعرفت كيفية امتصاص الماء والأملاح الذائبة فيه من التربة خلال الجذور إلى أعلى النبات، وستتعرف الآن كيف ينتقل الغذاء في النبات.

هل تقوم أعضاء النبات جميعها بإنتاج غذائه؟ وما المواد الناتجة من عملية البناء الضوئي؟  
ومن أين تحصل الأجزاء التي لا تقوم بالبناء الضوئي على غذائها؟ وما النسيج الذي ينقل الغذاء من  
أماكن تصنيعه إلى الأجزاء الأخرى؟

لاحظ الشكل (١ - ٣٧)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

- (أ) تحميل السكروز بالنقل النشط من خلية المصدر إلى الأنبوب الغربالي مما يؤدي إلى ازدياد الضغط الأسموزي فيه.
- (ب) انتقال الماء بالخاصية الأسموزية من أوعية الخشب و خلية المصدر إلى الأنبوب الغربالي.
- (ج) تولد ضغط في الأنبوب الغربالي يدفع محتوياته إلى الأعلى وإلى الأسفل.
- (د) التفريغ بالنقل النشط.
- (هـ) انتقال الماء بالخاصية الأسموزية من الأنبوب الغربالي إلى أوعية الخشب.
- (و) اندفاع الماء إلى الأعلى بسبب قوة السحب الناتجة من النتح.



الشكل (١-٣٧): آلية انتقال الغذاء الجاهز من المصدر إلى مواقع استهلاكه أو تخزينه في النبات.

- ◀ ماذا تسمى الخلية المنتجة للغذاء الجاهز مثل السكروز؟
- ◀ كيف ينتقل الغذاء الجاهز إلى داخل اللحاء؟
- ◀ ما سبب انتقال الماء من الخشب إلى الأنبوب الغربالي؟

تتكون العصارة الغذائية في النبات من السكروز، والأملاح المعدنية، والحموض الأمينية، والهرمونات النباتية. وهي تنتقل في اللحاء في الاتجاهات جميعها من المصدر (مواقع صنعه في النسيج المتوسط في الورقة) إلى مواقع استهلاكه في الأجزاء النباتية، مثل: البراعم، والجذور، أو إلى مواقع التخزين، مثل: الثمار. ومن الفرضيات التي تفسّر كيفية انتقال الغذاء الجاهز في اللحاء فرضية التدفق الناتج من الضغط.

يُحمّل السكر من خلايا الورقة (خلايا المصدر) إلى الأنابيب الغربالية في اللحاء المجاور بعملية نقل نشط، فيزداد الضغط الأسموزي، وهذا يؤدي إلى انتقال الماء إليها بالخاصية الأسموزية من أوعية الخشب، حيث يرتفع الضغط داخل الأنبوب الغربالي. أمّا في مناطق الاستهلاك فيحدث العكس؛ إذ يُفرّغ السكر من الأنابيب الغربالية إلى الخلايا المستهلكة، فيقل ضغطها الأسموزي، وينتقل فيها الماء إلى الأوعية الخشبية، ويرتفع إلى أعلى بسبب قوة السحب الناتجة من النتح، فيقل ضغطها الداخلي، وبذلك ينشأ فرق في الضغط في الأنابيب الغربالية بين منطقة المصدر ومنطقة الاستهلاك، وهذا الفرق في الضغط يدفع عصارة اللحاء إلى الانتقال من منطقة المصدر إلى مناطق الاستهلاك خلال هذه الأنابيب.

## سؤال

لخص عملية نقل الغذاء الجاهز في النباتات الزهرية، مُبيّنًا مكان حدوث عملية تحميل السكر وعملية تفرغها، وذلك برسم مخطط سهمي يوضح ذلك، ثم قارنه برسوم زملائك. بعد أن تعرّف طرائق انتقال الماء والأملاح والغذاء في النبات، ستعرّف في ما يأتي كيف تتكاثر النباتات الزهرية.

## التكاثر في النباتات الزهرية

ثالثًا

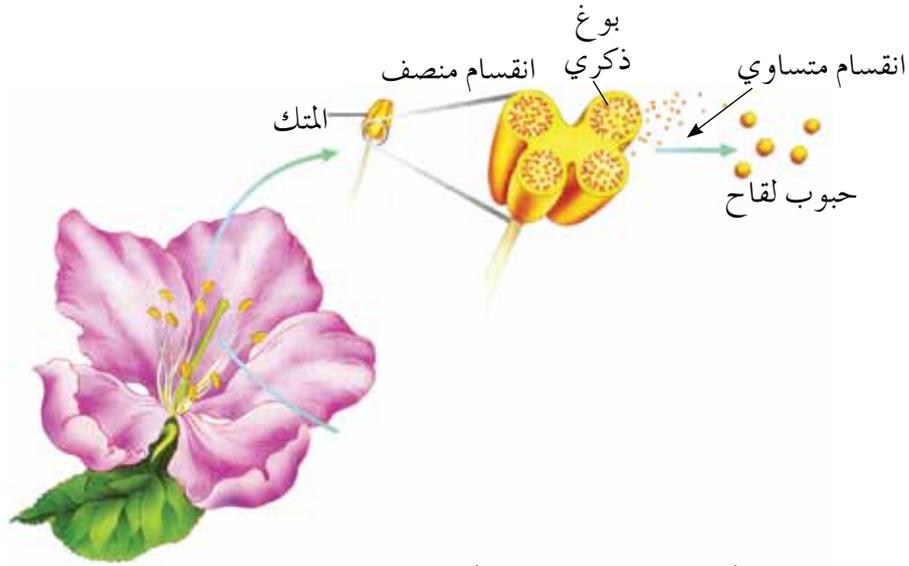
تتكاثر النباتات الزهرية بطريقتين، هما: التكاثر الجنسي، والتكاثر اللاجنسي، فكيف تحدث كلٌّ منهما؟

### ١ التكاثر الجنسي

تتكاثر النباتات الزهرية جنسيًا عن طريق الزهرة، وكنت قد درست تركيب الزهرة، وعلمت أن الأعضاء الذكرية فيها تنتج حبوب اللقاح، والأعضاء الأنثوية تنتج البويضات، فكيف تتكون كلٌّ من حبوب اللقاح والبويضات؟

#### أ - تكوين حبوب اللقاح

تتكون حبوب اللقاح (pollen grains) في متك الزهرة. لاحظ الشكل (١-٣٨)، ثم لخص مراحل تكوّن حبوب اللقاح.

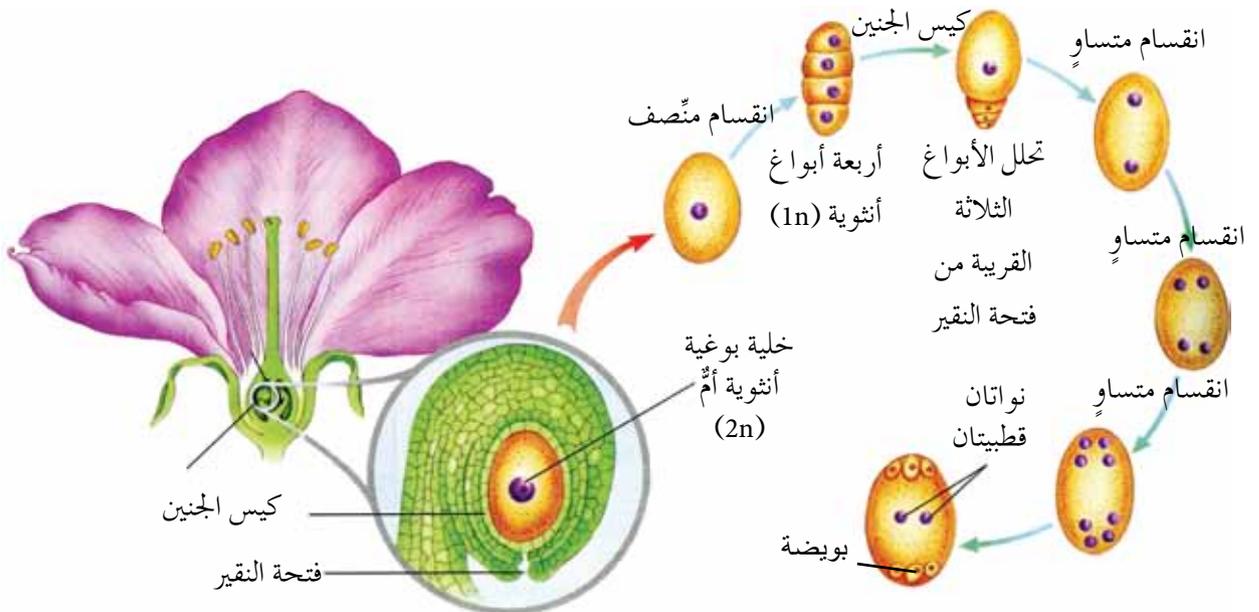


الشكل (١-٣٨): مراحل تكوّن حبوب اللقاح في متك زهرة.

يحتوي المتك على أكياس لقاح فيها خلايا بوجية ذكرية أم ثنائية المجموعة الكروموسومية ( $2n$ )، وتنقسم هذه الخلايا انقسامًا منصفًا ينتج منه أربعة أبواغ ذكرية أحادية المجموعة الكروموسومية ( $1n$ )، ينقسم كلٌّ منها انقسامًا متساويًا واحدًا، فينتج منه حبة لقاح تحتوي على خليتين: إحداهما مولدة ( $1n$ )، والأخرى أنبوية ( $1n$ ). وتحاط الخليتان معًا بجدار سميك يحتوي على عدد من ثقبوب الإنبات.

### ب- تكوين البويضات

كيف تحدث عملية تكوين البويضات (ovules) داخل المبيض؟ لاحظ الشكل (١-٣٩)، وتتبع مراحل تكوين البويضة في نبات زهري.



الشكل (١-٣٩): مراحل تكوّن البويضة في مبيض زهرة.

تنقسم الخلية البوغية الأنثوية الأم (2n) في كيس الجنين انقسامًا منصفًا لينجم عنه أربعة أبواغ أنثوية (1n)، يتحلل منها الأبواغ الثلاثة القريبة من فتحة النقيير، انظر الشكل (١-٣٩)، ويبقى البوغ المسمى البوغ الأنثوي. تنقسم نواة البوغ الأنثوي ثلاثة انقسامات متساوية من دون انقسام السيتوبلازم، فيصبح عدد النوى داخل كيس الجنين ثمانية، بحيث تتجه النويات نحو الأقطاب، وتترتب على هيئة ثلاثة نوى عند كل قطب، واثنين في الوسط يطلق عليهما اسم النواتين القطبيتين.

## سؤال

برأيك، ما سبب تسمية النواتين القطبيتين بهذا الاسم؟

### ج - التلقيح

يقصد به انتقال حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم، وهو نوعان:

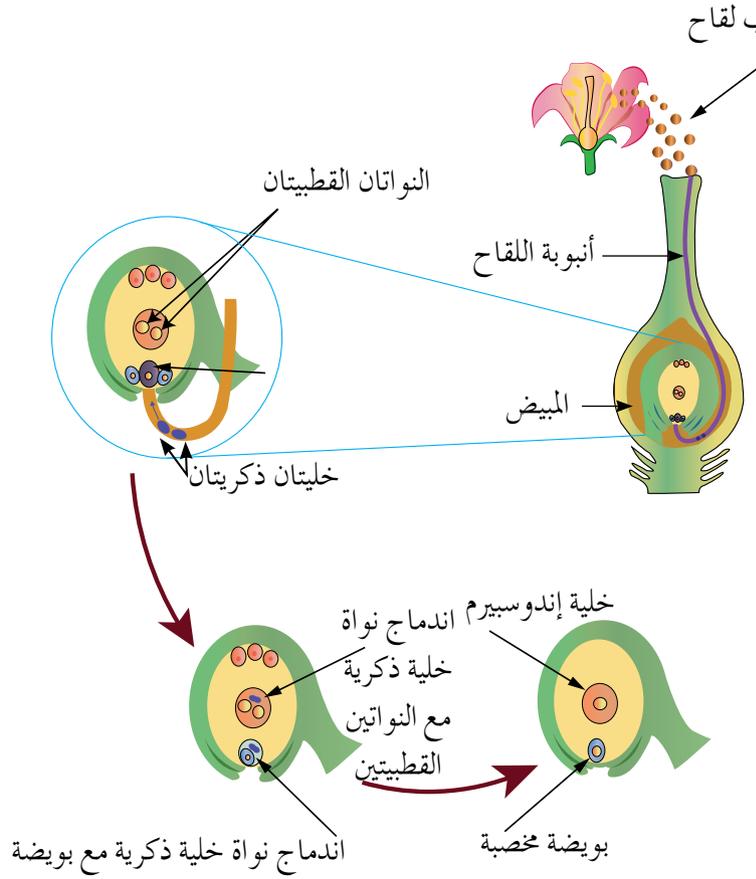
١ . تلقيح ذاتي (Self-pollination): وفيه تنتقل حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم الزهرة نفسها، أو ميسم زهرة أخرى على النبات نفسه، مثل التلقيح في كل من نباتي البندورة والبازلاء.

٢ . تلقيح خلطي (Cross-pollination): وفيه تنتقل حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم زهرة أخرى على نبات آخر من النوع نفسه، مثل التلقيح في كل من الخيار والبطيخ والكوسا.

بعد حدوث التلقيح، تحدث عملية الإخصاب، فكيف تتم هذه العملية؟

### د - الإخصاب

بعد وصول حبة اللقاح إلى الميسم تبدأ عملية الإخصاب (fertilization)؛ إذ تنمو أنبوبة اللقاح من الخلية الأنبوية، وتنقسم الخلية المولدة إلى خليتين ذكريتين، لاحظ الشكل (١-٤٠)، ثم تتبّع مراحل عملية الإخصاب.



الشكل (٤٠-١): تكوين أنبوبة اللقاح، وحدث الإخصاب الثنائي.

تنمو أنبوبة اللقاح حتى تصل إلى فتحة النقيير، وتدخل كيس الجنين، فيُفتح طرفه، وتنتقل الخليتان الذكريتان إلى داخل كيس الجنين، ثم تتحد إحدى نواتي الخليتين الذكريتين مع نواة البويضة -لاحظ مكان وجودها- في الشكل (٤٠-١)، فتنتج بويضة مخصبة ( $2n$ )، في حين تتحد نواة الخلية الذكرية الثانية مع النواتين

القطبيتين وسط كيس الجنين لإنتاج خلية إندوسبيرم ثلاثية المجموعة الكروموسومية ( $3n$ )، حيث يتم إخصاب البويضة وإخصاب النواتين القطبيتين في الوقت نفسه؛ لذا تسمى عملية الإخصاب هذه الإخصاب الثنائي (المضاعف) (**double fertilization**)؛ إذ تحدث في الوقت نفسه، ولا يوجد هذا الإخصاب إلا في النباتات الزهرية.

## سؤال

وضح الفرق بين عمليتي الإخصاب والتلقيح.

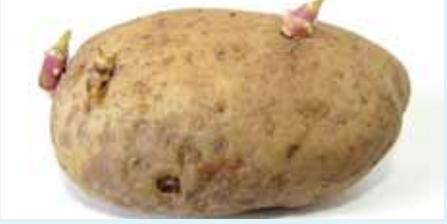
### قضية للبحث

تختلف وسائل تلقيح الأزهار وتعدد. ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أي من مصادر المعرفة المتوفرة عن صفات الأزهار التي تُلقح بواسطة الرياح، وتلك التي تُلقح بواسطة الحيوانات، ثم أعد عرضاً تقديمياً عن ذلك، واعرضه على زملائك في الصف بإشراف معلمك.

## ٢ التكاثر اللاجنسي (الخضري)

يحدث التكاثر اللاجنسي (الخضري) بواسطة أجزاء النبات المختلفة ما عدا الزهرة، مثل: الساق، أو الورقة، أو الجذر، وفيها يحافظ النبات على صفاته، فما طرائق التكاثر اللاجنسي؟ للإجابة عن هذا السؤال، انظر الجدول (٢-١).

الجدول (٢-١): بعض طرائق التكاثر الخضري.

الصورة التوضيحية	المثال	الوصف	طريقة التكاثر
	الفراولة.	ساق تنمو فوق سطح التربة، وتمتد أفقيًا، ويخرج من كل عقدة برعمًا يُكوّن ساقًا تنمو إلى الأعلى، وجذورًا تمتد نحو الأسفل.	الساق الجارية
	الزنجبيل، والنجيل، والنعنع.	ساق أرضية تنمو تحت سطح التربة، وتظهر عليها عقد وسلاميات، وتحمل عند العقد أوراقًا حرشفية تبدأ بالنمو، وينمو من العقد إلى الأسفل جذور عرضية.	الرايزومات
	البصل، والنرجس.	ساق قرصية تحمل قواعد الأوراق التي تكون لحمية سميكة خازنة للمواد الغذائية.	الأبصال
	البطاطا.	ساق أرضية منتفخة تخزن الغذاء داخلها.	الدرنات

	<p>النخيل، والموز.</p>	<p>ساق تنمو من البرعم السفلي لقاعدة الساق، مُكوّنةً نباتاً جديداً.</p>	<p>الفسائل</p>
	<p>الورد، والتين.</p>	<p>جزء من الساق يحمل برعمين فأكثر.</p>	<p>العقل</p>

### النشاط (١ - ٦) تطبيق التكاثر الخضري

استخدم طرائق التكاثر الخضري المختلفة في تكثير النباتات التي ستزرع عند إنشاء حديقتك المدرسية في مشروع نهاية الوحدة.

#### سؤال

- ما رأيك في العبارة الآتية: "لا تعد النباتات التي تتكاثر خضرياً من النباتات البذرية"؟ دعم إجابتك بأمثلة.
- لماذا لا تختلف صفات النبات الذي يتكاثر خضرياً عن صفات النبات الأصلي المستخدم في عملية التكاثر؟

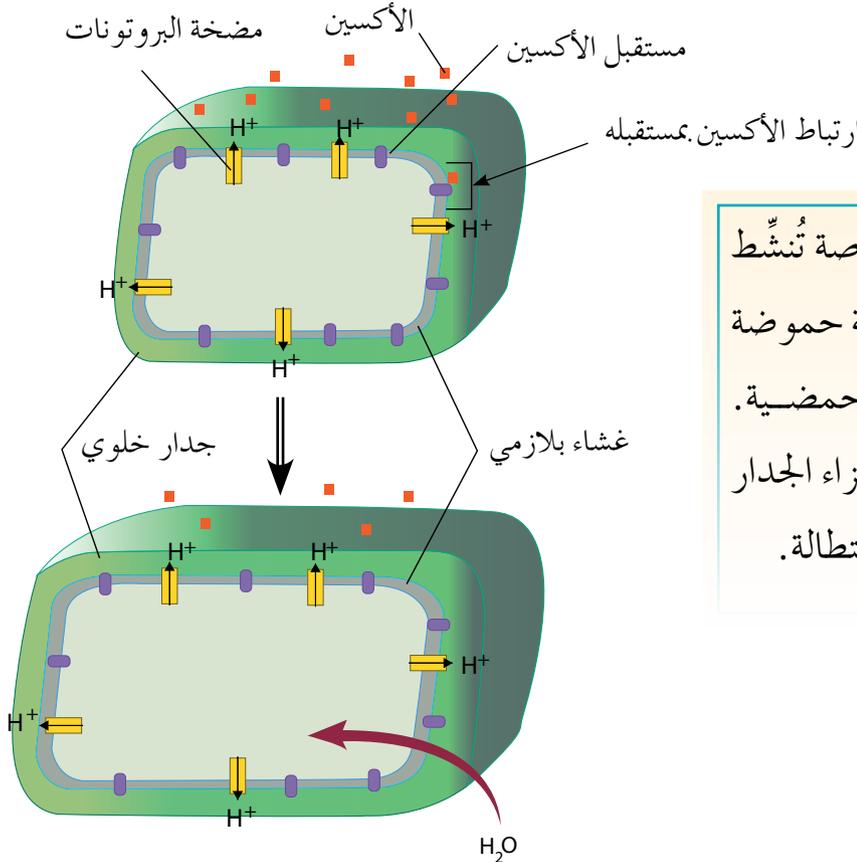
تقوم النباتات بأنشطة مختلفة خلال حياتها، مثل: النمو، والإزهار، وتساقط الأوراق. وينظم هذه الأنشطة عوامل داخلية وخارجية؛ فمن العوامل الخارجية الضوء والحرارة، ومن العوامل الداخلية الأساسية الهرمونات، فما الهرمونات النباتية الأساسية؟ وما وظائفها؟

الهرمونات النباتية هي مركبات عضوية تنتجها النباتات، وتحتاج إليها بكميات قليلة جداً لتنظيم عمليات حيوية أساسية فيها. توجد خمسة أنواع من الهرمونات النباتية، هي: الأكسينات، والجبريلينات، والسايكوكالينينات وحمض الأبسيسيك، والإثيلين، فما العمليات التي تنظمها هذه الهرمونات؟

### ١ الأكسينات

توجد مجموعة مواد من الأكسينات (auxins) تنتجها النباتات، ويُعدُّ إندول حمض الخليك Indoleacetic acid (IAA) أهمها. يُنتج الأكسين في القمم النامية، والأوراق حديثة التكوين، وأماكن النمو النشط مثل البراعم، ويُنقل بعملية نقل نشط في اتجاه واحد، فما العمليات التي ينظمها الأكسين؟

ينظم الأكسين عملية الاستطالة في الخلايا النباتية. لاحظ الشكل (١-٤١)، ثم بين كيف ينظم الأكسين هذه العملية.



يرتبط الأكسين بمستقبلات خاصة تُنشِّط مضخة البروتونات، فتتغير درجة حموضة الجدار الخلوي لتصبح أكثر حمضية. وتنشط إنزيمات تُفكِّك أجزاء الجدار الخلوي، فيصبح مرناً قابلاً للاستطالة.

الشكل (١-٤١): آلية عمل الأكسين لتنظيم الاستطالة في النبات.

ينظم الأكسين عمليات حيوية أخرى في النبات، مثل: تكوين الثمار، وتساقط الأوراق. وفي المقابل تُثبِّط الأكسينات نمو البراعم الجانبية، فينمو النبات عمودياً في ما يُعرف بسيادة القمة النامية.

## ٢ الجبريلينات

تتسبب مجموعة الجبريلينات (**gibberellins**) في استطالة الخلايا، وتخفز انقسامها، وتساهم مع الأكسينات في نمو البذور. تنتقل الجبريلينات في الأنسجة الوعائية. وقد لوحظ أن النباتات التي تفتقر إلى الجينات المسؤولة عن إنتاج الجبريلينات ولديها مستقبلات هذه الهرمونات تزداد طولاً عند إضافة الجبريلين إليها، انظر الشكل (١-٤٢).



(أ) نبتة مضاف إليها جبريلين وماء.  
(ب) نبتة مضاف إليها ماء فقط.

الشكل (١-٤٢): نباتات لا تحوي جينات لإنتاج الجبريلينات.

## ٣ السايٲوكاينينات

تُعرف السايٲوكاينينات (**Cytokinins**) بالهرمونات التي تحفز النمو، وتُنتج في الخلايا سريعة الانقسام، وتنتقل إلى الأجزاء الأخرى من النبات بواسطة الخشب. تشجع السايٲوكاينينات انقسام الخلايا بتحفيزها بناء البروتينات الضرورية للانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم. ولمّا كانت السايٲوكاينينات تزيد معدل النمو فإنها تضاف غالباً إلى الوسط الغذائي المستخدم في زراعة الأنسجة النباتية، فضلاً عن حفزها نمو البراعم الجانبية في النبات.

## ٤ حمض الأبسيسيك

يُعدُّ حمض الأبسيسيك (ABA) (Abscisic acid) من الهرمونات المثبطة للنمو، وهو ينتج في الأوراق الناضجة، ويُنقل إلى باقي أجزاء النبات. وفي حال ارتفع تركيز هذا الهرمون في نهاية فصل النمو، مقارنةً بهرموني الجبريلين والسايوكاينين، فإنه يحفز وقف الانقسام الخلوي في القمة النامية، وهو يساهم إسهامًا فاعلاً في إغلاق ثغور النبات عند نقص الماء، ويحفز دخول البذور مرحلة السكون.

## ٥ الإثيلين

الإثيلين (ethylene) هو الهرمون الوحيد الذي يكون في الحالة الغازية، ويوجد في الثمار الناضجة والأوراق والأزهار المتساقطة. ونظرًا إلى حالته الغازية؛ فإنه ينتشر بين الخلايا، وينتقل خلال اللحاء. يُؤثر الإثيلين في الثمار في أثناء مرحلة النضج، ويجعل جدران خلاياها ضعيفة، ويُحلل الكربوهيدرات فيها إلى سكريات بسيطة. ولما كانت الثمار الناضجة معرضة للإصابة بالكدمات في أثناء الشحن، فإن المزارعين غالبًا يشحنون ثمارهم قبل نضجها، وما إن تصل وجهتها حتى يعالجوها بالإثيلين، مما يسرع في نضجها.

## سؤال

ما الهرمون الذي ستضيفه في كلٍّ من الحالات الآتية:

- إنبات بذور خس كامنة.
- تشجيع النمو الجانبي لنباتات مزرعتك؛ لتسهيل جني المحصول، وتوفير أجور شراء سلالم في موسم القطاف.

## تأمل

تستخدم الهرمونات النباتية في الزراعة لزيادة الإنتاج النباتي، وتحسين جودة الثمار. برأيك، ما الضوابط التي يتعيّن على المزارعين الالتزام بها عند إضافة الهرمونات النباتية إلى مزرعاتهم؟

## أسئلة الفصل

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) تُعدُّ درنة البطاطا مثلاً على:

أ - الساق. ب- الساق الجارية.

ج- الثمرة. د - الجذر.

(٢) يحدث الإدماع في:

أ - النهار. ب- الليل.

ج- أي وقت من اليوم. د - حالات الجفاف.

(٣) يُغيَّر الماء المنقولُ عبر الممر اللاخوي طريقه عندما يصل إلى البشرة الداخلية بسبب

وجود:

أ - الجدر الخلوية. ب- الروابط البلازمية.

ج- الأغشية البلازمية. د - شريط كاسبري.

(٤) يُنقل السكروز من الأنابيب الغربالية إلى مواقع التخزين عن طريق:

أ - الخاصية الأسموزية. ب- الخاصية الشعرية.

ج- النقل النشط. د - الانتشار البسيط.

(٥) الهرمون الذي يعمل على وقف نمو القمة النامية هو:

أ - الأكسين. ب- الجبريلين.

ج- حمض الأبسيسيك. د - الإيثلين.

(٦) الهرمون الذي ينظم عملية تكوُّن الثمار هو:

أ - الإيثلين. ب- السايٲوكاينين.

ج- حمض الأبسيسيك. د - الأكسين.

(٧) الجزء المسؤول عن تكوين البويضات في الزهرة هو:

أ - المبيض. ب- المتك.

ج- الميسم. د - الخيط.

٢ - فسر ما يأتي:

أ - يغمس طرف العقلة المستخدمة في التكاثر الخضري قبل زراعتها في هرمون الأكسين بتركيز مناسب.

ب- يموت النبات إذا تكوّنت فقائيع هوائية داخل أوعية الخشب.

ج- ينتقل الماء من أوعية الخشب إلى الأنابيب الغربالية في أثناء نقل الغذاء.

د - يكون عمود الماء متصلاً داخل أوعية الخشب.

٣ - قارن بين كلِّ مما يأتي:

أ - الأكسين والسايبتوكاينين من حيث تأثير كلِّ منهما في نمو البراعم الجانبية.

ب- الممر الخلوي الجماعي والممر اللاخلوي من حيث طريقة نقل الماء والأملاح داخل الجذر.

ج- قوة الضغط الجذري وقوة السحب الناتجة من النتح من حيث فاعلية كلِّ منهما في نقل الماء.

٤ - ما طريقة التكاثر الخضري في كلِّ من النباتات الآتية:

البصل، النرجس، العنب، التين، الموز، البطاطا، السوسن، الفراولة.

### النباتات الزهرية في الأردن Flowering Plants in Jordan

تؤدي النباتات الزهرية دورًا حيويًا مهمًا في حياتنا؛ إذ تعد من مصادر الغذاء الرئيس للإنسان، وتسهم في صناعة دوائه وكسائه، غير أنها تتعرض لمشكلات عدّة تهدد أنواعًا منها بالانقراض، فما تأثير انقراض أنواع من النباتات الزهرية في الكائنات الحية الأخرى، وفي البيئة؟ وما الوسائل التي تضمن بقاءها واستمرارها؟ ستمكن من الإجابة عن هذين السؤالين وغيرهما بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تستقصي التنوع الحيوي للنباتات الزهرية في البيئة المحلية، وتقترح حلولًا مناسبة لمشكلاتها.
- تبحث في الأهمية الاقتصادية للنباتات الزهرية في الصناعات الغذائية والصناعات الطبية.
- تبحث في بعض الأمراض التي تصيب النباتات الزهرية في الأردن، وطرائق الوقاية منها.
- تستخلص الآثار الاقتصادية الناجمة عن الأمراض التي تصيب النباتات الزهرية.
- تتبنى مواقف إيجابية في ما يخص المحافظة على النباتات في البيئة المحلية لحمايتها، وتعبّر عنها بالطرائق المناسبة.

#### التنوع الحيوي للنباتات الزهرية في الأردن

أولا



يمتاز الأردن بتنوع حيوي نباتي كبير نظرًا إلى ما يحظى به من تنوع بيئي؛ إذ يصل عدد النباتات الوعائية إلى نحو (٢٥٠٠) نوع، منها (١٠٠) نوع مستوطن، و(٣٤٩) نوعًا نادرًا، و(٧٦) نوعًا مهددًا بالانقراض. وبالرغم من أن النباتات تُبثّل جزئيًا أساسيًا من النظام البيئي المتوازن إلا أن هناك مجموعة من العوامل تؤثر فيه، انظر الشكل (١-٤٣).

الشكل (١-٤٣): نباتات مختلفة.

قد يتبادر إلى ذهنك السؤالان الآتيان: ما مفهوم التنوع الحيوي؟ وما العوامل التي ساعدت على وجوده في الأردن؟

يُعدُّ التنوع الحيوي ثروة الحياة على الأرض التي تحوي ملايين الأنواع من النباتات والحيوانات والأحياء الدقيقة والجينات التي تدخل في تراكيبتها الوراثية لتكوين البيئة الحية. وقد خلق الله الأرض وما عليها من كائنات بتوازن بين مكوناتها، لكن عبث الإنسان بهذه المكونات أدى إلى اختلال توازنها. أمَّا العوامل التي تُؤثِّر في التنوع الحيوي فأهمها: التغير المناخي، واستغلال الغابات، والرعي الجائر، واستخدام المبيدات الحشرية بطريقة عشوائية. وستعرِّف لاحقاً أهم المشكلات التي تهدد التنوع الحيوي.

### قضية للبحث

ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيٍّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن التغير المناخي الذي تعرَّض له الأردن في السنوات المئة الأخيرة، وأثر ذلك في التنوع الحيوي. نَظِّم نتائج بحثك في تقرير، ثم ناقشه مع زملائك في الصف.

### تأمَّل

اقترح طريقة مناسبة لتوعية مجتمعك بأهمية التنوع الحيوي وزيادة أعداد النباتات في بيئتك، ثم أعدَّ نشرة تثقيفية عن ذلك وناقشها مع معلمك وزملائك، ثم اقرأها في الإذاعة المدرسية، أو وزعها على طلبة مدرستك.

### أهمية النباتات الزهرية

### ثانياً

تستخدم النباتات الزهرية في حياتنا اليومية بصورة كبيرة شأنها في ذلك شأن غيرها من النباتات، ويعد القمح والشعير والأرز والذرة من النباتات الزهرية التي تدخل في غذاء الشعوب. أمَّا في مجال الطب وعلم الأدوية فإن الكثير من النباتات الزهرية تُستخدم في علاج بعض الأمراض لاحتوائها على مركبات مهمة، ويبين الجدول (١-٣) أصناف النباتات، وأهميتها، وبعض أماكن وجودها في بلدنا الحبيب.

الجدول (٣-١): بعض أصناف النباتات، وأهميتها، وأمثلة على أماكن وجودها في الأردن.

الصف	الأهمية	بعض أماكن وجودها
القمح	غذاء أساسي يزود الجسم بالبروتين.	إربد، ومأدبا، والكرك.
الحمضيات	تزويد الجسم بفيتامين (ج).	الأغوار.
الزيتون	مصدر للطاقة غني بالحموض الدهنية.	إربد، والمفرق، والبلقاء، وجرش، وعجلون.
الخضراوات	تزويد الجسم بالفيتامينات، والأملاح المعدنية.	إربد، ومأدبا، والكرك، والمفرق.

يوجد في الأردن أيضاً نباتات برية يُستخدم بعضها بوصفها نباتات طبية، ويبين الجدول (٤-١) بعضاً منها.

الجدول (٤-١): بعض أصناف النباتات البرية، وأهميتها، وأمثلة على أماكن وجودها.

الصف	الأهمية	بعض أماكن وجودها
الزعر	المساهمة في علاج أمراض الجهاز التنفسي، وتقوية جهاز المناعة.	إربد، ومأدبا، والكرك.
البابونج	المساهمة في علاج أمراض الجهاز الهضمي، واستخدامه مضاداً للأكسدة.	إربد، والأغوار.
النعناع	المساهمة في علاج المغص، وتخفيف آلام الصداع.	إربد، ومأدبا، والكرك، والمفرق.

يشتهر الأردن بزراعة أشجار الزيتون التي يمكن الاستفادة منها في مجالات عدّة. لتعرّف ذلك، نفذ النشاط (٧-١).

### النشاط (٧ - ١) زيارة معصرة زيتون

المواد والأدوات اللازمة

قلم، ورقة.

#### الإجراءات

- ١- زُر معصرة زيتون بعد نهاية موسم عصر الزيتون.
  - ٢- اطلب من إدارة المعصرة بيانات عن كمية كلٍّ من: الزيتون الواردة إلى المعصرة، والزيت، والجفت الناتج، والجفت المستخدم في إنتاج الطاقة.
- ملحوظة: نَظِّم البيانات التي حصلت عليها في جدول، ثم ناقشه مع زملائك.

انتشرت في الآونة الأخيرة (في وسائل الإعلام المختلفة عامة، والفضائيات بوجه خاص) ظاهرة الاستعانة بالطب البديل والتداوي بالنباتات الطبية فقط اعتماداً على الخبرة والتجربة. هل تؤيد مثل هذا التوجه أم ترفضه؟ ناقش ذلك مع زملائك، مُبيِّناً الأدلة التي اعتمدت عليها.

### قضية للبحث

ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن فوائد نباتات زهرية أخرى، مثل: القطن، والكتان، والنخيل، ثم نَظِّم تقريراً عن ذلك، وناقشه مع زملائك في الصف.

تتعرّض النباتات الزهرية لمشكلات بيئية مختلفة، ولعدد من الأمراض التي تُؤثّر فيها، والتي قد تُسبّب انقراض بعضها، فما أبرز الأمراض التي تصيب النباتات الزهرية في الأردن؟

### الأمراض التي تصيب النباتات الزهرية

ثالثاً

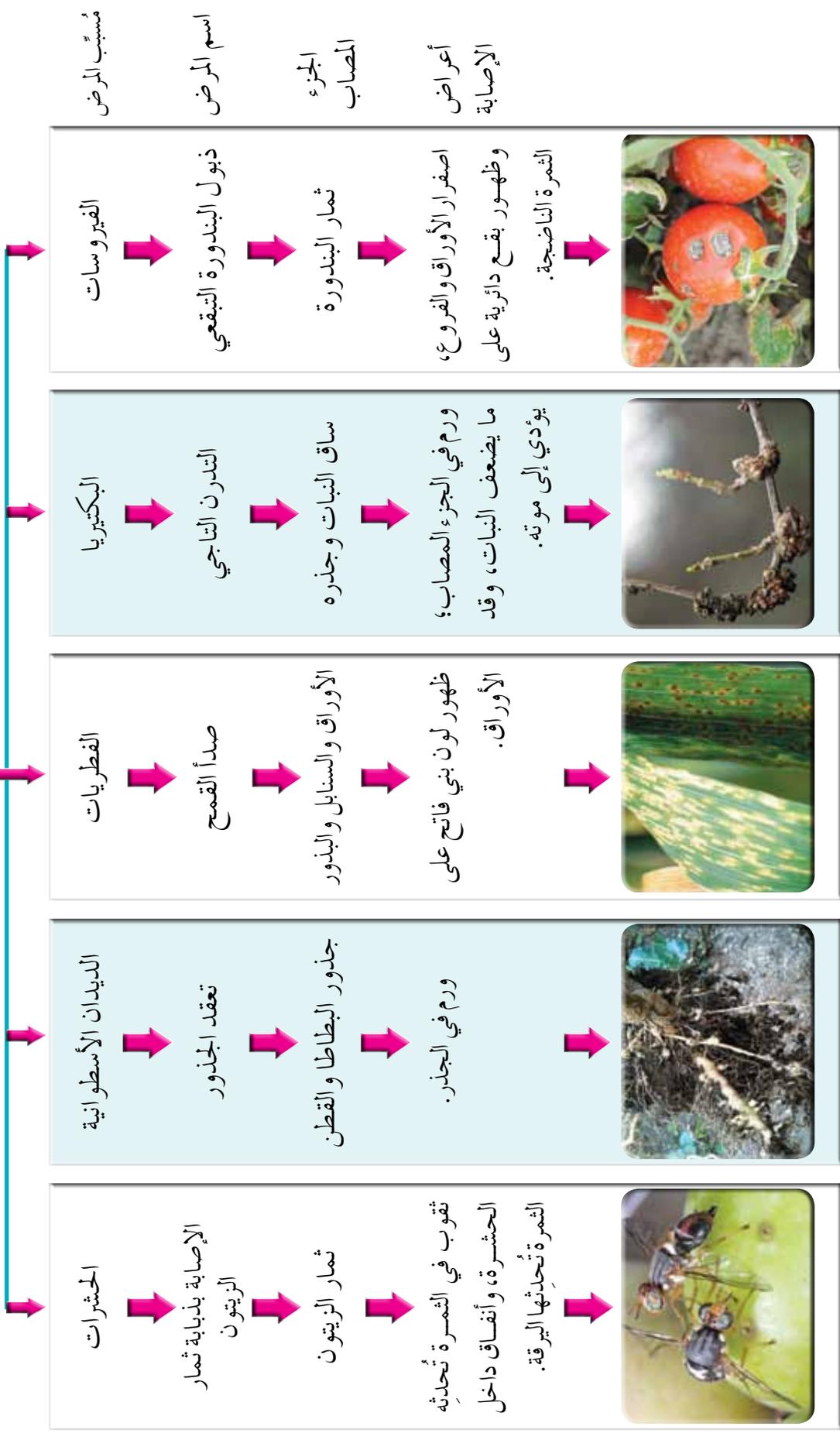


تصاب النباتات الزهرية بمجموعة من الأمراض التي تُسببها الفيروسات، أو البكتيريا، أو الفطريات، أو الديدان، أو الحشرات. ومن أهم هذه الأمراض في الأردن مرض ذبابة ثمار الزيتون الذي يُلحق أضراراً كبيرةً بأشجار الزيتون، انظر الشكل (٤٤-١)، علماً بأن مساحات الأراضي المزروعة بالزيتون تبلغ نحو (١,٣) مليون دونم بحسب إحصاءات وزارة الزراعة لعام ٢٠١٤م، وتمثّل هذه المساحة ما نسبته (٧٦) في المئة من الأراضي المزروعة بالأشجار المثمرة، و(٣٤) في المئة من كامل المساحة المزروعة في الأردن.

الشكل (٤٤-١): شجرة زيتون مصابة.

فما أبرز هذه الأمراض؟ وكيف يمكن القضاء عليها أو الحد منها؟ انظر الشكل (٤٥-١) الذي يوضح بعض الأمراض التي تصيب النباتات الزهرية.

## أمراض النبات



الشكل (١-٤٥): بعض الأمراض التي تصيب النباتات الزهرية.

## قضية للبحث

ابحث في الأمراض التي تصيب النباتات الزهرية في الأردن، وأعراضها، والخسائر الناجمة عنها باستخدام محرك بحث مناسب، أو بالرجوع إلى وزارة الزراعة، أو موقعها على الشبكة المعلوماتية، ثم نَظِّم نتائج بحثك في جدول، وناقشه مع زملائك في الصف.

## تأمل

اقترح طريقة مناسبة لتوعية مجتمعك بمخاطر الإصابة بذبابة ثمار الزيتون، وكيفية الوقاية من الإصابة بها، واعمل على تنفيذها بالتعاون مع زملائك بعد مناقشتها في الصف.

## أسئلة الفصل

١- لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) ينتج مرض ذبول البندورة التبععي من:

أ - فيروس. ب- بكتيريا.

ج- فطريات. د - حشرات.

(٢) الطور المسؤول عن حفر الأنفاق في الثمار المصابة بذبابة ثمار الزيتون هو:

أ - الحشرة. ب- البيضة.

ج- العذراء. د - اليرقة.

(٣) مُسبَّب مرض تعقد الجذور هو:

أ - الديدان الأسطوانية. ب- البكتيريا.

ج- الفطريات. د - الحشرات.

(٤) من أعراض الإصابة بمرض التدرن التاجي:

أ - اصفرار الأوراق. ب- ورم في الجزء المصاب.

ج- بقع حمراء على الورق. د - بقع غير دكناء على الورق.

(٥) الأجزاء التي تصاب بمرض صدأ القمح هي:

أ - السيقان. ب- الأزهار.

ج- الجذور. د - الأوراق والسنابل.

٢- يملك أحد المزارعين مزرعة زيتون أصيبت بعض ثمارها بذبابة ثمار الزيتون مما سبب سقوط

الثمار على الأرض قبل نضجها. برأيك، ما أثر ذلك في إنتاجية المزرعة من الثمار وزيت

الزيتون؟ وبماذا تنصح المزارع؟

### إنشاء حديقة في المدرسة

#### الإجراءات

ستعمل بالتعاون مع زملائك في الصف، وبمساعدة معلم العلوم الحياتية في المدرسة، على إنشاء حديقة في المدرسة. ولتنفيذ ذلك، نقترح عليك إنشاء فرق عمل، لكلٍّ منها مهام محددة.

#### الفريق رقم (١): اختيار قطعة الأرض.

- ١- التعاون مع معلم العلوم الحياتية لاختيار قطعة الأرض المناسبة.
- ٢- تحديد المساحة المطلوبة لإنشاء الحديقة.
- ٣- تجهيز الأرض.

#### الفريق رقم (٢): اختيار الأدوات اللازمة لعمل الحديقة.

- ١- التعاون مع معلم التربية المهنية لتحديد الأدوات اللازمة لإنشاء الحديقة.
- ٢- تجهيز الأرض للزراعة، وتنظيفها، وتقسيمها.

#### الفريق رقم (٣): اختيار أنواع النباتات المناسبة لزراعتها في الحديقة.

- ١- التعاون مع معلم العلوم الحياتية لاختيار أنواع النباتات المناسبة للزراعة.
- ٢- الذهاب إلى المشاتل أو مديرية الزراعة القريبة لاختيار أنواع النباتات المناسب زراعتها في الحديقة.

#### الفريق رقم (٤): زراعة الحديقة.

- ١- زراعة النباتات، والعناية بها، ورئها.
- ٢- وضع خطة للمحافظة على ديمومة الحديقة وبقائها.
- ٣- دعوة أحد شخصيات المجتمع المحلي إلى افتتاح الحديقة المدرسية.

## أسئلة الوحدة

- ١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:
- (١) التركيب الذي يُنظَّم مرور الماء من الجذر إلى الأنسجة الوعائية هو:
- أ - المحيط الدائر.      ب - شريط كاسبري.  
ج - النخاع.      د - البشرة.
- (٢) من الأعراض التي تظهر على النبات المصاب بذبابة ثمار الزيتون:
- أ - البقع الدكناء اللون.      ب - اصفرار الورقة.  
ج - ذبول الزهرة.      د - حدوث ثقب في الثمرة.
- (٣) ينتج مرض صدأ القمح من إصابة النبات بـ:
- أ - الفيروسات.      ب - الحشرات.  
ج - الفطريات.      د - الديدان.
- (٤) النسيج المسؤول عن انقسام الخلايا في القمم النامية للجذور والسيقان هو:
- أ - النسيج الأساسي.      ب - النسيج الوعائي.  
ج - نسيج البشرة.      د - النسيج المولّد.
- (٥) توجد الثغور في النباتات الطافية على:
- أ - البشرة العلوية.      ب - البشرة السفلية.  
ج - البشرة العلوية والسفلية.      د - طبقة الكيوتيكل.
- (٦) من مزايا النباتات الزهرية التي تختص بها دون غيرها من النباتات:
- أ - تكوين حبوب اللقاح.  
ب - تكوين جاميتات أحادية المجموعة الكروموسومية (1n).  
ج - حدوث الإخصاب الثنائي.  
د - تكوين جاميتات ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).

(٧) الهرمون الذي يسهم في تحمّل النبات للجفاف هو:

- أ - حمض الأبسيسيك.      ب- الجبريلين.  
ج- الأكسين.      د - السايوكاينين.

(٨) الهرمون الذي يساهم في سيادة القمة النامية في النبات هو:

- أ - السايوكاينين.      ب- الأكسين.  
ج- الجبريلين.      د - حمض الأبسيسيك.

(٩) يتكاثر النجيل خضريًا عن طريق:

- أ - الساق الجارية.      ب- الريزومات.  
ج- العُقل.      د - الفسائل.

٢- فسر ما يأتي:

أ - يُسبّب وجود هرمون الإيثيلين حلاوة الثمار.

ب- يختلف لون سطحي الورقة بعضهما عن بعض.

ج- توجد قوة تماسك بين جزيئات الماء مع بعضها بعضًا.

٣- وضح أوجه الشبه والاختلاف في التركيب التشريحي بين ساق نبات ذي فلقة وساق نبات ذي فلتتين، نظم إجابتك في جدول.

٤- تعيش النباتات الطافية على سطح الماء. برأيك، هل ستكون طبقة الكيوتيكل أكثر سُمكًا على سطح الورقة السفلي أم سطحها العلوي؟ فسر إجابتك.

٥- ما الأسباب التي تسمح للنباتات الطافية بالطفو فوق سطح الماء؟

٦- لاحظ مُزارع عند تحضير عُقل نبات عنب لزرعتها خروج قطرات من الماء عند الأجزاء المقطوعة من هذه العُقل، فسر سبب ذلك.

٧- وضح آلية عمل الأكسين في استطالة الخلايا النباتية.

٨- وضح عملية تكوين حبوب اللقاح في متك زهرة نبات زهري.

٩- في حديقة منزلك نبتة ورد جوري تتميز أزهارها بلون جميل ورائحة زكية، إذا أردت تكثيرها، فكيف يمكنك ذلك؟

١٠- لديك شريحتان غير موسومتين تُمثّل إحداهما مقطعًا عرضيًا في ساق نبات الإلوديا المائي (Elodea)، وتُمثّل الأخرى مقطعًا عرضيًا في ساق نبات الخبيزة (Geranium)، فكيف تُميّز بينهما؟

## الوحدة الثانية

### اللافقاريات

قال الله تعالى: ﴿مَثَلُ الَّذِينَ اتَّخَذُوا مِنْ دُونِ اللَّهِ أَوْلِيَاءَ كَمَثَلِ الْعَنْكَبُوتِ اتَّخَذَتْ بَيْتًا وَإِنَّ أَوْهَنَ الْبُيُوتِ لَبَيْتُ الْعَنْكَبُوتِ﴾.  
(سورة العنكبوت، الآية ٤١).



كيف تصنف اللافقاريات؟ وما أبرز خصائصها؟ وما أهميتها الحياتية؟

### أسس تصنيف الحيوانات

#### Bases of animals classification

تتباين الحيوانات في خصائصها التركيبية وفي صفاتها الشكلية؛ فمنها البسيط التركيب الصغير الحجم، ومنها المعقد التركيب الكبير الحجم، وبينهما تدرج في ذلك. وقد بذل العلماء جهودًا كبيرةً لتصنيف الحيوانات، فما الأسس التي اعتمدوا عليها؟ ستتمكن من الإجابة عن هذين السؤالين وغيرهما بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

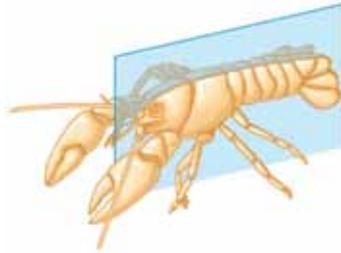
- تتعرف أسس تصنيف الحيوانات.
- تصنف الحيوانات وفق الأسس التصنيفية المعتمدة.

يتناول هذا الفصل أسس تصنيف الحيوانات، والقبائل التي تتبعها من الأبسط إلى الأعقد تركيبًا، وفق خصائص أجسامها، وطبيعة نموها الجنيني.

#### تماثل الجسم

#### أولا

لتتعرف أنواع تماثل الجسم (body symmetry) في الحيوانات، لاحظ الشكل (١-٢).



(ب) جراد البحر.



(أ) شقائق النعمان البحرية.

الشكل (١-٢): نوعا التماثل في أجسام بعض الحيوانات.

يرتبط التماثل بشكل أجسام الحيوانات، ويُحدّد نوع التماثل بوضع مستوى وهمي يقسم أجسام الحيوانات إلى جزأين متشابهين على جانبي المستوى؛ فبعض الحيوانات ليس لها شكل منتظم، فتكون عديمة التماثل مثل بعض أنواع الإسفنج. أمّا الحيوانات ذات الشكل المنتظم فتترتب

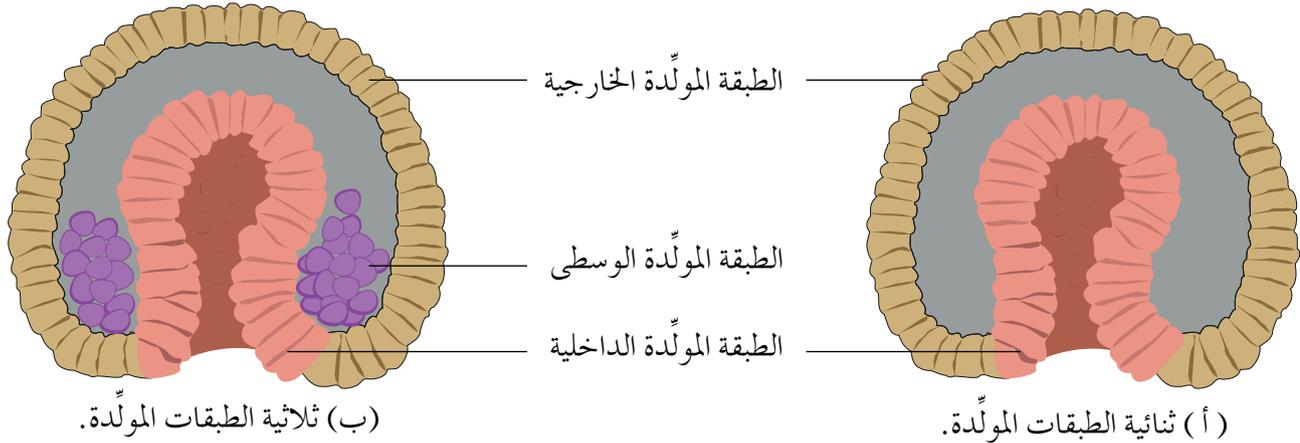
أجسام بعضها بشكل دائري حول أكثر من مستوى فيكون التماثل شعاعياً، وبعضها الآخر يقسم المستوى الوهمي أجسامها إلى نصفين متماثلين فتكون جانبية التماثل.

◀ حدّد نوع التماثل في كلٍّ من الحيوانين الظاهرين في الشكل (٢-١).

◀ ما نوع التماثل في جسمك؟

## ثانياً الطبقات المولّدة للجسم

لتعرّف الطبقات المولّدة (body germ layers) لأجسام الحيوانات أثناء نموها في المراحل الجنينية، لاحظ الشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢): الطبقات المولّدة لأجسام الحيوانات في المراحل الجنينية.

تظهر الطبقات المولّدة لأجسام الحيوانات أثناء نموها في المراحل الجنينية؛ فبعض الحيوانات ثنائية الطبقات المولّدة تتكون أجنحتها من طبقتين مولّدتين، هما: الطبقة المولّدة الخارجية، والطبقة المولّدة الداخلية، مثل حيوانات قبيلة الالاسعات التي ستتعرفها لاحقاً، ومن أمثلتها الهيدرا وشقائق النعمان البحرية. أما الحيوانات ثلاثية الطبقات المولّدة فتتكون أجنحتها من ثلاث طبقات؛ إحداها الطبقة المولّدة الوسطى، ومن الأمثلة على هذه الحيوانات الديدان.

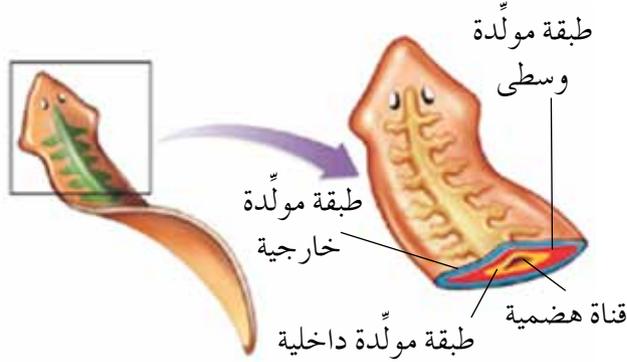
## سؤال

أيّ الأجنّة الحيوانية في الشكل (٢-٢) تتوقع أن يكون أكثر تعقيداً في تركيبه؟ لماذا؟

### قضية للبحث

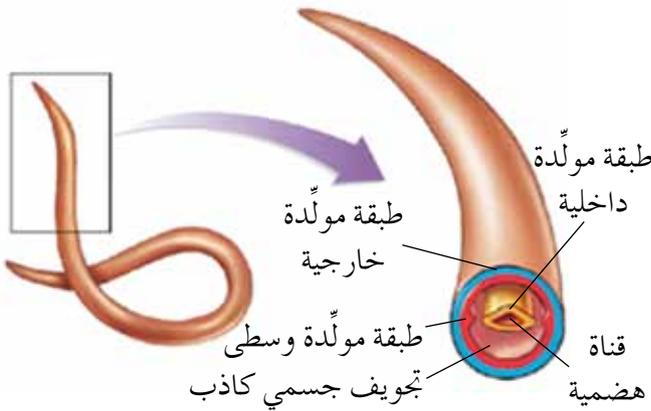
ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن الأنسجة والأعضاء التي تنشأ من كل طبقة مولّدة، ثم أعدّ عرضاً تقديمياً عن ذلك، واعرضه أمام زملائك في الصف بإشراف معلمك.

التجويف الجسمي (body cavity) هو تجويف داخل الجسم يعطي حيزاً للنمو الأعضاء الداخلية. تصنف الحيوانات ثلاثية الطبقات المولدة في ثلاث مجموعات تبعاً لوجود التجويف الجسمي ونوعه:



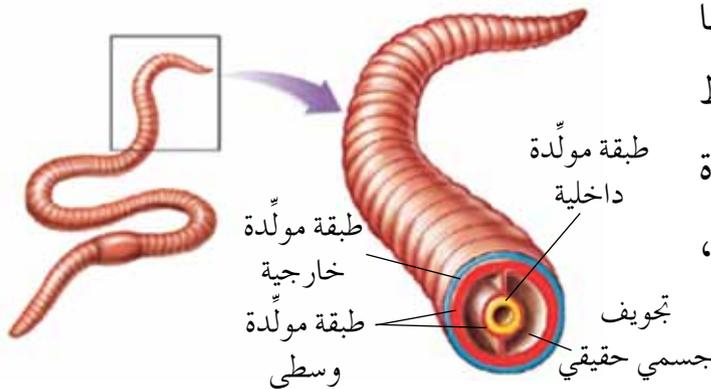
(أ) حيوان عديم التجويف الجسمي (دودة البلاناريا).

١ - حيوانات عديمة التجويف الجسمي: وفيها تُكوّن الطبقة المولدة الوسطى نسيجاً يملأ الحيز الداخلي كله، فلا يوجد أيّ تجويف داخلي، انظر الشكل (٢-٣/أ)، ومن أمثلتها دودة البلاناريا.



(ب) حيوان كاذب التجويف الجسمي (دودة الأسكارس).

٢ - حيوانات كاذبة التجويف الجسمي: هي حيوانات يظهر فيها تجويف جسمي، لكنه لا يكون محاطاً من الجهات جميعها بالطبقة المولدة الوسطى كما في الشكل (٢-٣/ب)، ومن أمثلتها دودة الأسكارس.



(ج) حيوان حقيقي التجويف الجسمي (دودة الأرض).

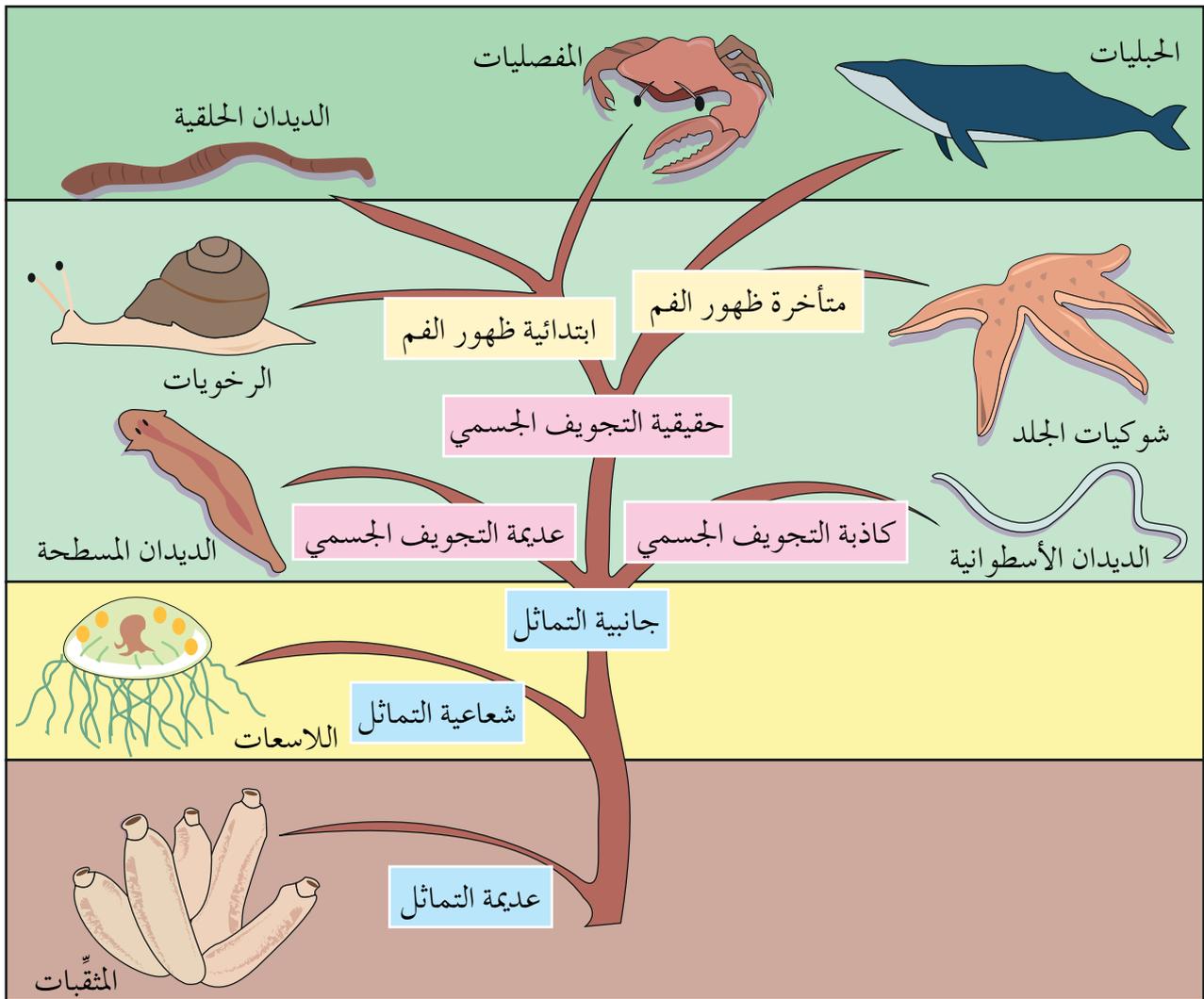
٣ - حيوانات حقيقية التجويف الجسمي: وفيها يظهر تجويف جسمي حقيقي محاط من الجهات جميعها بالطبقة المولدة الوسطى كما في الشكل (٢-٣/ج)، ومن أمثلتها دودة الأرض.

الشكل (٢-٣): أنواع التجويف الجسمي في الحيوانات.

## سؤال

هل يدل وجود تجويف جسمي حقيقي في الكائن الحي على أن تركيبه أكثر تعقيداً؟ فسر إجابتك.

يبدأ تكوين قناة هضمية كاملة في الحيوانات حقيقية التجويف الجسمي في أثناء نموها الجنيني؛ بأن يظهر الفم ابتداءً، ثم تتكون فتحة الشرج لاحقاً، أو العكس. ففي الديدان تتكوّن أولاً فتحة الفم ثم فتحة الشرج، أما نجم البحر فتتكون فيه أولاً فتحة الشرج ثم فتحة الفم. بناءً على أسس التصنيف التي ذُكرت آنفاً، وأسس أخرى ستدرسها لاحقاً، فقد قُسمت المملكة الحيوانية إلى ست عشرة قبيلة؛ منها خمس عشرة قبيلة تضم حيوانات لافقارية، وقبيلة تضم الحبليات التي تنتمي إليها تحت قبيلة الفقاريات. ولتعرّف أهم قبائل المملكة الحيوانية، لاحظ الشكل (٢-٤).



الشكل (٢-٤): مخطط لأهم قبائل المملكة الحيوانية، وبعض خصائصها.



سؤال

ما الخصائص العامة لكل قبيلة من قبائل اللافقاريات؟

## أسئلة الفصل

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) نوع تماثل الجسم في جراد البحر هو:

- أ - عديم التماثل.      ب - جانبي التماثل.  
ج - شعاعي التماثل.      د - شعاعي في بعضها، وجانبي في بعضها الآخر.

(٢) من الأمثلة على الحيوانات ثنائية الطبقات المولدة:

- أ - دودة البلاناريا.      ب - دودة الأسكارس.  
ج - الهيدرا.      د - دودة الأرض.

(٣) أي الحيوانات الآتية حقيقي التجويف الجسمي:

- أ - دودة الأرض.      ب - دودة الأسكارس.  
ج - دودة البلاناريا.      د - شقائق النعمان البحرية.

٢ - أعطِ مثالاً على كلِّ مما يأتي:

- أ - حيوانات لافقارية ثلاثية الطبقات المولدة.  
ب - حيوانات لافقارية شعاعية التماثل.

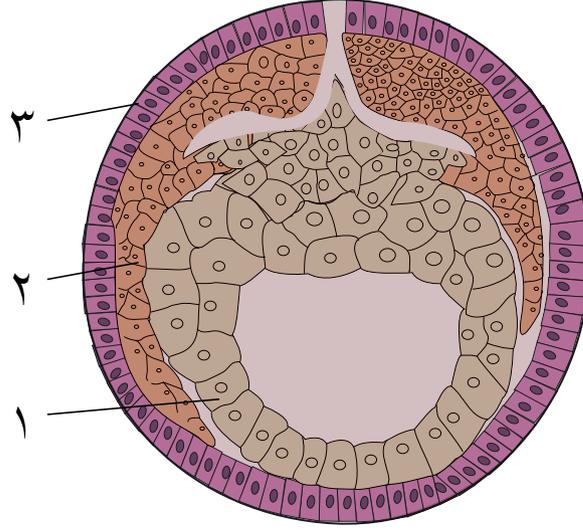
٣ - ما أهمية التجويف الجسمي في أجسام الحيوانات؟

٤ - وضح كيف تُعدُّ الأسبقية في تكوين فتحتي الفم والشرح من أسس تصنيف الحيوانات؟ أعطِ أمثلة توضيحية على ذلك.

٥ - وضح المقصود بكلِّ مما يأتي:

- أ - تماثل الجسم.  
ب - التجويف الجسمي.

- ٦ - يُمثّل الشكل (٥-٢) الطبقات المولّدة لجنين حيوان ما:  
أ - حدّد أسماء الطبقات المشار إليها بالأرقام: (١، ٢، ٣).  
ب- ما نوع التجويف الجسمي لهذا الحيوان؟



الشكل (٥-٢): السؤال السادس.

## المثقبّات (الإسفنجيات) واللاسعات والديدان المسطحة

### Porifera, Cnidaria and Platyhelminthes

تشارك الحيوانات جميعها في أنها كائنات حية غير ذاتية التغذية، وعديدة الخلايا، وأجسامها تتكون من خلايا حقيقية النوى. تضم اللافقاريات معظم أنواع الحيوانات المعروفة في المملكة الحيوانية؛ إذ يشكل مجموع عدد أنواعها ما يزيد على ٩٥٪ من عدد أنواع الحيوانات المعروفة والمصنفة. ستدرس في هذا الفصل بعض قبائل اللافقاريات، وهي: المثقبّات، واللاسعات، والديدان، فما خصائصها؟ ولماذا صنفت ضمن اللافقاريات؟ ستتمكن من الإجابة عن هذين السؤالين وغيرهما بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تستقصي الخصائص العامة لكلّ من: المثقبّات، واللاسعات، والديدان المسطحة.
- تتعرف أشكال اللاسعات الموجودة في بيئتك.
- تتبّع دورة حياة الدودة الشريطية.
- تحدّد وسائل العدوى وأعراض الإصابة بالدودة الشريطية.
- تمارس عادات صحية سليمة للوقاية من الإصابة بالدودة الشريطية.
- تستقصي أهمية بعض اللافقاريات في الحياة.



### قبيلة المثقبّات (الإسفنجيات)

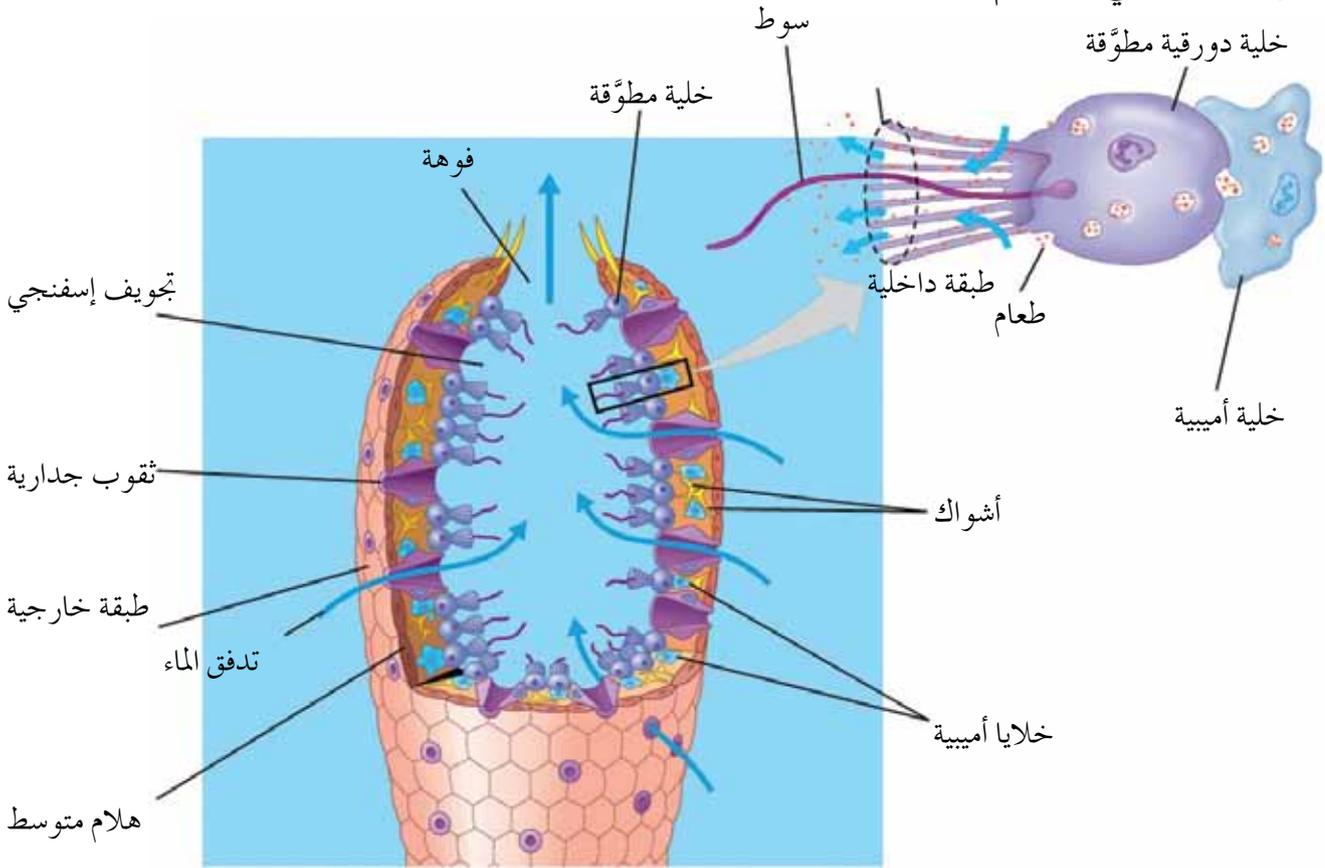
أولا



الشكل (٢-٦): الإسفنج الأصفر.

يستخلص من أحد أنواع حيوان الإسفنج المعروف باسم الإسفنج الأصفر الزج مادة كيميائية ذات تأثير فاعل في القضاء على الخلايا السرطانية، انظر الشكل (٢-٦). وبعد إجراء التجارب السريرية على الإنسان، تم ترخيص الشكل الصناعي لهذه المادة؛ علاجًا لسرطان الثدي.

فمِّمَّ تتركب أجسام الإسفنجيات؟ وما خصائصها؟ لاحظ الشكل (٢-٧)، مُحاولاً الإجابة عن الأسئلة التي تليه، ثمَّ نفذ النشاط (٢-١).



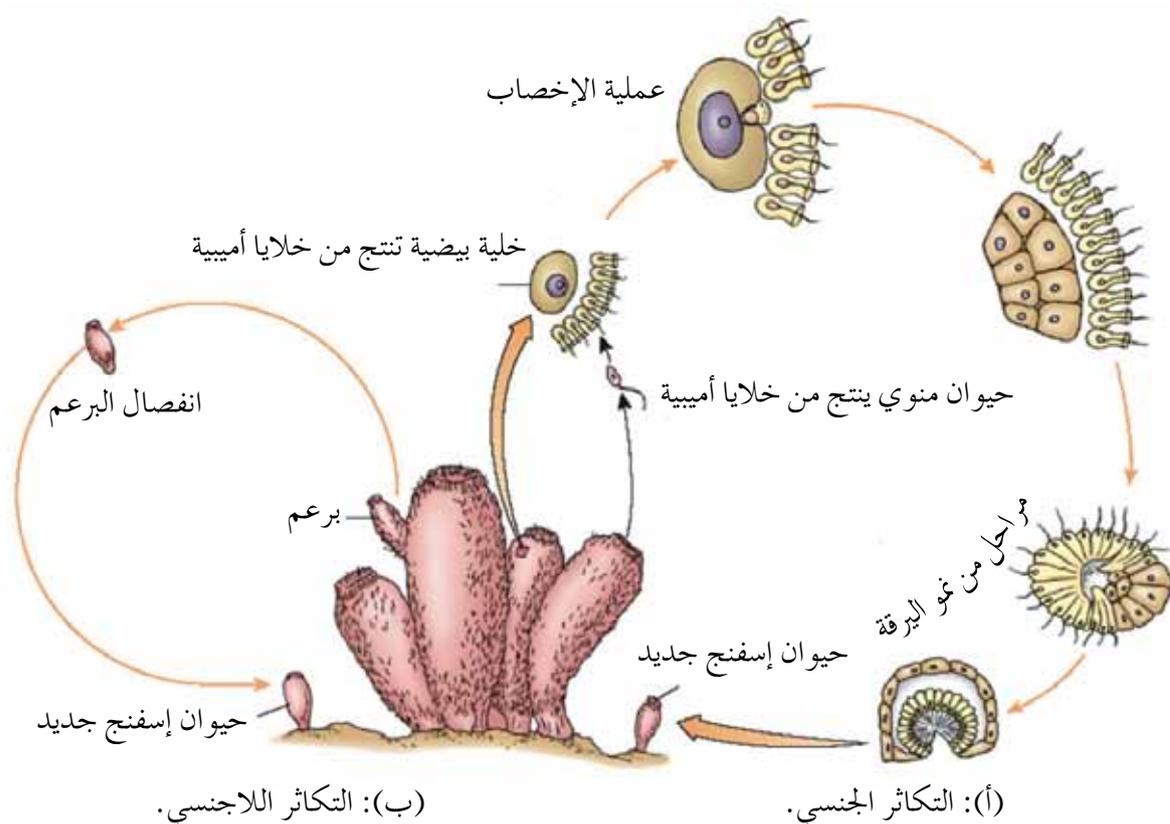
الشكل (٢-٧): تركيب الإسفنج.

- ◀ توقع لماذا سميت الإسفنجيات بالمتقّبات؟
- ◀ ما عدد الطبقات المكوّنة لجسم حيوان الإسفنج؟ ماذا تسمى كلُّ من هذه الطبقات؟ ماذا يفصل بينها؟
- ◀ اذكر أسماء بعض الخلايا المتخصصة في الإسفنج. ماذا تتوقع أن تكون وظيفة كلِّ منها؟
- ◀ كيف يتغذى الإسفنج؟ وكيف يتبادل الغازات مع بيئته؟

للمتقّبات خصائص عدّة، منها:

- تكوّن جسم الإسفنج من طبقتين تربطهما معاً مادة هلامية وسطية؛ أي إنه ثنائي الطبقات، وتكون الطبقة الخارجية رقيقة، أمّا الطبقة الداخلية فتتكون من خلايا دورقية مطوّقة يخرج من كلِّ منها سوط واحد، انظر الشكل (٢-٧)، علماً بأن معظم أنواع الإسفنجيات أجسامها عديمة التماثل.

- تغذي الإسفنجيات بالعوالق المائية التي تدخل من الثقوب الجدارية الموجودة في جسمها؛ فعندما تتحرك الأسواط الموجودة في نهايات الخلايا الدورقية المطوقة يدخل الماء في التجويف الداخلي لجسم الإسفنج، فتعلق العوالق المائية بأسواط الخلايا المطوقة، وتُهَضَّم داخل فجواتها الغذائية، ثم تُوزَّع خلايا أميبية الغذاء المهضوم على بقية خلايا الجسم، ويتخلص الإسفنج من الفضلات عن طريق قنوات تنقلها إلى تجويف الإسفنج، ثم تخرج عن طريق الفوهة.
- إسناد جسم الإسفنج بأشواك كلسية تتكون من كربونات الكالسيوم، أو بأشواك سيليكية (رملية) تتكون من ثاني أكسيد السيليكون، أو بخيوط بروتين الإسفنجين.
- تبادل الإسفنج الغازات مع بيئته بخاصية الانتشار، ويُسهَّل هذا التبادل إحاطة الماء بالإسفنج من الجهات جميعها.
- تكاثر الإسفنج لاجنسيًا عن طريق التبرعم، وجنسيًا عن طريق بويضات وحيوانات منوية تنتجها الخلايا الأميبية، وبعد عملية الإخصاب تنتج بويضة مخصبة تنقسم انقسامات عدّة لتكوين يرقة مهدبة تستقر على سطح صلب مُكوّنة الطور البالغ، انظر الشكل (٢-٨).



الشكل (٢-٨): التكاثر في الإسفنج.

المواد والأدوات اللازمة

مجهر ضوئي مركب، شريحة جاهزة للإسفننج (مقطع طولي).

### الإجراءات

- ١- تفحص الشريحة الجاهزة باستخدام العدسة الشيئية الصغرى، ملاحظًا الثقوب الجدارية، وتعرّف مكونات جسم الإسفنج المختلفة المبينة في الشكل (٢-٧).
- ٢- لاحظ - باستخدام التكبير المناسب - خلايا الطبقة الخارجية، والخلايا المطوّقة، والأشواك، ثم ارسم رسمًا توضيحيًا لما تشاهده، مُحدّدًا عليه الأجزاء.

### سؤال

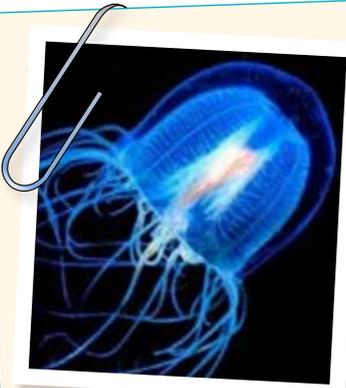
حيوان الإسفنج البالغ لا يتحرك، يبد أنه تنشأ مستعمرات جديدة من الإسفنج بعيدة عنه. فسر سبب ذلك.

### تأمّل

نظّم جلسة صافية مع زملائك تُخطّط فيها مشروعًا اقتصاديًا أو سياحيًا للحفاظ على المثقبات، مُقترِحًا طريقة مناسبة لتوعية مجتمعك بأهميتها وضرورة المحافظة عليها.

### قبيلة اللاسعات (الجوفمعويات)

### ثانيًا



الشكل (٢-٩): قناديل البحر.

اكتشف العلماء نوعًا من قناديل البحر وهبه الله قدرات عجيبة تجعله قادرًا على تجديد خلاياه، بحيث يعود إلى مرحلة الشباب على الدوام، انظر الشكل (٢-٩)، ويتوقع أن يُستخرج مستقبلاً من هذا الحيوان مركبًا يؤخر ظهور علامات الشيخوخة لدى الجنس البشري.

يتبع قنديل البحر قبيلة اللاسعات، ويشاهد في خليج العقبة حيوانات كثيرة ذات ألوان وحجوم مختلفة تتبع هذه القبيلة، مثل: شقائق النعمان، والمرجان، وغيرهما، انظر الشكل (٢-١٠).



(ج): المرجان.



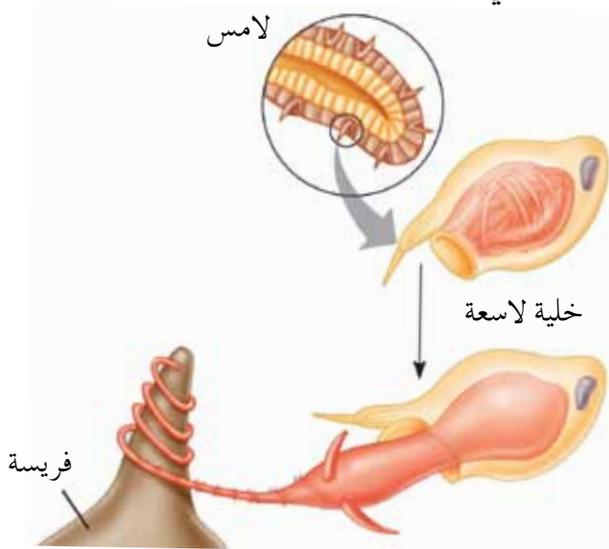
(ب): قنديل البحر.



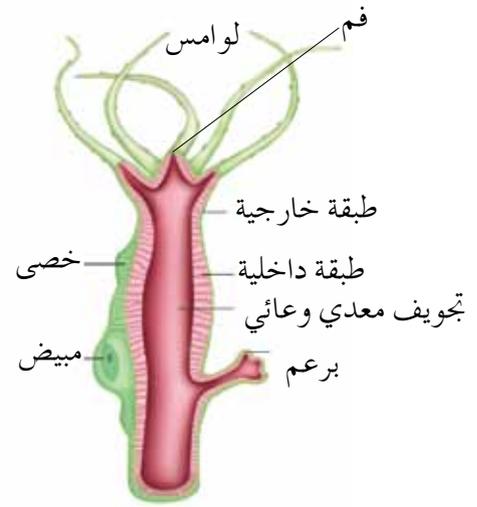
(أ): شقائق النعمان البحرية.

الشكل (٢-١٠): بعض أنواع اللاسعات.

بناءً على ما سبق، قد يتبادر إلى ذهنك بعض الأسئلة، مثل: ما الخصائص التركيبية والوظيفية للاسعات؟ للإجابة عن هذا السؤال وغيره، لاحظ الشكل (٢-١١) الذي يُمثل تركيب الهيدرا (أحد أنواع اللاسعات)، مُحاولاً الإجابة عن الأسئلة التي تليه:



(ب): تركيب اللوامس وأهميتها.



(أ): تركيب الهيدرا.

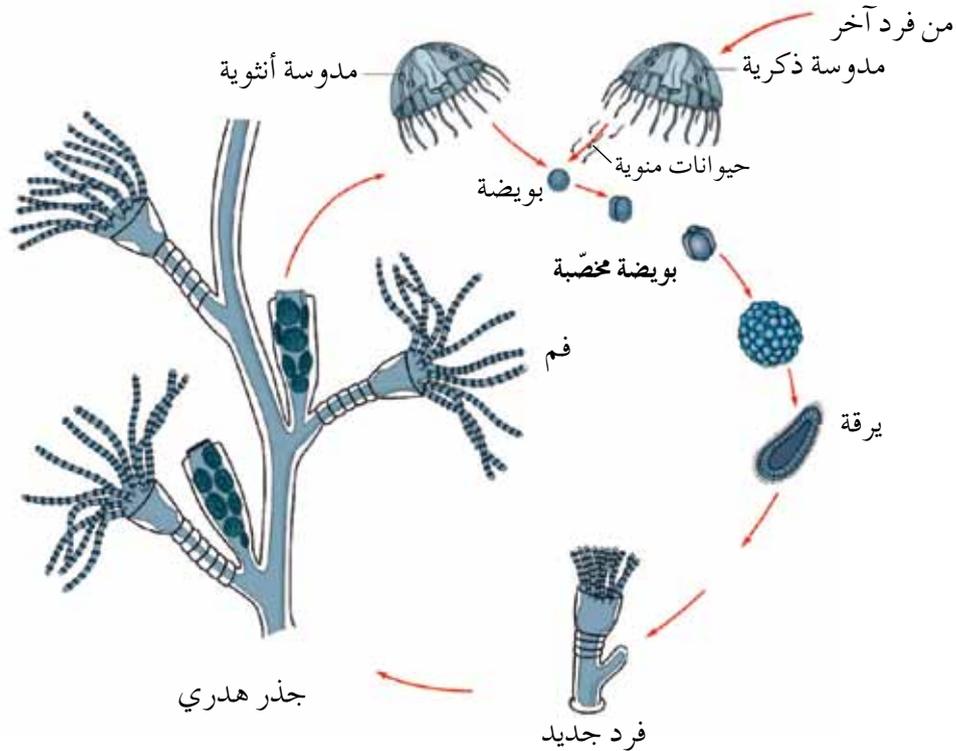
الشكل (٢-١١): الهيدرا.

- ◀ ما عدد الطبقات التي يتكون منها الجسم؟
- ◀ كم فتحة في جسمها؟ ماذا تسمى؟
- ◀ ما اسم التجويف الداخلي؟
- ◀ ماذا يحيط بالفم؟

للهدرا وغيرها من اللاسعات خصائص عدة، منها:

- تكون جسم الهيدرا من طبقتين (خارجية، وداخلية) تربط بينهما مادة هلامية؛ أي إنها ثنائية الطبقات

- المولدة، ويتوسط الجسم تجويف يسمى التجويف المعدي الوعائي، ويوجد في الهيدرا فتحة واحدة تسمى الفم، يحيط بها عدد من اللوامس التي تحوي خلايا لاسعة توجد في أفراد هذه القبيلة جميعها.
- التقاط اللوامس الفريسة التي تكون دائماً حيوانات دقيقة؛ إذ تطلق الخلايا اللاسعة خيوطاً تفرز سماً يشل حركتها، وتدفعها اللوامس عبر الفم إلى التجويف المعدي الوعائي حيث يحدث هضم جزئي للفريسة، وتعمل الخلايا المبطنة للتجويف على استكمال عملية الهضم ثم الامتصاص.
- احتواؤها على جهاز عصبي بسيط مُكوّن من شبكة عصبية تُمكن الحيوان من الاستجابة للمؤثرات الخارجية.
- تكاثر الهيدرا لاجنسيًا عن طريق تكوين البرعم الذي يُمثل نموًا خارجيًا من جدار الجسم، ويكون فيه التجويف المعدي الوعائي متصلًا بنظيره في الهيدرا الأصلية، وينفصل البرعم بعد نضجه عن الحيوان الأصلي، انظر الشكل (٢-١١/أ).
- تكاثر الهيدرا جنسيًا بإنتاج بويضات وحيوانات منوية؛ إمّا من الحيوان نفسه، وإمّا من حيوانين منفصلين.
- تميّز الكثير من اللاسعات بوجود أكثر من طور للحيوان في أثناء دورة حياته، مثل: الطور الأنبوبي (البوليبي)، والطور الفنجاني (الميدوسي)، وبعض هذه اللاسعات تمر فقط بالطور الأنبوبي كما في الهيدرا والمرجان، وبعض يمر بالطور الفنجاني كما في بعض أنواع قناديل البحر، ويتميز بعضها الآخر بتعاقب الطورين: الأنبوبي والفنجاني كما في الأوبيليا، انظر الشكل (٢-١٢).



الشكل (٢-١٢): دورة حياة الأوبيليا.

في أثناء نقاشك أحد الطلبة، ادّعى زميلك أن الأوبيليا نبات بسبب شكله وعدم قدرته على الحركة. ادحض ادعاء زميلك، مُقدِّمًا أدلة علمية تُبرّر ذلك.

## تأمّل

قد يتعرض سياح الشواطئ البحرية لأذى الخلايا اللاسعة المثيرة للحساسية. أعدّ ملصقًا تثقيفيًا يوضح كيفية تجنب اللاسعات، وأهمية المحافظة عليها، ثم وزّعه على أفراد المجتمع المحلي، أو إحدى شركات السياحة الداخلية، أو اعرضه على لوحة الإعلانات في مدرستك.

## ثالثًا

## قبيلة الديدان المسطحة



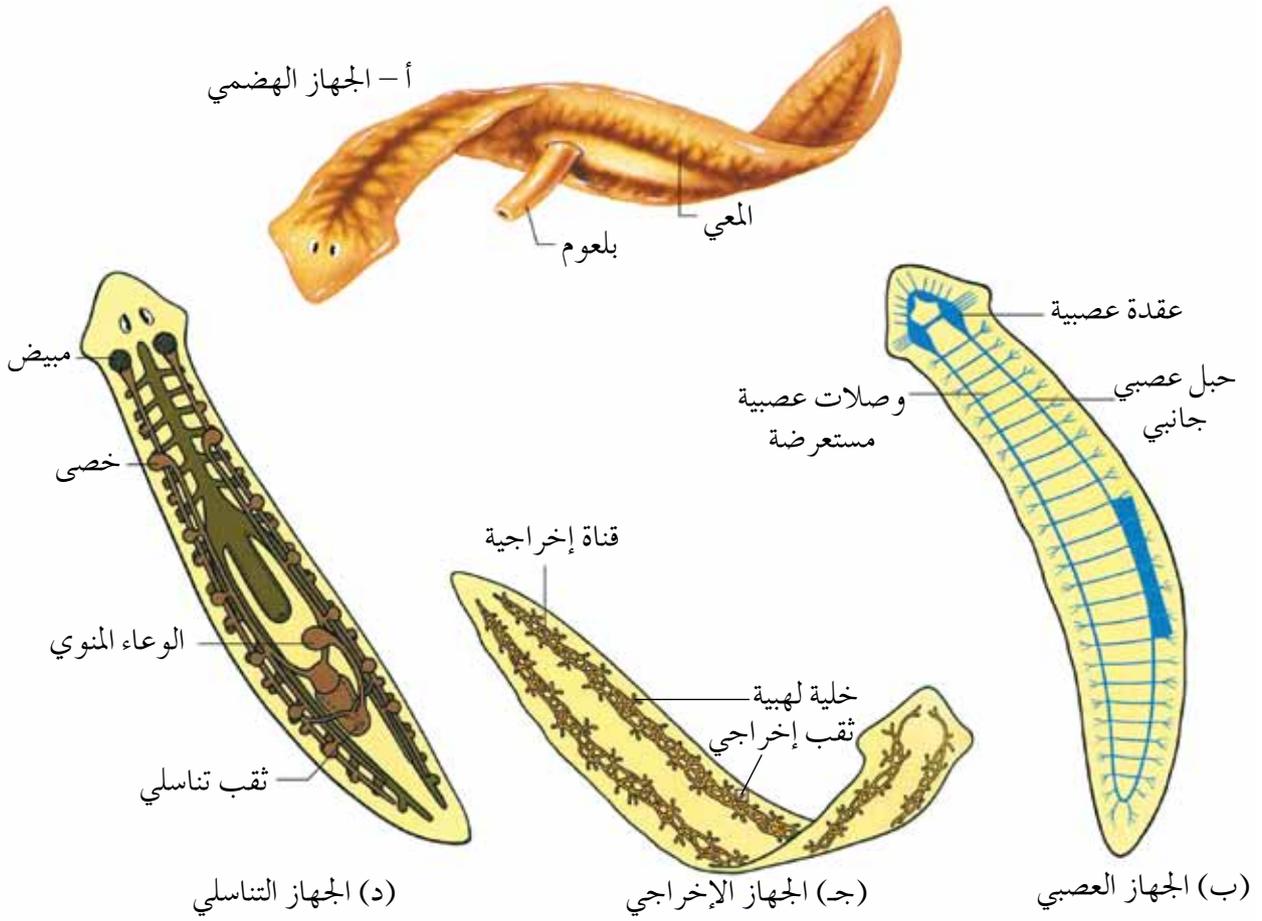
الشكل (٢-١٣): الكبة النيئة.

تنتشر الإصابة بدودة البقر الشريطية التي تنتمي إلى الديدان المسطحة في البلاد التي اعتاد سكانها تناول لحم البقر النيء، كما في طبق الكبة النيئة، انظر الشكل (٢-١٣)، أو اللحم غير المطهو جيدًا. ويُقدَّر عدد المصابين بالديدان الشريطية في العالم بنحو (٥٠) مليون شخص، ويمكن لهذه الديدان أن تعيش (١٥) سنة في جسم المصاب في حال عدم معالجتها.

فما خصائص الديدان المسطحة؟ وهل جميعها متطفلة؟ ستتعرف إجابة هذين السؤالين وغيرهما بعد دراسة الديدان المسطحة، مثل: دودة البلاناريا، وهي دودة حرة المعيشة، ودودة البقر الشريطية، وهي دودة متطفلة.

## ١ دودة البلاناريا

لتتعرف خصائص دودة البلاناريا (Planaria)، انظر الشكل (٢-١٤)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٢-١٤): دودة البلاناريا.

- ◀ هل يوجد تجويف جسمي في البلاناريا؟ لماذا؟
- ◀ ما أجزاء كل من الجهاز: الهضمي، والعصبي، والإخراجي في البلاناريا؟
- ◀ يُلاحظ تميز الرأس في مقدمة جسم البلاناريا، فكيف تربط بين وجوده ومستوى تعقيد الجهاز العصبي فيها مقارنةً بالهيدرا؟
- ◀ كيف تتكاثر البلاناريا؟

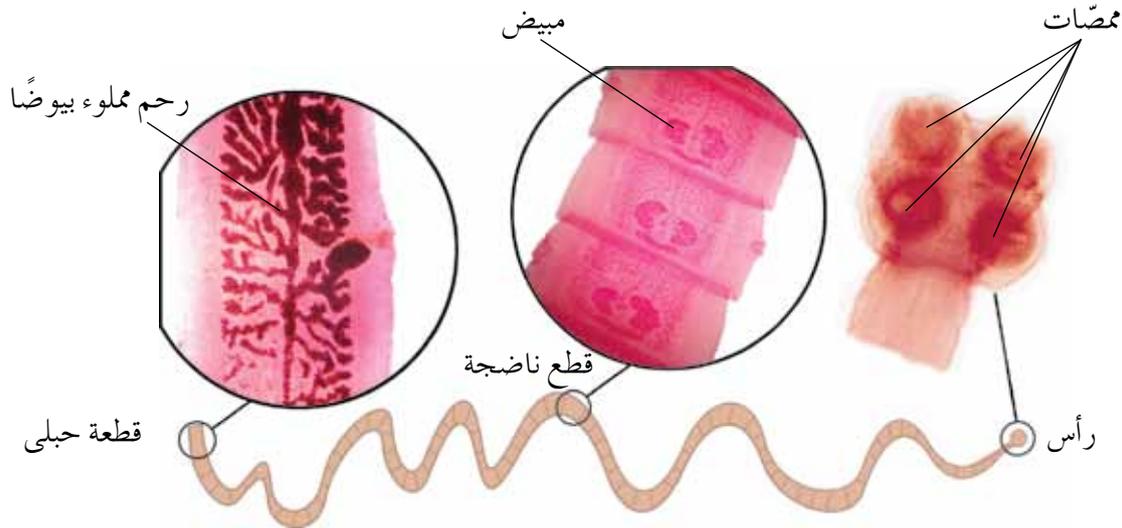
### لدودة البلاناريا خصائص عدّة، منها:

- تكوّن جهازها الهضمي من الفم والبلعوم والمعي (لاحظ عدم وجود فتحة شرح).
- امتلاك الدودة جهازاً عصبياً مُكوّناً من عقدتين عصبيتين في الرأس، يمتد منهما حبلان عصبيان على طول الجسم، ووصلات عصبية مستعرضة، وامتلاكها أيضاً بقعاً عينية في الرأس حساسة للضوء.
- تخلّص الدودة من الفضلات النيتروجينية عن طريق الخلايا اللهبية التي يتصل بعضها ببعض بقنوات إخراجية دقيقة، تصب محتوياتها إلى الخارج عن طريق ثقب إخراجي أو أكثر.

- احتواء جسمها على الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية معًا (خنثى)، لذلك فهي تتكاثر جنسيًا، ومن الممكن أن تتكاثر لاجنسيًا عن طريق التجزئة (fragmentation).

## ٢ دودة البقر الشريطية

لتتعرف خصائص دودة البقر الشريطية (*Taenia saginata*)، انظر الشكل (٢-١٥)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



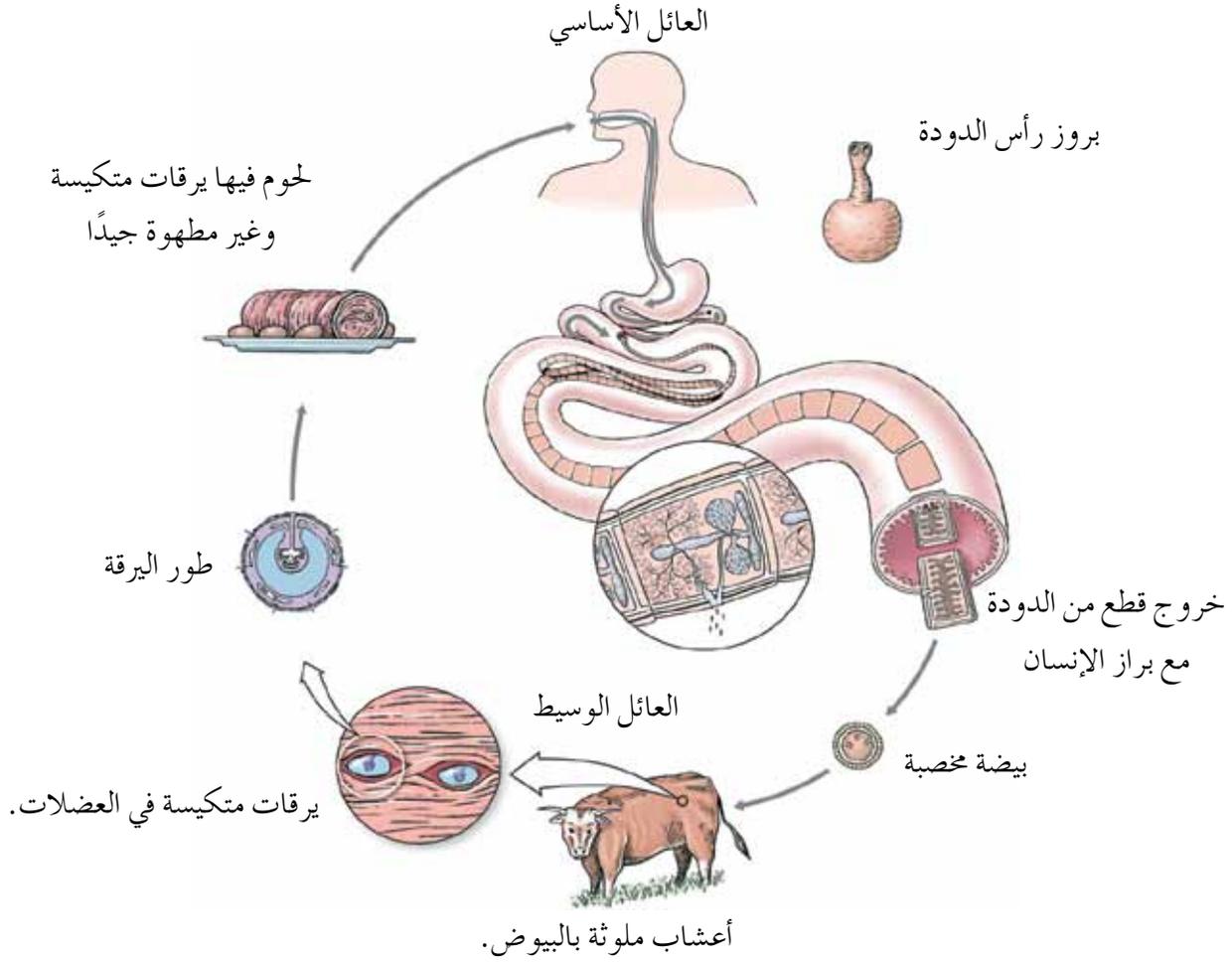
الشكل (٢-١٥): دودة البقر الشريطية.

- ◀ ما أجزاء جسم الدودة الشريطية؟
- ◀ هل يحتوي الرأس على فم؟ وهل تحتوي الدودة على جهاز هضمي؟
- ◀ برأيك، كيف تحصل هذه الدودة على غذائها؟

### لدودة البقر الشريطية خصائص عدّة، منها:

- تكوّن جسمها من ثلاثة أجزاء هي: الرأس الذي يحوي أربع ممصات تستخدمها لتثبيت نفسها في جدار أمعاء العائل، والعنق الذي يمثّل منطقة النمو التي تتكون منها القطع المؤلّفة لبقية أجزاء الجسم، والجسم الذي يتكون من عدد كبير جدًا من القطع الجسمية، وهي ثلاثة أنواع تظهر بصورة متسلسلة: قطع غير ناضجة، وقطع ناضجة تظهر فيها أعضاء تناسلية أنثوية وذكورية، وقطع حبلية تحوي أعدادًا كبيرة من البيوض المخصبة قد تصل إلى (١٠٠,٠٠٠) بيضة داخل كيس الرحم لكل قطعة. كيف تصف خصوبتها؟
- امتلاك الدودة جهازًا عصبيًا وآخر إخراجيًا شبيهين لما في دودة البلاناريا.

لمعرفة دورة حياة دودة البقر الشريطية، انظر الشكل (٢-١٦)، ثم أجب عن السؤال الذي يليه:



الشكل (٢-١٦): دورة حياة دودة البقر الشريطية.

تتبع دورة حياة دودة البقر الشريطية، موضحاً طرائق العدوى لكل من البقر والإنسان، مستعيناً بالمفاهيم الآتية: العائل الأساسي، العائل الوسيط، الطور المعدي، طور اليرقة، قطعة حبل.

يتبين من الشكل أن دورة حياة دودة البقر الشريطية تمر بالمرحل الآتية:

- تخصيب الحيوانات المنوية من إحدى القطع البيوض في قطعة أخرى لتصبح قطعة حبل، ثم انفصالها تدريجياً من جسم الدودة، ومرورها مع براز الإنسان إلى الخارج.
- تحلل هذه القطع وتناثر البيوض منها، ملوثة الحشائش التي يتغذى بها العائل الوسيط وهو البقر، فتفقس البيوض في أمعائه، وتخرج منها أجنة مشوكة تخترق جدار الأمعاء وتسري مع الدم، لتصل إلى العضلات الهيكلية، حيث تتكيس كل منها حول نفسها مكونة طور اليرقة.

- في حال تناول الإنسان لحم بقرٍ محتويًا على الأطوار اليرقية، ولم يكن هذا اللحم مطهؤًا جيدًا، فإن هذه الأطوار تنمو لتكون ديدانًا بالغًا في أمعاء الإنسان تنافسه على غذائه، ويُعدُّ الإنسان عندئذٍ العائل الأساسي.

## سؤال

ما الفرق بين العائل الأساسي والعائل الوسيط؟

### قضية للبحث

ابحث في أحد محركات البحث في الشبكة المعلوماتية عن دودة الخنزير الشريطية (*Taenia solium*)، مُوضِّحًا الفرق بينها وبين دودة البقر الشريطية، ومدى خطورة كلٍّ منهما على الإنسان، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك، وناقشه مع زملائك في الصف.

### تأمل

بناءً على ما تعلمته عن دودة البقر الشريطية، ما الاحتياطات الواجب اتباعها لضمان عدم إصابتك بها؟ اقترح طريقة مناسبة لتوعية مجتمعك بمخاطر الإصابة بدودة البقر الشريطية، وكيفية الوقاية من الإصابة بها، واعمل على تنفيذها بالتعاون مع زملائك في الصف.

## أسئلة الفصل

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) وظيفة الخلايا الأميبية في حيوان الإسفنج هي:

أ - إدخال العوالق المائية إلى داخل تجويف الجسم.

ب - توزيع الغذاء المهضوم على خلايا الجسم.

ج - اسناد الجسم ودعمه.

د - تبادل الغازات مع البيئة المحيطة.

(٢) من الأمثلة على اللاسعات التي يكون للحيوان فيها أكثر من طور في أثناء دورة حياته:

أ - الهيدرا. ب - الأوبيليا. ج - قنديل البحر. د - المرجان.

(٣) تنتمي البلاناريا إلى إحدى القبائل الآتية:

أ - اللاسعات. ب - الديدان الأسطوانية.

ج - الديدان المسطحة. د - الديدان الحلقية.

٢ - فسر العبارة الآتية: «على الرغم من أن الديدان الشريطية لا تمتلك تجويفاً حقيقياً ولا جهازاً

هضمياً، إلا أنها تستطيع الاستمرار في العيش».

٣ - يُمثل الشكل المجاور دورة حياة دودة

البقر الشريطية:

أ - ما أسماء الأجزاء المشار إليها

بالأرقام: (١، ٢، ٣)؟

ب - حدّد كلاً من العائل الأساسي

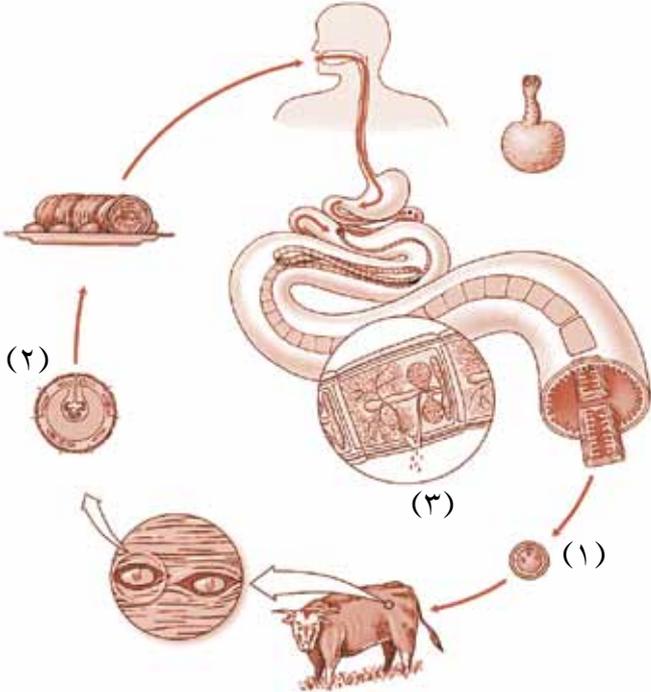
والعائل الوسيط.

٤ - وضح طرائق تكاثر الإسفنج.

٥ - وضح تركيب الجهاز:

أ - الإخراجي في البلاناريا.

ب - العصبي في الهيدرا.



الشكل (٢-١٧): السؤال الثالث.

## الديدان الأسطوانية والرخويات

### Nematoda and Mollusca

درست في الفصل السابق من هذه الوحدة بعض قبائل اللافقاريات الأبسط تركيبًا، وستستكمل في هذا الفصل دراسة كلٍّ من قبيلتي الديدان الأسطوانية والرخويات، فما خصائص كلٍّ منها؟ وكيف يُؤثّر بعضها في الإنسان؟

ستتمكن من الإجابة عن هذين السؤالين وغيرهما بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تستقصي الخصائص العامة لكلٍّ من الديدان الأسطوانية والرخويات.
- تتبّع دورة حياة دودة الأسكارس.
- تحدد وسائل العدوى وأعراض الإصابة بدودة الأسكارس.
- تصنف الرخويات إلى مجموعاتها الرئيسية.
- تمارس عادات صحية سليمة للوقاية من الإصابة بدودة الأسكارس.



### قبيلة الديدان الأسطوانية

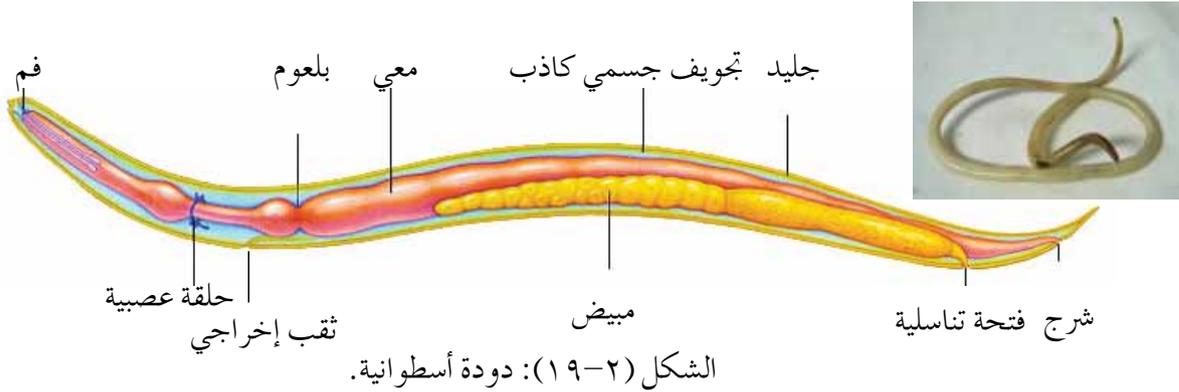
أولا



الشكل (٢-١٨): انسداد الأمعاء في دودة الأسكارس.

أثبتت الدراسات أن دودة الأسكارس - التي تنتمي إلى قبيلة الديدان الأسطوانية - هي من أكثر الديدان المعوية التي تصيب الإنسان، وتحدث الإصابة بها دائمًا عند تناول الخضراوات الملوثة ببيض الدودة. تتسبب هذه الديدان في مضاعفات خطيرة نتيجة لفقدان المصاب كمية كبيرة من غذائه، إضافة إلى الحيز الكبير الذي تشغله الديدان في أمعائه؛ إذ يمكن لهذه الديدان عند ازدياد أعدادها أن تُسبب انسدادًا في الأمعاء، انظر الشكل (٢-١٨).

فما خصائص الديدان الأسطوانية، وكيف يمكن الوقاية من الإصابة بالأنواع المتطفلة منها؟ تُعدُّ قبيلة الديدان الأسطوانية من أكثر قبائل الحيوانات انتشارًا، ويعيش معظمها حرًا بأعداد كبيرة في أنواع البيئات كلها، بما في ذلك قيعان البحار، والمياه العذبة، والطبقات السطحية للتربة، ويتطفل كثير منها على الإنسان والحيوانات الأليفة، فضلًا عن إصابتها للمحاصيل النباتية. لتتعرف خصائص الديدان الأسطوانية، انظر الشكل (٢-١٩)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:



◀ صف شكل الدودة.

◀ صف تركيب الدودة الداخلي.

لليديدان الأسطوانية خصائص عدّة، منها:

● الشكل الأسطواني.

● أطولها تتراوح بين (١) مم في بعض الأنواع و(١٢٠) سم في أنواع أخرى.

● جسمها مغطى بطبقة سميكة من جليد أملس يسمى الكيوتيكل.

● امتلاكها قناة هضمية كاملة ذات فتحة فم وفتحة شرج.

● الأجهزة فيها أنبوبية الشكل؛ فالجهاز الإخراجي مُكوّن من قناة أنبوبية أو قناتين أنبوبيتين إخراجيتين في ثقب واحد.

● عدم امتلاكها جهازًا خاصًا للدوران، واحتواؤها على تجويف جسمي كاذب مملوء بسائل يحيط بأجهزة الجسم جميعها، ويقوم بوظيفة جهاز الدوران.

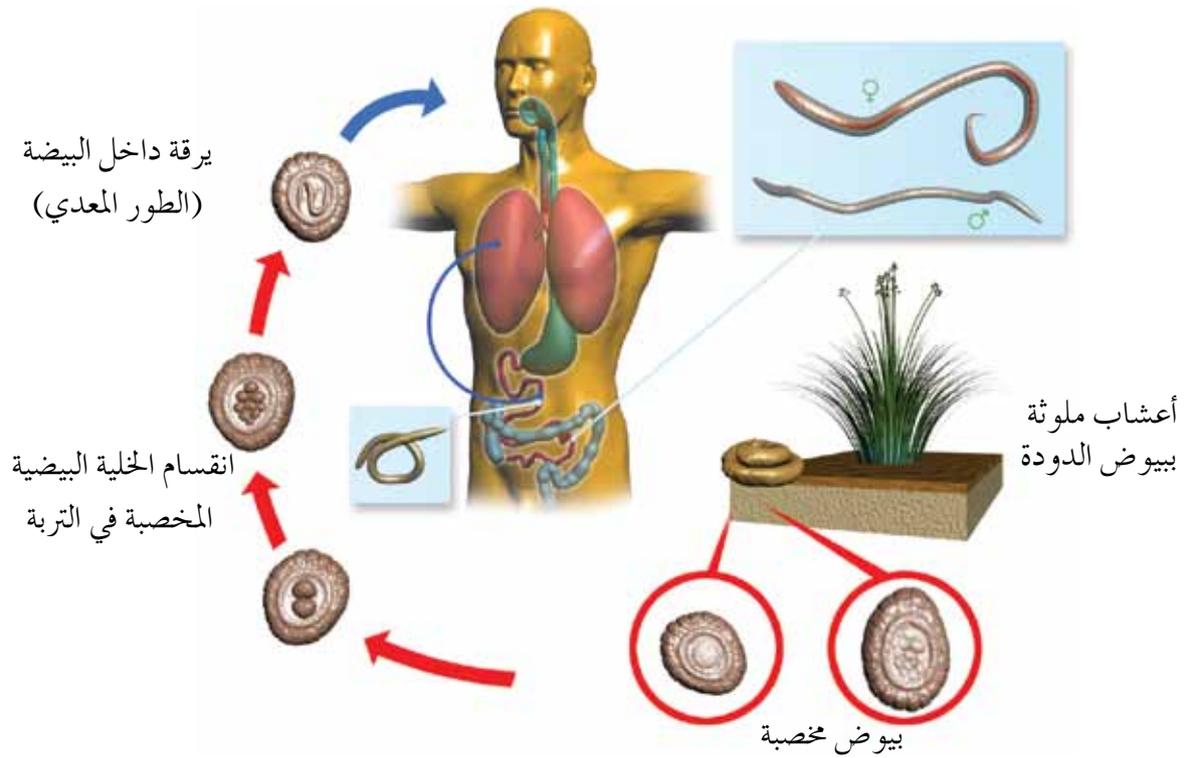
● الجنس في الديدان الأسطوانية منفصل، والذكور أقصر من الإناث عادةً.

● الإخصاب فيها داخلي.

سؤال

ما الجزء الذي يساعد على حماية الدودة من الإفرازات الهضمية للعائل الذي تتطفل عليه؟

من الأمثلة على الديدان الأسطوانية التي تتطفل على الإنسان دودة الأسكارس. لتعرّف خصائص هذه الدودة، انظر الشكل (٢-٢٠)، ثم تتبّع دورة حياتها.



الشكل (٢-٢٠): دورة حياة دودة الأسكارس.

تضع دودة الأسكارس (٢٠٠,٠٠٠) بيضة تقريباً، ثم يخرج البيض المخضب مع براز الإنسان. وعندما تتوفر الظروف البيئية المناسبة تنقسم الخلية البيضية المخضبة داخل القشرة انقسامات عدّة لتصبح يرقة. فإذا تناول الإنسان نباتات ملوثة بهذه البيوض التي تحوي الأطوار اليرقية المعدية، فإنها تفقس داخل أمعائه، وتخرق اليرقات الطبقة المخاطية للأمعاء، وتصل إلى الأوعية الدموية، وتنتقل مع الدم لتصل إلى القلب ثم الرئتين. بعد ذلك تخترق الحويصلات الهوائية، ثم تنتقل خلال الشعبات الهوائية والقصبه الهوائية إلى البلعوم لثبّت من جديد وتصل إلى الأمعاء، حيث تنمو لتصبح ديداناً بالغة في مدة تتراوح بين (٨-٩) أسابيع منذ بدء ابتلاع العائل للبيضة.

## سؤال

قارن بين دودة البقر الشريطية ودودة الأسكارس من حيث: نوع العائل، وطريقة التكاثر، وعدد البيوض.

انظر في سلوكات بعض الأشخاص التي قد تفضي إلى الإصابة بدودة الأسكارس، مُقترِحًا وسائل للوقاية من الإصابة بها.

والآن، لتتعرف قبيلة الرخويات المتقدمة على قبيلة الديدان الأسطوانية بتركيبتها؛ إذ إنها تُعدُّ أولى القبائل التي تحتوي أجسامها على تجويف جسمي حقيقي، فما خصائص هذه القبيلة؟

## قبيلة الرخويات

ثانيًا

تتعرض الرخويات - المحار تحديدًا - لخطر الانقراض الصامت؛ إذ أشارت دراسة علمية إلى انقراض ما نسبته ١٠٪ من أصل (٣٠٠) نوع من المحار الذي يعيش في شمال أمريكا، وذلك لأسباب كثيرة، منها: التلوث، وإفراط الإنسان في جمعها، انظر الشكل (٢-٢١).

يعيش معظم أنواع الرخويات في المياه المالحة، وعلى شواطئ البحار والبحيرات، بيد أن بعضها يعيش في المياه العذبة، وبعضها الآخر يوجد في الصحارى والغابات والمزارع. يُذكر أن الرخويات تضم عددًا كبيرًا من الأنواع يزيد على (١٠٠) ألف نوع.

الشكل (٢-٢١): محار مهدد بالانقراض.

فما الحيوانات التي تنتمي إلى الرخويات؟ وإلى أي الصفوف صُنِّفت؟ وما خصائصها؟  
تصنف الرخويات إلى صفوف عدّة، منها ما يوضحه الشكل (٢-٢٢).

## قبيلة الرخويات

رأسية القدم  
Cephalopoda



الحبار

ذات المصراعين  
Pelecypoda (Bivalvia)



المحار

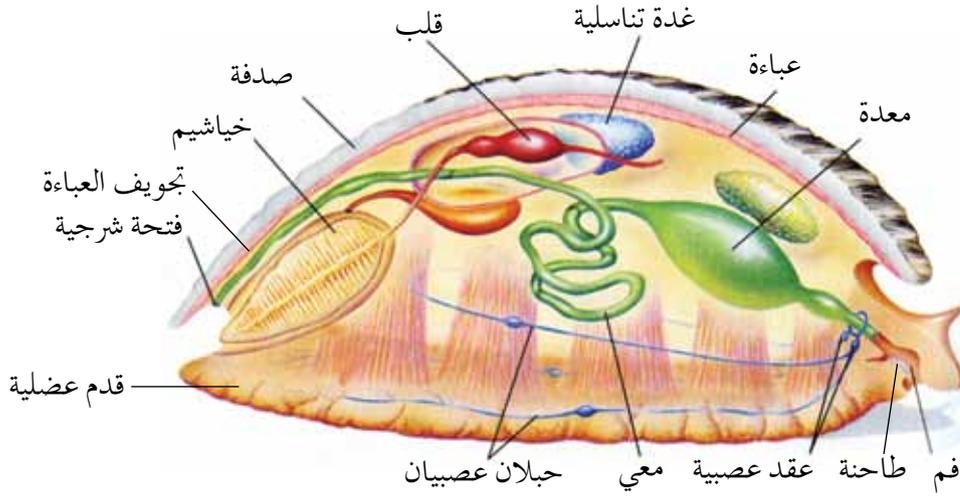
بطنية القدم  
Gastropoda



الحلزون

الشكل (٢-٢٢): مخطط لبعض صفوف الرخويات الشائعة.

لعلك تسأل عن سبب تصنيف هذه الحيوانات - التي لا يبدو أنها تشبه بعضها بعضاً - في قبيلة واحدة، فما الخصائص التركيبية العامة المشتركة بين صفوف قبيلة الرخويات؟ للإجابة، انظر الشكل (٢-٢٣) الذي يُمثل الحلزون بوصفه مثالاً على الرخويات، ثم أجب عما يليه من أسئلة:



الشكل (٢-٢٣): تركيب الحلزون.

◀ اذكر أجهزة الجسم الداخلية والأعضاء المكوّنة لها؟

◀ ما الذي يغطي الجسم؟

للرخويات خصائص تركيبية عدّة، منها:

- امتلاك كتلة حشوية تحوي معظم الأجهزة الداخلية التي تشمل الجهاز الدوري، والجهاز الهضمي، وفتحات الإخراج، والأعضاء التناسلية.
- امتلاك عباءة تتكون من نسيج غشائي يحيط بالكتلة الحشوية، وتكوّن إفرازات العبء الصدفية التي توجد في معظم أنواع الرخويات، والتي قد تكون مزدوجة كما في المحار، في حين تختفي الصدفة لدى بعضها مثل البزاق. تُكوّن العبء أيضاً اللؤلؤ في محار اللؤلؤ، وتتميز معظم الرخويات بوجود فراغ مفتوح إلى الخارج بين العبء وجسم الحيوان يسمى تجويف العبء، وهو يحوي الخياشيم، والفتحات الإخراجية والتناسلية، وفتحة الشرج.
- امتلاك قدم عضلية للحركة والالتصاق، وقد تتحول هذه القدم إلى أذرع كما في حيوان الأخطبوط.
- امتلاك جهاز هضمي مُكوّن من قناة هضمية كاملة تبدأ بفتحة الفم في المقدمة، وتنتهي بفتحة الشرج.

## اللؤلؤ

عند دخول جسم غريب مثل ذرة رمل أو كائن صغير، بين



صدفة المحار والعباءة تعزل  
العباءة هذا الجسم الغريب  
لوقاية جسم المحار منه،  
وذلك بإفراز مادة حول  
الجسم الغريب على هيئة  
طبقات مُكوّنة لؤلؤاً.

الشكل (٢-٢٤): محار يحتوي لؤلؤاً.

- تميّز معظم أنواع الرخويات باحتواء الفم على ما يُعرف بالطاحنة، وهي سلسلة من المسننات الكيتينية الواقعة على شريط صُلب، تعمل على قضم الغذاء الذي يقنات عليه الحيوان.
- اعتماد الرخويات التي تعيش في الماء على الخياشيم في عملية التنفس. أمّا رخويات اليابسة

فتعمل فيها البطانة الداخلية لتجويّف العباءة عمل الرئة لتبادل الغازات مع الهواء المحيط.

- امتلاك جهاز دوراني مفتوح ما عدا الأخطبوط والحبار؛ فجهازهما الدوراني مغلق.
- تكوّن الجهاز العصبي في الرخويات من ثلاثة أزواج من العقد العصبية، يتصل بعضها ببعض بأحبال عصبية طويلة وعرضية.

## سؤال

أيهما أسرع وأكثر فاعلية في نقل المواد داخل الجسم: جهاز الدوران المغلق أم جهاز الدوران المفتوح؟ فسر إجابتك.

## تأمّل

برأيك، ما أهمية المحافظة على التنوع الحيوي في خليج العقبة؟  
اقترح طريقة مناسبة لتوعية مجتمعك بأهمية المحافظة على التنوع الحيوي في خليج العقبة،  
وتعاون مع زملائك على نشرها.

## أسئلة الفصل

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) أي الآتية من خصائص الديدان الأسطوانية:

- أ - تجويف الجسم فيها حقيقي.      ب - الجنس فيها منفصل.  
ج - جهازها الدوراني متخصص.      د - قناتها الهضمية غير كاملة.

(٢) أي التراكيب الآتية في الحلزون يفرز الصدفة:

- أ - الرأس.      ب - الطاحنة.      ج - العباءة.      د - الكتلة الحشوية.

(٣) تتنفس الرخويات التي تعيش في الماء عن طريق:

- أ - البطننة الداخلية لتجويف العباءة.      ب - الخياشيم.  
ج - الرئة.      د - الفم.

٢ - فسّر ما يأتي:

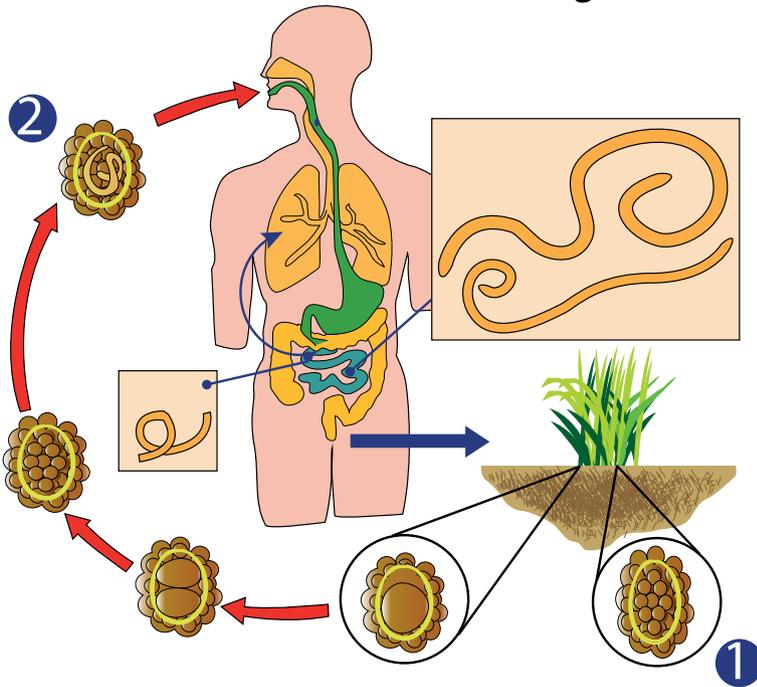
- أ - يقوم التجويف الجسمي الكاذب في دودة الأسكارس بوظيفة الجهاز الدوراني في الجسم.  
ب - تُعدُّ الطاحنة أحد الأجزاء المهمة في الحلزون.

٣ - يُمثّل الشكل المجاور دورة حياة دودة الأسكارس:

أ - ما أسماء الأجزاء المشار إليها

بالرقمين: (١)، و(٢)؟

- ب - وضح كيفية الإصابة بدودة الأسكارس.



الشكل (٢-٢٥): السؤال الثالث.

## الحلقيات والمفصليات وشوكيات الجلد

### Annelida, Arthropoda and Echinodermata

درست في الفصلين السابقين من هذه الوحدة بعض قبائل اللافقاريات، وستستكمل في هذا الفصل دراسة قبائل الحلقيات والمفصليات وشوكيات الجلد، وهي الأكثر تعقيداً وتقدمًا من ناحية تراكيب أجسامها، فما خصائصها؟ وما أهميتها؟ يمكنك الإجابة عن هذين السؤالين وغيرهما بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تستقصي الخصائص التركيبية والوظيفية للحلقيات، والمفصليات، وشوكيات الجلد.
- تصنف المفصليات وشوكيات الجلد إلى مجموعاتها الرئيسة.
- تصف دورة حياة الجراد، وترسمها، وتحدد مراحلها.
- تستقصي أهمية بعض الحيوانات اللافقارية في الحياة.



#### قبيلة الحلقيات

أولا

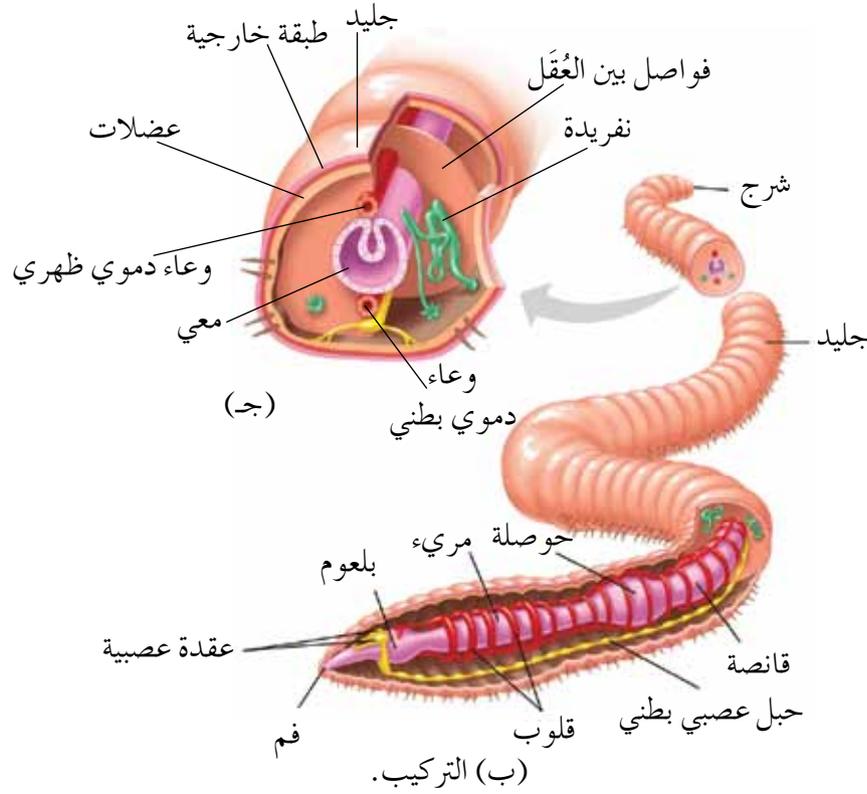


الشكل (٢-٢٦): محارث التربة الطبيعية.

تعمل دودة الأرض التي تنتمي إلى قبيلة الحلقيات بوصفها محارث طبيعية للتربة، انظر الشكل (٢-٢٦)؛ إذ تساعد على تهويتها عن طريق الأنفاق التي تحفرها فيها، والتي تسمح بدخول الآكسجين إلى شعيرات النبات الجذرية، وتعمل الأنفاق أيضًا على زيادة مسامية التربة، ومنح تصلبها. يُذكر أن نواتج دودة الأرض الإخراجية التي تختلط بالتربة غنية بالعناصر الغذائية، مثل: الكالسيوم، والبوتاسيوم، والنيتروجين، والفوسفور، وهي عناصر يحتاج إليها النبات.

فما خصائص الحلقيات؟ وما أهميتها؟

لتتعرف خصائص الحلقيات، انظر الشكل (٢-٢٧) الذي يوضح تركيب دودة الأرض، ثم أجب عما يليه من أسئلة:



(أ) الشكل العام.

الشكل (٢-٢٧): دودة الأرض.

- ◀ تتنفس دودة الأرض عن طريق جلدها، فما البيئة المناسبة لمعيشتها؟
  - ◀ اذكر بعض الأجهزة التي تمتلكها.
- لتتعرف أكثر دودة الأرض، نفذ النشاط (٢-٢).

### النشاط (٢ - ٢) تعرّف خصائص دودة الأرض

المواد والأدوات اللازمة

مجهر ضوئي مركب، دودة أرض، شريحة جاهزة لدودة الأرض (مقطع عرضي)، طبق زجاجي، ملقط، طبق بتري.

#### الإجراءات

- ١- ضع عينة دودة الأرض في طبق بتري، ثم شاهد الشكل الخارجي لدودة الأرض، مُميّزاً الحلقات.
- ٢- افحص الشريحة الجاهزة للمقطع العرضي لدودة الأرض باستخدام المجهر، وتعرّف الأجزاء، ثم قارنها بما في الشكل (٢-٢٧).
- ٣- ارسم شكلاً تقريبياً لما تشاهده.

## لديدان الأرض خصائص عدّة، منها:

- تكوّن الجسم من حلقات أو عُقَل متشابهة تقريبًا تفصل بينها حواجز.
- امتلاك تجويف جسمي حقيقي يحتوي على سائل يقوم بوظيفتي الدعم والنقل داخل الجسم.
- امتلاك قناة هضمية كاملة تبدأ بالفم، ثم البلعوم، فالمرى، ثم الحوصلة، فالقنصة التي يُهضم فيها الطعام، ثم المعي الذي يُمتص فيه الطعام، ثم فتحة الشرج التي يُتخلّص بها من فضلات الطعام.
- التنفس عن طريق الجلد الغني بالشعيرات الدموية، والقادر على الاحتفاظ برطوبته نتيجة للإفرازات المخاطية.
- امتلاك جهاز دوراني مغلق مُكوّن من القلوب المحيطة بالمرى، ووعاءين دمويين رئيسيين.
- امتلاك جهاز عصبي مُكوّن من عُقد عصبية تُمثّل الدماغ، ويمتد منها حبل عصبي بطني.
- احتواء جهاز الإخراج على زوج من النفريديات في معظم حلقات الجسم، انظر الشكل (٢-٢٧/ب)، وهي أنابيب ملتوية تصفي الفضلات من السائل الذي يملأ تجويف الجسم، وتحمل هذه الأنابيب الفضلات النيتروجينية إلى خارج الجسم عن طريق ثقب تفتح على السطح البطني للجسم.
- تكاثر دودة الأرض تكاثرًا جنسيًا.

### قضية للبحث

من الأمثلة على الحلقيات دودة العلق الطبي. ابحث في محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن أهمية هذه الدودة واستخداماتها الطبية، ثم اكتب تقريرًا عمّا تتوصل إليه، واعرضه أمام زملائك في الصف، أو اقرأه في الإذاعة المدرسية.

### تأمّل

اكتب حوارًا بين مُزارع محترف وابنه عن أهمية دودة الأرض وفوائدها للإنسان والبيئة (يمكنك تطوير الحوار ليصبح مسرحية تُمثّلها مع زملائك يوم النشاط المدرسي).



الشكل (٢-٢٨): سرب من النمل.

تمثّل المفصليات ما نسبته ٨٥٪ تقريبًا من اللافقاريات، وتوجد في البيئات جميعها. وبالرغم من أن بعض المفصليات تُعدُّ ناقٍ لهُسببات الأمراض، فإن لبعضها الآخر فوائد عدّة؛ إذ بدأ باحثون مشرورًا بحثيًا فريدًا من نوعه يهدف إلى استخراج نهاذج جديدة في مواجهة الكوارث وتنظيم جهود الإغاثة، عن طريق دراسة سلوك أنواع من الكائنات الحية، مثل: النمل، والنحل، انظر الشكل (٢-٢٨).

يعمل في هذا المشروع باحثون من تخصصات شتى لتطوير أساليب جديدة في



البحث عن الطعام أو الخلية، وقدرة النمل على تنظيم الجهود عند التعرض لخطر ما.

فما المفصليات؟ وما خصائصها؟ وما أهميتها؟

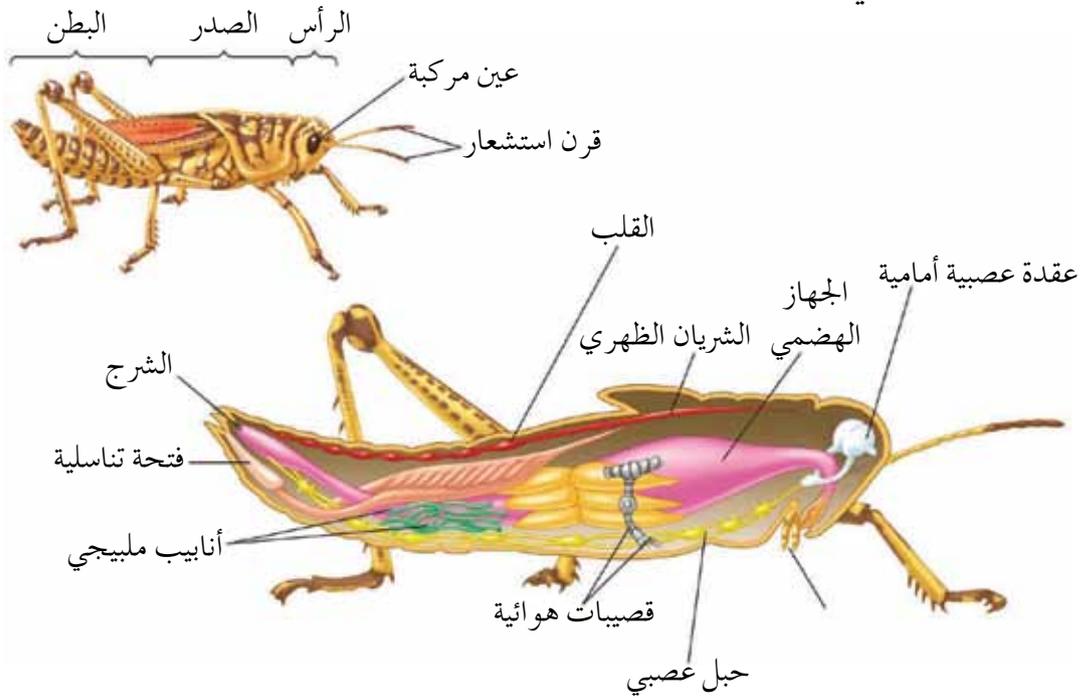
لتتعرف أكثر صفوف المفصليات شيوعًا، انظر الشكل (٢-٢٩).

### قبيلة المفصليات

الحشرات (Insecta)	عديدة الأرجل (Myriapoda)	العنكيات (Arachnida)	القشريات (Crustacea)
مثالها	مثالها	مثالها	مثالها
			
الجراد.	أمُّ أربع وأربعين.	العنكبوت.	الجمبري.

الشكل (٢-٢٩): أهم صفوف قبيلة المفصليات.

لتعرّف الخصائص العامة للمفصليات، انظر الشكل (٢-٣٠) الذي يُمثّل تركيب الجرادة، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٢-٣٠): تركيب جسم الجرادة.

- ◀ ما موقع الحبل العصبي بالنسبة إلى الجسم؟
- ◀ أين يقع جهاز الدوران بالنسبة إلى الجسم؟
- ◀ توقع أيّ الأجزاء مسؤول عن التخلص من الفضلات النيتروجينية؟

للمفصليات خصائص عدّة، منها:

- امتلاك هيكل خارجي صلب مُكوّن من مادة الكايتين.
- أجسامها مُقسّمة إلى عُقل وزوائد، مثل: الأرجل وقرون الاستشعار التي تكون متمفصلة، واندماج العُقل أحياناً بعضها مع بعض مُكوّنة جزءاً رئيساً من الجسم، مثل: الرأس، والصدر، والبطن.
- اكتمال الجهاز الهضمي بحيث يبدأ بالفم، وينتهي بفتحة الشرج.
- تكوّن جهاز الدوران من قلب ظهري الموقع مُكوّن من حجرات عدّة، وانتقال سائل لونه مائل إلى الصفرة في وعاء دموي إلى تجويف الجسم، ويُعرف هذا السائل باسم الدم الليمفي لأنه مزيج من سوائل الجسم والدم، فهل الجهاز الدوراني للمفصليات مفتوح أم مغلق؟ كيف عرفت؟

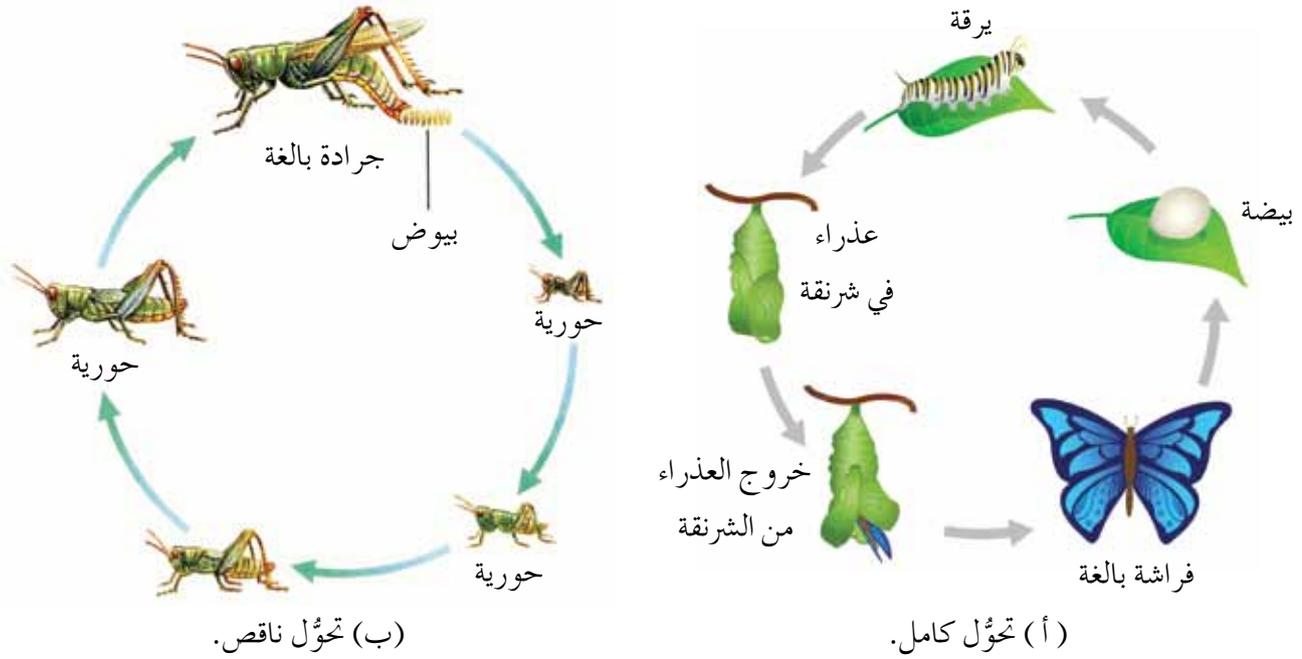
- تنفس المفصليات إمّا عن طريق القصيبات التنفسية التي تفتح إلى الخارج في منطقة البطن بواسطة ثغور تنفسية كما في الحشرات، وإمّا عن طريق الرئة الكتبية، وهي صفائح رقيقة مصفوفة تشبه الكتاب، مُكوّنةً سطحًا تنفسيًا واسعًا لتبادل الغازات كما في بعض العنكبويات. أمّا القشريات فتتنفس أنواعها المائية عن طريق الخياشيم.
  - تخلّص العنكبويات والحشرات من فضلاتها النيتروجينية عن طريق أنابيب ملبّيجي، وهي أنابيب تمتد نهاياتها المغلقة في تجويف الجسم، فترشح سوائل الجسم إلى داخل هذه الأنبيبات، وتُمرر بالقناة الهضمية لتُطرح مع فضلات الجهاز الهضمي.
- لمقارنة أهم صفوف المفصليات بعضها ببعض من حيث الشكل الخارجي، ادرس الجدول (١-٢).

الجدول (١-٢): مقارنة بين أهم صفوف المفصليات.

وجه المقارنة			الصف
			
الحشرات	العنكبويات	القشريات	
الجسم مُكوّن من ثلاثة أجزاء: رأس، وصدر، وبطن.	الجسم مُكوّن من جزأين: رأس - صدر، وبطن.	الجسم مُكوّن من جزأين: رأس - صدر، وبطن.	أجزاء الجسم الرئيسية
قرنا استشعار على الرأس.	لا توجد قرون استشعار.	أربعة قرون استشعار على الرأس.	عدد قرون الاستشعار
ست أرجل.	ثمانية أرجل.	ثمانية أرجل أو أكثر.	عدد الأرجل

### دورة حياة الحشرات

تتكاثر الحشرات بالبيض، وتنتقل من طور إلى آخر في أثناء نموها، في ما يُعرف بظاهرة التحوّل (metamorphosis). يوجد نوعان من التحوّل؛ تحوّل كامل، وتحوّل ناقص، ولتعرّف الفرق بينهما، انظر الشكل (٢-٣١)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٢-٣١): دورة حياة الفراشة النهارية، ودورة حياة الجراد.

- ◀ قارن بين الصغار التي تفقس من البيض والجرادة البالغة من حيث الشكل.
  - ◀ قارن بين الصغار التي تفقس من البيض والفراشة البالغة من حيث الشكل.
  - ◀ قارن بين دورتي حياة الفراشة والجرادة من حيث المراحل التي تمر كلُّ منهما بها.
- حين تفقس بيوض الجراد فإن الصغار تشبه أبويها، لكنها لا تكون مكتملة النمو؛ إذ تفتقر إلى الجناحين والأعضاء التناسلية، وتسمى حورية، ويستبدل هيكلها الخارجي مرات عدّة بعملية تسمى الانسلاخ (ecdysis) إلى أن تصبح حشرة بالغة، وتعدُّ دورة حياة الجراد مثالاً على التحوُّل الناقص.

حين تفقس بيوض الفراشة النهارية فإن الصغار لا تشبه أبويها، وتنسلخ مرات عدّة حتى تصبح حشرة كاملة، وتعدُّ دورة حياتها مثالاً على التحوُّل الكامل.

### تأمّل

تعهد البلدية أحياناً إلى رش رذاذ مادة نفطية للتخلص من الحشرات في المناطق السكنية في فصل الصيف. اكتب رسالة تُبيّن فيها مدى حاجة (أو عدم حاجة) الحي إلى مثل هذه الممارسة، مُضمّناً إياها حججاً مقنعة.



الشكل (٢-٣٢): خيار البحر صديق البيئة.

أشارت دراسة بحثية في مجال علوم البحار إلى أن خيار البحر صديق للبيئة، انظر الشكل (٢-٣٢)، وأن فوائده تكمن في أنه يُبعد الفضلات الهائية الهالحة التي تعيق نمو الطحالب، والنباتات البحرية التي تُعدُّ مصدرًا لغذاء بعض الأسماك والأحياء الأخرى، فضلاً عن حفاظه على البيئة البحرية بقدرته الفائقة على فصل الملوثات النفطية عن الماء المحيط به، وجمعه في حويصلات داخل جسمه بحيث تصبح أكثر كثافة وقابلية للترسيب.

ونظرًا إلى احتواء جسمه على نسبة عالية من البروتين والفيتامينات؛ فإنه يُستخدم غذاءً للإنسان، وعلاجًا للعديد من الأمراض، وهو ينتمي إلى قبيلة شوكلات الجلد.

فما خصائص شوكلات الجلد؟ وكيف تصنف؟

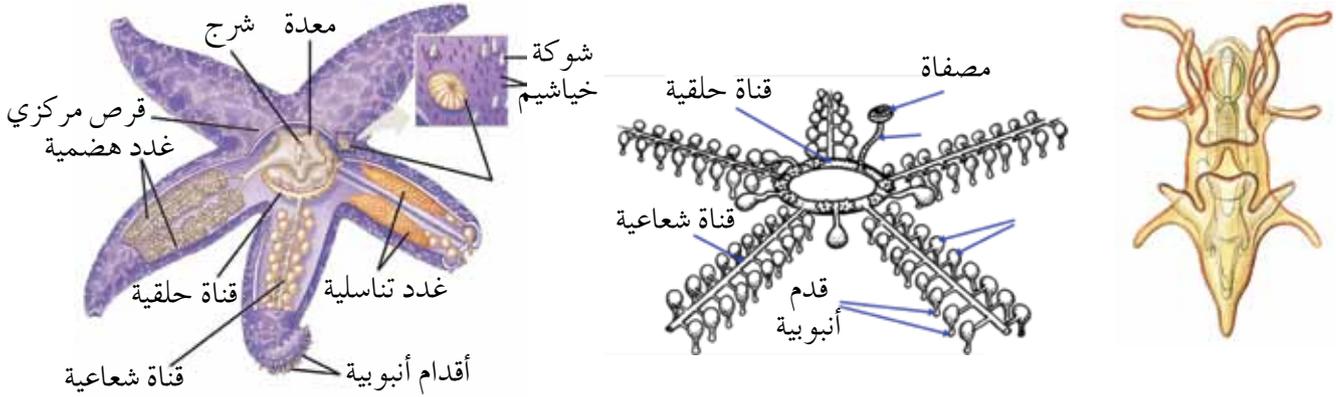
لتتعرف أهم صفوف شوكلات الجلد، انظر الشكل (٢-٣٣).

### قبيلة شوكلات الجلد

الخياريات (Holothuroidea)	القنفذيات (Echinoidea)	النجميات (Asteroidea)
مثالها	مثالها	مثالها
		
خيار البحر.	قنفذ البحر.	نجم البحر.

الشكل (٢-٣٣): أهم صفوف قبيلة شوكلات الجلد.

لتتعرف خصائص شوحيات الجلد، انظر الشكل (٢-٣٤) الذي يوضح تركيب نجم البحر بوصفه مثالاً على شوحيات الجلد، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(أ) المرحلة الجنينية لنجم البحر. (ب) الجهاز الوعائي المائي. (ج) تركيب نجم البحر.

الشكل (٢-٣٤): نجم البحر.

- ◀ ما نوع التماثل في كلٍّ من الحيوان البالغ والطور الجنيني لنجم البحر؟
- ◀ لماذا تسمى شوحيات الجلد بهذا الاسم؟
- ◀ أين تتوقع أن تعيش هذه الحيوانات؟
- ◀ ما أجزاء الجهاز الوعائي المائي لنجم البحر؟ وما أهميته؟
- ◀ ممّ يتكون جهازه الهضمي؟

لشوكيات الجلد خصائص عدّة، منها:

- التماثل في الأطوار الجنينية جانبي، وشعاعي في أجسام الحيوانات البالغة، فضلاً عن تكرار التراكيب الداخلية بصورة شعاع داخل أجسامها.
- امتلاك قناة هضمية تبدأ بالفم في الجهة البطنية (السفلية)، وتنتهي بفتحة الشرج في الجهة الظهرية (العلوية) من الجسم.
- التنفس بواسطة الخياشيم الجلدية الرقيقة، أو الأقدام الأنبوبية.
- امتلاك جهاز وعائي مائي؛ إذ تضخ الماء إلى الداخل بواسطة المصفاة، مروراً بالقناة الحلقيه، وصولاً إلى الأقدام الأنبوبية ذوات المصّات التي تُستخدم وسيلةً للحركة، والتقاط الغذاء، والقيام بعملية التنفس.

- امتلاك جهاز عصبي يتكون من حلقة عصبية، يتفرع منها حبال عصبية شعاعية.
- التكاثر جنسيًا؛ فهي حيوانات منفصلة الجنس، منها الذكور، ومنها الإناث، والإخصاب فيها خارجي، ولبعضها القدرة على تجديد الأعضاء المتوترة من أجسامها، وقد ينمو لها جسم جديد كامل من ذراع واحدة، وجزء من القرص المركزي.
- تميّز شوحيات الجلد عن غيرها من قبائل المملكة الحيوانية جميعها بامتلاكها جهازًا وعائيًا مائيًا، تستخدمه بوصفه جهاز نقل داخلي.

### تأمّل

يُمثّل الصيد الجائر للأحياء البحرية أحد المخاطر التي تهدد خيار البحر بالانقراض؛ إذ يستغرق نمو البيضة الواحدة من بيوضه إلى أن تصبح حيوانًا بالغًا مدة تتراوح بين (٥-٨) سنوات. اقترح طريقة مناسبة لتوعية مجتمعك بمخاطر الصيد الجائر الذي يهدد منظومة البيئة، وتعاون مع زملائك على نشرها.

## أسئلة الفصل

- ١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:
- (١) من الخصائص التي تتصف بها شوكلات الجلد أنها:
- أ - كاذبة التجويف الجسمي.      ب - تحتوي على جهاز وعائي مائي.  
ج - لا تستطيع الحركة.      د - خنثى.
- (٢) أي الآتية يتخلص من فضلاته بزوج من النفريديات:
- أ - الحشرات.      ب - العناكب.  
ج - دودة الأرض.      د - خيار البحر.
- (٣) أي الآتية يتنفس عن طريق الرئة الكتبية:
- أ - العناكب.      ب - الذباب.  
ج - النحل.      د - جراد البحر.
- ٢ - فسّر ما يأتي:
- أ - يُعرف السائل في تجويف جسم المفصليات باسم الدم الليمفي.  
ب - يمتاز جلد دودة الأرض بقدرته على الاحتفاظ بالرطوبة.
- ٣ - ما وظيفة كل مما يأتي في شوكلات الجلد:
- أ - الجهاز الوعائي المائي.      ب - الأقدام الأنبوية.  
ج - العنكيات وشوكلات الجلد من حيث طريقة التنفس.  
د - الفراش والجراد من حيث نوع التحوّل في كل منها.
- ٤ - قارن بين كل مما يأتي:
- أ - العنكيات وشوكلات الجلد من حيث طريقة التنفس.  
ب - الفراش والجراد من حيث نوع التحوّل في كل منها.  
ج - الجمبري والجراد من حيث طريقة التنفس.
- ٥ - حدّد أين يحدث كل مما يأتي في الجهاز الهضمي لدودة الأرض:
- أ - هضم الطعام.      ب - امتصاص الطعام المهضوم.      ج - التخلص من فضلات الطعام.
- ٦ - صِف جهاز الدوران لكل من:
- أ - المفصليات.      ب - دودة الأرض.

### أطلس اللافقاريات

#### الإجراءات

ستعمل بالتعاون مع زملائك في الصف، وبمساعدة معلم العلوم الحياتية في المدرسة، على إنتاج أطلس للحيوانات اللافقارية التي تعيش في منطقتك. ولتنفيذ ذلك، نقترح عليك إنشاء فرق عمل، لكلٍ منها مهام محددة.

#### الفريق رقم (١): تصوير الحيوانات اللافقارية في البيئة المحلية.

١ - التخطيط الجماعي لعمل جولات في البيئة المحلية من أجل رصد الحيوانات اللافقارية وتصويرها في بيئاتها، وذلك بالتنسيق مع معلم المبحث، ومراعاة تعليمات السلامة العامة في الخطوات جميعها.

٢ - تنفيذ الجولات بالتعاون مع الزملاء في الفرق الأخرى ومعلم المبحث.

#### الفريق رقم (٢): جمع المعلومات عن الحيوانات اللافقارية.

١ - تحديد نوعية المعلومات المراد جمعها، مثل: التصنيف، وبيئة المعيشة، والتغذية، والتنفس، والإخراج، والتكاثر.

٢ - تحديد مصادر جمع المعلومات.

٣ - العمل على جمع المعلومات، وتصنيفها، وتوثيقها.

#### الفريق رقم (٣): جمع صور لحيوانات لافقارية لم يتمكن الفريق رقم (١) من تصويرها.

١ - تحديد قبائل اللافقاريات التي يصعب تصويرها مباشرة في البيئة المحلية.

٢ - تحديد مصادر جمع الصور.

٣ - جمع الصور، وتصنيفها، وتوثيقها.

### الفريق رقم (٤): تصميم صفحات الأطلس.

- ١ - عمل نموذج لتصميم صفحات الأطلس، ثم عرضه على الزملاء في الفرق الأخرى، ومناقشة عناصره، وتعديله باتفاق الجميع.
- ٢ - توزيع الأدوار المتعلقة بالتحضير، وتنفيذ العمل.
- ٣ - عرض المنتج على طلبة الصف، ومناقشة محتوياته.
- ٤ - عرض المنتج على المعلم، وتعديله بحسب ملحوظات المعلم والزملاء.
- ٥ - عمل احتفالية للإعلان عن إصدار المنتج.

## أسئلة الوحدة

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) تظهر الطبقات المولدة في أجسام الحيوانات في مرحلة:

- أ - التلقيح.                      ب - الإخصاب.  
ج - الجنين.                      د - الطفولة المبكرة.

(٢) من الحيوانات كاذبة التجويف الجسمي:

أ - الحيوان الذي يحوي تجويفاً جسمياً محاطاً من الجهات جميعها بالطبقة المولدة الوسطى.

ب - الحيوان الذي يحوي تجويفاً جسمياً غير محاط من الجهات جميعها بالطبقة المولدة الوسطى.

ج - الحيوان الذي تُمثل الطبقة الوسطى فيه نسيجاً يملأ الحيز الداخلي كله.

د - الحيوان الذي يتكون جسمه من طبقتين؛ داخلية وخارجية، ولا يحوي طبقة وسطى.

(٣) يُوزع الغذاء المهضوم على خلايا جسم الإسفنج جميعها بوساطة:

- أ - الخلايا الدورية المطوّقة.                      ب - قنوات خاصة.  
ج - الخلايا الأميبية.                      د - المادة الهلامية الوسطية.

(٤) توجد الخلايا اللاسعة للهدرا في:

- أ - التجويف المعدي الوعائي.  
ب - الخلايا المبطننة للتجويف المعدي الوعائي.  
ج - اللوامس المحيطة بالفم.  
د - المادة الهلامية التي تربط بين طبقتي الجسم.

(٥) من وظائف الخلايا الالهية في دودة البلاناريا:

- أ - إفراز إنزيمات هاضمة.

- ب- إفراز مواد سامة لشل الفريسة.  
ج- تكوين الجاميتات الذكرية والأنثوية.  
د - التخلص من الفضلات النيتروجينية.  
(٦) يتكون طور اليرقة في دودة البقر الشريطية في:  
أ - أمعاء العائل الوسيط.  
ب- أمعاء العائل الأساسي.  
ج- العضلات الهيكلية للعائل الوسيط.  
د - العضلات الهيكلية للعائل الأساسي.  
(٧) تتنفس رخويات اليايسة بوساطة:  
أ - الرئتين.  
ب- الغشاء الذي يحيط بالكتلة الحشوية.  
ج- الصدفة المحيطة بالجسم من الخارج.  
د - البطانة الداخلية لتجويف العباءة.

٢ - فسر ما يأتي:

- أ - تُعرف الإسفنجيات باسم المثقبات.  
ب- يُعدُّ الجهاز العصبي في الهيدرا بسيطاً.  
٣ - حدّد القبيلة التي تنتمي إليها كلُّ من الكائنات الحية الآتية في سلم التصنيف:  
الهيدرا، البلاناريا، الأسكارس، الحلزون، الجراد.  
٤ - كيف يتلاءم تركيب كلِّ مما يأتي مع وظيفته:  
أ - الرأس في دودة البقر الشريطية.  
ب- الهيكل الخارجي لجسم المفصليات.  
ج- الأقدام الأنبوبية في قبيلة شوقيات الجلد.

٥ - قارن بين الديدان الأسطوانية والرخويات من حيث:

أ - الغطاء الخارجي للجسم.

ب- جهاز الدوران.

ج- تركيب الجهاز الهضمي.

٦ - قارن بين حيوان الإسفنج وحيوان الهيدرا من حيث: عدد طبقات الجسم، وطريقة التغذية.

٧ - قارن بين دودة البلاناريا وقنفذ البحر من حيث تركيب الجهاز العصبي.



(ب) قنفذ البحر.



(أ) البلاناريا.

الشكل (٢-٣٥): السؤال السابع.

# الفصل الدراسي الثاني



## الوحدة الثالثة

### الفقاريات

٣

قال الله تعالى: ﴿وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ﴾.  
(سورة النور، الآية ٤٥).



كيف تصنف الفقاريات؟

?

## اللافكيات والأسماك والبرمائيات

### Agnathans, Fishes and Amphibians

تنتمي تحت قبيلة الفقاريات (Vertebrates) إلى قبيلة الحبليات (Phylum Chordata)، وتضم الفقاريات عددًا من فوق الصفوف والصفوف، وستدرس منها في هذا الفصل كلاً من: فوق صف اللافكيات، وصفوف الأسماك الغضروفية، والأسماك العظمية، والبرمائيات، فكيف تصنف؟ وما خصائصها؟ وما أهميتها؟

ستتمكن من الإجابة عن هذه الأسئلة وغيرها بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تصنف الفقاريات إلى مجموعاتها الرئيسية والفرعية.
- تستقصي الخصائص المميزة لكل من: اللافكيات، والأسماك، والبرمائيات.
- تستقصي العوامل المؤثرة في بقاء اللافكيات والأسماك والبرمائيات في بيئاتها.

#### الخصائص العامة للحبليات وتصنيفها

أولاً

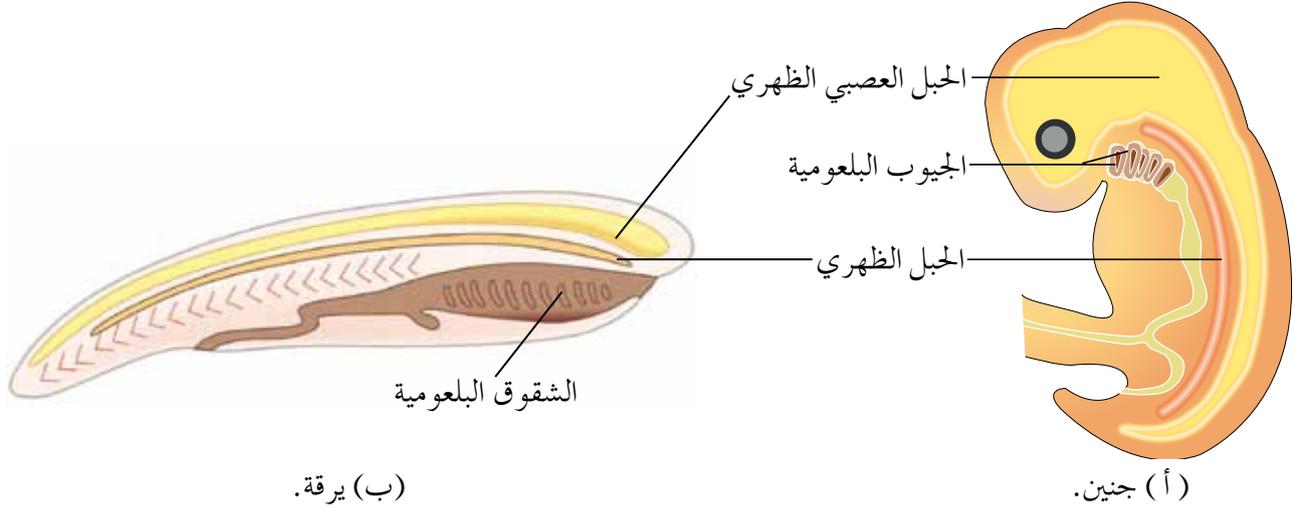


الشكل (٣-١): الجزء الأمامي للسهم تحت عدسة المجهر التشريحي.

ينتمي السهم إلى قبيلة الحبليات، وهو حيوان مدبب الطرفين لا تغطي القشور جسمه، ويصل طول البالغ منه إلى (٦) سنتيمترات، وقد اهتم العلماء بدراسته بسبب افتقار جلده إلى وجود الأصباغ، وهذا ما يجعله شفافاً، ويمكن مشاهدة تراكيبه الداخلية بوضعه تحت عدسة المجهر التشريحي، ثم دراسة خصائصه الرئيسية بسهولة، انظر الشكل (٣-١).

تشارك الحيوانات التي تنتمي إلى قبيلة الحبليات في خصائص تركيبية تظهر في مراحلها التكوينية الأولى، وتميزها من باقي قبائل المملكة الحيوانية، فما هي؟

لتتعرف هذه التراكيب، انظر الشكل (٣-٢)، ثم حددها.



(ب) يرقة.

(أ) جنين.

الشكل (٣-٢): نموذجان للحبليات في المراحل التكوينية الأولى.

تظهر في أجنة الحبليات التراكيب الرئيسية الآتية:

- الحبل العصبي الظهرى (dorsal nerve cord): هو حبل عصبي أجوف، يوجد في الجهة الظهرية من الجسم، ويمر بمراحل عدة، مُكوّنًا الجهاز العصبي المركزي.
  - الحبل الظهرى (notochord): هو حبل خلوي مرن، يُعزى إليه سبب تسمية الحبليات بهذا الاسم، ويقع تحت الحبل العصبي، ويبقى موجودًا في معظم الحبليات طوال حياتها. أمّا الحبل الظهرى في الفقاريات فإنه يختزل مُكوّنًا أقرصًا تقع بين الفقرات المُكوّنة للعمود الفقري.
  - الجيوب البلعومية (pharyngeal pouches): تمر هذه الجيوب بتحويلات عدة في مختلف الحبليات؛ إذ تظهر في بعض الحبليات التي تعيش في الماء فتحات تسمى شقوقًا بلعوميةً (pharyngeal slits) تسمح بخروج الماء الداخل من الفم. وفي فقاريات الماء تنشأ خياشيم في هذه الجيوب، فتسمى شقوقًا خيشوميةً أو فتحات خيشوميةً (Gill slits). أمّا في فقاريات اليابسة فتتحول هذه الجيوب تدريجيًا لتصبح جزءًا من تراكيب أخرى في الرأس والرقبة مثل الحنجرة.
- كيف تصنف الحبليات؟

تضم قبيلة الحبليات تحت قبيلة الفقاريات، ومُثّل الغالبية العظمى منها، وتضم أيضًا كلاً من

تحت قبيلة الذيل حبليات، وتحت قبيلة الرأس حبليات. أما الفقاريات فينتهي إليها كلُّ من فوق صف اللافكيات، وفوق صف الفكيات التي تشمل عددًا من الصفوف، انظر الشكل (٣-٣).



الشكل (٣-٣): تصنيف الحبليات.

## تحت قبيلة الفقاريات

ثانيًا

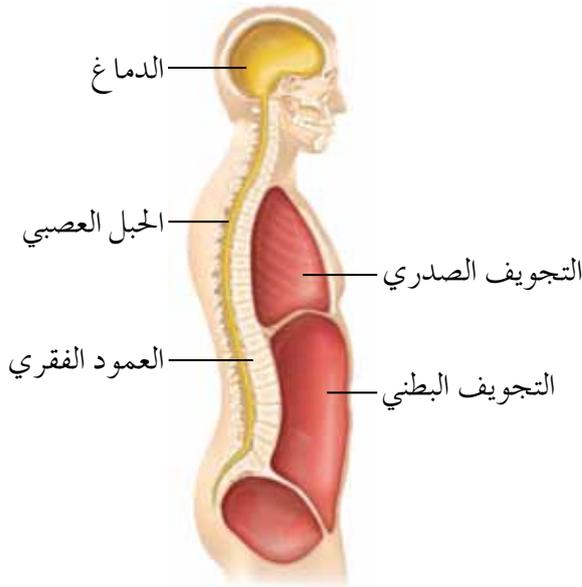


دلت الآثار القديمة على تنوع الفقاريات في الأردن؛ إذ تُبيّن النقوش الحجرية في منطقة جاوا صور الهيا والهاجز الجبلي والثيران وطرائق صيدها البدائية، وتُظهر اللوحات الفسيفسائية في مادبا، والقصور الأموية الصحراوية أنواعًا عديدة من الحيوانات، مثل: الغزلان، والأسود الجبلية، والأرانب البرية، والطيور.

الشكل (٣-٤): منحوتة لأسد على جدار قصر في منطقة عراق الأمير في وادي السير.

فما الخصائص العامة للفقاريات؟

للإجابة عن هذا السؤال، انظر الشكل (٣-٥)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(ب) إنسان في مرحلة البلوغ.

(أ) جنين إنسان.

الشكل (٣-٥): فقاري في مراحل عمرية مختلفة.

- ◀ ما اسم التركيب الذي يحل محل الحبل الظهرى؟
- ◀ أين يوجد الحبل العصبي؟
- ◀ لإمّ يتضخم الجزء الأمامي من الحبل العصبي؟
- ◀ اذكر أسماء بعض الأعضاء التي توجد في التجويف الصدري وأسماء أخرى توجد في التجويف البطني؟
- ◀ لماذا سميت الفقاريات بهذا الاسم؟

للفقاريات خصائص عدّة، منها:

- وجود هيكل داخلي (عظمي، أو غضروفي) لها، يشتمل جزء منه على عمود فقري مُكوّن من فقرات تدعم جسم الحيوان وتعطيه مرونة، وتحمي الحبل العصبي الذي يمر به.
- تضخم الجزء الأمامي من الحبل العصبي مُكوّنًا الدماغ الذي تحميه عظام الجمجمة.
- جهاز الدوران فيها مغلق، والقلب مُكوّن من (٢-٤) حجرات.
- أجسامها مغطاة بالجلد، وقد ينشأ منه تراكيب مختلفة، مثل: الشعر، والريش، والأظافر، والقشور، وغير ذلك.
- امتلاكها جهازًا إخراجيًا للتخلص من الفضلات النيتروجينية.

## سؤال

قارن بين الحيوانين الظاهرين في الشكل (٣-٦) من حيث: موقع الهيكل بالنسبة إلى الجسم، وقابليته للنمو.



(ب) حيوان لافقاري.



(أ) حيوان فقاري.

الشكل (٣-٦): مقارنة بين حيوانين: فقاري، ولافقاري.

تقسم الفقاريات من حيث درجة حرارة جسمها إلى قسمين:

### ١ فقاريات متغيرة درجة الحرارة (Ectothermic)

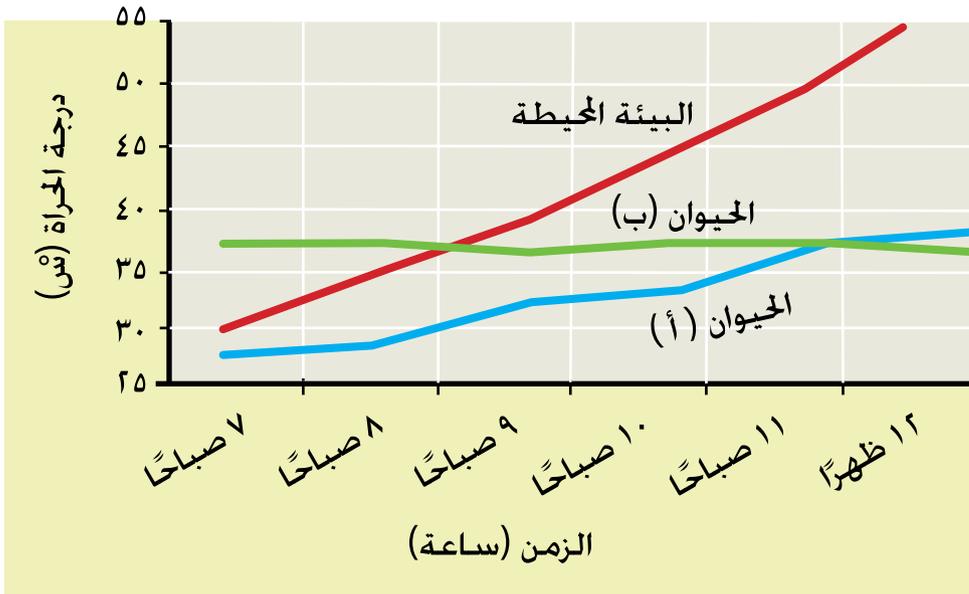
لا تستطيع هذه الفقاريات إنتاج طاقة كافية عن طريق عمليات الأيض لتثبيت درجة حرارة الجسم، فتتغير درجة حرارته حسب درجة حرارة البيئة المحيطة به. تعتمد هذه الفقاريات إلى ممارسة سلوكيات مختلفة للمحافظة على المدى الحراري الطبيعي لأجسامها، مثل التعرض المباشر لأشعة الشمس، وهي تشمل اللافكيات، والأسماك الغضروفية، والأسماك العظمية، والبرمائيات، والزواحف.

### ٢ فقاريات ثابتة درجة الحرارة (Endothermic)

تستطيع هذه الفقاريات إنتاج طاقة كافية عن طريق عمليات الأيض لتحافظ على درجة حرارة ثابتة لأجسامها، وهي تشمل الطيور، والثدييات.

## سؤال

ادرس الشكل (٣-٧) الذي يوضح درجات حرارة حيوانين فقاريين في مدة زمنية محددة، ثم أجب عما يليه من أسئلة:



الشكل (٣-٧): تغير درجة حرارة حيوانين فقاريين خلال النهار.

- ◀ كيف تتأثر درجة حرارة جسم الحيوانين بتغير درجة حرارة البيئة المحيطة؟
- ◀ أيّ الحيوانين تتوقع أنه من الحيوانات ثابتة درجة الحرارة؟ وأيُّهما من الحيوانات متغيرة درجة الحرارة؟ برر إجابتك.

### خصائص صفوف الفقاريات

ثالثًا

تعلمت أن الفقاريات تصنف إلى فوق صف اللافكيات، وفوق صف الفكيات، فما الخصائص المميزة لكلٍّ منهما؟

#### ١ فوق صف اللافكيات

يضم فوق صف اللافكيات حيوانات لافكية (Jawless)، مثل الجلكي (اللامبري)، وهو حيوان مائي أسطوانى الشكل، له فتحة أنفية واحدة.

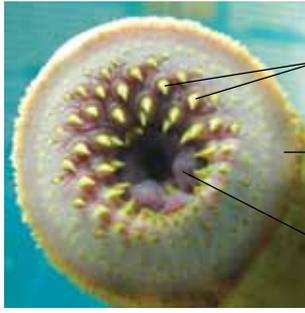
سبب الجلكي مشكلة بيئية في البحيرات العظمى شمال أمريكا؛ إذ لاحظ سكان المنطقة عام ١٩٦٠م تناقص أعداد الأسماك في بحيرة إري بصورة كبيرة، ولوحظ أيضًا وجود آثار ندوب مستديرة الشكل على أجسام معظم الأسماك المتبقية فيها، انظر الشكل (٣-١)، وعُزي ذلك إلى انتقال حيوانات

الجلكي إليها من بحيرة أنتاريو المجاورة عبر قناة تجارية أنشئت بينها.

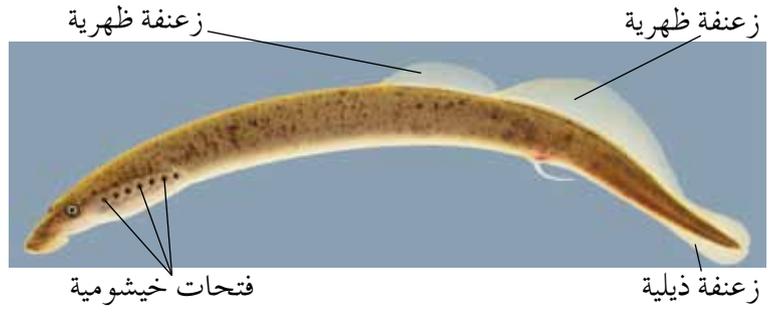


الشكل (٣-١): ندوب على جسم سمكة.

فما خصائص الجللكي؟ وما سبب الندوب المستديرة التي يُخلّفها على أجسام ضحاياه من السمك؟  
لتعرّف خصائص الجللكي، انظر الشكل (٣-٩)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(ب) منظر أمامي لفتحة الفم دائرية الشكل.



(أ) حيوان الجللكي.

الشكل (٣-٩): الجللكي.

◀ في أيّ أجزاء الجسم تقع زعانف الجللكي؟

◀ كيف يتغذى الحيوان البالغ؟

◀ ما وظيفة الفتحات الخيشومية؟

للالفكيات خصائص عدّة، منها:

- وجود هيكل غضروفي لها.
- امتلاكها زعانف ظهرية وذيلية فردية متتابعة.
- امتلاكها فتحة أنفية واحدة.
- تنفسها بوساطة خياشيم بسيطة التركيب؛ إذ يمر الماء الداخل من الفم خلالها، فيتم تبادل الغازات فيها، ثم يخرج الماء من الفتحات الخيشومية.
- تغذي معظم الحيوانات البالغة منها عن طريق تثبيت فمها الدائري الماص بجسم سمكة حية،  
مُعلِّقَةً طيلاً هُنا ،  
وامتصاص الدم والسوائل منها، وقد يؤدي ذلك إلى موت السمكة.
- الإخصاب فيها خارجي (أي خارج جسم الأنثى).

### قضية للبحث

كيف يعمل الجللكي على منع تجلط دم السمكة في أثناء تغذيته بها؟ ابحث عن إجابة لهذا السؤال في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوافرة، ثم اكتب تقريراً عمّا تتوصل إليه، وناقشه مع زملائك في الصف.

ينتمي إلى الفكيات جميع الفقاريات التي تمتلك زوجاً من الفكوك في رأسها، فما خصائصها؟  
أ - صف الأسماك الغضروفية



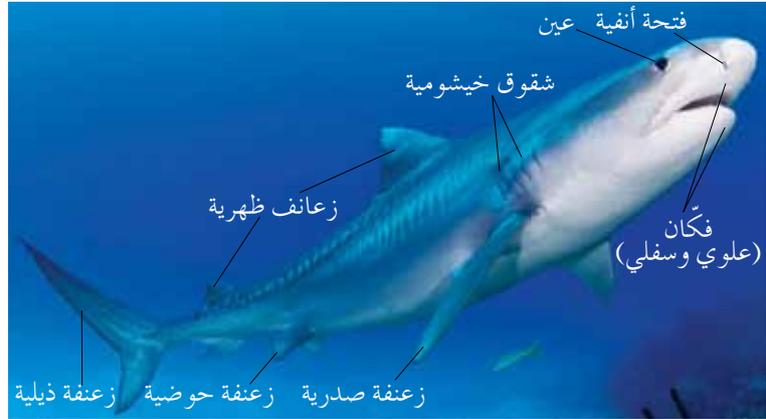
الشكل (١٠-٣): سمكة قرش تقضم كابلًا.

تنتمي أسماك القرش إلى صف الأسماك الغضروفية، ولعلك سمعت أن كابلات شركة جوجل الموجودة تحت الماء تتعرض لنوع غريب من المخاطر؛ إذ رصدت إحدى الكاميرات المثبتة في قاع البحر سمكة قرش وهي تحاول قضم أحد هذه الكابلات، انظر الشكل (١٠-٣). صحيح أنه لا يوجد تفسير علمي ثابت لذلك، ولكن بعض المتخصصين يعزون هذا التصرف إلى اهتزازات الكابلات التي تجذب أسماك القرش.

فما خصائص أسماك القرش؟ للإجابة، انظر الشكل (١١-٣)، والشكل (١٢-٣)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليهما:



الشكل (١٢-٣): أسنان سمكة قرش.



الشكل (١١-٣): سمكة قرش.

- ◀ حدّد موقع فم القرش بالنسبة إلى رأسه.
- ◀ في أيّ مناطق الجسم توجد الزعانف؟
- ◀ ما وظيفة الشقوق الخيشومية؟ هل هي مغطاة بغطاء خيشومي؟
- ◀ ما وظيفة فتحتي الأنف؟
- ◀ صفا

للأسماك الغضروفية خصائص عدّة، منها:

- امتلاكها هيكلًا غضروفيًا، و صفوفًا من الأسنان الحادة.
- وجود فتحة الفم (المزودة بفكين قويين) غالبًا في الجانب السفلي من الرأس.
- امتلاكها نظامًا خطيًّا جانبيًّا؛ إذ يوجد خطان جانبيان على طول جسمها يحويان خلايا عصبية تجعلها حساسة لذبذبات الماء حولها، فضلًا عن قدرتها على الإحساس بالمجالات الكهربائية الضعيفة التي يُولِّدها انقباض عضلات الحيوانات المجاورة عن طريق مستقبلات كهروحسية تتركز في رأسها.
- امتلاكها حاستي شم وبصر قويتين، واقتصار وظيفة الأنف على عملية الشم فقط، وليس التنفس.
- التنفس بوساطة الخياشيم، وهي تراكيب رقيقة، قوسية الشكل، حمراء اللون، غنية بالأوعية الدموية، تستخدمها في تبادل الغازات للحصول على الأكسجين المذاب في الماء، ولا يوجد لديها غطاء خيشومي.
- القلب فيها مُكوّن من حجرتين فقط.
- جسمها مغطى بتراكيب تشبه الأسنان في شكلها.
- الإخصاب فيها داخلي (أي داخل جسم الأنثى).

### قضية للبحث

اقرأ الخبر الآتي الوارد في صحيفة سكاي نيوز، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:  
«أعلنت منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة عام ٢٠١٣م أن أعداد أسماك القرش في البحر الأبيض المتوسط والبحر الأسود قد تراجعت تراجعًا كبيرًا في القرنين الماضيين بسبب الصيد الجائر لها، وأنها مهددة بالانقراض، فحاول المهتمون من مختلف أنحاء العالم إنقاذها بشتى الوسائل».

- لماذا يصيد الإنسان هذه الأسماك؟
  - لماذا يتابع العلماء باهتمام مسألة انقراضها؟
  - ما الوسائل التي يستخدمونها في محاولة إنقاذها من الانقراض؟
- ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن إجابات  
لها ثم أعدّ وهاجها  
بإشراف معلمك.



تصاب بعض الأسماك العظمية، ولا سيما تلك التي تربي في أحواض الماء، بعارض يجعلها تسبح بصورة جانبية، أو تبقى في القاع لا تستطيع الصعود، أو تطفو رأساً على عقب قريباً من سطح الماء كأنها ميتة، انظر الشكل (٣-١٣).

الشكل (٣-١٣): سمكة عظمية مصابة.

تمتلك معظم الأسماك العظمية تركيباً تستطيع بواسطته التحرك صعوداً وهبوطاً في الماء، وهو يشبه في عمله مبدأ عمل الغواصة، فما هذا التركيب؟ وما الخصائص الأخرى للأسماك العظمية؟

(٣-١).

ع

### النشاط (٣-١) تشريح سمكة عظمية

المواد والأدوات اللازمة

سمكة عظمية، طبق تشريح، قفافيز، أدوات تشريح، دبابيس، عدسة مكبرة.

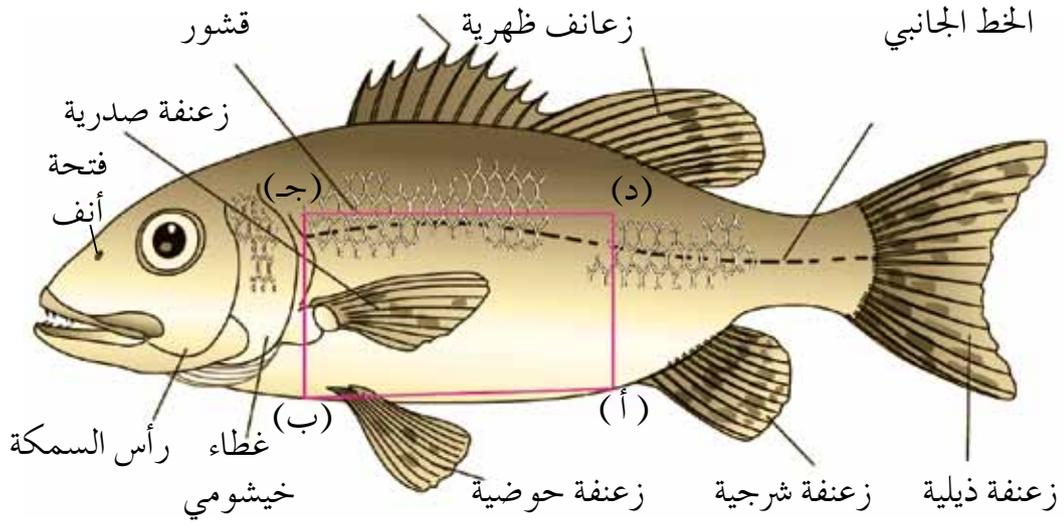
احتياطات الأمان والسلامة

وجّه المقص بعيداً عن جسمك وعن زملائك في أثناء عملية التشريح، واحذر من عظام السمكة وقشورها وزعانفها.

#### الإجراءات

١- ضع السمكة على طبق التشريح. ما أقسام جسم السمكة؟

٢- استعن بالشكل (٣-١٤)، وحدد الأجزاء الموضحة فيه على السمكة.



الشكل (٣-١٤): أجزاء سمكة عظمية.

٣ - انزع واحدة من قشور السمكة، ثم ادرسها تحت المجهر.

٤ - ملاحظاً شكل

الخياشيم، انظر الشكل (٣-١٥).

٥ - امسك السمكة بحيث تواجهه الجانب

السفلي، ثم أَدْخِلْ

فمك النقطة (أ)، انظر الشكل (٣-١٤)، وقصّ بالمقص

طويلاً إلى أن تصل النقطة (ب)، بحيث تصنع

شقاً غير عميق لئلا تمزق الأعضاء الداخلية.



الشكل (٣-١٥): خياشيم سمكة.

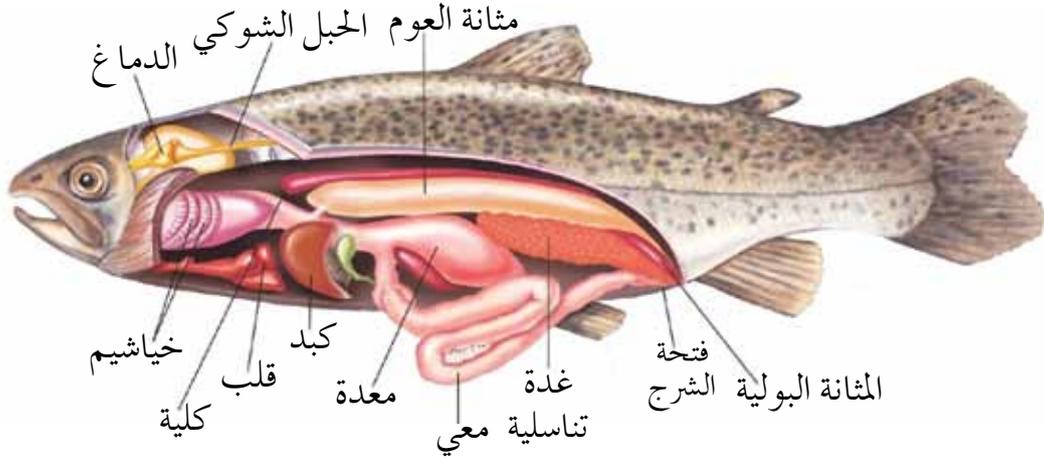
٦ - ضع السمكة في حوض التشريح بحيث تواجه جانبها، ثم ثبتها بوساطة الدبابيس.

٧ - قصّ بالمقص عمودياً من النقطة (أ) إلى النقطة (د) كما في الشكل (٣-١٤)، ومن

النقطة (ب) إلى النقطة (ج)، ومن النقطة (ج) إلى النقطة (د)، ثم انزع الجزء الذي

قصصته.

٨ - تفحص الأجزاء الداخلية للسمكة، مستعيناً بالشكل (٣-١٦).



الشكل (٣-١٦): التركيب الخارجي والداخلي لسمكة عظمية.



الشكل (٣-١٧): مثانة العوم.

٩ - ابحث عن كيس رقيق مملوء بالهواء (مثانة العوم)، انظر الشكل (٣-١٧)، ما أهمية هذا الكيس للسمكة؟

١٠ - تخلص من السمكة بطريقة مناسبة بإشراف معلمك.

١١ - اكتب تقريراً

لغف

للأسماك العظمية خصائص عدة، منها:

- امتلاكها هيكلًا عظميًا.
- وجود فم في الجانب الأمامي من الرأس غالبًا، ووجود أسنان في فم بعضها.
- تنفسها عن طريق الخياشيم التي تتميز بوجود غطاء خيشومي.
- تخلص الأسماك العظمية التي تعيش في المياه المالحة من بعض فضلاتها النيتروجينية بإخراج الأمونيا عبر الخياشيم.
- القلب فيها مكوّن من حجرتين فقط.
- جلد أغلبها مغطى بقشور تعلوها مادة مخاطية تُسهّل حركتها في الماء.
- امتلاكها نظامًا خطيًا جانبيًا يجعلها حساسة لذبذبات الماء حولها. ما أهمية ذلك؟
- امتلاكها مثانة عوم تمنحها قدرة على التحرك صعودًا وهبوطًا في الماء عن طريق تغيير كمية الغازات فيها، فإذا حدث خلل ما في المثانة فقدت السمكة قدرتها على العوم بصورة طبيعية.
- الإخصاب فيها غالبًا خارجي.

## قضية للبحث

يكون تركيز الأملاح في أجسام الأسماك العظمية التي تعيش في المياه المالحة أقل من تركيزها في الماء المحيط بها، وهذا يعرضها لفقدان كميات كبيرة من الماء، وزيادة تركيز الأملاح داخل أجسامها بحسب الخاصية الأسموزية، ويحدث العكس للأسماك العظمية التي تعيش في المياه العذبة. ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن كيفية محافظة هذه الأسماك على توازن الماء والأملاح داخل أجسامها، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك، واعرضه على زملائك في الصف.

## تأمل

يستخدم بعض صيادي الأسماك طريقة سهلة لصيد الأسماك، وذلك بعمل تفجير تحت الماء باستخدام عبوات تحوي نترات البوتاسيوم (سماد زراعي)، فيسبب الانفجار خرقًا في مثانة العوم لدى الأسماك، فتطفو على السطح، ويسهل جمعها. ما رأيك في مثل هذه الممارسات؟

## ج - صف البرمائيات



يَعُدُّ بعض علماء البيئة تناقص أعداد البرمائيات، بما في ذلك الضفادع، مؤشرًا حيويًا للتلوث البيئي، انظر الشكل (٣-١٨)؛ إذ تؤدي زيادة الهادن الثقيلة في البيئة التي تعيش فيها البرمائيات إلى موتها. لذا فإن اختفاء البرمائيات من منطقة ما يشير إلى مشكلة بيئية كبيرة فيها، علمًا بأن أعداد البرمائيات في العالم تناقصت بصورة كبيرة في العقود القليلة الماضية.

الشكل (٣-١٨): مؤشر حيوي (ضفدع) للتلوث.

فما خصائص البرمائيات؟ وما أماكن عيشها؟ وكيف تتكاثر؟ يطلق وصف البرمائيات على الفقاريات التي تعيش طورها اليرقي في الماء، وتنقل بعد البلوغ بين الماء واليابسة، وتعيش البالغة منها قريبًا من سطح الماء لتعود إليه مرة أخرى عند التكاثر، ومن الأمثلة عليها: الضفادع، والعلاجم، والسلندررات.

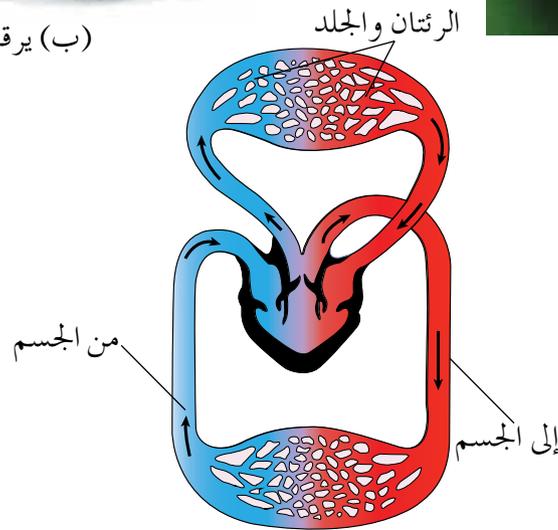
لتعرّف الخصائص العامة للبرمائيات، انظر الشكل (٣-١٩)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(أ) بيض ضفدع.



(ب) يرقة ضفدع (أبو ذنبية).



■ دم مؤكسج

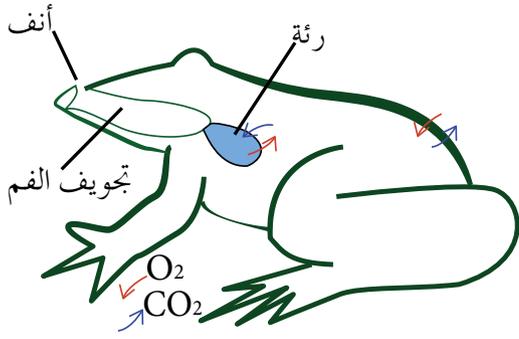
■ دم غير مؤكسج

■ دم مختلط

(هـ) الدورة الدموية والقلب.



(ج) ضفدع بالغ.



(د) التنفس في الضفدع.

الشكل (٣-١٩): البرمائيات.

◀ كيف تتنفس البرمائيات في مراحل نموها المختلفة؟ وما علاقة وجود غدد مخاطية في

جلدها بطريقة تنفسها؟

◀ ما عدد حجرات قلبها؟

◀ الإخصاب في البرمائيات خارجي، فهل يحدث في الماء أم على اليابسة برأيك؟ برر

إجابتك.

(٣-٢).

ع

المواد والأدوات اللازمة

ضفدع حي، طبق تشريح، قفايز، نظارات واقية، أدوات تشريح، عدسة مكبرة، دبابيس، مادة للتخدير مثل الكلوروفورم.

احتياطات الأمان والسلامة

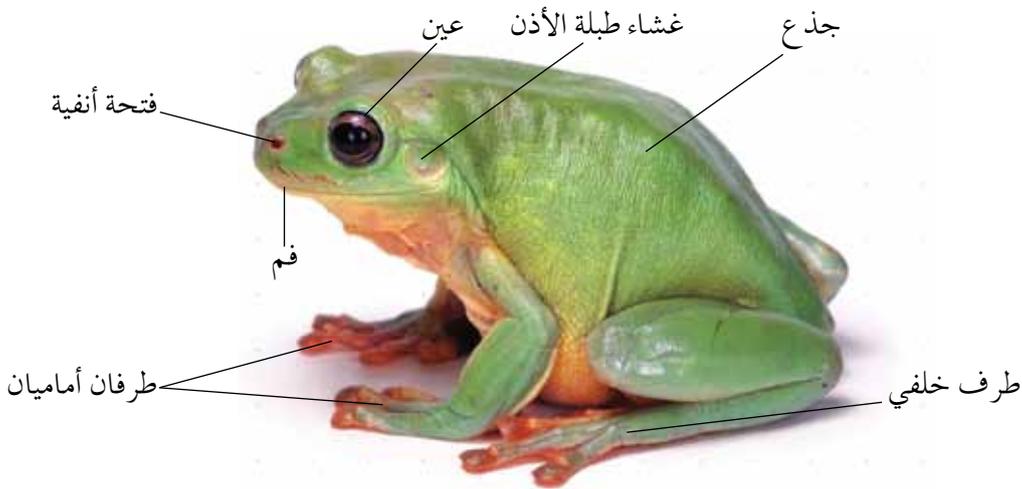
وجّه المقص بعيداً عن جسمك وعن زملائك في أثناء عملية التشريح، واحذر من الغازات السامة إذا كنت تستخدم مادة التخدير.

### الإجراءات

١ - استعن بمعلمك لتخدير الضفدع؛ إما عن طريق إتلاف الحبل الشوكي بإبرة التشريح، وإما بالتخدير المباشر بمادة التخدير.

٢ - أمسك الضفدع بيدك، ثم تحسس جلده، واصفِّه   الشكل (٣-٢٠).

٣ - افتح فم الضفدع ملاحظاً لسانه، معلقة طول لسان الضفدع بطريقة تغذيته؟

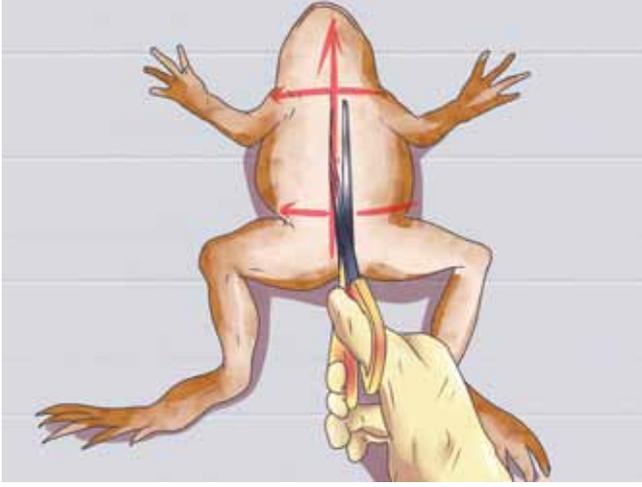


الشكل (٣-٢٠): ضفدع.

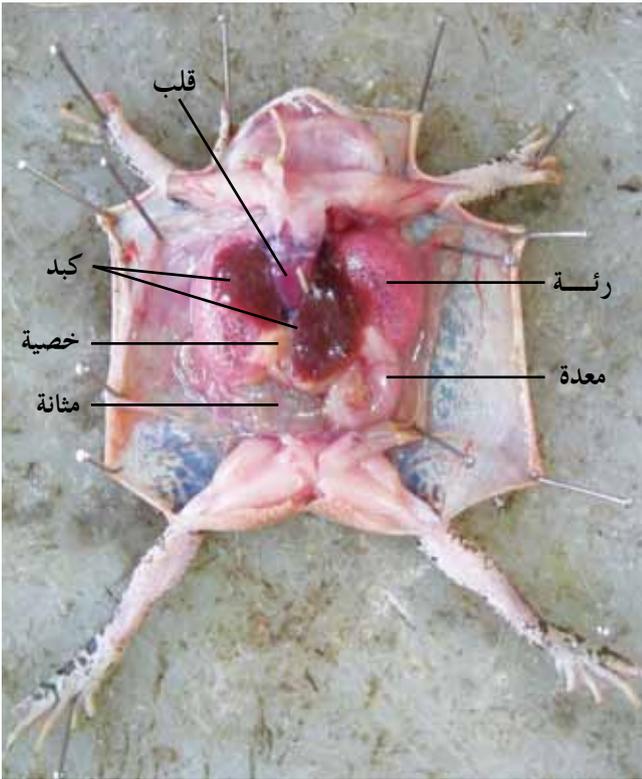
٤ - ضع الضفدع على ظهره في طبق التشريح، ثم ثبّت أطرافه بالدبابيس.

٥ - أمسك الجلد بوساطة الملقط، ثم ارفعه قليلاً، وقصّ الجلد من الأسفل إلى الأعلى

على طول الجسم، ثم قصّ  به بشكل عرضي مثلما توضح 



الشكل (٣-٢١): خطوات تشريح ضفدع.



الشكل (٣-٢٢): تشريح ضفدع.

لَمَّ مَلْعَمَك.

(٣-٢١). اجعل الشق غير عميق  
لئلا تتلف الأجزاء الداخلية، ثم  
ثبّت الجلد على الجانبين باستخدام  
الدبابيس. لا تنس أن تُوجّه طرفي  
المقص الحادّين إلى أعلى دائماً.

٦ - قُصّ طبقة العضلات بالطريقة  
السابقة نفسها، ثم ثبّتها باستخدام  
الدبابيس.

٧ - تفحص مختلف الأعضاء الداخلية،  
مستعيناً بالشكل (٣-٢٢).

٨ - حدّد جنس الضفدع الذي تُشرّحه.

٩ - استخرج القلب، ثم اعمل به شقاً  
طويلاً وتفحصه. كم حجرة توجد  
في قلب الضفدع؟

١٠ - تفحص المعدة وافتحها بوساطة

يُظا

غذائه، فما الغذاء الذي تناوله؟

١١ - تخلّص من الضفدع بطريقة مناسبة،

واغسل طبق التشريح وأدواته جيداً،

ثم اغسل يديك بالماء والصابون.

١٢ - بَكَوْ مَطَّ

للبرمائيات خصائص عدّة، منها:

- مرورها بطورين مختلفين من حيث الشكل خلال فترة حياتها: طور اليرقة (أبو ذنيبة)، وطور البلوغ.
- جلدّها أملس رطب يحتوي على غدد مخاطية، وبعضها يحتوي على غدد سُمّية.

● تنفسها بوساطة الخياشيم في الطور اليرقي، واحتمال بقاء الخياشيم في بعضها حتى عند البلوغ  
وقفاً

غدها المخاطية في ذلك؟

- امتلاكها هيكلًا داخليًا عظميًا، وفمًا واسعًا مزودًا بفكين، فيه لسان طويل لرج تستخدمه في الإمساك بالحشرات التي تتغذى بها.
- القلب فيها يتكوّن من ثلاث حجرات.
- الإخصاب في معظمها خارجي، والبيوض توضع في الماء أو الطين، وتكون محاطة بمادة هلامية. ما أهميتها؟

### المذرق (Cloaca)

حجرة في نهاية الجذع، توجد في البرمائيات والزواحف، وتفتح فيها نهايات القنوات التناسلية والبولية والهضمية. يحتوي المذرق على فتحة واحدة مستعرضة تنفذ محتوياته منها إلى خارج الجسم.

- تخلّص يرقاتها من الفضلات النيتروجينية على هيئة أمونيا خلال الخياشيم. أمّا في البالغة منها فتخرج اليوريا (Urea) من فتحة المذرق.
- البرمائيات تصنف من الحيوانات متغيرة درجة الحرارة.

### سؤال

هل يمكن تعرّف دورة الحياة الكاملة لحيوان ما بدراسة خصائصه في مرحلة البلوغ فقط؟  
برر إجابتك.

### تأمّل

رُصدَ وضدع الغابات، فما سبب انقراضهما برأيك؟ وما موقفك من ذلك بوصفك مواطنًا مهتمًا بالبيئة؟  
صمّم منشورًا تثقيفيًا عن أهمية المحافظة على الحياة البرية، ثم ثبته على لوحة الاعلانات في مدرستك.

## أسئلة الفصل

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) أحد الآتية يوجد في حيوان الجملكي:

أ - فتحة أنفية واحدة. ب - زعانف مزدوجة.

ج - غطاء خيشومي. د - هيكل عظمي.

(٢) الخاصية التي تشترك فيها الفقاريات جميعها هي:

أ - وجود الأطراف. ب - وجود الهيكل الداخلي.

ج - القلب المكوّن من أربع حجرات. د - التنفس عن طريق الرئة.

(٣) إحدى الآتية ليست من خصائص الأسماك العظمية:

أ - التخلص من بعض الفضلات النيتروجينية على صورة أمونيا.

ب - وجود غطاء خيشومي.

ج - امتلاك نظام خطي جانبي.

د - القلب المكوّن من ثلاث حجرات.

٢ - فسر ما يأتي:

أ - امتلاك أسماك القرش فتحتين للأنف لا تستخدمهما للتنفس.

ب - عدم قدرة يرقات البرمائيات على العيش خارج الماء، خلافاً للبالغة منها التي تستطيع ذلك.

٣ - قارن في الجدول الآتي بين اللافكيات والأسماك الغضروفية والأسماك العظمية من حيث:

الهيكل الداخلي، والزعانف، وعدد الفتحات الأنفية، ووجود الغطاء الخيشومي.

وجه المقارنة الكائنات	الهيكل الداخلي (غضروفي، عظمي)	الزعانف (مزدوجة، فردية)	عدد الفتحات الأنفية	وجود الغطاء الخيشومي
اللافكيات				
الأسماك الغضروفية				
الأسماك العظمية				

### الزواحف والطيور والثدييات

### Reptiles, Birds and Mammals

درست في الفصل السابق عددًا من الصفوف التي تنتمي إلى الفقاريات، وستكمل في هذا الفصل دراسة باقي الصفوف، وهي: صف الزواحف، وصف الطيور، وصف الثدييات. فما الخصائص التي تميز حيوانات هذه الصفوف؟ وكيف تصنف؟ وكيف تضمن استمراريتها وبقائها؟ ستتمكن من الإجابة عن هذه الأسئلة وغيرها بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تستقصي الخصائص العامة لكلٍّ من: الزواحف، والطيور، والثدييات.
- تستقصي أنماطًا للسلوك الاجتماعي تضمن بقاء الطيور والثدييات واستمراريتها.
- تجمع عينات لبعض الفقاريات وتحفظها.



### صف الزواحف

أولا

#### ١ الخصائص العامة للزواحف



الشكل (٣-٢٣): تمساح النيل.

يتحدد الجنس في التماسيح تبعًا لدرجة الحرارة التي يتعرض لها البيض في أثناء حضانته، فتفقس معظم البيوض التي تعرضت لدرجات حرارة أقل من  $(31,7^{\circ}\text{C})$  إناثًا، وتفقس معظم البيوض التي تعرضت لحرارة أعلى من  $(31,7^{\circ}\text{C})$  ذكورًا، انظر الشكل (٣-٢٣).

فلماذا صنفت التماسيح مع الزواحف بالرغم من أنها تقضي معظم حياتها في الماء؟ وما الخصائص التي تميز الزواحف عن غيرها من الفقاريات؟

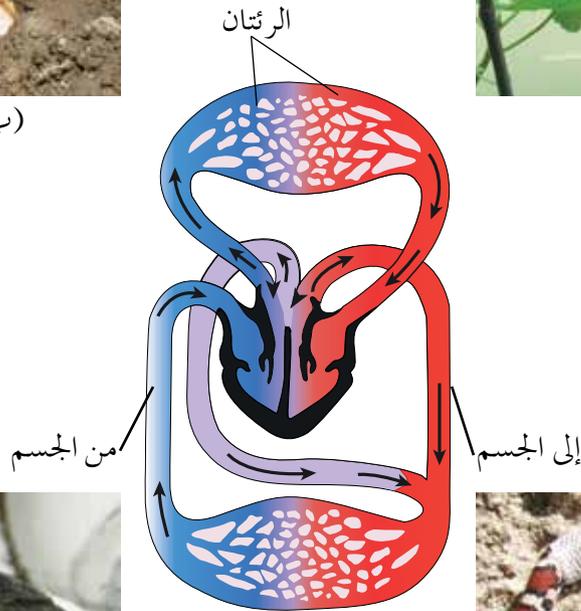
للإجابة عن هذين السؤالين وغيرهما، انظر الشكل (٣-٢٤) الذي يضم مجموعة من الزواحف، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(ب) سلحفاة تضع البيض.



(أ) حرباء.



(د) صغير التمساح.



(ج) حية تبدل جلدها.

- دم مؤكسج
- دم غير مؤكسج
- دم مختلط
- (هـ) الدورة الدموية والقلب.

الشكل (٣-٢٤): بعض الزواحف.

- ◀ ماذا يغطي جلد الزواحف؟ وما علاقة ذلك بالبيئات الجافة التي تعيش فيها؟
- ◀ ما عدد حجرات قلبها؟
- ◀ كيف تتنفس؟
- ◀ فيم تختلف بيوضها عن بيوض البرمائيات؟

للزواحف خصائص عدة، منها:

- امتلاكها رأساً وعنقاً وجزعاً وذيلًا وأربعة أطراف ما عدا الحيات؛ فهي لا تمتلك عنقاً، ولا أطرافاً.

- جلدها الجاف مغطى بحراشف قاسية ميتة، وبعضها يمتلك دروعاً كما في السلاحف.
- تبديلها الطبقة الخارجية من جلدها باستمرار؛ ليتناسب وحجمها بعد النمو.
- تنفسها بوساطة الرئات.
- القلب فيها مُكوّن من ثلاث حجرات؛ أذنين وبطين واحد يحتوي على حاجز غير مكتمل، ما عدا التماسيح؛ إذ يتكوّن فيها القلب من أربع حجرات.
- تخلّصها من فضلاتها النيتروجينية بإخراج حمض اليوريك (Uric acid) شبه الصُّلب من فتحة المذرق.
- الإخصاب فيها داخلي.
- تميّز بيوضها بوجود قشرة لتقليل فقدان الماء.
- مشابهة الصغار لأبويها.
- تدفئة أجسامها عن طريق التعرض المباشر لأشعة الشمس؛ فالزواحف متغيرة درجة الحرارة.

## تأمّل

:

فعل

فعل

؟ إذ بُدِئت

فعل

وُجِدَ

أ

الحيوان لتقرر المجموعة التي ينتمي إليها؟

## ٢ بعض أنماط التكيف لدى الزواحف

وهب الله الزواحف أنماطاً من التكيف السلوكي والتركيبى والوظيفي لتتلاءم مع البيئات المختلفة التي تعيش فيها، وتضمن استمراريتها وبقائها، فما هي؟

:

فعل

فعل

فعل

فعل

فعل

فعل



تعيش التماسيح معظم حياتها في الماء، فكيف تستطيع التنفس؟

الشكل (٣-٢٥): تمساح.



تتغذى الحرباء بالحشرات،  
فكيف تصطادها؟

الشكل (٣-٢٦): لسان الحرباء.



كيف تستطيع بعض الحيات ابتلاع فريسة  
أكبر من حجم رأسها، وقطر جسمها؟

الشكل (٣-٢٧): جمجمة أفعى.



لماذا انفصل ذيل هذه السحلية؟  
وهل يؤدي ذلك إلى موتها؟

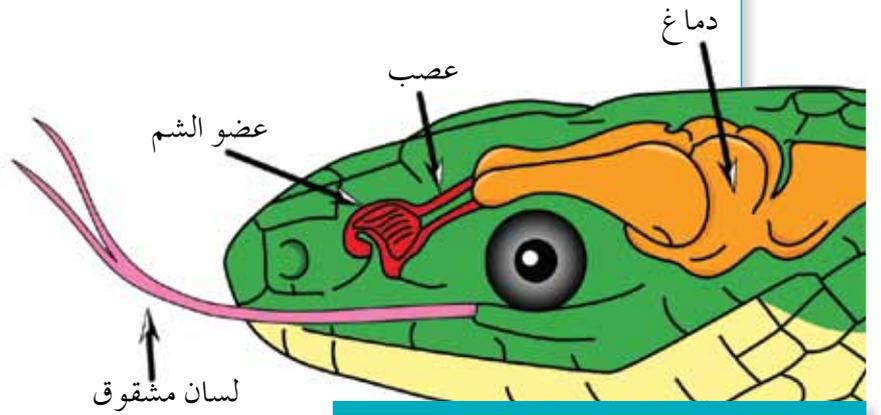
الشكل (٣-٢٨): سحلية تفصل ذيلها.

لا تمتلك الحيات أطرافاً، فكيف  
تتحرك؟

الشكل (٣-٢٩): هيكل عظمي لحيّة.



لا تستخدم الحيات وبعض  
السحالي فتحاتها التنفسية  
للشم، فكيف تستطيع شم  
الروائح؟



الشكل (٣-٣٠): عضو الشم عند الزواحف.



تُعدُّ بعض السلاحف من آكلات اللحوم،  
ومع ذلك فهي لا تمتلك أسناناً في فمها،  
فكيف تستطيع تناول غذائها؟

الشكل (٣-٣١): رأس سلحفاة.

وجود فتحتي الأنف والعينين على السطح العلوي لرأس التمساح، وبقاء هذه الأجزاء فوق سطح الماء في أثناء السباحة، وهو ما يسمح لها استنشاق الهواء والرؤية بسهولة.

امتلاك بعض السحالي لسانًا طويلًا لزجًا تُظَلِّقُ بلسانها، وتسحبها إلى داخل فمها.

## الحي

## الحي

## واظن

عظام الجمجمة، ولا سيما الفك السفلي مع الفك العلوي، بأربطة مرنة، وعدم التحام هذه العظام بعضها ببعض، وهو ما يسمح للفكين بالانفراج على نحوٍ كبير، فضلًا عن عدم وجود اتصال بين الأضلاع وعظم القص، مما يساعدها على ابتلاع فريسة أكبر من حجمها.

امتلاك الحيات عمودًا فقريًا قادرًا على الانثناء بصورة كبيرة، ومحاطًا بعضلات كبيرة، فضلًا عن تثبيت الحراشف البطنية المستعرضة أجسامها على السطح الذي تتحرك عليه، وتمكّنها من تغيير زاوية التصاقها به، وهذا يساعدها على دفع أجسامها إلى الأمام.

لبعض السحالي القدرة على فصل ذيلها، بحيث يظل الذيل المنفصل يتحرك مدة من <sup>بعض</sup> <sup>الوقت</sup> ، ثم ينمو لها ذيل جديد خلال وقت قصير.

## فلنأخذ

## تعالج

## ط

الهواء بوساطة لسانها، وإيصالها إلى عضو الشم الموجود في سقف فمها، لتمكن من تمييز الروائح.

## ١ الخصائص العامة للطيور



الشكل (٣-٣٢): محمية الأزرق.

نصت اتفاقية رامسار (RAMSAR) عام ١٩٧٧م على أن محمية الأزرق في الأردن ومنطقة القيعان الطينية المتاخمة لها، هما محطتان أساسيتان للطيور المهاجرة التي تقطع مئات الأميال على الطريق الإفريقي-الأوراسي، حيث كانت تجذب ما يزيد على مليون طائر مهاجر في آنٍ معًا، ولكن بحلول عام ١٩٩٢م جفت الينابيع الرئيسة التي كانت تغذي الأراضي الرطبة بها نسبته ٠,٠٤٪ من المنطقة التي كانت تغطيها في السابق، وهو ما سبّب نقصانًا كبيرًا في أعداد الطيور التي تتوقف في الأزرق خلال موسم هجرتها، انظر الشكل (٣-٣٢).

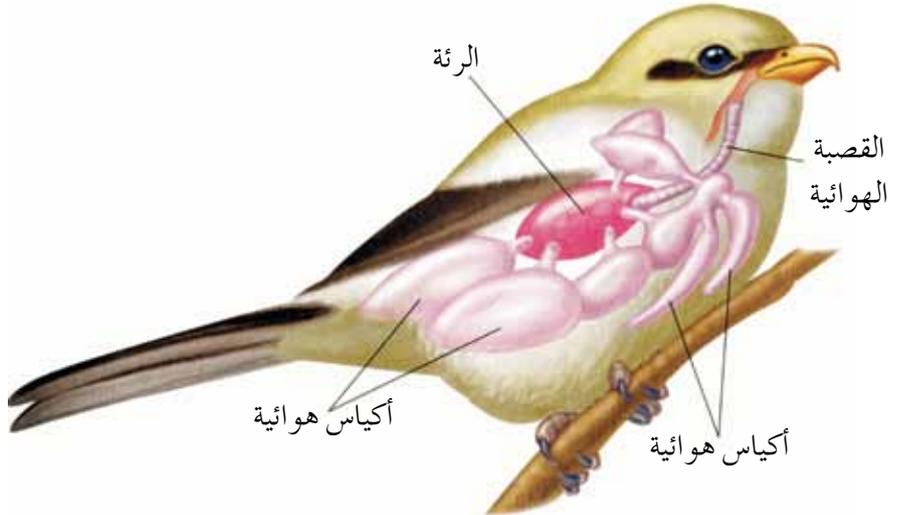
فما خصائص الطيور؟ ولماذا تهجر؟ وكيف تستطيع الطيور المهاجرة قطع مئات الأميال من دون توقف؟ لتعرّف إجابات هذه الأسئلة وغيرها، انظر الشكل (٣-٣٣)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(ب) رأس طائر.



الرجل



(أ) الجهاز التنفسي لطائر.

الشكل (٣-٣٣): الطيور.

- ◀ ماذا يغطي جسم هذه الطيور؟
- ◀ ما نوع غذاء الطائر في الصورة (ب)؟ كيف عرفت ذلك؟

◀ ما نوع البيئة التي يعيش فيها الطائر في الصورة (ج)؟ فسر إجابتك.

◀ لِإِجَابَةِ سَأَلِكْ يُجِيبُ

◀ تحتاج الطيور إلى طاقة عالية للطيران، فكم تتوقع أن يكون عدد حجرات قلبها؟

(٣-٣).

ع

## النشاط (٣-٣) دراسة تركيب ريش الطيور وعظامها

المواد والأدوات اللازمة

ريش طائر، عظم فخذ طائر، عظم خروف، عدسة مكبرة أو مجهر  
تشريحي، قطارة ماء.

احتياطات الأمان والسلامة

احذر الشظايا المتطايرة وأنت تكسر العظم.

الإجراءات

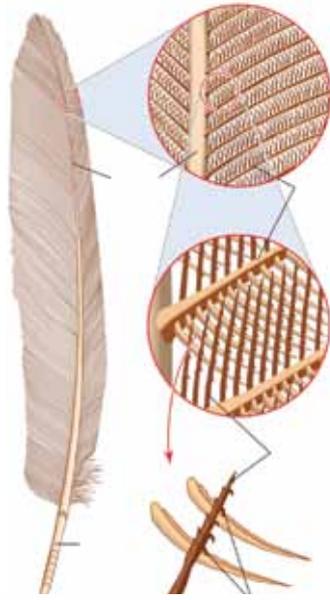
١-١

صم

(٣-٣٤).

٢- ضع على الريشة قليلاً من الماء باستخدام القطارة، هل تمتص  
الريشة الماء؟ وهل ينفذ الماء خلالها؟ كيف يفيد ذلك الطائر  
في أثناء طيرانه في الجو الماطر؟

٣- اكسر بالمطرقة عظم الطائر، وعظم الخروف.  
مستعيناً بالشكل (٣-٣٥)، أيّ العظمتين تحوي  
تجاويف أكثر؟ ما أهمية ذلك؟



الشكل (٣-٣٤): ريشة طائر.



الشكل: (٣-٣٥) عظم طائر.

للطيور خصائص عدّة، منها:

- الريش يغطي أجسامها، ولكل منها جناحان.
- الإخصاب فيها داخلي، وتكاثرها يكون بالبيض.
- دورتها الدموية مغلقة، والقلب فيها يتكوّن من أربع حجرات.
- التخلص من الفضلات النيتروجينية بإخراج حمض اليوريك (Uric acid) من فتحة المذرق.

- درجة حرارة أجسامها ثابتة (٣٩ درجة مئوية تقريبًا)؛ فهي من الكائنات ثابتة درجة الحرارة.
  - تميّزها بالخصائص الآتية التي تُمكنها من الطيران:
    - عظامها صلبة ورقيقة، والتجاويف فيها كثيرة لتخفيف وزنها.
    - وجود أكياس هوائية متصلة بالرئتين.
    - عمليات الأيض فيها سريعة ومعدل حدوثها مرتفع لإنتاج الطاقة التي تلزمها للطيران.
- اذكر خصائص أخرى تساعد على الطيران.

## ٢ الأنماط السلوكية لدى الطيور

- وهب الله الطيور سلوكات غريزية تضمن بقاءها والمحافظة على نوعها، منها:
- أ - بناء الأعشاش، والعناية بالصغار، وطقوس التزاوج (المغازلة)، انظر الشكل (٣-٣٦).



(ب) العناية بالصغار.



(أ) بناء العش.



(ج) المغازلة.

الشكل (٣-٣٦): بعض السلوكات الغريزية للطيور.

## ب - الهجرة



الشكل (٣-٣٧): طيور مهاجرة.

قد تكون البيئة غير مناسبة لبعض أنواع الطيور في المناطق التي تعيش فيها خلال فصول معينة من السنة، فيصبح الجو باردًا جدًا أو جافًا جدًا ويندر الطعام، لذلك تهجر الطيور إلى مناطق أخرى مناسبة في فصل معين للحصول على الدفء والغذاء،

ثم تعود مرة أخرى إلى موطنها الأصلي الذي انحدرت منه، وتبني أعشاشها وتتكاثر.

### قضية للبحث

عرفت أن عمليات الأيض في الطيور سريعة، وهو ما يجعلها بحاجة إلى كميات كبيرة من الأكسجين. ابحث، مستعينًا بمصادر البحث المتوافرة، في كفاءة عمل الجهاز التنفسي للطيور المهاجرة التي تقطع آلاف الكيلومترات، والتي تُحلق إلى ارتفاعات تصل أحيانًا إلى ٧٠٠٠ متر،  
و اعرضه أمام زملائك في الصف.

### تأمل

بدأت الجمعية الملكية لحماية الطبيعة عام ١٩٩٤م عملية إنقاذ للكائنات الحية في واحة الأزرق وإعادة تأهيل المسطحات المائية فيها بدعم دولي، غير أن إعادة التأهيل لم تشمل -حتى عام ٢٠١٤م- سوى نحو ٥٪ من المسطحات المائية التي تعرضت للجفاف، وذلك لأسباب أهمها الضخ الجائر للماء. اقترح حلولاً قابلة للتطبيق لمواجهة فقدان التنوع الحيوي في واحة الأزرق.

## ١ الخصائص العامة للثدييات



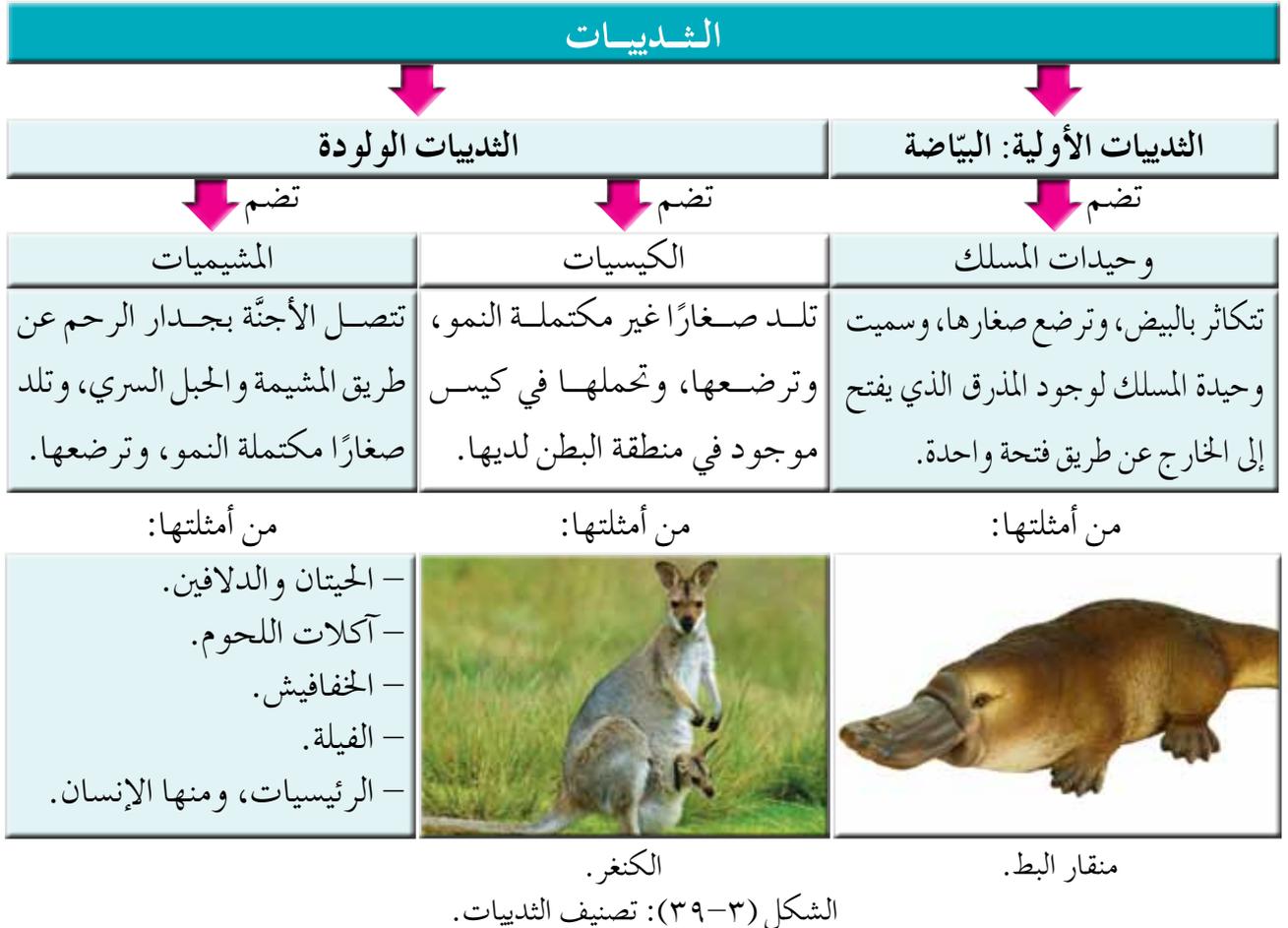
تُعرف الثدييات بأنها الحيوانات التي تلد وترضع صغارها. وفي المقابل، توجد حيوانات توضع البيض لكنها تصنف ضمن الثدييات، ومن أمثلتها آكل النمل الشوكي، انظر الشكل (٣-٣٨)، الذي يعيش بعض أنواعه في أمريكا الجنوبية، والذي يتصف اللسان فيه بالطول؛ إذ يبلغ طول لسان الفرد الواحد (٦٠) سم.

الشكل (٣-٣٨): آكل النمل الشوكي.

؟

و

تصنف الثدييات إلى مجموعات تبعاً لطريقة تكاثرها، انظر الشكل (٣-٣٩).



الشكل (٣-٣٩): تصنيف الثدييات.

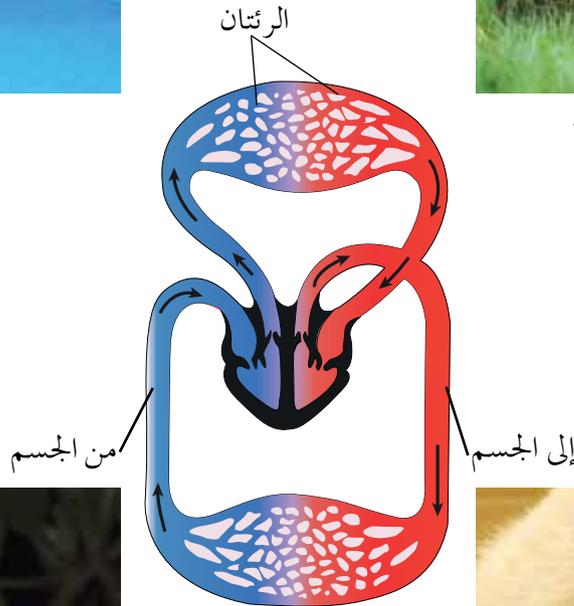
ما الخصائص التي تشترك فيها الثدييات جميعًا؟  
للإجابة، انظر الشكل (٣-٤٠)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(ب) صغير الحوت.



(أ) صغير الفيل (دغفل).



■ دم مؤكسج  
■ دم غير مؤكسج

(هـ) الدورة الدموية والقلب.



(د) خفاش.



(ج) دب قطبي وصغيره (ديسم).

الشكل (٣-٤٠): الثدييات.

◀ كيف تغذي الثدييات صغارها؟

◀ كيف تتنفس؟

◀ كم عدد حجرات قلبها؟

◀ ماذا يغطي جلدها؟

(٣-٤).

ع

المواد والأدوات اللازمة

أرنب، لوح تشريح، أدوات تشريح، دبابيس، قطن، ناقوس، مادة للتخدير مثل الكلوروفورم، كمادة.

احتياطات الأمان والسلامة

احذر من استنشاق مادة التخدير.

### الإجراءات

١- ضع الأرنب داخل الناقوس، ثم بلل قطعة قطن بالكلوروفورم وأدخلها في الناقوس، انظر الشكل (٣-٤١). انتظر إلى أن يتخدر الأرنب تمامًا.

٢- أمسك الأرنب بيدك ثم تفحصه، ما أقسام جسمه؟ وماذا يغطيه؟

٣- **لح** **سبؤ** **إحظاا** **فكان**

تستدل من أسنانه على نوع الغذاء الذي يتناوله؟

٤- ضع الأرنب على لوح التشريح بحيث يكون ظهره على اللوح، ثم تثبت أطرافه بالدبابيس، وحدد جنسه.

٥- ارفع جلد البطن بالملقط واقطعه بالمقص طولياً، بدءاً بفتحة الشرج، وانتهاءً بالعنق.

٦- افصل الجلد عن العضلات بواسطة الأصابع، ثم تثبت الجلد على الجانبين بالدبابيس، انظر الشكل (٣-٤٢).



الشكل (٣-٤١): أرنب داخل ناقوس.



الشكل (٣-٤٢): تثبيت الجلد على الجانبين.



رئة  
قلب  
حجاب حاجز  
كبد  
معدة  
أمعاء دقيقة  
كلية  
أمعاء غليظة  
مثانة بولية  
شرح

الشكل (٣-٤٣): التركيب الداخلي للأرنب.

٧ - قُصَّ العضلات البطنية على طول الخط المنصف وصولاً إلى التجويف الصدري.

٨ - افتح التجويف الصدري بقص عظم القص.

٩ - تعرّف الأعضاء الداخلية، ثم قارنها بالشكل (٣-٤٣).

١٠ - تخلّص من الأرنب بطريقة مناسبة، ثم اكتب تقريراً عمّا تعلمته من

ملف

للتدييات خصائص عدّة، منها:

- جميعها ترضع صغارها.
- أجسامها مغطاة بالشعر أو الفرو بصورة كلية أو جزئية (في بعض مناطق الجسم).
- التنفس عن طريق الرئة، والقلب مُكوّن من أربع حجرات.
- التخلّص من الفضلات النيتروجينية بإخراج اليوريا (Urea) عن طريق جهاز بولي متخصص.
- الإخصاب فيها داخلي.
- التدييات من الحيوانات ثابتة درجة الحرارة.

٢ أمثلة على التدييات وتكيفاتها

أ - الحيتان

انظر الشكل (٣-٤٤)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:



(ب) الدلفين.



(أ) الحوت القاتل.

الشكل (٣-٤٤): بعض أنواع الحيتان.

- ◀ ما الخصائص التي وهبها الله للحيتان لتكيف في بيئتها؟
- ◀ كيف يستطيع الحوت التنفس عن طريق الرئة وهو في الماء؟

### للحيتان خصائص عدّة، منها:

- امتلاكها أطرافاً أمامية تشبه المجاديف.
- قدرتها على حبس أنفاسها مدة طويلة وهي تحت الماء، لتعود إلى سطح الماء، وتنفث بخار الماء من فتحتها الأنفية المتحورة على رأسها، ثم تستنشق الهواء لتنفس.

### ب- الخفافيش



الخفافيش هي الثدييات الوحيدة القادرة على الطيران، ولعظمها القدرة على تحديد مواقع الأجسام التي تواجهها في الليل من دون حاجة إلى حاسة البصر، وتفوق في قدرتها أكثر أجهزة الرادار التي صنعها الإنسان تطوراً، فكيف تفعل ذلك؟ وما خصائصها الأخرى؟  
لتعرّف بعض خصائص الخفّاش، انظر الشكل (٣-٤٥).

الشكل (٣-٤٥): خفّاش يطلق أمواجاً فوق صوتية.

### للخفافيش خصائص عدّة، منها:

- وجود أصابع طويلة في أطرافها الأمامية، متصل بعضها ببعض عن طريق أغشية جلدية.
- الاستدلال على محيطها وفريستها عن طريق نظام يعمل مثل الرادار، ويطلق أمواجاً فوق صوتية.
- تغذي معظمها بالحشرات، وتغذي بعضها بالفواكه أو رحيق الأزهار، وبعضها الآخر تستخدم أسنانها لإحداث ثقوب في جلد حيوان ما، ثم تفرز إنزيمًا مانعًا للتخثر لتمتص الدم النازف منه.

### قضية للبحث

يحاول العلماء تطوير أجهزة الرادار عن طريق دراسة الخفّاش ومحاكاة جهاز الرادار الطبيعي لديه. ابحث في محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن مجالات

ا  
واعِدَّ حَوْلاً يَجِيءُ

أمام زملائك في الصف بإشراف المعلم.

## ج - الرئيسيات

تُعدُّ الرئيسيات من أكثر الحيوانات ذكاءً؛ فهي تمتلك أدمغة كبيرة نسبيًا، وإيها ينتمي الإنسان والقرود جميعها. لتعرّف بعض خصائص الرئيسيات، انظر الشكل (٣-٤٦)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



(ب) الشمبانزي.



(أ) الغوريلا.

الشكل (٣-٤٦): بعض أنواع الرئيسيات.

- ◀ فيم تختلف أصابع الرئيسيات عن أصابع باقي الحيوانات؟
- ◀ أين تقع عيونها؟ ما أهمية ذلك؟

للرئيسيات خصائص عدّة، منها:

- الإبهام يكون مقابل الأصابع الأخرى، بحيث يمكنها إمساك الأشياء بمهارة وكفاءة.
- عيونها موجودة في الجهة الأمامية من الرأس، وهو ما يتيح لها الرؤية المجسمة ثلاثية الأبعاد، وتحديد مواقع الأشياء بدقة عالية.

### قضية للمناقشة

ناقش زملاءك في الصف كيف كرّم الله الإنسان وميّزه عن سائر المخلوقات.

### ٣ أنماط من السلوك الاجتماعي والغريزي لدى الثدييات

وهب الله الثدييات أنماطاً سلوكية متنوعة تضمن استمرارية بقائها، فما هي؟ لتتعرف بعض سلوكيات الثدييات، انظر الصور في الشكل (٣-٤٧)، ثم أجب عن الأسئلة التي تحتها:



لماذا تهاجر هذه المجموعة من الحيوانات؟



ط

ص

أهمية ذلك لبقائها؟



لماذا لجأ هذا الصغير إلى النوم والسبات؟



تبوّل أحد النمرور على هذه الشجرة. لماذا فعل ذلك برأيك؟



بماذا توحي تعابير وجه هذا القط؟



توقع لماذا يتعارك هذان الظبيان.

نظ

ط

لا بُدَّ أنك توصلت إلى أن للثدييات أنماطاً سلوكيةً اجتماعيةً غريزيةً، تمارسها لتحقيق استمراريتها وبقائها، منها:

المثال	الهدف	السلوك
الفيلة، الذئب.	الدفاع عن النفس، أو التعاون من أجل الصيد.	التجمع: تجمع أفراد النوع الواحد على شكل قطعان.
بول النمر.	لجوء بعض الثدييات - عندما لا تكفي الموارد في منطقة معينة - إلى تحديد منطقة نفوذها بطرائق متعددة، وعدم السماح لغيرها من أفراد النوع نفسه بالبقاء فيها.	تحديد منطقة النفوذ: اختيار منطقة معينة والسيطرة عليها.
الحمار الوحشي.	التكيف مع ظروف انخفاض درجة الحرارة أو قلة الغذاء، لتوفير فرصة أكبر للبقاء.	الهجرة: الانتقال إلى مواقع جديدة.
الدب القطبي، الحفّاش.	التكيف مع انخفاض درجة الحرارة شتاءً؛ إذ يقلل السبات الشتوي سرعة عمليات الأيض لدى الحيوانات، فتستهلك أقل كمية ممكنة من الطاقة المخزنة في الدهون التي في أجسامها، وبذلك تكفيها أطول مدة ممكنة.	السبات الشتوي: قضاء فترات من السكون خلال فصل الشتاء.
الأسد، الظبي.	الاحتفاظ بالفريسة، أو السيادة على القطيع، أو الفوز بالأنثى بغرض التزاوج.	الصراع: علاقة قتالية بين ذكّرين من النوع نفسه.
صوت القطة، القرود.	وسيلة لتبادل المعلومات، أغراضها مختلفة، مثل تحذير أفراد الجماعة نفسها من الخطر، أو جذب الذكور، أو التهديد.	التواصل: إصدار إشارات معينة، أو أصوات، أو حركات، أو روائح ناتجة من إفرازات كيميائية تسمى الفرمون.

## أسئلة الفصل

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) أيّ الثدييات الآتية يتكاثر بالبيض:

أ - الحوت. ب - الكنغر. ج - منقار البط. د - الخفاش.

(٢) من الخصائص العامة للطيور:

أ - دورتها الدموية مغلقة. ب - الإخصاب فيها خارجي.

ج - درجة حرارتها متغيرة. د - فضلاتها النيتروجينية تُطرح على شكل أمونيا.

(٣) تمييز حيوانات صف الثدييات عن غيرها من الحيوانات بأنها:

أ - تلد صغارها. ب - ترضع صغارها.

ج - تتنفس بالرئة. د - ثابتة درجة الحرارة.

٢ - فسر ما يأتي:

أ - درجة حرارة جسم الطائر الطبيعية أعلى من درجة حرارة جسم الإنسان الطبيعية.

ب - الفضلات النيتروجينية للزواحف تكون دائماً شبه صلبة لا سائلة.

٣ - قارن في الجدول الآتي بين الزواحف، والطيور، والثدييات من حيث: التراكيب التي تغطي

أجسامها، وطريقة تكاثرها، وتصنيفها حسب حرارة أجسامها، وعدد حجرات قلبها:

وجه المقارنة	الصف	الزواحف	الطيور	الثدييات
التراكيب التي تغطي أجسامها				
طريقة تكاثرها				
تصنيفها حسب حرارة أجسامها (متغيرة، ثابتة)				
عدد حجرات قلبها				

تصفح

تصفح

تصفح

تصفح

٤ - ١

الطيران، ولا اصطيد الحشرات، فسر النتيجة التي توصل إليها.

### أطلس الحيوانات (الفقاريات)

ستعمل بالتعاون مع زملائك في الصف، وبمساعدة معلم العلوم الحياتية في المدرسة، على تطوير الأطلس الذي بدأت في وحدة اللافقاريات؛ بتضمينه الحيوانات الفقارية التي تعيش في منطقتك البيئية. ولتنفيذ ذلك، نقترح عليك إنشاء فرق عمل، لكل منها مهام محددة.

#### الفريق رقم (١): تصوير الحيوانات الفقارية في البيئة المحلية.

- ١ - التخطيط الجماعي لجولات في البيئة المحلية لرصد الحيوانات الفقارية وتصويرها في بيئاتها، وذلك بالتنسيق مع معلم المبحث، ومراعاة قواعد السلامة العامة في الخطوات جميعها.
- ٢ - تنفيذ الجولات بالتعاون مع الزملاء في الفرق الأخرى والمعلم.

#### الفريق رقم (٢): جمع المعلومات اللازمة عن الحيوانات الفقارية.

- ١ - تحديد نوعية المعلومات المراد جمعها، مثل: التصنيف، وبيئة المعيشة، والتغذية، والتنفس، والإخراج، والتكاثر.
- ٢ - تحديد مصادر جمع المعلومات.
- ٣ - جمع المعلومات، وتصنيفها، وتوثيقها.

#### الفريق رقم (٣): جمع صور حيوانات فقارية لم يتمكن الفريق رقم (١) من تصويرها.

- ١ - تحديد فوق صفوف الفقاريات و صفوف الفقاريات التي يصعب تصويرها في البيئة المحلية.

٢ - تحديد مصادر جمع الصور.

٣ - جمع الصور، وتصنيفها، وتوثيقها.

### الفريق رقم (٤): تصميم صفحات الأطلس.

١ - عمل نموذج لتصميم صفحات الأطلس، ثم عرضه على الزملاء في الفرق

الأخرى، ومناقشة عناصره، والتعديل حسب ما يتم الاتفاق عليه.

٢ - عرض المنتج النهائي على طلبة الصف، ومناقشة محتوياته.

٣ - عرض المنتج على المعلم، والتعديل حسب ما يقدمه المعلم والزملاء من ملاحظات.

٤ - عرض المنتج في المعرض العلمي الذي تقيمه المدرسة، ودعوة شخصية من

المجتمع المحلي إلى افتتاح المعرض.

## أسئلة الوحدة

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) جميع الآتية من خصائص الأسماك الغضروفية ما عدا:

- أ - هيكلها عظمي.  
ب - عدم وجود غطاء خيشومي لها.  
ج - الإخصاب فيها داخلي.  
د - قلبها مُكوّن من حجرتين.

(٢) ينتمي الجلوكي إلى:

- أ - فوق صف اللافكيات.  
ب - صف الأسماك العظمية.  
ج - صف الأسماك الغضروفية.  
د - صف البرمائيات.

(٣) ينتمي الحيوان الذي يغطي جميع جلده حراشف قرنية ميتة إلى صف:

- أ - الزواحف. ب - الطيور. ج - الثدييات. د - البرمائيات.

٢ - فسّر ما يأتي:

- أ - تصنف السلاحف البحرية مع الزواحف لا البرمائيات، بالرغم من عيشها في الماء.  
ب - لا تصنف الحيتان مع الأسماك، بالرغم من أنها تشارك الأسماك في كثير من الخصائص.  
ج - تُخزّن حيوانات السبات الشتوي كميات كبيرة من الدهون في أجسامها صيفاً.  
د - يعيش طائر البطريق في القطب الجنوبي، ولا يعيش فيه أيّ من الزواحف.  
هـ - يصنف حيوان منقار البط مع الثدييات، بالرغم من أنه يبيض.

٣ - قارن في الجدول الآتي بين البرمائيات والزواحف من حيث: غطاء الجلد، ومكان وضع

البويض، والتشابه بين الصغار والآباء، وعدد حجرات القلب، وطريقة التنفس، والتصنيف حسب حرارة الجسم، وطريقة الإخصاب:

الزواحف	البرمائيات	الصف وجه المقارنة
		غطاء الجلد
		مكان وضع البيض (اليابسة، الماء)
		التشابه بين الصغار والآباء
		عدد حجرات القلب
		طريقة التنفس
		التصنيف حسب حرارة الجسم (متغيرة، ثابتة)
		طريقة الإخصاب (داخلي، خارجي)

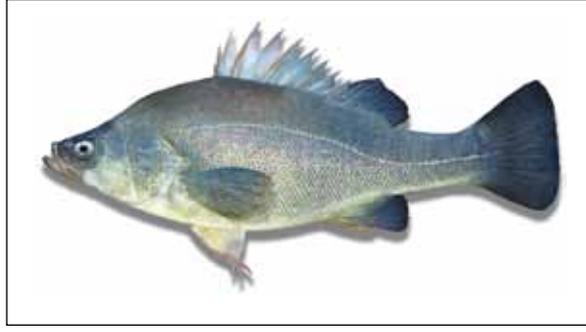
٤ - تُمثّل الجمل الآتية خصائص لبعض الحيوانات، اذكر مثلاً من الحيوانات على كلّ منها:

- أ - وجود فتحات خيشومية، وعدم وجود فك.
- ب - الإخصاب داخلي، والبيوض توضع على اليابسة، والقلب يتكوّن من أربع حجرات.
- ج - الإخصاب خارجي، والتنفس بالخياشيم، أو الرئة، أو الجلد.
- د - القدرة على الطيران، وإرضاع الصغار.
- هـ - العيش في الماء طوال الحياة، وإرضاع الصغار.

٥ - صنف الحيوانات الموضحة في الشكل (٣-٤٨) إلى صفوفها، واذكر دليلاً يؤكد إجابتك:



(ب)



(أ)



(د)



(ج)

الشكل (٣-٤٨): السؤال الخامس.

٦ - اختر من برمجية معالج النصوص (مايكروسوفت وورد) خيار (Smart Art) ثم ادرِّج ما نوعه (مخطط هيكلية) لتصميم مخطط مفاهيمي يتضمن المفردات الآتية:  
الجلد أملس، الثدييات، قشور، حراشف، البرمائيات، الفقاريات، ريش، الأسماك العظمية،  
الجلد مغطى بتراكيب، شعر أو فرو، الطيور، الزواحف.

**ملحوظة:** في حال عدم توافر البرمجية يمكنك تصميم المخطط المفاهيمي يدوياً.

٧- ما أهمية كل مما يأتي للحيوان المذكور:

أ - الأسنان الحادة واللسان للجلدي.

ب- مثانة العوم للسمكة العظمية.

ج- الغدد المخاطية في جلد الضفدع.

د - الأوعية الدموية في خياشيم السمكة.

٨ - يُعدُّ بعض العلماء والباحثين المستنقعات مصدرًا للأوبئة والأمراض؛ لما تحويه من كائنات حية متنوعة بعضها ضار، ويشجعون على تجفيفها واستغلالها للزراعة نظرًا إلى المواد العضوية التي توجد فيها، والتي تجعل تربتها خصبة، ولكن أنصار البيئة يرفضون ذلك معتبرين تجفيف المستنقعات إخلالًا في التوازن البيئي، وقضاءً على مواطن الكائنات التي تسكنها، فما رأيك في ذلك؟ برر إجابتك.

## الوحدة الرابعة

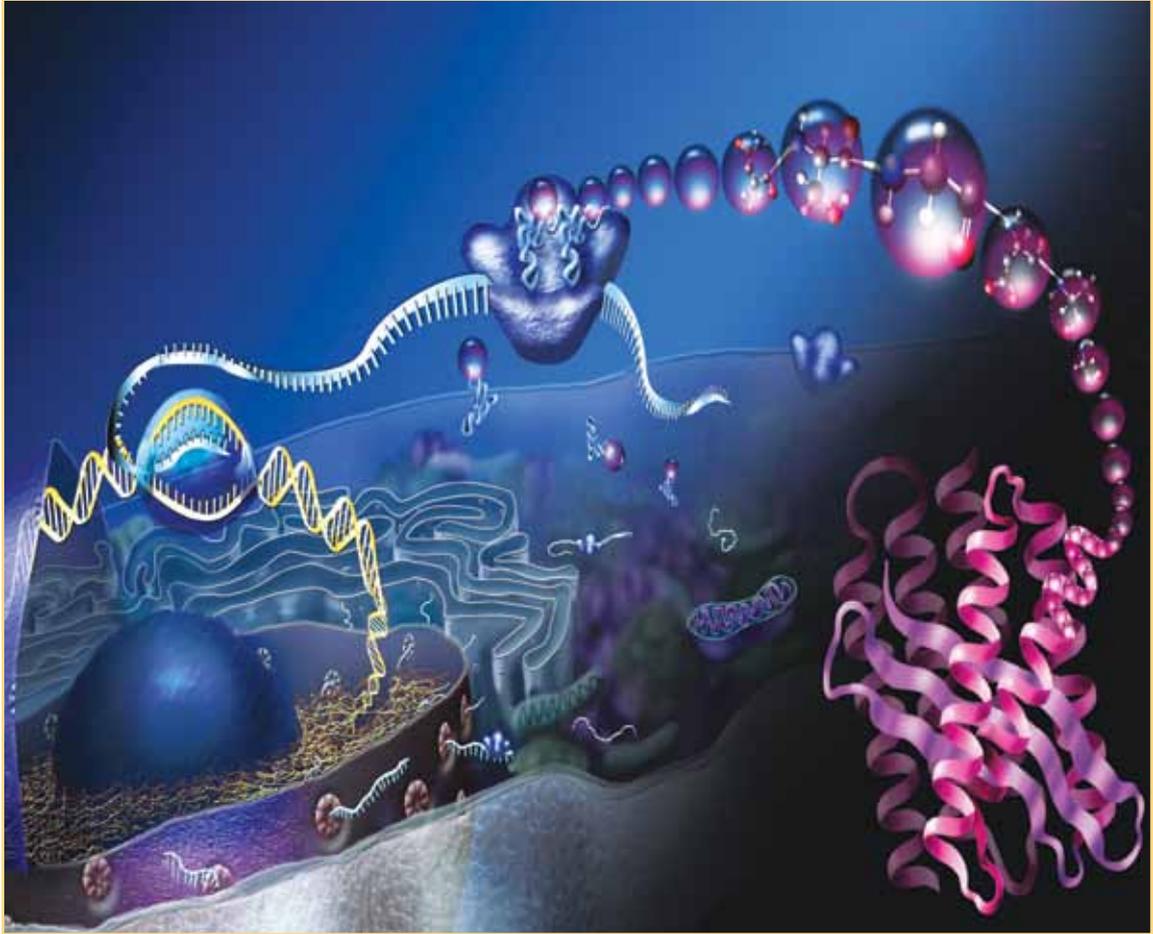
### العمليات الحيوية في الخلية

ع

قال الله تعالى: ﴿سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْأَفَاقِ وَفِي أَنْفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ ۗ

أَوَلَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ ﴿٥٣﴾ ۖ

(سورة فصلت، الآية ٥٣).



ما العمليات الحيوية التي تحدث داخل الخلية؟ وما أهميتها؟

?

### كيمياء الخلية Cell Chemistry

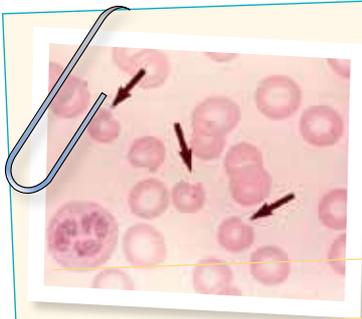
تحدث في خلايا الكائن الحي العديد من العمليات الكيميائية المهمة التي تُعرف باسم عمليات الأيض، والتي تضم عمليات البناء مثل عملية البناء الضوئي، وعمليات الهدم مثل التنفس الخلوي، فما آلية حدوثهما؟ وما دور الإنزيمات في كلٍّ منهما؟ ستتمكن من الإجابة عن هذين السؤالين وغيرهما بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تتعرّف الإنزيمات، وتصف وظيفتها في الخلية.
- تستقصي أهمية البناء الضوئي في الخلية، وآلية حدوثه.
- تستقصي أهمية التنفس الخلوي في الخلية، وآلية حدوثه.



#### الإنزيمات

أولا



الشكل (٤-١): تحلل خلايا الدم الحمراء.

أشارت إحصائيات منظمة الصحة العالمية إلى أن نحو (٤٠٠) مليون شخص في العالم يعانون الإصابة من مرض أنيميا التفؤل؛ إذ يُسبب تناول الفول تحلل كريات الدم الحمراء لدى الأفراد المصابين بفقدان (أو نقص) إنزيم (G6PD: Glucose 6- phosphate dehydrogenase)، اللازم للحفاظ على تماسك مكونات خلايا الدم الحمراء، فيؤدي نقص الإنزيم إلى تحلل خلايا الدم الحمراء كما في الشكل (٤-١)، واصفرار الجلد والعينين.

فما مفهوم الإنزيم (enzyme)، وما خصائصه وطريقة عمله في التفاعلات الكيميائية؟

#### ١ تركيب الإنزيم

الإنزيمات هي عوامل حيوية مساعدة متخصصة تتكوّن في معظمها من بروتينات تعمل على تحفيز التفاعلات الكيميائية داخل جسم الكائن الحي وتسريعها من دون أن تُستهلك.

## العالم إدوارد بوخنر (Edward Buchner)



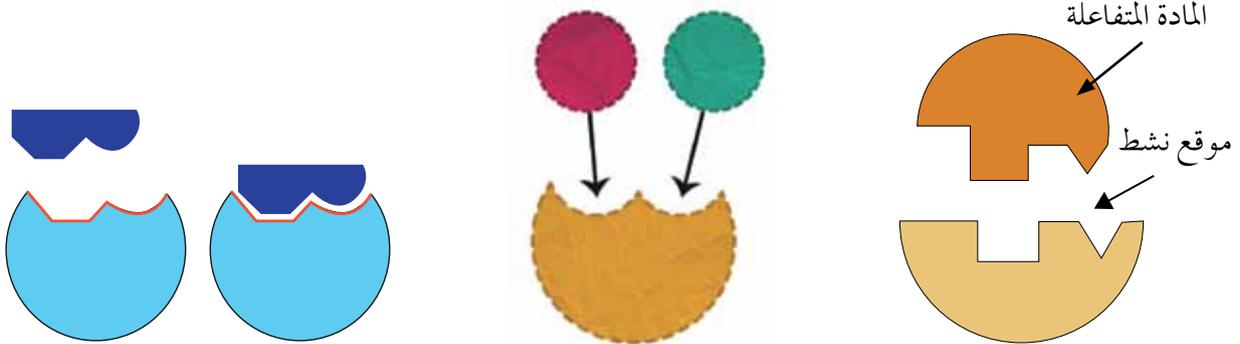
الشكل (٤ - ٢):  
إدوارد بوخنر.

هو أول من استخلص الإنزيمات المحفزة لتخمير الكحول من خلايا الخميرة، وقد حصل على جائزة نوبل للكيمياء عن هذا الاكتشاف عام ١٩٠٧م.

## Ribozymes

رُصد عدد محدود من الإنزيمات التي تتكون من جزيئات (RNA)، وتسمى (Ribozymes).

يحتوي كل إنزيم على موقع محدد أو أكثر لحدوث التفاعل الكيميائي، يُعرف باسم الموقع النشط (active site)، وهو تجويف في سطح الإنزيم يوافق شكل المادة المتفاعلة التي يعمل عليها الإنزيم ليرتبط بها، ويحدث التفاعل. انظر الشكل (٤ - ٣)، ثم أجب عن السؤال الذي يليه:



الشكل (٤ - ٣): بعض أشكال المواقع النشطة في الإنزيمات.

◀ هل يتشابه شكل الموقع النشط في الإنزيمات المختلفة؟ ما أهمية ذلك؟

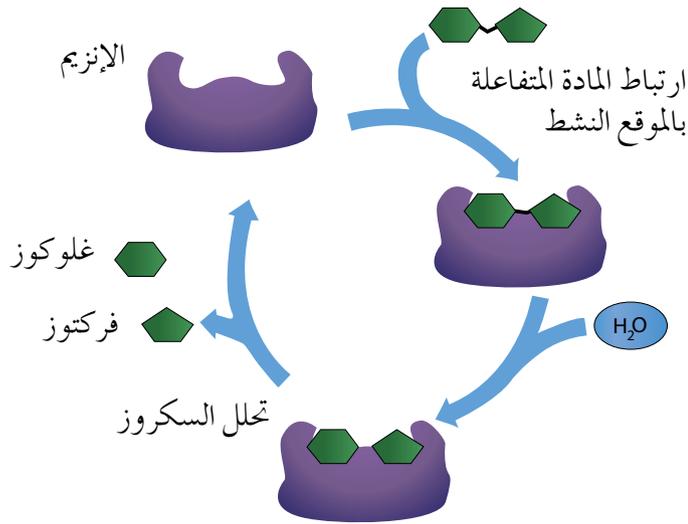
## سؤال

إذا تغيّر شكل الموقع النشط في الإنزيم، فماذا يحدث؟

## ٢ طريقة عمل الإنزيم

تعمل الإنزيمات على تسريع حدوث التفاعل الكيميائي، ومنها إنزيم السكريز (sucrase) الذي يعمل على تحلل السكروز، انظر الشكل (٤ - ٤). ويمكن إجمال كيفية عمل السكريز في الخطوات الآتية:

- أ - ارتباط مادة السكروز بالموقع النشط للإنزيم.
- ب - حدوث الارتباط التام بين الإنزيم والمادة المتفاعلة، وهو ما يساعد على تفكيك الرابطة بين مكونات السكروز (الغلوكوز، والفركتوز).
- ج - إنتاج جزيء غلوكوز وجزيء فركتوز من التفاعل، وخروجهما من الموقع النشط إلى بيئة التفاعل.



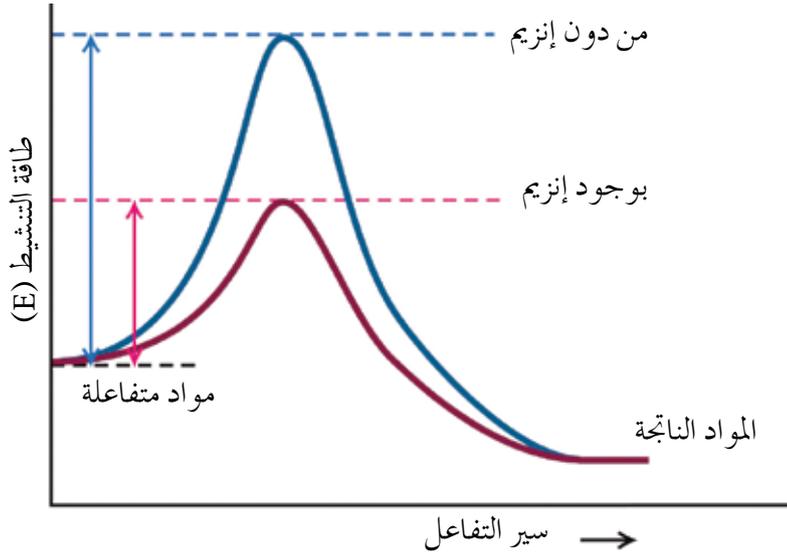
الشكل (٤ - ٤): عمل إنزيم السكريز.

بوجه عام، يمكن تمثيل التفاعل الكيميائي في المعادلة الآتية:

إنزيم + المادة المتفاعلة ← (مركب إنزيم - مادة متفاعلة) ← مادة أو مواد ناتجة + إنزيم

(E) + (S) ← (ES complex) ← (E) + (P)

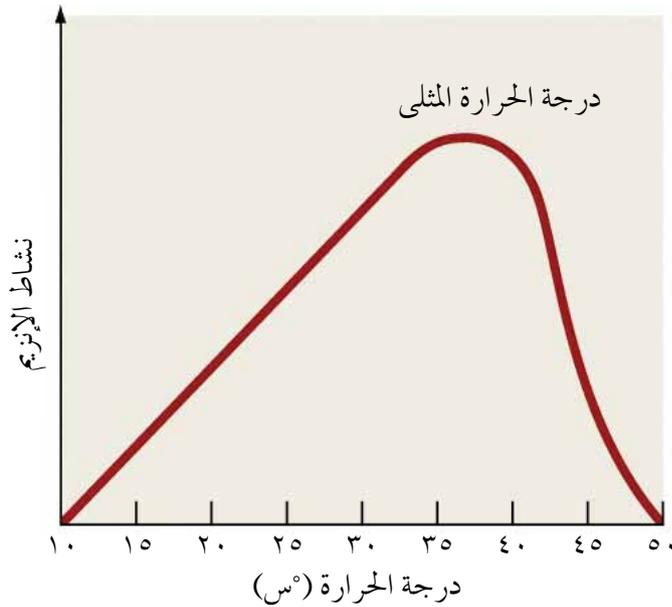
- ◀ ما فائدة عدم استهلاك الإنزيم في التفاعل الكيميائي؟
- يحتاج كل تفاعل إلى طاقة تنشيط (activation energy)، وهي الطاقة اللازمة لبدء التفاعل؛ فبعض التفاعلات قد تحتاج إلى درجة حرارة مرتفعة لتبدأ، ولا تستطيع الخلية رفع درجة حرارتها إلى ذلك المقدار، فتلجأ الخلايا إلى إنتاج الإنزيمات التي تعمل على خفض طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل. انظر الشكل (٤ - ٥)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:
- ◀ أيّ التفاعلين يحتاج إلى طاقة تنشيط أقل؟ ماذا تستنتج؟
- ◀ هل تختلف المواد الناتجة من التفاعل عند وجود الإنزيم عنها في حال غيابه؟



الشكل (٤-٥): طاقة التنشيط للتفاعل الكيميائي.

### ٣ العوامل المؤثرة في نشاط الإنزيم

أ - درجة الحرارة (Temperature): تعمل معظم الإنزيمات في جسم الإنسان بصورة مثلى عند درجة حرارة الجسم الطبيعية، ويتأثر نشاط الإنزيم وكفاءته بالعمل بتغيّر درجة الحرارة؛ فلكل إنزيم درجة حرارة مثلى يعمل عندها بكفاءة عالية. انظر الشكل (٤-٦)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



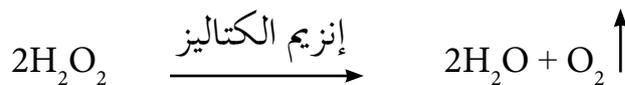
الشكل (٤-٦): أثر درجة الحرارة في نشاط الإنزيم.

- ◀ ما علاقة نشاط الإنزيم بتغيّر درجة الحرارة؟
- ◀ حدّد درجة الحرارة المثلى لعمل الإنزيم.
- ◀ برأيك، لماذا يقل نشاط الإنزيم عند ارتفاع درجة الحرارة على درجة الحرارة المثلى؟

لتعرّف عمليًا أثر تغيّر درجة الحرارة في نشاط الإنزيم، نفذ النشاط (٤-١).

## النشاط (٤ - ١) أثر درجة الحرارة في نشاط الإنزيم

ينتج من بعض العمليات الحيوية مواد إخراجية سامة، مثل: مركب فوق أكسيد الهيدروجين ( $H_2O_2$ )؛ وهو مركب ذو لون مائي، وأكثر لزوجة من الماء، وتعمل الخلية على تحليل هذا المركب بواسطة إنزيم الكتاليز إلى ماء وأكسجين وفق المعادلة الآتية:



المواد والأدوات اللازمة

محلول فوق أكسيد الهيدروجين ( $H_2O_2$ ) تركيزه (١٪)، مكعبات صغيرة من البطاطا (مصدر إنزيم الكتاليز)، (٦) أنابيب اختبار، مخبار مدرج، ثلج، (٦) موازين حرارة، (٦) حمامات مائية، ورق لاصق، كأس زجاجية، قلم.

ملحوظة: اتبع تعليمات معلمك في ما يخص إجراءات السلامة العامة في أثناء العمل، وبعد الانتهاء منه.

### الإجراءات

- ١ - رَقِّم أنابيب الاختبار من (١-٦)، ثم ضع (٥) مل من محلول ( $H_2O_2$ ) في كلٍّ منها.
- ٢ - انقل كل أنبوب إلى حمام مائي له درجة حرارة معينة كما في الجدول الآتي:

رقم الأنبوب	١	٢	٣	٤	٥	٦
درجة الحرارة (س)	٠	١٠	٢٥	٣٧	٥٠	٩٠

٣ - أضف إلى الأنابيب كميات متساوية من مكعبات البطاطا.

٤ - راقب فقائيع غاز الأكسجين المتصاعدة في كل أنبوب. علام يدل تصاعد

غاز الأكسجين في الأنبوب؟ يمكن استخدام أنبوب درهام (Durhum tube)

الظاهر في الشكل (٤ - ٧) - إن وُجِدَ - لتجميع فقائيع الغاز.

٥ - دوّن أرقام الأنابيب تنازليًا حسب كمية الأكسجين الناتجة.

٦ - مثّل بيانيًا العلاقة بين درجة الحرارة ونشاط الإنزيم، ما العلاقة الرياضية

بينهما؟



الشكل (٤ - ٧):  
أنبوب درهام.

ب - الرقم الهيدروجيني (pH): يختلف الرقم الهيدروجيني المناسب لعمل الإنزيم باختلاف مكان عمله في الجسم؛ فعلى سبيل المثال، يكون الوسط حمضيًا في المعدة (pH = 2 - 3)، وقاعديًا في الأمعاء الدقيقة (pH = 7.4). لتعرّف أثر تغيّر الرقم الهيدروجيني في نشاط الإنزيم، نفذ النشاط (٤-٢).

## النشاط (٤ - ٢) أثر تغيّر الرقم الهيدروجيني في نشاط الإنزيم

### المواد والأدوات اللازمة

محلول فوق أكسيد الهيدروجين ( $H_2O_2$ ) تركيزه (٣٪)، مكعبات صغيرة من البطاطا (مصدر الإنزيم)، (٣) أنابيب اختبار، (٣) قطرات، مخبار مدرج، ورق لاصق، محلول (HCl) تركيزه (٥٪)، ومحلول (NaOH) تركيزه (٥٪)، وماء.

ملحوظة: اتبع تعليمات معلمك في ما يخص إجراءات السلامة العامة في أثناء العمل، وبعد الانتهاء منه، واحذر من ملامسة المحاليل للجلد؛ لأنها مواد كاوية.

### الإجراءات

١ - رَقْم أنابيب الاختبار من (١-٣)، ثم ضع (١٠) مل من محلول فوق أكسيد الهيدروجين في كلٍّ منها.

٢ - أضف إلى الأنابيب كميات متساوية (١٠ قطرات) من محلول (HCl)، والماء، و (NaOH) حسب الجدول الآتي:

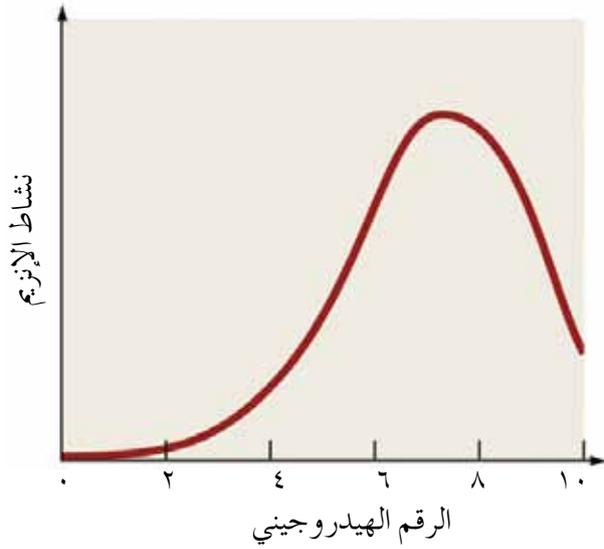
رقم الأنبوب	١	٢	٣
المادة المضافة	HCl	ماء	NaOH

٣ - أضف إلى الأنابيب كميات متساوية من مكعبات البطاطا.

٤ - راقب فقائيع غاز الأكسجين المتصاعدة في كل أنبوب (يمكنك استخدام أنبوب درهام). علام يدل تصاعد غاز الأكسجين؟

٥ - في أيّ الأنابيب كان تصاعد الأكسجين أكثر؟ فسر سبب ذلك.

يتبين من النشاط السابق أن تغيّر الرقم الهيدروجيني للتفاعل أثر في نشاط الإنزيم؛ ذلك



الشكل (٤-٨): أثر الرقم الهيدروجيني للوسط في نشاط الإنزيم.

أن لكل إنزيم رقمًا هيدروجينيًا أمثل تكون عنده فاعلية الإنزيم في أعلى درجاتها. ولهذا فإن نشاط الإنزيم يتأثر بتغيّر الرقم الهيدروجيني. لاحظ الشكل (٤-٨) الذي يُمثل نشاط إنزيم التربسين الموجود في الأمعاء الدقيقة، ثم أجب عن السؤالين الآتيين:

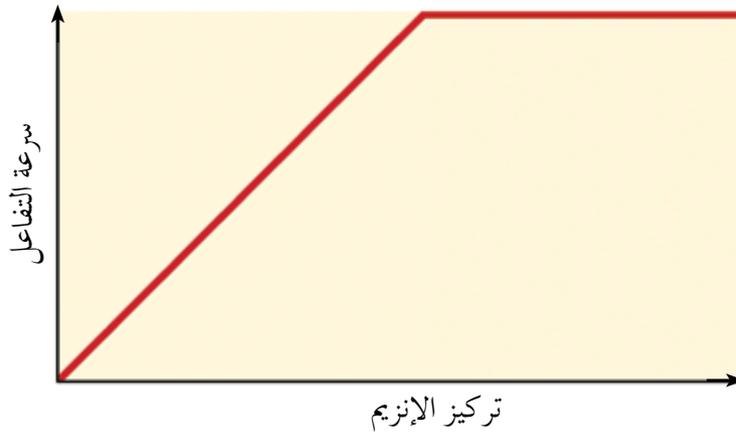
◀ حدّد الرقم الهيدروجيني المناسب لعمل الإنزيم.

◀ صف التغيّر في نشاط الإنزيم عند تغيّر الرقم الهيدروجيني.

## سؤال

أعطِ مثالاً على إنزيمات تعمل في الجسم عند رقم هيدروجيني منخفض (وسط حمضي).

جـ - تركيز الإنزيم (Enzyme concentration): تتأثر سرعة التفاعل الكيميائي باختلاف تركيز الإنزيم انظر الشكل (٤-٩). ما العلاقة بين تركيز الإنزيم وسرعة التفاعل الكيميائي؟



الشكل (٤-٩): العلاقة بين تركيز الإنزيم وسرعة التفاعل الكيميائي.

تزداد سرعة التفاعل الكيميائي مع زيادة تركيز الإنزيم في حال توافرت كميات كافية من المادة المتفاعلة؛ ذلك أن زيادة تركيز الإنزيم يعني توافر أعداد كبيرة من المواقع النشطة اللازمة للتفاعل، فيزيد معدل حدوث التفاعلات إلى حدٍ تثبت عنده سرعة التفاعل.

### قضية للبحث

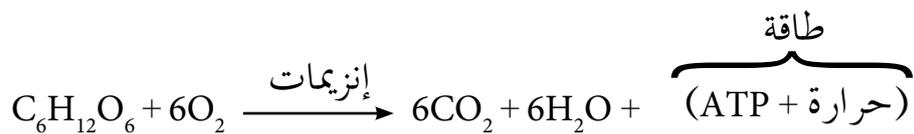
ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيٍّ من مصادر المعرفة المتوافرة عن عوامل أخرى تُؤثر في نشاط الإنزيم مُوضِّحًا أثرها، ثم ناقش ما تتوصل إليه مع معلمك وزملائك في الصف.

تحدث في خلايا أجسام الكائنات الحية العديد من العمليات الحيوية الضرورية لاستمرار حياة الكائن الحي، وتعدُّ عمليتا التنفس الخلوي والبناء الضوئي من العمليات الحيوية المهمة التي تحدث في خلايا الكائنات الحية، وتحتاج إلى العديد من الإنزيمات، فكيف تحدث هذه العمليات؟ وما مراحل حدوثها؟

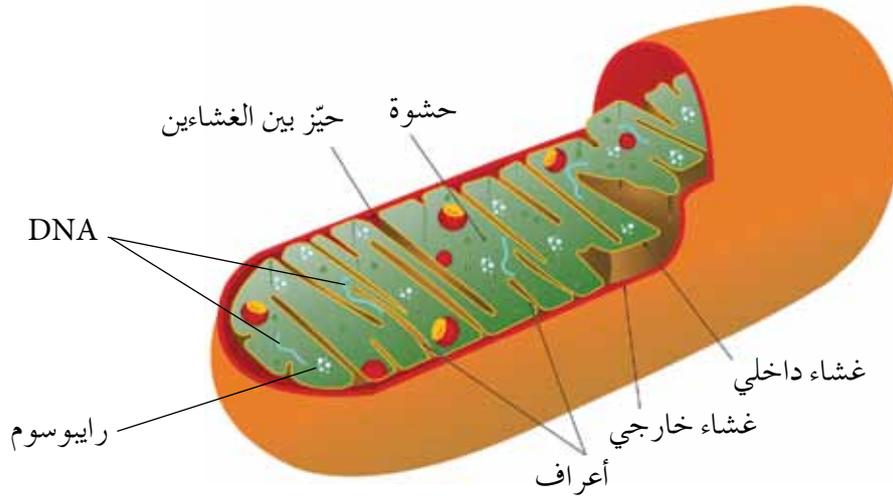
### التنفس الخلوي

ثانيًا

تحدث تفاعلات التنفس الخلوي بسلسلة من التفاعلات يمكن تمثيلها في المعادلة الآتية:



تشارك الكائنات الحية جميعها في الحاجة إلى الطاقة للقيام بعملياتها الحيوية، وتنتج الطاقة بواسطة عملية التنفس الخلوي (cellular respiration) التي تحدث بسلسلة متتابعة من التفاعلات الكيميائية، تتم معظمها في عضيات الميتوكوندريا التي درستها في صفوف سابقة. انظر الشكل (١٠-٤)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:



الشكل (٤-١٠): تركيب الميتوكوندريون.

◀ صف تركيب الميتوكوندريون.

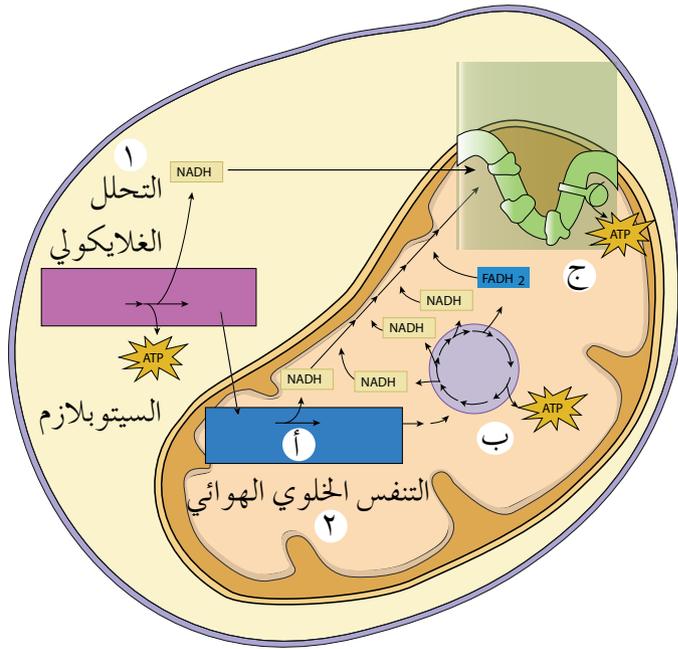
◀ ما أهمية الانثناءات في الغشاء الداخلي؟

يحاط الميتوكوندريون بغشاءين؛ خارجي وداخلي، حيث ينشئ الغشاء الداخلي مُكوّنًا الأعراف التي تعمل على زيادة مساحة السطح الداخلي اللازم لحدوث التفاعلات الكيميائية. يحتوي هذا الغشاء على الإنزيمات اللازمة لعملية التنفس الخلوي، وعلى نظام خاص يطلق عليه اسم سلسلة نقل الإلكترون، وينتج من هذه التفاعلات طاقة تخزنها في جزيئات حفظ الطاقة (ATP). يسمى الجزء الداخلي للميتوكوندريون الحشوة، ويحتوي على إنزيمات مختلفة، ورايبوسومات، و(DNA)، وهذا يُمكن الميتوكوندريون من التضاعف، وبناء البروتينات اللازمة لعملية التنفس الخلوي.

## سؤال

برأيك، هل يمكن أن تستغني الميتوكوندريا عن النواة في تنظيم عملياتها الحيوية؟ برر إجابتك.

يشمل التنفس الخلوي مرحلتين رئيسيتين. لتعرّف تفاعلات هاتين المرحلتين، لاحظ الشكل (٤-١١)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:



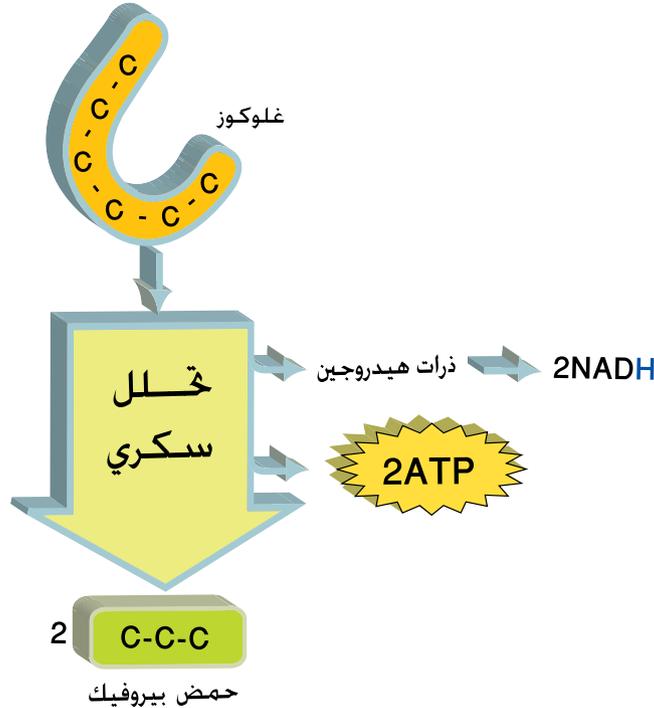
الشكل (٤ - ١١): مرحلتا التنفس الخلوي.

◀ ما مرحلتا التنفس الخلوي الرئيسيتين؟

◀ أين تحدث كل مرحلة؟

### ١ مرحلة التحلل الغلايكولي (التحلل السكري)

إن مرحلة التحلل الغلايكولي (Glycolysis) مرحلة لاهوائية تحدث - لا تحتاج لوجود الأكسجين - في السيتوبلازم، ادرس الشكل (٤ - ١٢) لتتعرف هذه المرحلة.



الشكل (٤ - ١٢): مرحلة التحلل السكري.

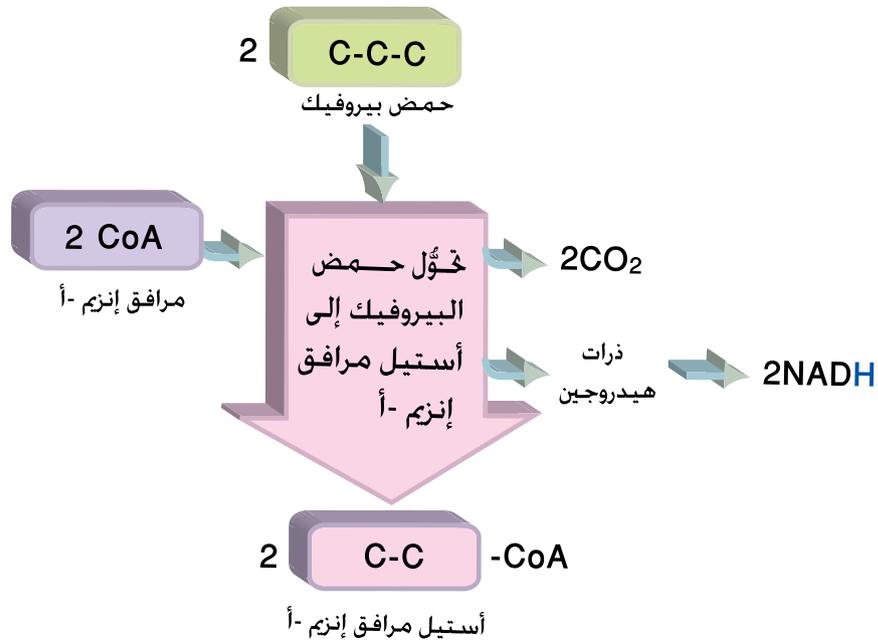
يتم في هذه المرحلة تحليل جزيء سكر الغلوكوز إلى جزيئين من حمض البيروفيك ثلاثي الكربون ومواد أخرى، فما المواد الناتجة من هذه المرحلة؟ وكم عدد جزيئات كل منها؟ لاحظ الشكل (٤-١٢).

عند توافر الأكسجين يدخل حمض البيروفيك إلى الميتوكوندريون لتبدأ عملية التنفس الخلوي الهوائي.

## ٢ مرحلة التنفس الخلوي الهوائي

تحدث مرحلة التنفس الخلوي الهوائي بسلسلة من التفاعلات المتتالية في الميتوكوندريا عند توافر الأكسجين، وهذه التفاعلات هي:

أ - تحوّل حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم - أ. لاحظ الشكل (٤-١٣)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٤-١٣): تحوّل حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم - أ.

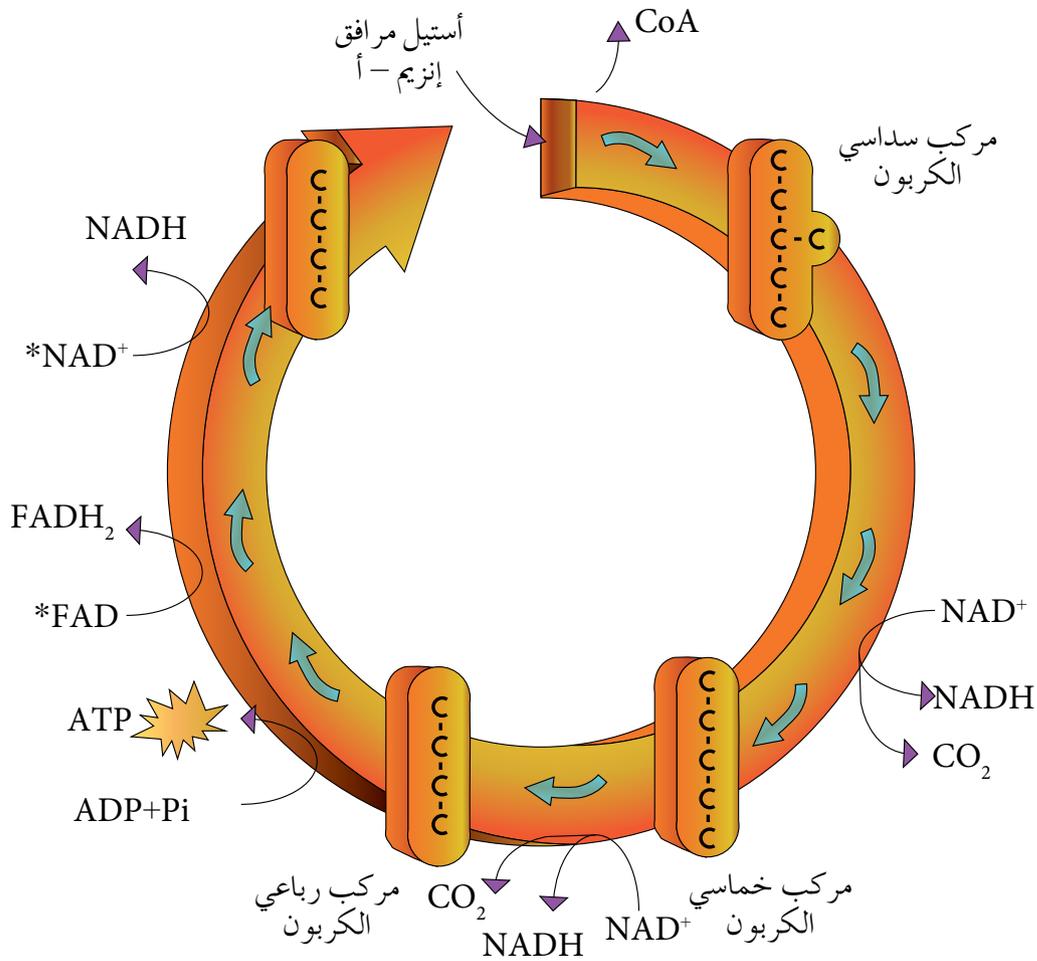
◀ كم عدد ذرات الكربون في حمض البيروفيك؟

◀ كم عدد ذرات الكربون في المركب الناتج؟

◀ ما الغاز الناتج في هذه المرحلة؟

يرتبط الأستيل الناتج عن نزع CO<sub>2</sub> من حمض البيروفيك ثلاثي الكربون بمرافق إنزيم - أ

(Coenzyme-A)، مُكوّنًا مركب أستيل مرافق إنزيم - أ (Acetyl CoA) ثنائي الكربون، وينتج من هذه المرحلة غاز  $CO_2$ ، ومركب NADH. ب - حلقة كريس: لاحظ الشكل (٤ - ١٤)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٤ - ١٤): حلقة كريس لدورة واحدة.

◀ ما عدد ذرات الكربون في المركب الذي يرتبط بمركب أستيل مرافق إنزيم - أ لبدء حلقة كريس؟

◀ ما نواتج حلقة كريس؟ وما مصير كلٍّ منها؟

تحدث حلقة كريس في الحشوة، وتضم سلسلة من التفاعلات المتتالية، وتكرر حلقة كريس مرتين، وتبدأ في كل مرة بارتباط مركب أستيل مرافق إنزيم - أ بمركب رباعي الكربون لتكوين مركب سداسي الكربون، ثم يتحرر مرافق الإنزيم - أ (CoA) بهذه

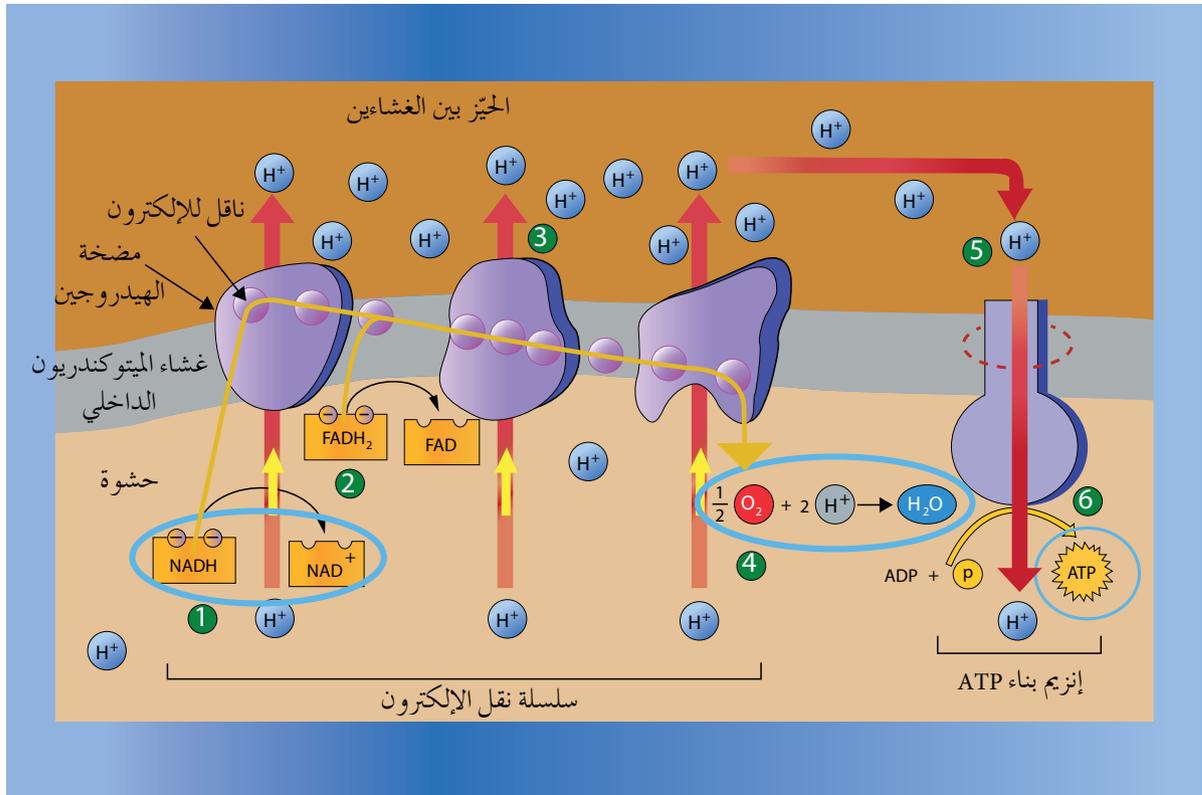
\*FAD: flavin adenine dinucleotide

\*NAD: nicotinamide adenine dinucleotide

الخطوة، ويتبع ذلك سلسلة عمليات مختلفة تنتهي بإعادة إنتاج المركب رباعي الكربون لبدء الدورة مرة أخرى، وإنتاج مركبات كلٌّ من: (ATP)، و(CO<sub>2</sub>)، و(NADH)، و(FADH<sub>2</sub>)، فما سبب تسميتها حلقة؟

لتتعرف مصير نواتج هذه الحلقة، تتبع سلسلة نقل الإلكترون.

جـ - سلسلة نقل الإلكترون: لاحظ الشكل (٤-١٥) الذي يُمثل سطح الغشاء الداخلي للميتوكوندريون لتتعرف كيفية نقل الإلكترونات بين الحيز والغشاء.

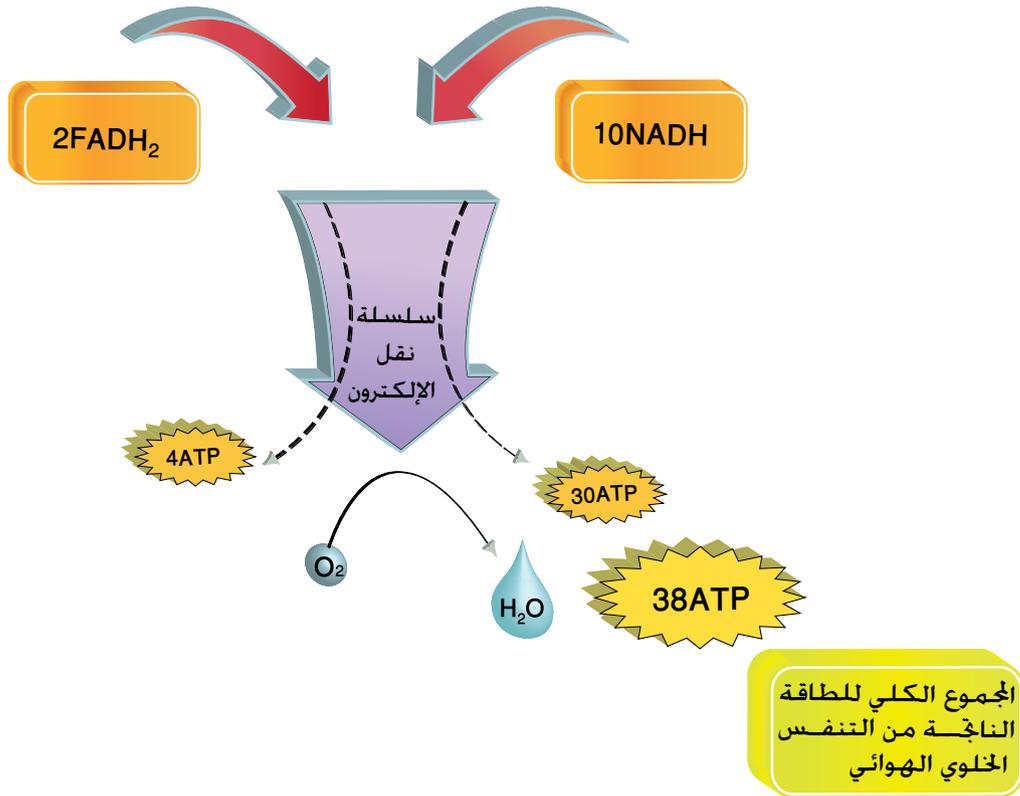


الشكل (٤ - ١٥): سلسلة نقل الإلكترون وبناء جزيء (ATP).

تتكون سلسلة نقل الإلكترون (Electron Transport Chain) من مجموعة من البروتينات الناقلة، منها ما يُعرف بالسيتوكرومات، وتوجد في الغشاء الداخلي للميتوكوندريون، وتعمل بوصفها نواقل كيميائية للإلكترونات وأيونات الهيدروجين.

تفقد الإلكترونات التي تحملها النواقل الكيميائية (NADH) و (FADH<sub>2</sub>) في أثناء انتقالها خلال سلسلة نقل الإلكترونات جزءاً من طاقتها، وتساهم في نقل أيونات الهيدروجين (H<sup>+</sup>) إلى الحيز بين الغشاءين، مما يزيد من تركيزها في ذلك الحيز، وهذا يجعلها تعود إلى الحشوة خلال إنزيم بناء ATP (ATP synthase)، وينتج من هذه العملية

جزيئات (ATP)، ثم يعمل الرابط الأخير في السلسلة على ربط أيونات الهيدروجين بالأكسجين (المستقبل الأخير للإلكترونات) لينتج بذلك الماء. اكتب معادلة تكوّن الماء. ولكن، ما عدد جزيئات (ATP) الناتجة من سلسلة نقل الإلكترون خاصة، ومن التنفس الخلوي الهوائي بوجه عام؟ للإجابة، ادرس الشكل (٤-١٦)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٤-١٦): عدد جزيئات (ATP) الناتجة من سلسلة نقل الإلكترون، ومن التنفس الخلوي الهوائي.

- ◀ كم عدد جزيئات (ATP) التي يساهم جزيء واحد من ( $FADH_2$ ) في بنائها؟
- ◀ كم عدد جزيئات (ATP) التي يساهم جزيء واحد من (NADH) في بنائها؟
- ◀ لاحظ أن عدد جزيئات (ATP) الناتجة من سلسلة نقل الإلكترون هو (٣٤) جزيئاً، فمن أين تنتج الجزيئات الأربعة المتبقية؟

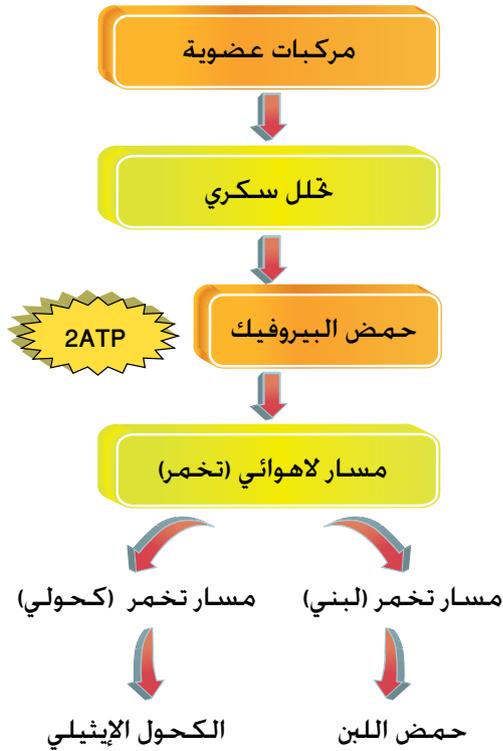
### قضية للبحث

درست أن عدد جزيئات (ATP) الناتجة من التنفس الخلوي الهوائي من الناحية النظرية هو (٣٨) جزيئاً، بيد أن الناتج الفعلي النهائي لا يصل إلى هذا العدد، ابحث في سبب ذلك.

درست سابقاً أن عملية التنفس الهوائي تحدث في حال توافر الأكسجين، فما نوع التنفس في حال عدم توافره؟

## التنفس اللاهوائي (التخمير)

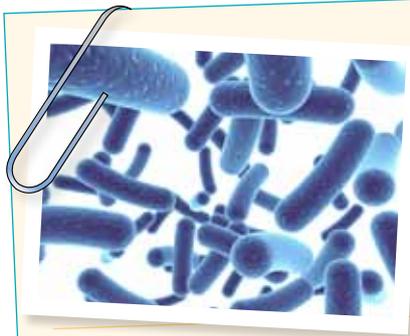
ثالثاً



الشكل (٤ - ١٧): مخطط التنفس اللاهوائي.

إذا لم يتوافر الأكسجين فإن حمض البيروفيك يدخل عملية تنفس لاهوائي (anaerobic respiration) لإنتاج الطاقة، وتُعرف هذه العملية باسم التخمير، وتحدث في سيتوبلازم الخلية، انظر الشكل (٤-١٧)، وهي نوعان: تخمر لبنّي، وتخمير كحولي.

### ١ التخمير اللبني

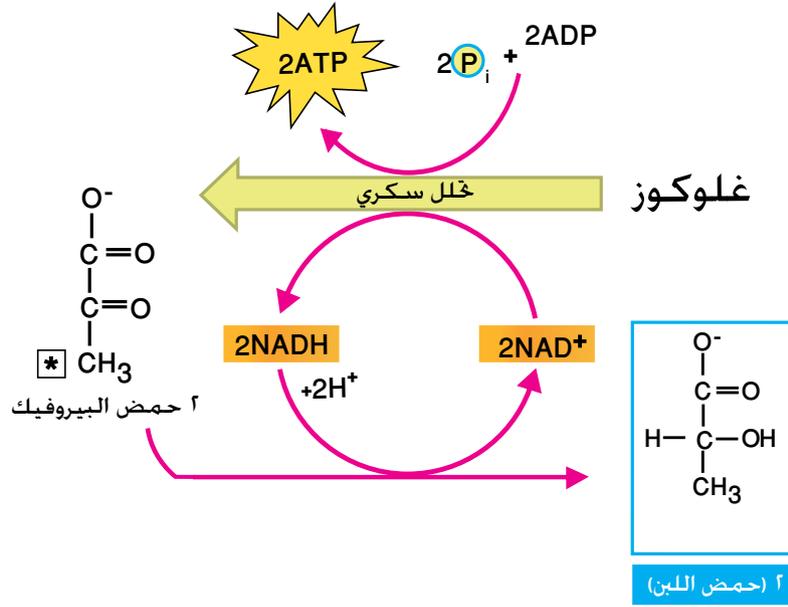


الشكل (٤-١٨): بكتيريا اللبن.

يُعدُّ اللبن مصدرًا مهمًّا من مصادر البروتين والكالسيوم والعديد من الفيتامينات، وينتج من تخمر الحليب بفعل بكتيريا معينة، انظر الشكل (٤-١٨)، تعمل على تخمير سكر اللاكتوز الموجود في الحليب لإنتاج حمض اللبن، عندئذٍ تتخثر البروتينات الموجودة في الحليب مُكوِّنةً اللبن.

فكيف يحدث التخمير اللبني (lactic acid fermentation)؟

تحدث هذه العملية في بعض أنواع البكتيريا، وفي الخلايا العضلية للثدييات أحياناً، مثل الإنسان، في حال نقص الأكسجين، لاحظ الشكل (٤-١٩) الذي يبين نواتج عملية التخمير اللبني.



الشكل (٤ - ١٩): التخمر اللبني.

التأكسد

عملية هدم.

الاختزال

عملية بناء.

يُختزل في هذه العملية حمض البيروفيك باستخدام الهيدروجين من جزيء (NADH) لينتج حمض اللبن، فما نواتج عملية التخمر اللبني لجزيء غلوكوز؟

### قضية للبحث

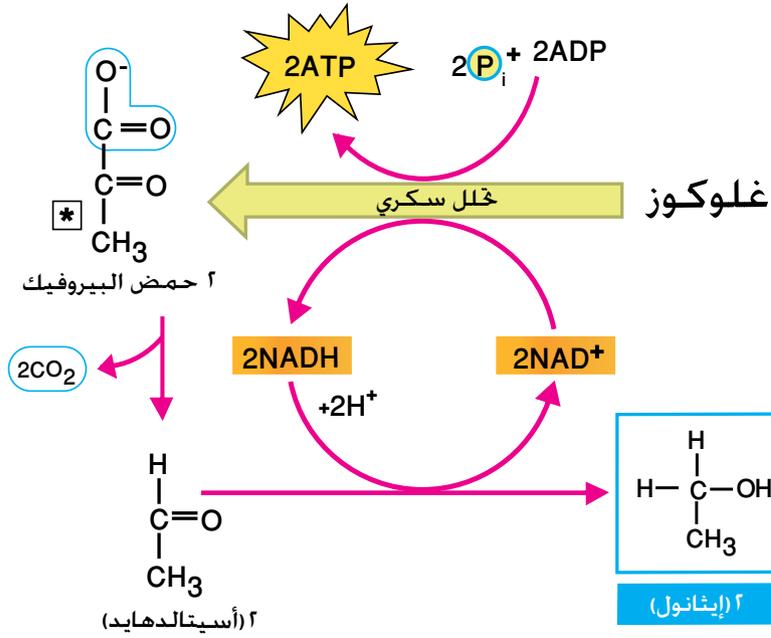
قد يعاني أحد اللاعبين في أثناء اللعب عدم القدرة على مواصلة الركن بسبب إعياء العضلة. ابحث عن سبب ذلك في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أي من مصادر المعرفة المتوافرة، ثم اكتب تقريراً عن ذلك، وقدمه لمعلمك.

### ٢ التخمر الكحولي

تحدث عملية التخمر الكحولي (alcoholic fermentation) في الخميرة وبعض أنواع البكتيريا، وتتم بخطوتين؛ الأولى يتحوّل فيها حمض البيروفيك إلى مركب أسيتالدهايد (ثنائي الكربون) نتيجة انتزاع جزيء (CO<sub>2</sub>) منه، والثانية يُختزل فيها مركب أسيتالدهايد (النتيجة من الخطوة الأولى) إلى كحول الإيثانول بواسطة الهيدروجين في (NADH)، لاحظ الشكل (٤ - ٢٠).

\* الصيغ البنائية للمركبات للاطلاع فقط.

\* الصيغة البنائية للبيروفيت؛ وهو الشكل الذي يتحلل إليه حمض البيروفيك مباشرةً.



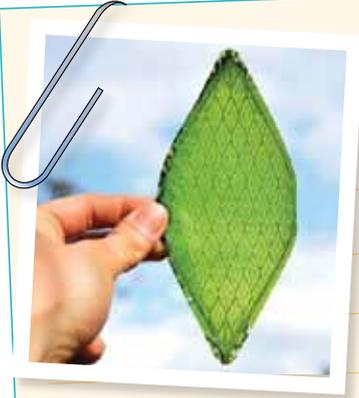
الشكل (٤ - ٢٠): التخمر الكحولي.

## سؤال

قارن في الجدول الآتي بين عملية التنفس الهوائي والتخمر من حيث: المركبات الداخلة في العملية، والمركبات الناتجة، وعدد جزيئات (ATP) الناتجة، ومكان حدوثها:

التخمر	التنفس الهوائي	اسم العملية وجه المقارنة
		المركبات الداخلة في العملية
		المركبات الناتجة من العملية
		عدد جزيئات (ATP) الناتجة
		مكان حدوثها

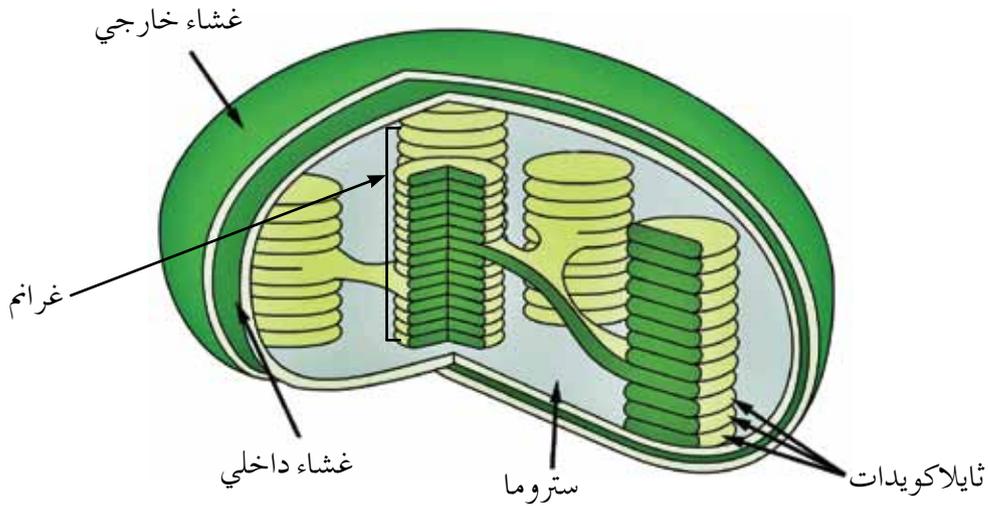
\* الصيغة البنائية للمركبات للاطلاع فقط.  
\* الصيغة البنائية للبيروفيت؛ وهو الشكل الذي يتحلل إليه حمض البيروفيك مباشرةً.



حقَّق فريق من الباحثين انجازاً علمياً فريداً تمثَّل في إنتاج نظام متكامل للبناء الضوئي الاصطناعي، انظر الشكل (٤-٢١)؛ إذ تمكَّنوا من تقليد عملية البناء الضوئي في المختبر بطريقة تشبه عملية البناء الضوئي الطبيعية في النباتات لإنتاج وقود بديل عن الوقود الأحفوري.

الشكل (٤-٢١): ورقة نبات اصطناعية.

فكيف تحدث عملية البناء الضوئي (photosynthesis) في النباتات؟  
تمتاز النباتات بقدرتها على صنع الغذاء (مواد عضوية) من مواد أولية بسيطة بعملية البناء الضوئي التي تحدث داخل البلاستيدة الخضراء (chloroplast).  
انظر الشكل (٤-٢٢) الذي يوضح تركيب البلاستيدة الخضراء، ثم أجب عمَّا يليه من أسئلة:



الشكل (٤-٢٢): تركيب البلاستيدة الخضراء.

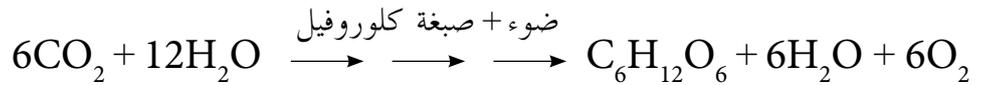
◀ ماذا تسمى الثايلاكويدات المُرْتَب بعضها فوق بعض؟

◀ كم غشاءً يوجد للبلاستيدة؟

تحتوي الثايلاكويدات على بروتينات ناقلة للإلكترونات مثل السييتوكرومات، وعلى إنزيمات وأصباغ أهمها صبغة الكلوروفيل. ويملاً الحيز بين الغشاء الداخلي والغرانا (grana) المُكوّنة من الثايلاكويدات سائل يسمى ستروما يحتوي على إنزيمات ورايبوسومات و(DNA)، فما أهمية ذلك؟

### تفاعلات البناء الضوئي

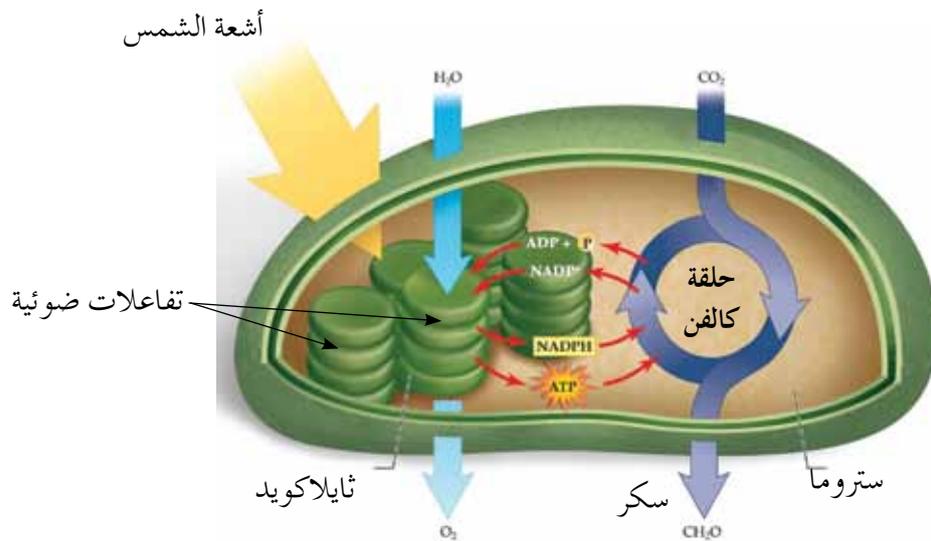
يمكن تمثيل عملية البناء الضوئي في المعادلة الآتية:



◀ هل تحدث عملية البناء الضوئي المُمثّلة في المعادلة السابقة بمرحلة واحدة أم بمراحل عدّة؟

انظر الشكل (٤-٢٣) الذي يبين تفاعلات البناء الضوئي داخل البلاستيدة الخضراء، ثم أجب

عمّا يليه من أسئلة:



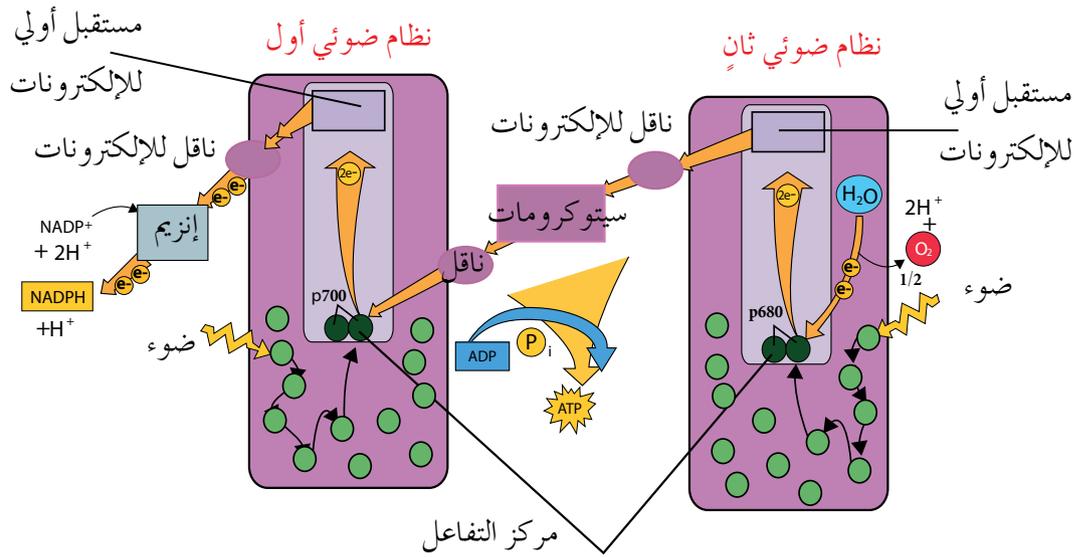
الشكل (٤-٢٣): تفاعلات البناء الضوئي.

ما تفاعلات البناء الضوئي؟ وفي أي أجزاء البلاستيدة يتم كلٌّ منها؟

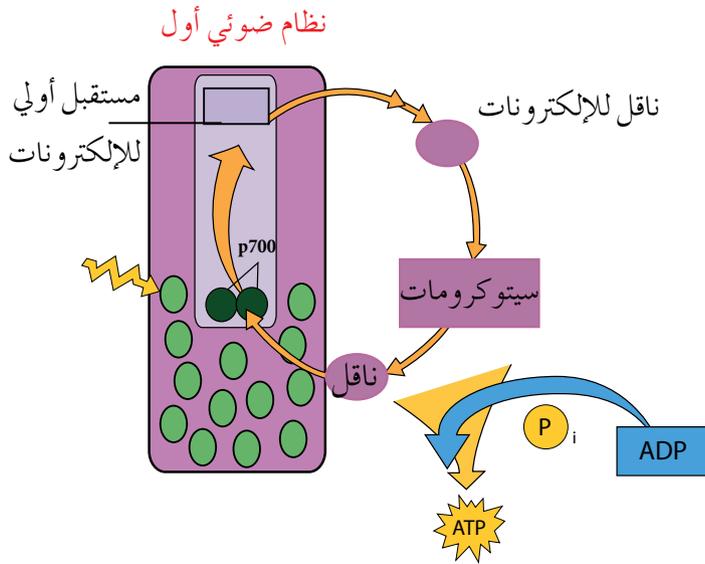
تشتمل عملية البناء الضوئي على مرحلتين، هما: مرحلة التفاعلات الضوئية (light reactions) التي تحدث في أغشية الثايلاكويدات في الغرانا، ومرحلة حلقة كالفن التي تحدث في الستروما.

أ - مرحلة التفاعلات الضوئية: انظر الشكلين: (٤-٢٤)، و(٤-٢٥) ثم أجب عن الأسئلة

التي تليهما:



الشكل (٢٤-٤): تفاعلات ضوئية للاحلقة.



الشكل (٢٥-٤): تفاعلات ضوئية حلقة.

◀ ما الأنظمة الضوئية التي تحدث فيها التفاعلات الضوئية الاحلقة والتفاعلات الضوئية الاحلقة؟

◀ ما مصير الإلكترونات المثارة من مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول والنظام الضوئي الثاني؟ وكيف يُعوّض كلٌّ منهما؟

◀ اكتب معادلة تحلل الماء. ما مصير المواد الناتجة منه؟

يوجد داخل الثايلاكويدات في البلاستيدات نظامان ضوئيان يعمل كلٌّ منهما على امتصاص الطاقة الضوئية بوساطة جزيئات الكلوروفيل، وتُمرّر الطاقة الضوئية من جزيء كلوروفيل إلى

آخر حتى تصل مركز التفاعل الذي يتكون من جزيئي كلوروفيل ومستقبل أولي للإلكترونات، ويكون مركز التفاعل قادرًا على إطلاق إلكترونات مثارة إلى مستويات أعلى.

يسمى مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول (P 700)؛ لأنه يحتوي على صبغة كلوروفيل ذات امتصاص أقصى للضوء بطول موجة (700) نانومتر، ويسمى مركز التفاعل في النظام الضوئي الثاني (P 680)؛ لأنه يحتوي على صبغة كلوروفيل ذات امتصاص أقصى للضوء بطول موجة (680) نانومترًا.

يُذكر أن الطاقة الضوئية في هذين النظامين تُحوّل إلى طاقة كيميائية تُخزّن في مركبات (NADPH) و(ATP).

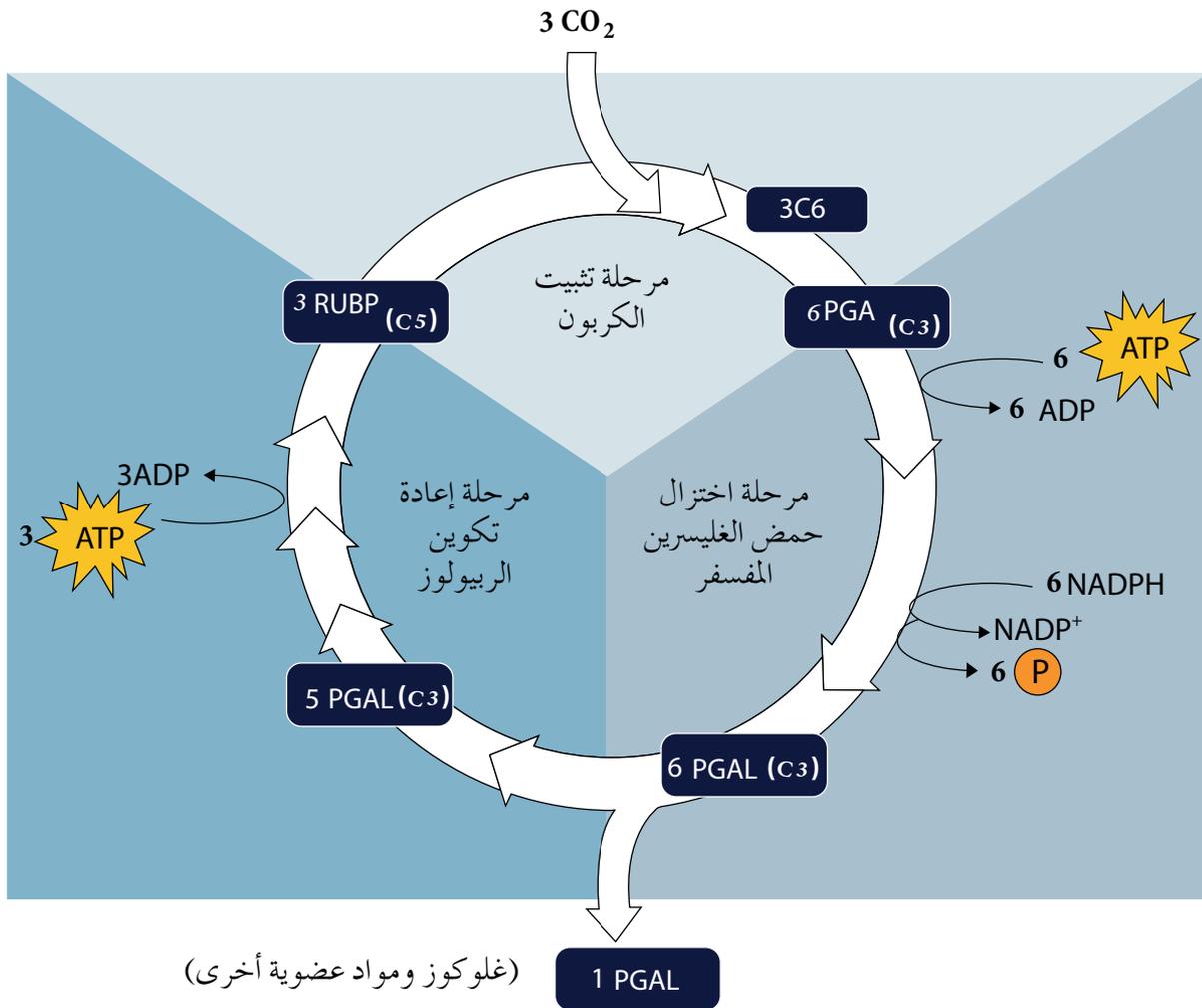
تشتمل التفاعلات الضوئية على مسارين، هما: مسار التفاعلات الضوئية اللاحقية الذي يحدث في النظام الضوئي الأول (PSI) والثاني (PSII) معًا، ومسار التفاعلات الضوئية الحلقية الذي يحدث في النظام الضوئي الأول فقط.

يمتص النظام الضوئي الثاني الطاقة الضوئية، حيث يتأكسد الماء، وينتج من عملية التأكسد إلكترونات تتحرك خلال سلسلة نقل الإلكترون باتجاه النظام الضوئي الأول الذي يستقبل هذه الإلكترونات، إضافة إلى بروتونات ( $H^+$ ) موجودة في الفراغ داخل الثايلاكويد (thylakoid space)، ويُختزل في هذا النظام مركب ( $NADP^+$ ) إلى (NADPH)، ثم ينتقل هذا المركب (يُعدّ المستقبل الأخير للإلكترونات) إلى حلقة كالفن. يحدث في التفاعلات الضوئية أيضًا عملية فسفرة لجزئيات (ADP) لإنتاج جزئيات (ATP).

## سؤال

ما النواتج النهائية للتفاعلات الضوئية؟ وما مصير كلٍّ منها؟ نَظِّم إجابتك في جدول.

ب - مرحلة حلقة كالفن: يُختزل في هذه المرحلة غاز ثاني أكسيد الكربون بوجود الماء في الستروما، ويُستهلك في هذه المرحلة مركبات (ATP) و(NADPH) الناتجة من التفاعلات الضوئية، إضافة إلى ( $CO_2$ ) من الجو لإنتاج سكر غلوكوز ومواد عضوية أخرى، انظر الشكل (٤ - ٢٦) الذي يوضح المراحل التي تمر بها تفاعلات حلقة كالفن.



الشكل (٤ - ٢٦): مراحل حلقة كالفن.

- ١ . مرحلة تثبيت الكربون: وفيها ترتبط ثلاثة جزيئات من ( $CO_2$ ) بثلاثة جزيئات من السكر خماسي الكربون ريبولوز ثنائي الفوسفات (RuBP) ليتكوّن مركب مؤقت سداسي الكربون، ينقسم مباشرة إلى جزيئين من حمض الغليسرين المفسفر (PGA) (ثلاثي الكربون). كم عدد جزيئات (PGA) الناتجة من المرحلة الأولى؟
- ٢ . مرحلة اختزال حمض الغليسرين المفسفر: وفيها تتحوّل جزيئات حمض الغليسرين المفسفر إلى غليسر ألددهايد أحادي الفوسفات (PGAL) باستخدام الطاقة الناتجة من تحلل مركب (ATP) و (NADPH).

◀ كم جزيء غليسر ألددهايد أحادي الفوسفات ينتج من هذه المرحلة؟

٣ . مرحلة إعادة تكوين الريبولوز: وفيها تدخل خمسة جزيئات من (PGAL) في سلسلة عمليات إعادة الترتيب لذرات الكربون من أجل إعادة بناء ثلاثة جزيئات من (RuBP)، لبدء دورة جديدة في حلقة كالفن مرة أخرى. كم عدد جزيئات (ATP) المستهلكة في هذه المرحلة؟ وما مصير الجزيء السادس من غليسر ألديهايد أحادي الفوسفات؟

### سؤال

ما عدد جزيئات كلٍّ من: (ATP)، و( $\text{CO}_2$ )، وجزيئات (NADPH) الداخلة في حلقة كالفن لإنتاج جزيء غلوكوز؟

## أسئلة الفصل

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) من خصائص الإنزيمات في الخلية الحية أنها:

أ - تُستهلك في أثناء التفاعلات.

ب - تتكون من مواد كربوهيدراتية.

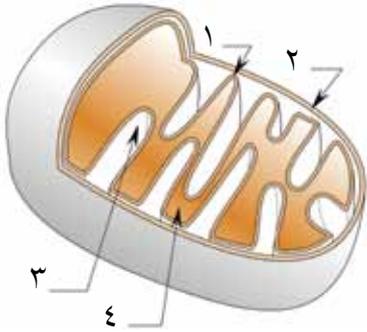
ج - تعمل على خفض طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل.

د - لا تتأثر بدرجة حرارة الوسط الذي تعمل فيه.

(٢) أي الآتية ينتج من حلقة كالفن:

أ - ATP. ب - NADPH. ج - CO<sub>2</sub>. د - غلوكوز.

٢ - مستعينًا بالشكل (٤ - ٢٧) الذي يُمثل تركيب الميتوكوندريون، أجب عما يأتي:



أ - ما الرقم الذي يُمثل الجزء الذي تحدث فيه حلقة كربس؟

ب - ما الرقم الذي يُمثل مكان وجود سلسلة نقل الإلكترونات؟

ج - ما الخصيصة المميزة للغشاء الداخلي للميتوكوندريون التي

تزيد من إنتاج (ATP) في الخلية؟

٣ - بناءً على دراستك لعملية التنفس الهوائي، أجب عن السؤالين

الآتيين:

أ - ما المستقبل النهائي للإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترونات؟

ب - ما عدد الجزيئات الناجمة عن كل مرحلة من المراحل الموضحة في الجدول:

عدد الجزيئات الناتجة				المرحلة
ATP	FADH <sub>2</sub>	NADH	CO <sub>2</sub>	
				التحلل السكري
				تكوّن مركب أستيل مرافق إنزيم - أ
				حلقة كربس
				سلسلة نقل الإلكترونات

## دورة الخلية وانقسامها

### Cell Cycle and Division

تنص نظرية الخلية على أنها وحدة البناء والوظيفة في أجسام الكائنات الحية جميعها، وأنها ناتجة من انقسام خلايا سابقة لها، فما مرحلتا دورة الخلية؟ وما أطوار كلٍّ منهما؟ وما نوعا الانقسام الخلوي؟ وما مراحل كلٍّ منهما؟ هذه الأسئلة وغيرها ستتمكن من الإجابة عنها بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

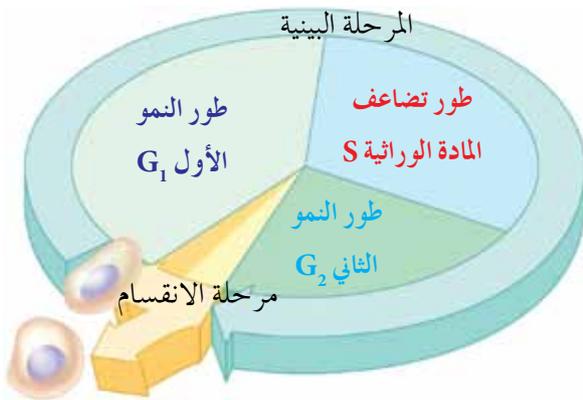
- تعرّف مفهوم دورة الخلية، وخصائص أطوارها.
- تتبّع الانقسام المتساوي، والانقسام المنصف، وتميز بينهما.



#### دورة الخلية

أولا

تمر الخلية بمجموعة من التغيرات المتتالية تنتهي بانقسام الخلية، وتسمى هذه التغيرات دورة الخلية (cell cycle). لاحظ الشكل (٤-٢٨)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



الشكل (٤ - ٢٨): مراحل دورة الخلية.

- ◀ على كم مرحلة تشتمل دورة الخلية؟
- ◀ أيّ المرحلتين تستغرق وقتًا أطول في دورة الخلية؟
- ◀ سَمِّ الأطوار التي تمر بها الخلية في أثناء المرحلة البينية؟
- تشتمل دورة الخلية على مرحلتين، هما: المرحلة البينية (Interphase :I)، ومرحلة الانقسام الخلوي (Mitotic Phase :M)، فما سمات كلٍّ منهما؟

#### ١ المرحلة البينية

تستغرق هذه المرحلة نحو ٩٠٪ من زمن دورة الخلية، وتتضمن ثلاثة أطوار متتابعة هي:

أ - طور النمو الأول (Growth phase I G1): تتضاعف في هذا الطور أعداد العضيات

السيئوبلازمية مثل الرايوسومات والميتوكوندريا، ويتم فيه إنتاج الإنزيمات اللازمة لتضاعف المادة الوراثية.

ب- طور تضاعف المادة الوراثية (S: DNA Synthesis): ما أهمية تضاعف المادة الوراثية في هذا الطور؟

ج- طور النمو الثاني (G2): يتميز هذا الطور باكتمال نمو الخلية، وزيادة حجمها، وبناء الإنزيمات اللازمة للانقسام تمهيداً للدخول في مرحلة الانقسام الخلوي.

## ٢ مرحلة الانقسام الخلوي

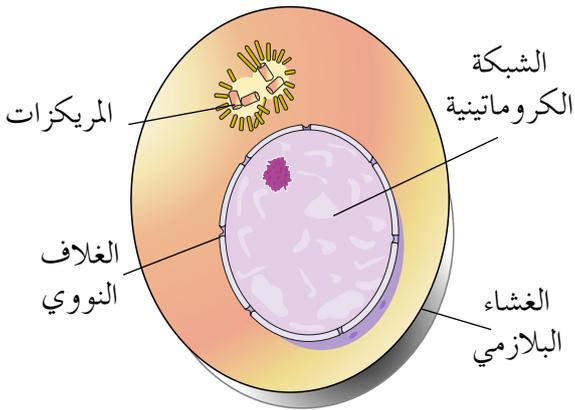
تبدأ هذه المرحلة بانقسام النواة ثم انقسام السيئوبلازم، فتكوّن خليتان جديدتان متماثلتان.

## ثانياً الانقسام الخلوي

يحتوي جسم الإنسان على خلايا جسمية وأخرى جنسية (تناسلية)، وتنقسم الخلايا الجسمية بهدف النمو وتعويض الأنسجة والخلايا التالفة، في حين تنقسم الخلايا الجنسية بهدف إنتاج الجاميتات أحادية المجموعة الكروموسومية في كلا الأبوين لغرض التكاثر الجنسي، فكيف تنقسم هذه الخلايا؟ وهل يحدث فيهما نوع الانقسام نفسه؟

يوجد نوعان من الانقسام الخلوي، هما: الانقسام المتساوي، والانقسام المنصف، فلنتعرف أطوار كل منهما.

## ١ الانقسام المتساوي



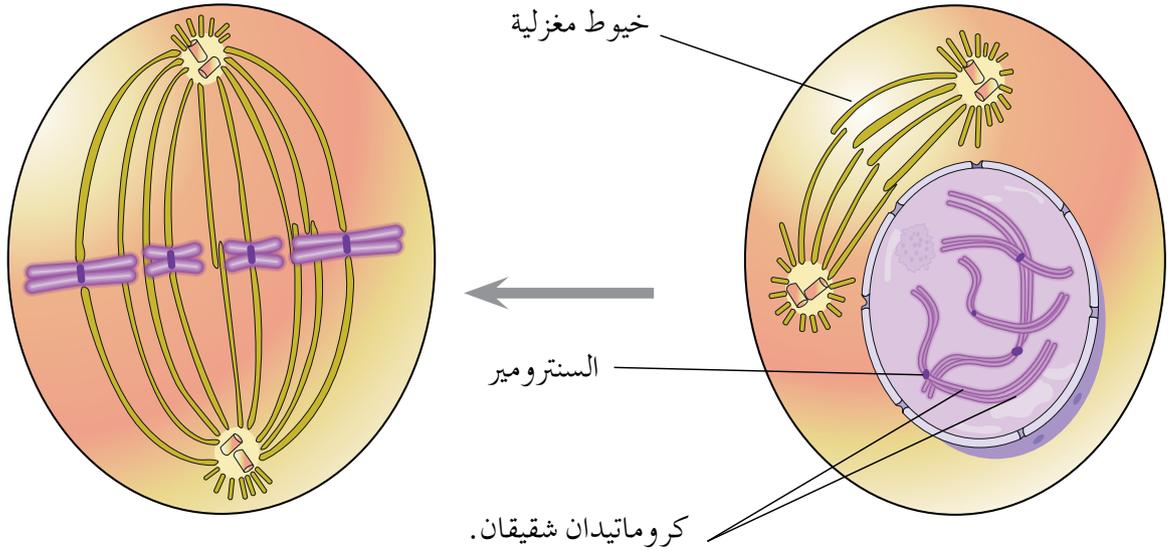
يبين الشكل (٤-٢٩) خلية حيوانية في نهاية المرحلة البينية. لاحظ أن المادة الوراثية تكون على شكل شبكة من الخيوط الرفيعة المتداخلة تسمى الشبكة الكروماتينية، وأنه يوجد زوجان من المريكزات (centrioles) في الخلية، فما دورهما في الانقسام؟

الشكل (٤-٢٩): خلية حيوانية في نهاية المرحلة البينية.

يمرّ الانقسام المتساوي بأربعة أطوار متتالية، لاحظ الشكل (٤-٣٠).

الطور الاستوائي (Metaphase)

الطور التمهيدي (Prophase)

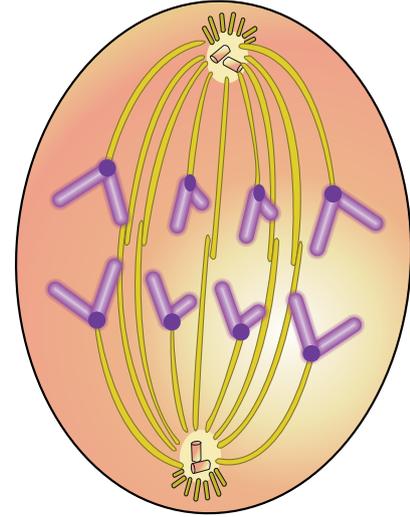


الشكل (٤-٣٠): أطوار الانقسام المتساوي.

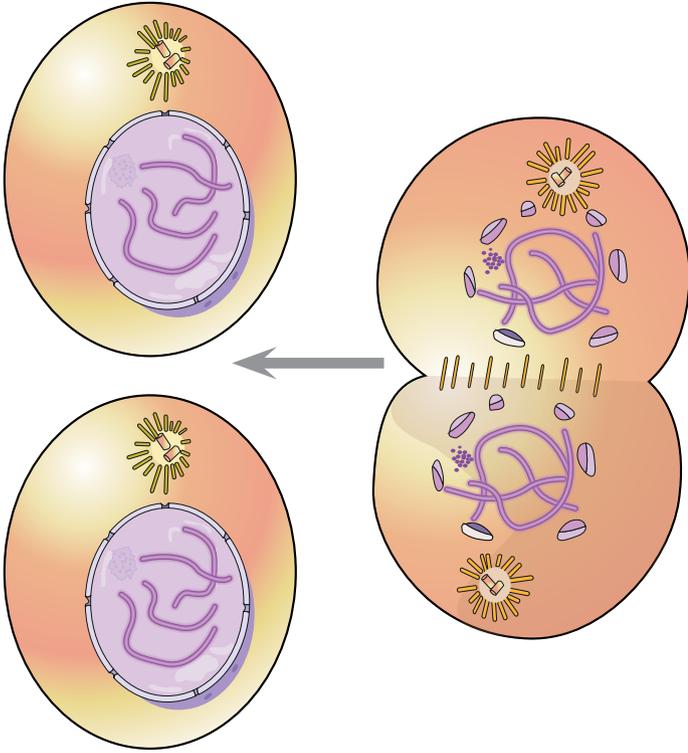
تصطف الكروموسومات في وسط الخلية، وترتبط بها الخيوط المغزلية من السنتروميير. ماذا حدث للغلاف النووي؟ وما فائدة ذلك؟

تختفي النوية، وتصبح المادة الوراثية التي سبق أن تضاعفت على صورة خيوط قصيرة مميزة تسمى كروموسومات، ويتكوّن كل كروموسوم من نسختين تسميان كروماتيدين شقيقين يرتبطان معًا في قطعة مركزية تسمى السنتروميير. لاحظ الخيوط المغزلية، من أين تنتج؟

## الطور الانفصالي (Anaphase)



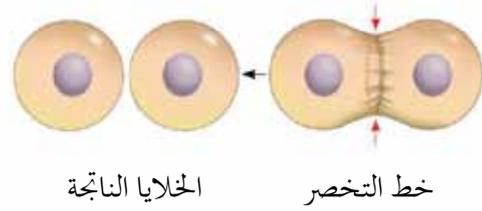
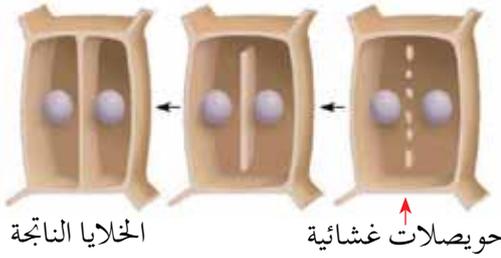
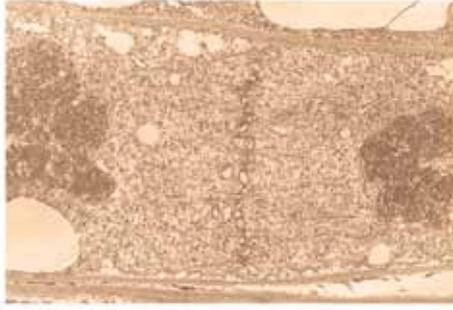
## الطور النهائي (Telophase)



يصبح كل كروماتيد في هذا الطور كروموسومًا، ويكون عدد كروموسومات كل مجموعة مماثلًا لعدد كروموسومات الخلية الأم، ويتكوّن الغلاف النووي حول كل مجموعة من الكروموسومات التي تتحول تدريجيًا إلى شبكة كروماتينية، وينقسم السيتوبلازم لإنتاج خليتين جديدتين. ماذا يحدث للغشاء البلازمي؟

تنكمش الخيوط المغزلية باتجاه قطبي الخلية جاذبةً معها كروماتيدًا واحدًا من زوج الكروماتيدات الشقيقة في كل كروموسوم، وفي نهاية هذا الطور تتجمع كل مجموعة من الكروماتيدات الناتجة من انفصال الكروماتيدات الشقيقة عند أحد قطبي الخلية.

هل تختلف طريقة انقسام السيتوبلازم في الخلية الحيوانية عنها في الخلية النباتية، علمًا بأن الخلية النباتية تملك جدارًا خلويًا؟ لاحظ الشكل (٤ - ٣١)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:



الخلايا الناتجة

حوصلات غشائية

الخلايا الناتجة

خط التخصر

(ب) خلية نباتية.

(أ) خلية حيوانية.

الشكل (٤ - ٣١): انقسام السيتوبلازم في الخلية الحيوانية، والخلية النباتية.

◀ في أيّ الخليتين حدث تخصّر في غشاء الخلية؟

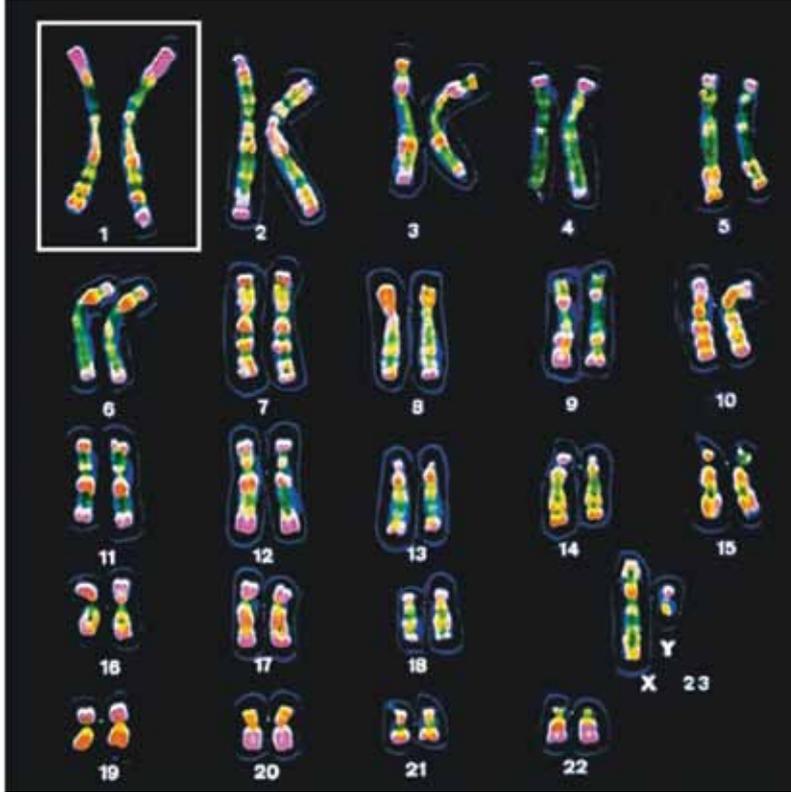
◀ ما التراكيب التي يبدأ منها تكوّن الجدار الخلوي بين الخليتين النباتيتين الناتجتين؟

إن انقسام السيتوبلازم في الخلايا الحيوانية يتم بحدوث تخصّر وسط الخلية، يتبعه تضيق في وسطها، وانقسام للسيتوبلازم يستمر حتى تنقسم الخلية إلى خليتين، انظر الشكل (٤ - ٣١/أ)، في حين أن انقسام السيتوبلازم في الخلايا النباتية يتم باصطفاف مجموعة من الحوصلات الغشائية المحتوية على مكونات الجدار الخلوي وسط الخلية، ثم تلتحم هذه الحوصلات معًا مكونةً صفيحةً وسطى (صفيحة خلوية) تشكل جدار الخلية، انظر الشكل (٤ - ٣١/ب).

### قضية للبحث

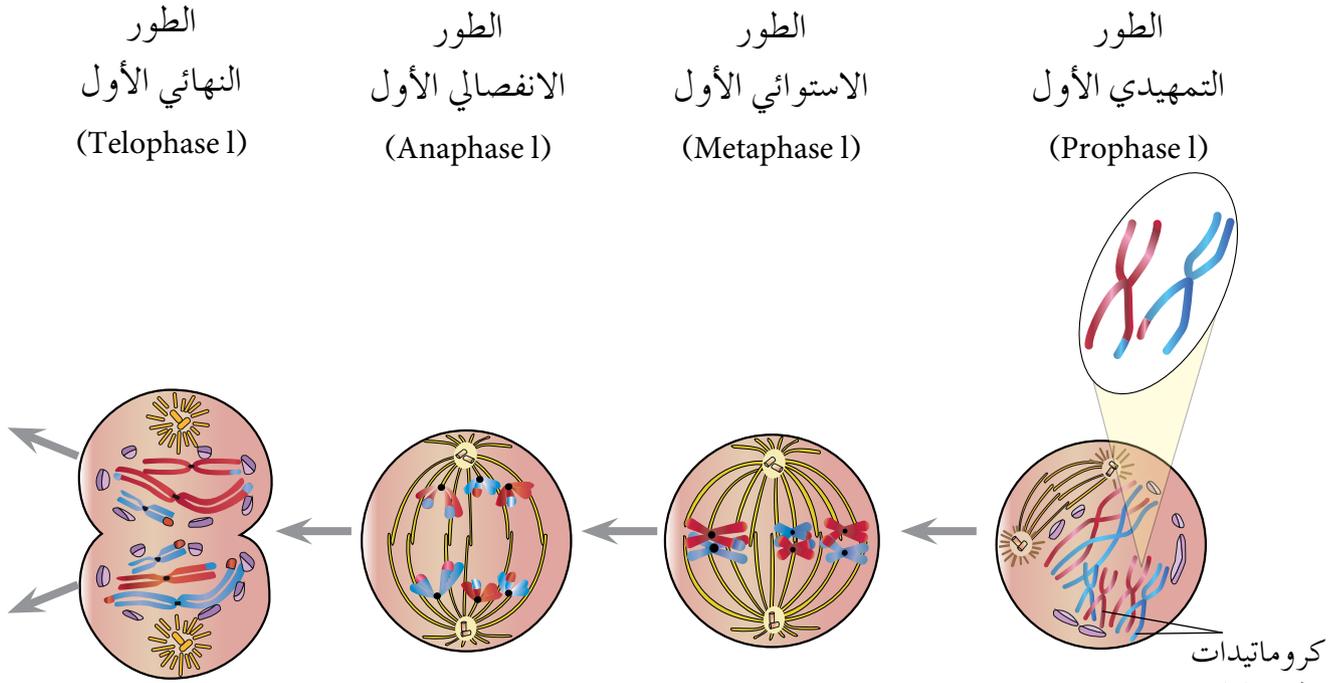
ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو أيّ من مصادر المعرفة المتوفرة عن أنواع خلايا تدخل في طور يسمى طور النمو الصفري فتوقف عن الانقسام بعد تمايزها.

يبين الشكل (٤-٣٢) مخطط الكروموسومات في الإنسان (karyotype)، فما عدد الكروموسومات الكلي الذي يظهر في هذا الشكل؟ وما عدد كل من الكروموسومات الجنسية والكروموسومات الجسمية فيه؟



الشكل (٤ - ٣٢): مخطط الكروموسومات في الإنسان.

تحتوي خلايا الكائنات الحية على عدد محدد من الكروموسومات يُنصف في الانقسام المنصف لإنتاج الجاميتات بغية التكاثر الجنسي؛ ذلك أن الانقسام المنصف يحدث في الخلايا الجنسية (التناسلية) المنتجة للجاميتات في كلا الأبوين، فعند اجتماع الجاميت الذكري والجاميت الأنثوي وحدث الإخصاب وإنتاج البويضة المخصبة يعود عدد الكروموسومات إلى العدد الأصلي المحدد في الكائن الحي. وبذا، فإن أهمية الانقسام المنصف تكمن في المحافظة على عدد الكروموسومات ثابتاً في أفراد النوع الواحد الناتجة من التكاثر الجنسي. يشتمل الانقسام المنصف (meiosis) على مرحلتين، وتتضمن كل مرحلة أربعة أطوار. ولتوضيح هذه المراحل، لاحظ الشكل (٤-٣٣) الذي يبين مراحل انقسام خلية تحتوي على ستة كروموسومات.



الشكل (٤ - ٣٣/أ): المرحلة الأولى من الانقسام المنصف.

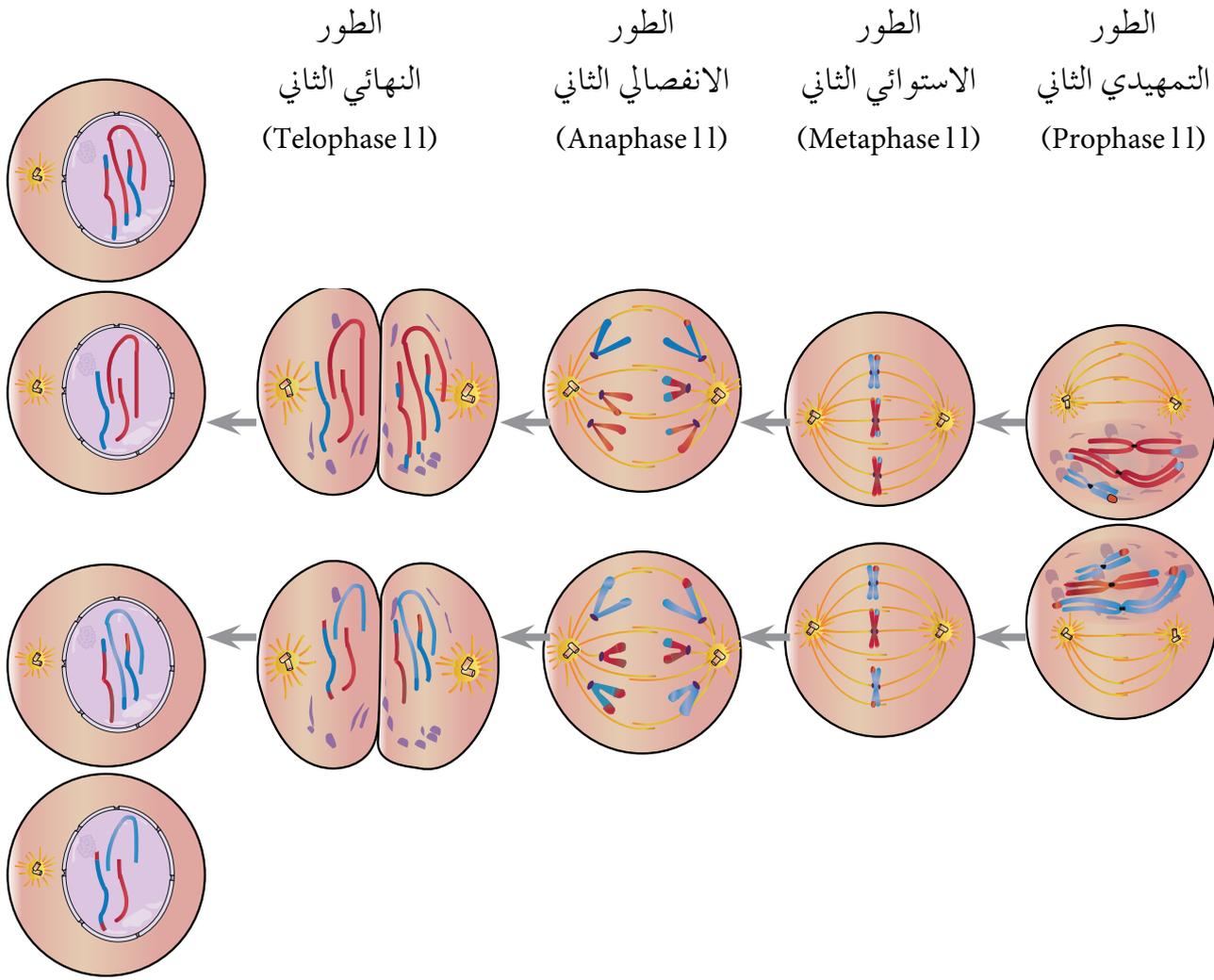
يكتمل انقسام السيتوبلازم في نهاية هذا الطور لإنتاج خليتين، كلٌّ منهما على نصف العدد من الكروموسومات، ثم قد تدخل الخلية في مرحلة بينية تستغرق مُدداً طويلاً أو قصيرةً، من دون حدوث تضاعفٍ للمادة الوراثية.

تنكمش الخيوط المغزلية جاذبةً معها مجموعة من الكروموسومات المتماثلة باتجاه قطبي الخلية بالتساوي.

تترتب الكروموسومات المتماثلة على شكل أزواج وسط الخلية ترتبط بالخيوط المغزلية من السنتروميير. كم عدد الكروماتيدات في كل مجموعة؟

تختفي النوية، وتترتب الكروموسومات المتماثلة على شكل أزواج ثنائية مُكوّنة وحدات رباعية (أربعة كروماتيدات)، وقد يحدث أحياناً تقاطع بين الكروماتيدين المتقابلين غير الشقيقين في نقاط تسمى منطقة التصالب (chiasma)، ويحدث فيها تبادل أجزاء بين الكروماتيدات غير الشقيقة المتقاطعة، مما يؤدي إلى إنتاج تراكيب جينية جديدة، وتسمى هذه العملية العبور الجيني (crossing over).

## ب - المرحلة الثانية (Meiosis II)



الشكل (٤-٣٣/ب): المرحلة الثانية من الانقسام المنصف.

تبدأ المرحلة الثانية من الانقسام المنصف بالخلايا الناتجة من المرحلة الأولى التي تحوي نصف عدد الكروموسومات الأصلي، وتمر الخلية بالأطوار والتغيرات نفسها التي تمر بها الخلية الجسمية في الانقسام المتساوي، وتنتهي هذه المرحلة بانقسام الخلية إلى خليتين جديدتين متماثلتين، تحتوي كل منهما على نصف عدد الكروموسومات في الخلية الأم.

### سؤال

قارن بين الانقسام المتساوي والانقسام المنصف من حيث: أطوار الانقسام، وعدد الخلايا الناتجة منه، وأهميته في أجسام الكائنات الحية، وعدد الكروموسومات في كل خلية ناتجة.

## أسئلة الفصل

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) أيّ أطوار المرحلة البينية الآتية تتضاعف فيه العضيات السيتوبلازمية:

أ - طور  $G_1$ . ب - طور  $G_2$ .

ج - طور S. د - طور Go.

(٢) في أيّ أطوار الانقسام المنصف تنقسم مجموعتي الكروموسومات المتماثلة:

أ - التمهيدي الأول. ب - الانفصالي الأول.

ج - التمهيدي الثاني. د - الاستوائي الأول.

(٣) تحدث عملية العبور الجيني في الطور:

أ - التمهيدي الأول. ب - التمهيدي الثاني.

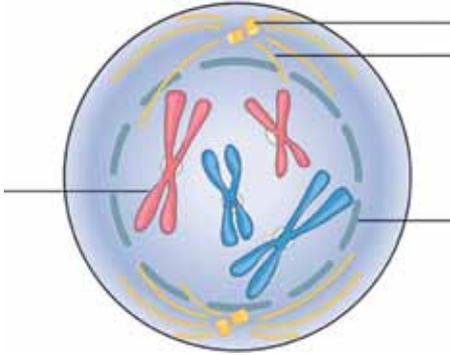
ج - الاستوائي الأول. د - الانفصالي الأول.

٢ - هب أنك باحث في زراعة الخلايا، ولديك عيّتان من الخلايا؛ إحداهما في طور النمو،

الأول، والأخرى في طور النمو الثاني. كيف يمكنك أن تميز بينهما؟

٣ - فيمَ يختلف الطور التمهيدي الأول للانقسام

المنصف عن الطور التمهيدي للانقسام المتساوي؟

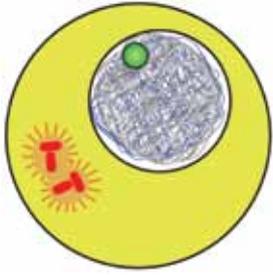


٤ - اكتب في الشكل (٤ - ٣٤) أسماء الأجزاء المشار

إليها بالأسم.

الشكل (٤ - ٣٤): السؤال الرابع.

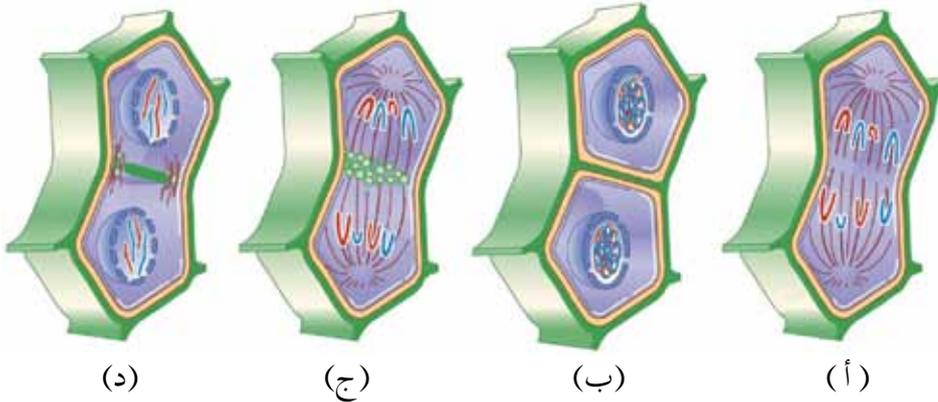
٥ - ما أهمية تصنيف عدد الكروموسومات في جاميتات الكائنات الحية؟



٦- ما المرحلة التي يُمثّلها الشكل (٤ - ٣٥) من مراحل دورة الخلية؟

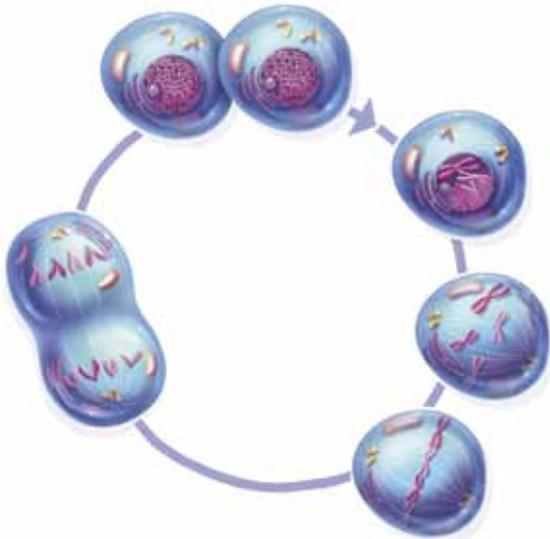
الشكل (٤ - ٣٥): السؤال السادس.

٧- رتّب الرسوم في الشكل (٤-٣٦) حسب تسلسل حدوثها في الانقسام المتساوي.



الشكل (٤ - ٣٦): السؤال السابع.

٨- يُمثّل الشكل (٤-٣٧) الأطوار المختلفة للانقسام المتساوي في خلية حيوانية. اذكر أسماء الأطوار التي تظهر فيه.



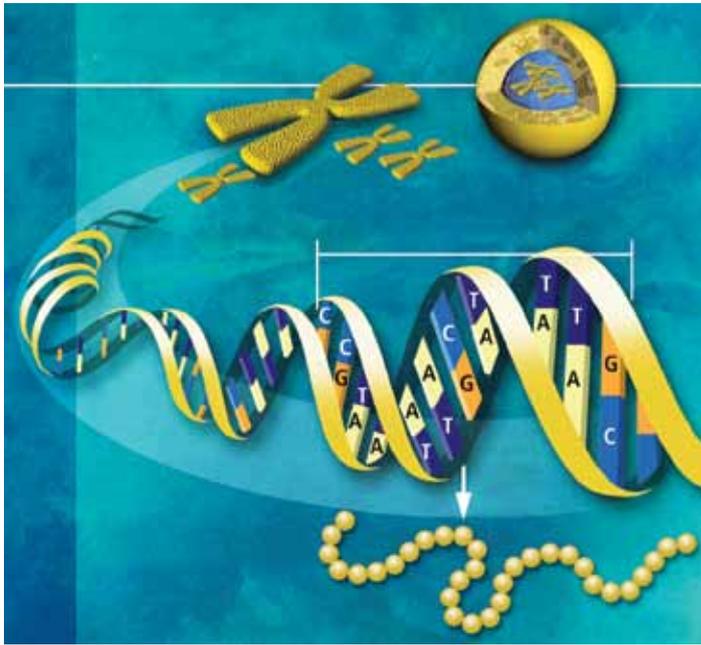
الشكل (٤ - ٣٧): السؤال الثامن.

٩- في أيّ الأطوار تحدث عملية العبور الجيني؟ وما أهميتها؟

## المادة الوراثية في الخلية: التركيب والوظائف

### DNA: Structure and Functions

درست في سنوات سابقة أن الجينات هي المسؤولة عن تحديد الصفات الوراثية للكائنات الحية، وتُعرّف الجينات بأنها أجزاء من المادة الوراثية (DNA) تحمل المعلومات (الشفرة الوراثية)



الشكل (٤ - ٣٨): مخطط يمثّل تصنيع البروتين من المادة الوراثية.

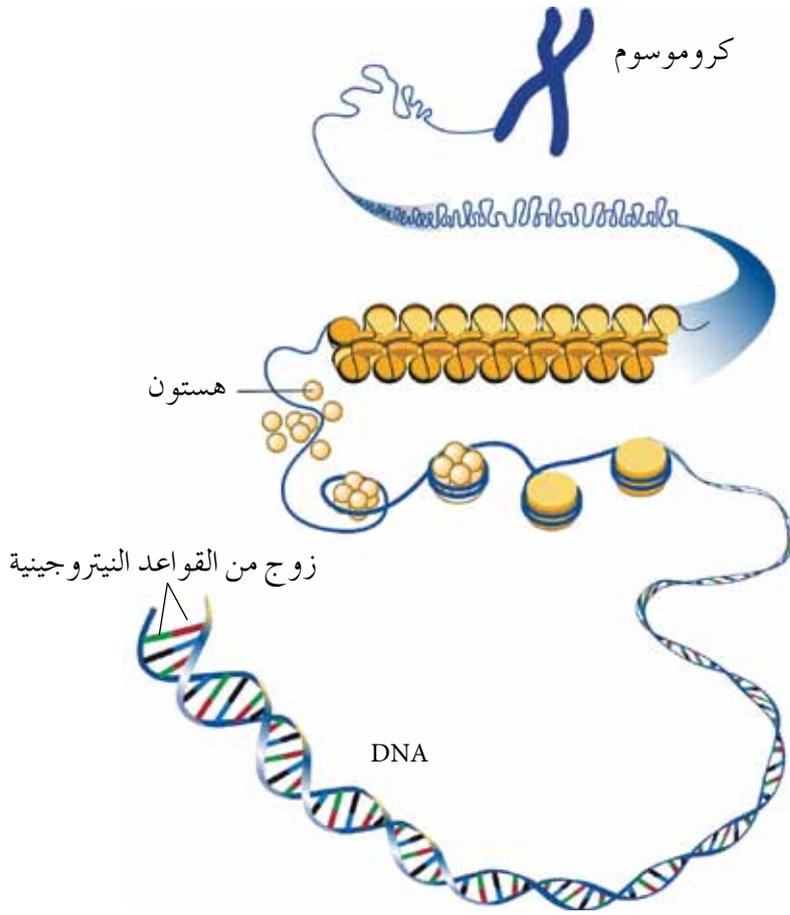
بتسلسل محدد من النيوكليوتيدات اللازمة لصنع البروتينات المختلفة. يُذكر أن المادة الوراثية (DNA) تحتوي على آلاف الجينات المسؤولة عن تصنيع مختلف أنواع البروتينات التي يحتاج إليها الكائن الحي، لاحظ الشكل (٤-٣٨).

فما تركيب (DNA)؟ وكيف يتضاعف؟ وكيف تحافظ الخلية على كمية المادة الوراثية ثابتةً فيها؟ وما الشفرة الوراثية؟ وكيف تُترجم إلى بروتين؟

هذه الأسئلة وغيرها ستتمكن من الإجابة عنها بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تبين تركيب جزيء (DNA)، وكيفية تضاعفه قبل انقسام الخلية.
- توضح مفهوم الطفرة الوراثية، وطرائق حدوثها.
- تصف خطوات تصنيع البروتين.

درست في صفوف سابقة تركيب المادة الوراثية، لاحظ الشكل (٤ - ٣٩)، وتبين تركيبها.



الشكل (٤ - ٣٩): تركيب المادة الوراثية.

- إن المادة الوراثية المكوّنة لبُنية الكروموسومات تتركب من الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (Deoxyribonucleic acid) (DNA). وفي حال كانت الخلايا حقيقية النوى، فإن (DNA) يلتف في بعض المواقع على جزيئات بروتين خاص يسمى بروتين الهستون. تمتلك مادة (DNA) خصائص تجعلها المادة الوراثية، ومن هذه الخصائص:
- القدرة على تخزين المعلومات الوراثية في تركيبها، وترجمتها لتصنيع البروتينات المختلفة.
  - القدرة على التضاعف الذاتي للمحافظة على ثبات كمية المادة الوراثية في الخلايا الناتجة من الانقسام.

## ١ تركيب (DNA) وتضاعفه

لتتعرف كيف يتواءم تركيب (DNA) مع وظائفه، انظر الشكل (٤ - ٤٠)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

◀ صف شكل جزيء (DNA).

◀ من كم سلسلة يتركب جزيء (DNA)؟

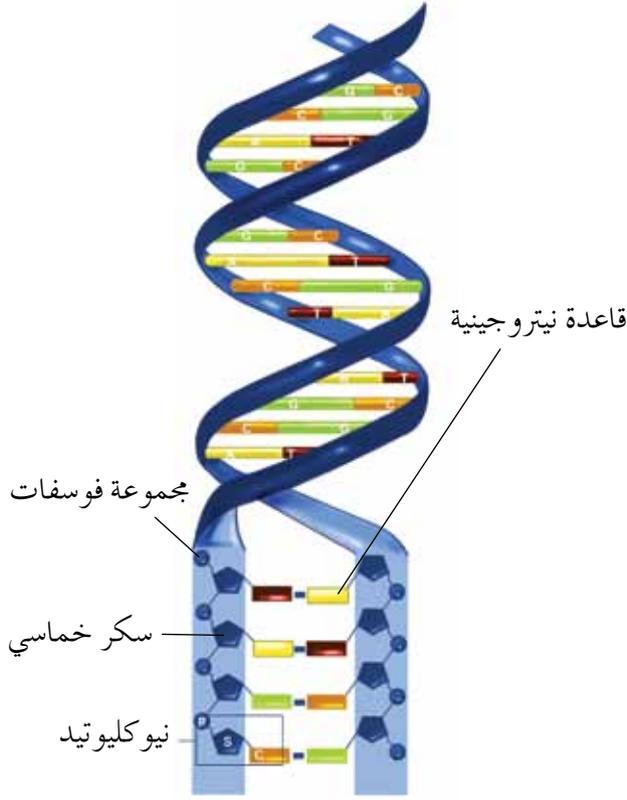
◀ ما وحدة بناء جزيء (DNA)؟ مم تتكون؟

◀ ما القواعد النيتروجينية الداخلة في تركيب

جزيء (DNA)؟

◀ سمّ القواعد النيتروجينية المتقابلة. ما نوع

الروابط التي تربط بينها؟



الشكل (٤ - ٤٠): تركيب (DNA).



الشكل (٤١ - ٤): العالمان واتسون وكريك.

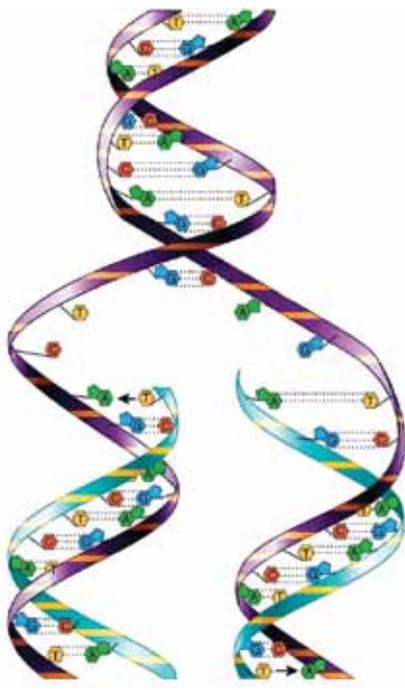
وضع العالمان جيمس واتسون وفرانسيس كريك تصورًا لتركيب الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) عام ١٩٥٣م، وحازا على إتره جائزة نوبل في الطب عام ١٩٦٢م، انظر الشكل (٤١ - ٤).

يتكون جزيء (DNA) من سلسلتين، ويُمثّل النيوكليوتيد الوحدة البنائية لكل منهما، ويتكون النيوكليوتيد الواحد من سكر خماسي منقوص الأكسجين (Deoxy ribose sugar)، ومجموعة فوسفات، وواحدة من أربع قواعد نيتروجينية، هي: الأدينين (A)، والثايمين (T)، والجوانين (G)، والسايروسين (C)، علمًا بأن كل نيوكليوتيد يختلف عن الآخر باختلاف قاعدته النيتروجينية.

ترتبط كل قاعدة نيتروجينية من السلسلة الأولى بالقاعدة النيتروجينية المقابلة في السلسلة الثانية بروابط هيدروجينية ضعيفة نسبيًا، وذلك على النحو الآتي: (T = A)، (C ≡ G)، وتلتف السلسلتان حول بعضهما ليظهر جزيء (DNA) على هيئة سُلَّم حلزوني الشكل.

## سؤال

في عيّنة من (DNA) وُجد أن القاعدة النيتروجينية "أدينين" تُمثّل ما نسبته ٢٠٪ من مجموع القواعد النيتروجينية المُكوّنة له. احسب نسبة الغوانين في هذه العيّنة.



الشكل (٤ - ٤٢): تضاعف (DNA).

لتعرّف آلية تضاعف جزيء (DNA)، ادرس الشكل (٤ - ٤٢)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

◀ ما أهمية أن تكون الروابط بين القواعد النيتروجينية ضعيفة؟

◀ كم سلسلة جديدة تتكون عند اكتمال تضاعف جزيء (DNA)؟

◀ ماذا تلاحظ على جزيئي (DNA) الناتجين؟ هل هما متماثلان أم مختلفان؟ ما أهمية ذلك؟

◀ في أيّ مراحل دورة الخلية يتضاعف جزيء (DNA)؟

◀ تسعى الخلية إلى إتمام عملية تضاعف جزيء (DNA) من دون أخطاء، فما أهمية ذلك؟

تحدث عملية التضاعف بأن تتكسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية بفعل إنزيم خاص، فتتفصل السلسلتان بعضهما عن بعض، ويضيف إنزيم بلمرة DNA (DNA Polymerase) - في الوقت نفسه - الوحدات البنائية المتممة، التي تكون موجودة بصورة حرة في النواة، إلى كلٍّ من السلسلتين، وتتكون الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية المتقابلة، فينتج جزيئا (DNA) مماثلان تمامًا للجزيء الأصلي، وفي كلٍّ منهما سلسلة واحدة من جزيء (DNA) القديم مرتبطة بسلسلة جديدة.

علمت أن عملية تضاعف (DNA) تحدث على نحوٍ دقيقٍ وصحيحٍ من دون أخطاء؛ لتكون الخلايا الناتجة مماثلةً تمامًا للخلية الأصلية، وتحمل المعلومات الوراثية وترتيب القواعد النيتروجينية نفسيهما. ولكن، قد تحدث أحياناً بعض الأخطاء في أثناء عملية التضاعف بسبب العدد الهائل من النيوكليوتيدات التي يتعامل معها الإنزيم في أثناء عملية التضاعف؛ كأن تُحذف نيوكليوتيدات، أو تضاف، أو تُستبدل، أو تُنقل إلى غير مكانها، بيد أن للخلية القدرة على تصحيح مثل هذه الأخطاء ذاتياً عن طريق نظام متكامل من الإنزيمات يعمل على تحديد مكان وجود النيوكليوتيدات الخاطئة أو التالفة وتصحيحها.

ولكن، ماذا يحدث إذا بقيت بعض الأخطاء من دون معالجة؟ وماذا تسمى هذه الأخطاء؟ تسمى الأخطاء التي تظهر في جزيء (DNA) بصورته النهائية الطفرات (mutations)، وهي تغيرات في التركيب الكيميائي لجزيء (DNA)، ولأغلبها أثر ضار قد يؤدي إلى الموت، والقليل منها يكون مفيداً؛ إذ قد تساعد الكائن الحي على التكيف مع الظروف البيئية الجديدة. يُذكر أن الطفرات لا تحدث فقط نتيجةً لأخطاء تضاعف (DNA)، بل توجد مسببات أخرى مختلفة قد تؤدي إلى حدوثها، حدّد بعضاً منها.

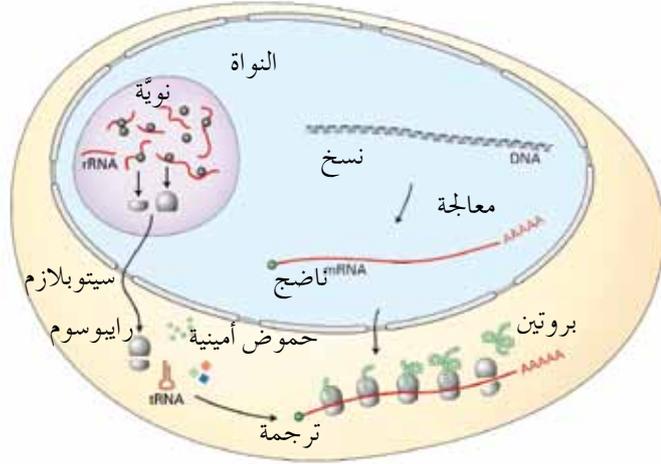
### قضية للبحث

ازداد في السنوات الأخيرة عدد حالات الإصابة بالسرطان المسجلة في مركز الحسين للسرطان. ابحث في أحد محركات البحث الإلكتروني، أو بالتواصل المباشر مع المركز عن الأسباب التي أدت إلى هذه الزيادة.

### تأمّل

اعتماداً على ما تتوصل إليه في قضية البحث السابقة، صمّم منشوراً تثقيفياً للطلبة وأفراد المجتمع المحلي عن أسباب انتشار أمراض السرطان في الأردن.

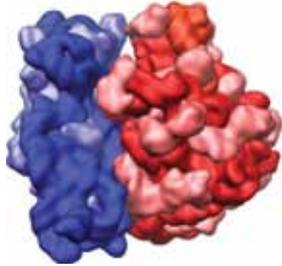
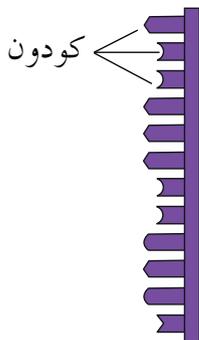
توجد أنواع عدّة من جزيئات (RNA) التي تُبنى في الخلية، ولكلٍّ منها دور مُحدّد في تصنيع البروتين. ادرس الشكل (٤ - ٤٣)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



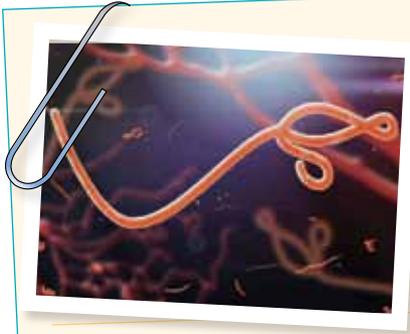
الشكل (٤ - ٤٣): أنواع (RNA).

- ◀ ما أنواع (RNA).
- ◀ أين تُبنى جزيئات (tRNA)، و (mRNA)، و (rRNA)؟
- ◀ أين يوجد (tRNA)؟
- ◀ كيف تساهم أنواع (RNA) في تصنيع البروتين؟

أنواع (RNA):

الناقل (tRNA) (transfer)	الرايبوسومي (rRNA) (ribosomal)	الرسول (mRNA) (messenger)
		
يُصنع في النواة، وتكمن أهميته في أنه ينقل الحموض الأمينية إلى الرايبوسومات لبناء سلسلة عديد الببتيد (البروتين).	يدخل في تركيب الرايبوسومات التي تُصنع في النوية، ثم تنتقل إلى السيتوبلازم.	ينقل الشيفرة الوراثية من جزيء (DNA) في النواة إلى الرايبوسومات في السيتوبلازم.

ولكن، كيف يعطي جزيء (DNA) تعليماته لصنع نوع معين من البروتين؟



الشكل: (٤-٤٤): فيروس إيبولا.

نجح فريق من العلماء في فك رموز الشفيرة الوراثية لنحو (٩٩) فيروساً من فيروسات إيبولا المسببة للوباء المنتشر غرب إفريقيا، انظر الشكل (٤-٤٤). وقد كشفت الدراسات الجينية التي أجريت على بعض حالات الإصابة المبكرة بالفيروس عن وجود أكثر من (٣٠٠) حالة تغرّ جيني للشفيرة الوراثية التي يحملها الفيروس عند انتقاله من شخص إلى آخر، وأن هذه التغيرات تُقلّل من فاعلية اختبارات التشخيص وإجراءات المعالجة الممكنة.

فما الشفيرة الوراثية؟

الشفيرة الوراثية (genetic code) هي معلومات يحملها جزيء (DNA) على صورة نيوكليوتيدات بترتيب محدد للقواعد النيتروجينية، وتنقلها جزئيات (mRNA) على هيئة كودونات تُستخدم لتصنيع البروتين المطلوب.

يمثّل كل كودون حمض أميني معين. ونظرًا إلى وجود عشرين نوعًا من الحموض الأمينية؛ فإنه يلزم توافر عشرين كودونًا مختلفًا - على الأقل - لتصنيع مختلف أنواع البروتينات. وكنت قد عرفت أن عدد أنواع القواعد النيتروجينية في جزيء (DNA) هو أربعة فقط، وهذا يعني أن الكودون الواحد يتكون من أكثر من نيوكليوتيد واحد. تذكّر أن القاعدة النيتروجينية يوراسيل (U) تحل محل الثايمين (T) في جزيء (RNA).

ما أقل عدد من النيوكليوتيدات التي يمكن أن يتكون منها الكودون الواحد لتكون كافية لتمثيل أنواع الحموض الأمينية العشرين جميعها؟ للإجابة عن هذا السؤال، نفذ النشاط الآتي.

### النشاط (٤-٣)

لديك الأحرف الآتية: (U)، و(A)، و(C)، و(G):

١ - كم كلمة مختلفة مُكوّنة من حرفين يمكن أن تُكوّن من هذه الأحرف مع ملاحظة أنه يمكن

تكرار الأحرف؟

٢ - كم كلمة مختلفة مُكوّنة من ثلاثة أحرف يمكن أن تُكوّن من هذه الأحرف مع ملاحظة أنه يمكن التكرار؟

٣ - إذا كانت الأحرف التي استخدمتها تُمثّل أنواع النيوكليوتيدات، وعدد الكلمات المختلفة التي كوّنتها تُمثّل أنواع الكودونات، فكم نيوكليوتيدًا تتوقع أن يتكوّن منها الكودون الواحد حتى يعطي عشرين حمضًا أمينيًا مختلفًا؟

يتكوّن الكودون الواحد من ثلاثة نيوكليوتيدات، ويطلق على كل ثلاثة من النيوكليوتيدات اسم الكودون، ويكون كل كودون مسؤولًا عن تكوين حمض أميني معين. وقد استطاع العلماء تعرّف الكودونات الخاصة بأنواع الحموض الأمينية جميعها. لاحظ الشكل (٤-٤٥)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

	U	C	A	G	
U	UUU } Phe فينيل UUC } الانين UUA } Leu ليوسين UUG }	UCU } UCC } Ser سيرين UCA } UCG }	UAU } Tyr تايروسين UAC } <b>UAA Stop</b> <b>UAG Stop</b>	UGU } Cys سيسيتين UGC } <b>UGA Stop</b> UGG } Trp تريبتوفان	U C A G
C	CUU } CUC } Leu ليوسين CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro برولين CCA } CCG }	CAU } His هستيدين CAC } CAA } Gln جلوتامين CAG }	CGU } CGC } Arg أرجنين CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } AUC } Ile ايسوليوسين AUA } <b>AUG Met</b> ميثيونين <b>Start</b>	ACU } ACC } Thr ثريونين ACA } ACG }	AAU } Asn أسبارجين AAC } AAA } Lys لايسين AAG }	AGU } Ser سيرين AGC } AGA } Arg أرجنين AGG }	U C A G
G	GUU } GUC } Val فالين GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala ألانين GCA } GCG }	GAU } Asp حمض GAC } أسبارتيك GAA } GAG } Glu حمض جلوتاميك	GGU } GGC } Gly جلاليسين GGA } GGG }	U C A G

الشكل (٤-٤٥): الشيفرة الوراثية لجزيء (mRNA) والحموض الأمينية التي تُمثّلها.

- ◀ كم عدد الكودونات التي تُمثّل الحمض الأميني ألانين (Alanine)؟
- ◀ ما الحمض الأميني الذي يُمثّله الكودون (UCC)؟ وما الحمض الأميني الذي يُمثّله الكودون (UAA)؟
- ◀ أعط أمثلة على كودونات لا تُمثّل حموضاً أمينيةً.

## سؤال

١ - ما تتابع الحموض الأمينية الناتج من سلسلة (mRNA) الآتية:

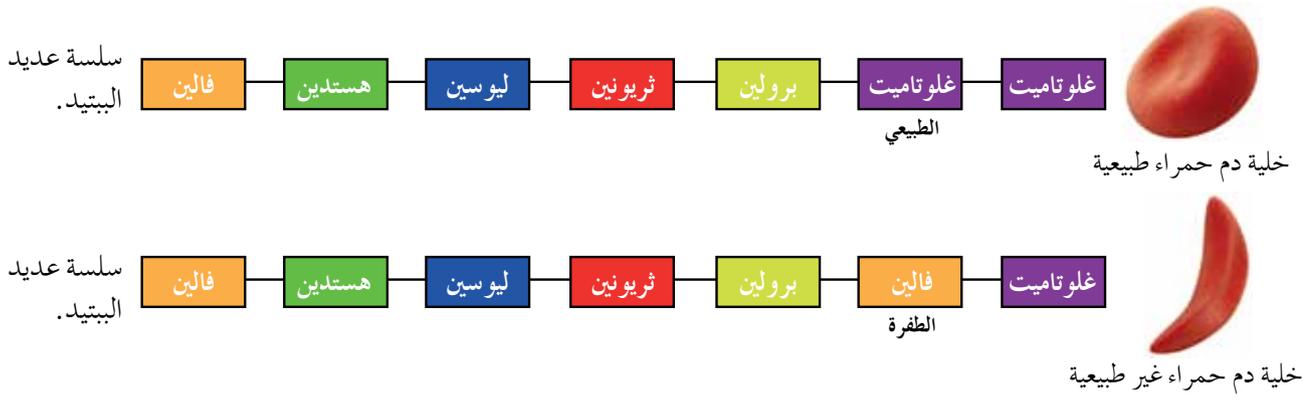


٢ - رتب المفاهيم الآتية بمخطط سهمي صحيح يوضح تركيب المادة الوراثية: (DNA)، جين، كروموسوم، نيوكليوتيد.

## تصنيع البروتين

### خامساً

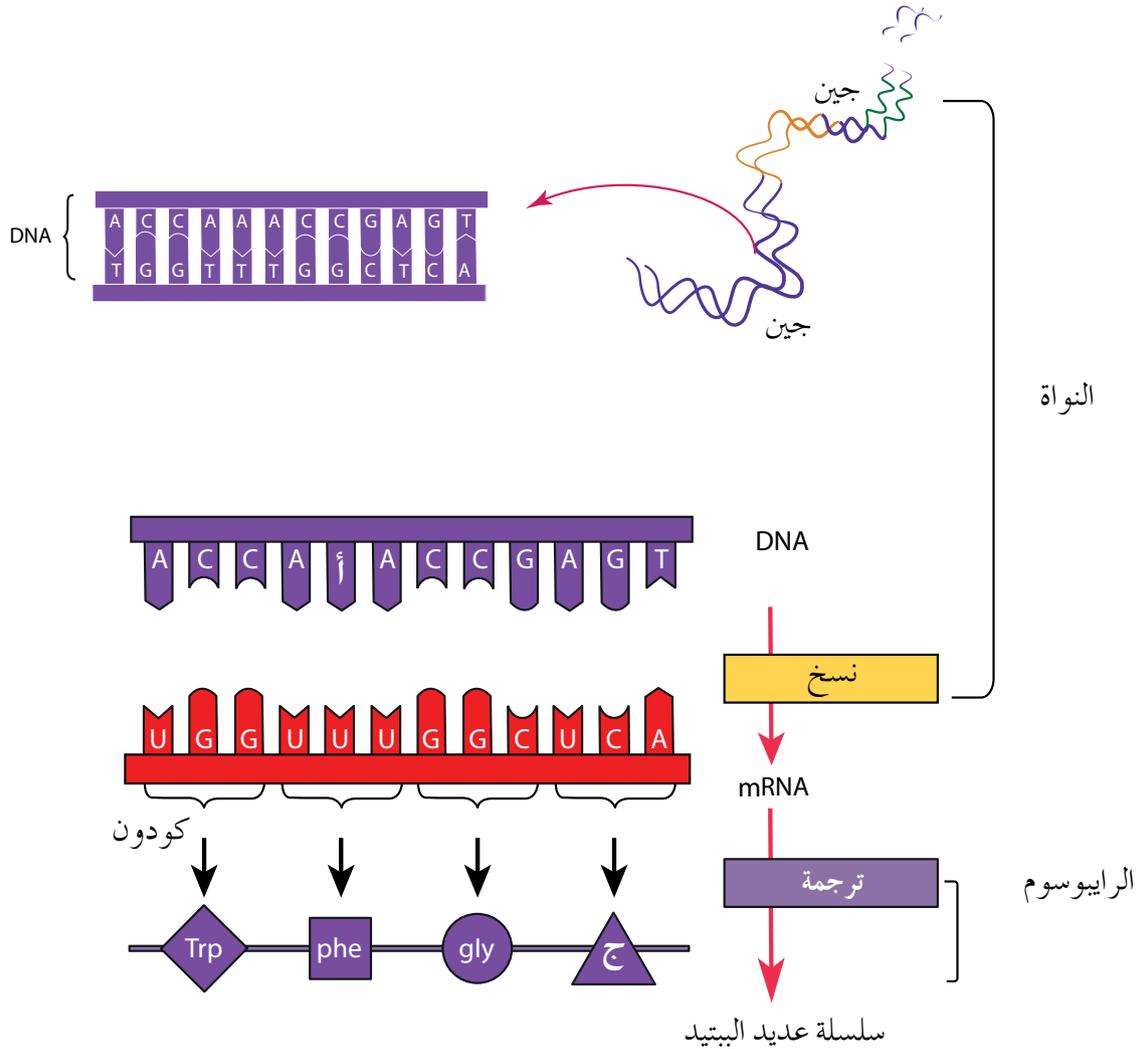
يتكون البروتين من واحدة أو أكثر من السلاسل التي تحوي حموضاً أمينيةً متعددةً، ويختلف نوع البروتين باختلاف عدد الحموض الأمينية المُكوّنة له، ونوعها، وترتيبها. وفي حال تبدلت الحموض الأمينية التي تُكوّن بروتيناً مُعيّناً، أو تغير ترتيبها، أو اختلف عددها، فإن ذلك يؤدي إلى حدوث خلل في البروتين الناتج. فمثلاً، يُعدُّ فقر الدم المنجلي (الأنيميا المنجلية) أحد أشهر أمراض الدم الوراثية الانحلالية وأكثرها شيوعاً في العالم، ولا سيما في دول حوض البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط. وتكمن مشكلة المرض في إنتاج نخاع العظم خلايا دم حمراء غير طبيعية تأخذ شكل المنجل، وتكون قابلة للتكسر والتحلل بعد مدة قصيرة من إنتاجها. ويظهر المرض نتيجة خلل في المادة الوراثية في أثناء بناء الهيموغلوبين؛ إذ يحل الحمض الأميني فالين محل الحمض الأميني غلوتاميت، فينتج شكل غير طبيعي للبروتين (الهيموغلوبين)، وتنتج خلايا دم حمراء غير طبيعية، انظر الشكل (٤ - ٤٦).



الشكل (٤ - ٤٦): سلسلة عديد الببتيد في خلية دم حمراء طبيعية، وخلية دم حمراء غير طبيعية.

## ١ عمليات تصنيع البروتين

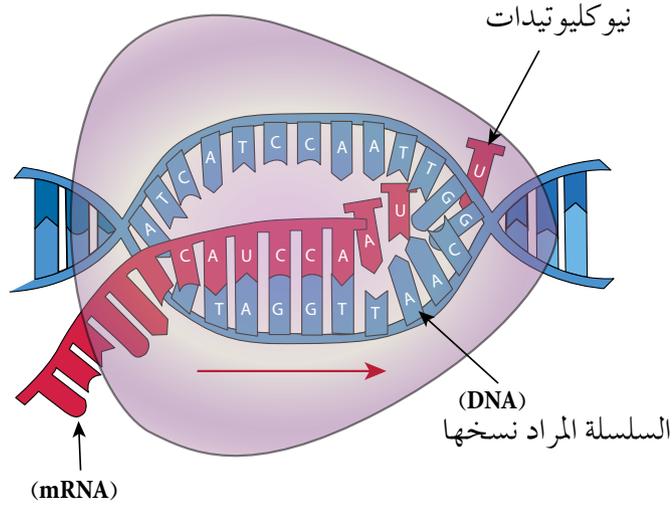
يُمر تصنيع البروتين (protein synthesis) بعمليتين رئيسيتين، ما هما؟ للإجابة، لاحظ الشكل (٤-٤٧)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٤ - ٤٧): تصنيع البروتين.

- ◀ أين يُبنى جزيء (mRNA)؟ ما اسم هذه العملية؟
  - ◀ ما العملية التي تحدث في الرايوسومات؟ وماذا ينتج منها؟
  - ◀ ما القاعدة النيتروجينية التي يُمثّلها الرمز (أ)؟
- مستعينًا بالشكل (٤ - ٤٥)، ما الحمض الأميني الذي يُمثّله الرمز (ج)؟
- عمليتا تصنيع البروتين هما:

أ - عملية النسخ: لتعرّف آلية عملية النسخ (transcription)، انظر الشكل (٤ - ٤٨)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



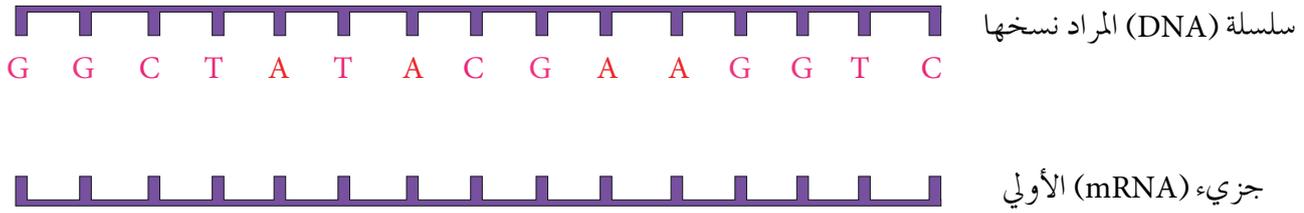
الشكل (٤ - ٤٨): تصنيع البروتين.

- ◀ ماذا يسمى الجزيء الناتج؟
  - ◀ ما القاعدة النيتروجينية المقابلة للأدينين؟
  - ◀ تتبّع ترتيب القواعد النيتروجينية في جزيء (mRNA) المُصنَّع، وسلسلة (DNA) غير المشاركة في عملية النسخ. ماذا تلاحظ؟
  - ◀ إذا كان الإنزيم الذي يبني (DNA) عند تضاعفه في الخلية هو إنزيم بلمرة (DNA)، فماذا تتوقع أن يكون اسم الإنزيم الذي يبني (mRNA)؟
- تحدث عملية النسخ بتحطيم الروابط الهيدروجينية - في موقع الجين المراد نسخ معلوماته - في جزيء (DNA)، ثم بناء إنزيم البلمرة (RNA Polymerase) جزيء (mRNA) عن طريق إضافة نيوكليوتيدات متممة لترتيب القواعد النيتروجينية الموجودة في سلسلة (DNA) المراد نسخها (template strand)، وربطها معًا في سلسلة جديدة، وكنت قد علمت أن

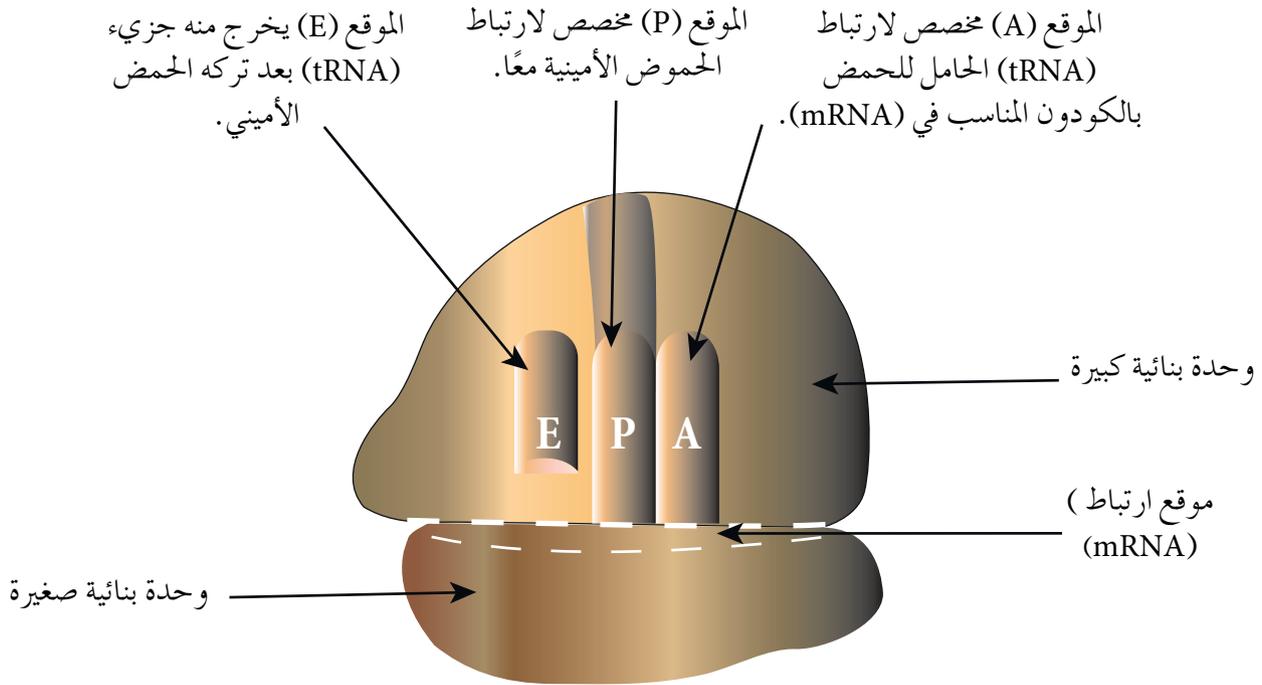
جزء (RNA) يحتوي على القاعدة النيتروجينية يوراسيل (U) بدلاً من الثايمين (T). لا يكون جزء (mRNA) الأولي الناتج من عملية النسخ ناضجًا؛ إذ إنه يحتاج إلى معالجة ليصبح ناضجًا، وذلك بإزالة الأجزاء غير الفاعلة (introns) التي لا تدخل في صنع البروتين المطلوب، فيخرج جزء (mRNA) الناضج من النواة إلى السيتوبلازم.

## سؤال

اكتب تتابع القواعد النيتروجينية في جزء (mRNA) الأولي التي تنتج من نسخ سلسلة (DNA) الموضحة في الشكل.

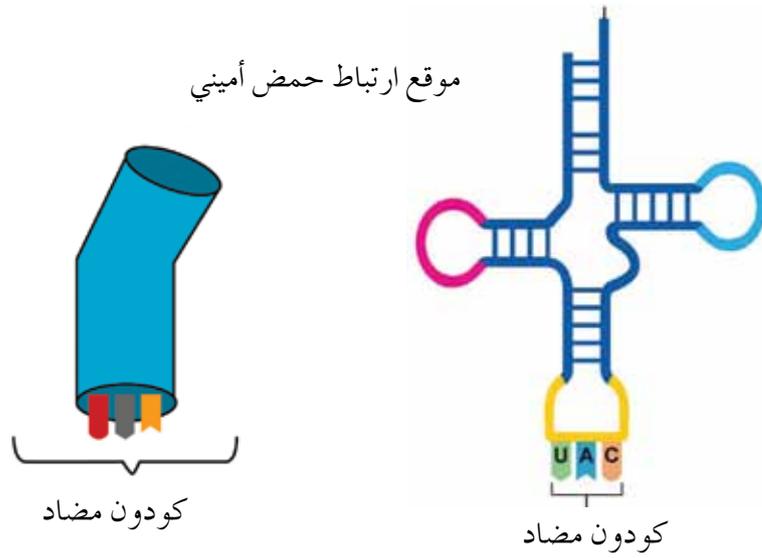


ب - عملية الترجمة: تحدث عملية الترجمة (translation) في الرايبوسومات التي تتركب من وحدتين بنائيتين مجتمعان معًا فقط عند بدء بناء البروتين، ويوجد على الوحدة البنائية الكبيرة ثلاثة مواقع لارتباطها بـ (tRNA)، انظر الشكل (٤ - ٤٩).



الشكل (٤ - ٤٩): تركيب الرايبوسوم.

تحتاج عملية ترجمة الشيفرة الوراثية إلى وجود جزيئات (tRNA) التي ترتبط بالحموض  
الأمينية وتنقلها إلى الرايوسومات. لتتعرّف تركيب جزيء (tRNA)، انظر الشكل  
(٤-٥٠).

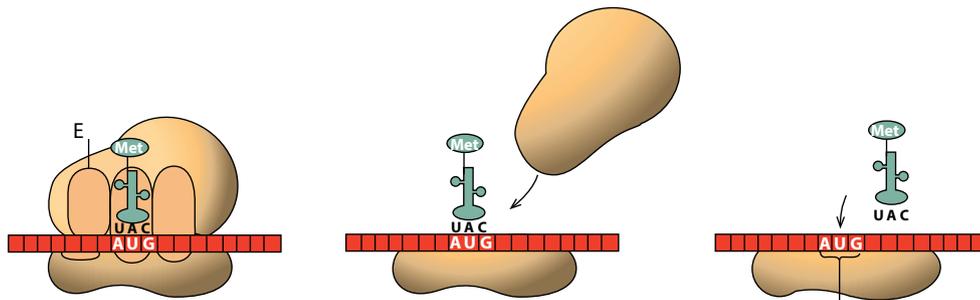


(أ) تركيب جزيء (tRNA). (ب) تركيب جزيء (tRNA) بصورة مبسطة.

الشكل (٤-٥٠): تركيب جزيء (tRNA).

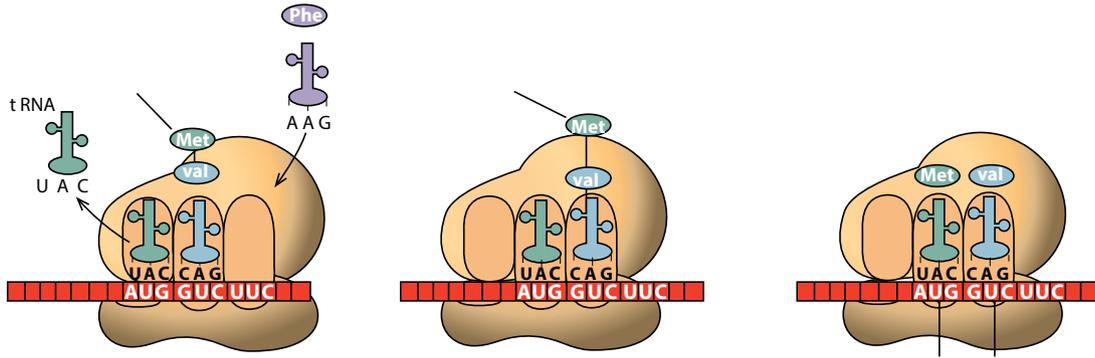
ما رمز الكودون المضاد في (t-RNA) الظاهر في الشكل السابق؟  
ولكن، كيف تُترجم الشيفرة الوراثية إلى سلسلة عديد الببتيد؟  
تمرّ عملية الترجمة بثلاث مراحل هي:

١. مرحلة بدء السلسلة (Initiation): يرتبط جزيء (mRNA) بالوحدة البنائية الصغيرة  
للرايوسوم، ثم يرتبط الكودون المضاد في جزيء (tRNA) الحامل للحمض الأميني  
مثيونين بالكودون الخاص به (AUG)، وهو كودون البدء. بعد ذلك تنضم الوحدة  
البنائية الكبيرة من الرايوسوم إلى الوحدة البنائية الصغيرة، بحيث يكون جزيء  
(tRNA) المرتبط في الموقع (P)، انظر الشكل (٤-٥١).



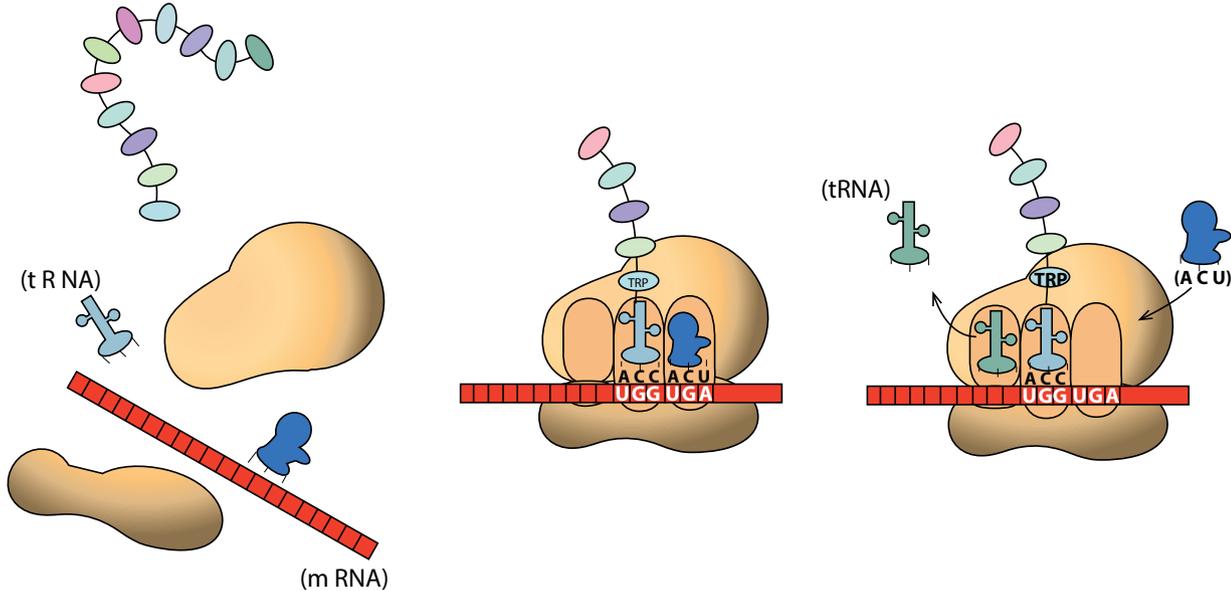
الشكل (٤-٥١): مرحلة بدء السلسلة.

٢ . مرحلة استطالة السلسلة (Elongation): ترتبط الكودونات المضادة في جزيئات (tRNA) الحاملة للحموض الأمينية تباعاً بالكودون الخاص بكل منها على جزيء (mRNA)، ويُربط الحمض الأميني الجديد بسلسلة الحموض الأمينية المتكونة. وبعد كل عملية ارتباط للحمض الأميني بسلسلة عديد الببتيد المتكونة، يتحرر جزيء (tRNA)، ويترك الرايبوسوم من موقع (E)، انظر الشكل (٤-٥٢).



الشكل (٤ - ٥٢): مرحلة استطالة السلسلة.

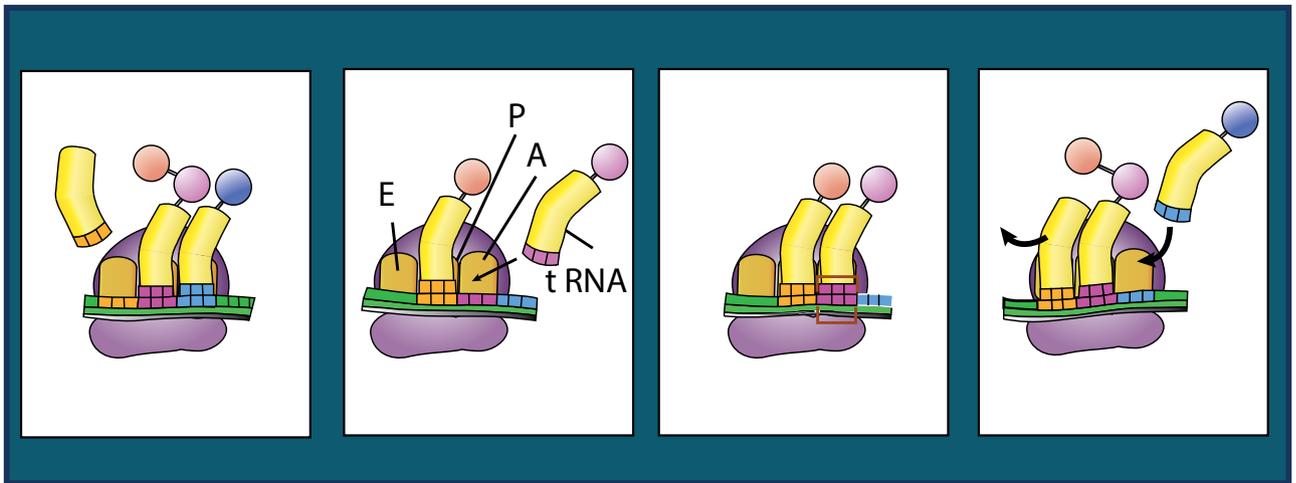
٣ . مرحلة إنهاء السلسلة (Termination): تنتهي السلسلة عند الوصول إلى كودون الإنهاء، وهو أحد الكودونات الآتية: (UAG)، (UAA)، (UGA)، حيث يرتبط بروتين خاص يسمى بروتين الفصل بموقع (A) بدلاً من جزيء (tRNA)، مُعلنًا بذلك إنهاء عملية الترجمة، عندئذٍ تتحرر سلسلة عديد الببتيد المتكونة، وكذلك جزيء (mRNA)، وتنفصل وحدتا الرايبوسوم بعضهما عن بعض، لاحظ الشكل (٤-٥٣).



الشكل (٤ - ٥٣): مرحلة إنهاء السلسلة.

## أسئلة الفصل

- ١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:
- (١) في أثناء تصنيع البروتين يرتبط الكودون المضاد في (t-RNA) بالقواعد النيتروجينية لـ:
- أ - (DNA) . ب - (r RNA) . ج - (m RNA) . د - (t RNA).
- (٢) تحدث عملية ترجمة الشيفرة الوراثية إلى سلسلة عديد الببتيد في:
- أ - السيتوبلازم . ب - النواة . ج - الرايوسومات . د - النوية.
- (٣) يلتف (DNA) في خلايا حقيقية النواة على بروتين يسمى:
- أ - كيراتين . ب - غلوبين . ج - هستون . د - ألبومين.
- ٢ - إذا كان تسلسل النيوكليوتيدات في سلسلة الشيفرة الوراثية في (DNA) هو (AAC - GCT - ATC) فأجب عمّا يأتي:
- أ - ما ترتيب الكودونات في سلسلة (mRNA) الناتجة؟
- ب - ما ترتيب الكودونات المضادة في جزيئات (tRNA)؟
- ج - ما تسلسل الحموض الأمينية الناتجة من ترجمة هذه الكودونات بحسب الشكل (٤-٥)؟
- ٣ - رتب الصور الموضحة في الشكل (٤ - ٥) تبعاً لتسلسل حدوثها في أثناء صنع البروتين:



(د)

(ج)

(ب)

(أ)

الشكل (٤ - ٥): السؤال الثالث.

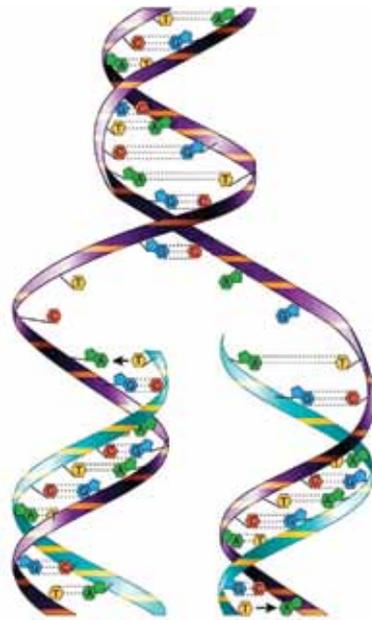
٤ - قارن في الجدول الآتي بين جزئيء (DNA) وجزئيء (RNA) من حيث: مكان الوجود، وعدد السلاسل، ونوع السكر، والقواعد النيتروجينية، والوظيفية، والأنواع:

(RNA)	(DNA)	وجه المقارنة
		مكان الوجود
		عدد السلاسل
		نوع السكر
		القواعد النيتروجينية
		الوظيفة
		الأنواع

٥ - لاحظ الشكل (٤ - ٥٥)، ثم أجب عمّا يأتي:

أ - ما اسم العملية التي يُمثلها الشكل؟

ب - ما الإنزيم المسؤول عن إتمام هذه العملية؟



الشكل (٤ - ٥٥): السؤال الخامس.

## مشروع الوحدة

### زيارة علمية إلى مركز تقنيات حيوية

نُظِّم - بالتعاون مع معلمك - زيارة علمية إلى مركز الأميرة هيا للتقنيات الحيوية التابع لجامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية، أو أيٍّ من مراكز التقنيات الحيوية في الجامعات الأردنية القريبة من منطقة سكنك؛ لتتعرف أحدث التقنيات العلمية في مجال المادة الوراثية واستخداماتها المختلفة.

- احصل على التصاريح والموافقات اللازمة للزيارة.

- خُطِّط - بالتعاون مع معلمك - أهداف الزيارة، وكيفية توثيق أحداثها جميعاً بطريقة علمية.

- نُظِّم لقاءً مع مدير المركز للاطلاع على أنشطة المركز، ثم اكتب تقريراً تلخّص فيه هذه الأنشطة وإسهاماتها في خدمة المجتمع المحلي.

- اكتب عددًا من الأسئلة التي تود طرحها على المسؤولين في المركز أثناء الزيارة. ملحوظة: يمكن الاستعانة بنموذج استراتيجية تنشيط المعرفة السابقة (K.W.L) أثناء الزيارة، بحيث يكتب كل طالب ما يعرفه عن موضوع الزيارة في العمود الأول (K)، وما يريد معرفته في العمود الثاني (W)، ثم يكتب ملحوظاته في العمود الثالث (L) بعد الزيارة.

ماذا أعرف؟ (I- Know)	ماذا أريد أن أعرف؟ (I - Want to Know)	ماذا تعلمت؟ (I- Learned)

## أسئلة الوحدة

١ - لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) مُستقبل الإلكترونات النهائي في سلسلة نقل الإلكترونات في التنفس الخلوي هو:

أ - الأكسجين. ب - الماء. ج - (NADH). د - حمض البيروفيك.

(٢) إذا كانت كمية (DNA) في خلية جنسية هي (س) في دور النمو الأول، فإن كميته في

الخلية نفسها أثناء الدور الاستوائي الثاني هي:

أ - ٤ س. ب - ٣ س. ج - ٢ س. د - ١ س.

(٣) إحدى الآتية تُعدُّ مصدرًا للطاقة في حلقة كالفن:

أ - (ADP). ب - (NADPH). ج - (H<sub>2</sub>O). د - (CO<sub>2</sub>).

(٤) عدد جزيئات (ATP) التي يساهم جزيء واحد من (FADH<sub>2</sub>) في بنائها هو:

أ - (١). ب - (٢). ج - (٣). د - (٤).

(٥) يُنصّف عدد الكروموسومات في الانقسام المنصّف إلى النصف في الطور:

أ - التمهيدي الأول. ب - التمهيدي الثاني.

ج - الاستوائي الأول. د - الانفصالي الأول.

(٦) يحدث التحلل الغلايكولي في:

أ - الحشوة. ب - الحيز بين الغشاء من الميتوكوندريا.

ج - الغشاء الداخلي للميتوكوندريا. د - السيتوبلازم.

(٧) عند توافر الأكسجين يدخل حمض البيروفيك في الميتوكوندريا، ويتحول إلى:

أ - أستيل مرافق إنزيم - أ. ب - مرافق إنزيم - أ.

ج - (PGAL). د - (ATP).

(٨) أيّ الآتي يُمثّل الكودون الأول في جزيء (mRNA) لأيّ عديد ببتيد:

أ - (AGA). ب - (UUA). ج - (CAU). د - (AUG).

٢ - السلسلة الآتية هي إحدى سلسلتي جزيء (mRNA) الداخلة في تصنيع البروتين. تتبّع عملية تصنيع البروتين، وحدّد نوع الحموض الأمينية التي ترتبط لتكوين البروتين المطلوب، مستعيناً بالشكل (٤-٤٥):

AUG UGC UAC AUU GAG AAC UGC CCG CUA GGC UGA

٣ - بناءً على دراستك لعملية البناء الضوئي، أجب عمّا يأتي:

أ - ما وظيفة مركب (NADP+) بوصفه مركباً حاملاً للطاقة في عملية البناء الضوئي؟

ب - فسر العبارة الآتية:

"تعتمد تفاعلات حلقة كالفن على التفاعلات الضوئية".

٤ - ما الاختلافات في الانقسام المتساوي بين الخلية الحيوانية والخلية النباتية؟

٥ - لاحظ باحثٌ وجود كودون (GAU) بوصفه جزءاً من سلسلة (mRNA). وبعد دخول

هذا الجزيء عملية صنع البروتين، وجد أن الحمض الأميني المُمثّل بهذا التسلسل

(الأسبارجين Asn) لم يظهر في سلسلة عديد الببتيد الناتج، فسر ذلك.

## الوحدة الخامسة

### الجماعات والمجتمعات الحيوية



قال الله تعالى: ﴿ وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمَمٌ أَمْثَلُكُمْ ﴾.

(سورة الأنعام، الآية ٣٨).



ما خصائص الجماعات والمجتمعات الحيوية؟ وما أهم المشكلات التي تواجهها؟



### علم بيئة الجماعات والمجتمعات الحيوية Population and communities Ecology

يبحث علم البيئة، بوصفه أحد فروع العلوم الحياتية المهمة، في دراسة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية، والعوامل الحية وغير الحية التي تُؤثّر في بقاء الجماعات والمجتمعات الحيوية في بيئاتها، فما خصائص الجماعات والمجتمعات الحيوية؟ وما العوامل المؤثّرة في بقائها؟ ستتمكن من الإجابة عن هذين السؤالين وغيرهما بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تستقصي خصائص الجماعات الحيوية.
- تحدد العوامل المؤثّرة في نمو الجماعات.
- تستقصي خصائص المجتمعات الحيوية.
- تميز بين أنواع التعاقب البيئي، وتربطه بالبيئة المحلية.



### علم بيئة الجماعات الحيوية

أولا



الشكل (٥-١): مها عربي في محمية الشومري.

حيوان المها العربي (Oryx leucoryx) هو أحد أنواع الثدييات القليلة التي توجد في شبه الجزيرة العربية، والتي انقرضت بالأردن في عشرينيات القرن الماضي نتيجة لزيادة عمليات صيده. وفي عام ١٩٧٨م ارتأت الجمعية الملكية لحماية الطبيعة إعادة توطين المها في بيئته الأصلية بالصحراء العربية، فأدخل قطيع من المها العربي يضم (١١) فردًا إلى محمية الشومري، وتكاثر حتى بلغ عددها نحو المئتين، ثم عملت الجمعية الملكية لحماية الطبيعة على إطلاق حيوان المها - بعد إلتناره - من بيوت الأسر إلى البرية داخل حدود المحمية في الأردن عام ١٩٨٤م، انظر الشكل (٥-١).

يهتم علم بيئة الجماعات الحيوية بخصائص الجماعات الحيوية، والعوامل التي تُؤثر في نموها وبقائها، فما الجماعة الحيوية؟ وما خصائصها؟ وما العوامل التي تُؤثر في بقائها؟

مفهوم الجماعة الحيوية وخصائصها

هل لاحظت يوماً أعداداً من النمل تتجمع حول بقايا محصول من الحبوب؟ ماذا يُمثل هذا التجمع؟ يطلق مفهوم الجماعة الحيوية على مجموعة أفراد من النوع نفسه تعيش في منطقة بيئية معينة، وتتأثر بالظروف البيئية نفسها، وتكون قادرة على القيام بالعمليات الحيوية اللازمة لاستمرار وجودها، فما خصائص الجماعات الحيوية؟

للجماعات الحيوية خصائص عدّة، أهمها:

أ - حجم الجماعة الحيوية وكثافتها

إذا طُلبَ إليك أن تُعدّ جميع أفراد مستعمرة للنمل في أحد مساكنها بساحة مدرستك، فهل تستطيع ذلك؟ وهل تكون أعداد النمل متماثلة في مناطق مختلفة من بيئة ما؟ يصعب غالباً معرفة حجم جماعة معينة عن طريق تعداد أفرادها جميعاً، لذلك تُستخدم طرائق خاصة لتقدير حجم الجماعات الحيوية وكثافتها.

يشير مفهوم كثافة الجماعة الحيوية إلى عدد الأفراد الموجودين في وحدة المساحة أو وحدة الحجم خلال مدة زمنية محددة، مثل عدد أشجار البلوط في المتر المربع. فما الطرائق المستخدمة في تحديد حجم الجماعة وكثافتها؟

في ما يأتي طرائق تعيين حجم الجماعة الحيوية وكثافتها:

١. أخذ العينات: يتم جمع العينات بطرائق خاصة ومختلفة لتقدير الكثافة والحجم الكلي للجماعات الحيوية، فكيف يحدث ذلك؟ للإجابة، نفذ النشاط (٥-١).

### النشاط (٥ - ١) تعرّف طريقة تقدير حجم الجماعة بأخذ عيّنة

المواد والأدوات اللازمة

كرات تنس أو أزرار عددها (٦٠)، إطران خشبيان (١٠٠ سم × ١٠٠ سم)، قلم رصاص، آلة حاسبة، ألواح طباشير، صافرة.

## الإجراءات

- ١- حدّد منطقة في ساحة مدرستك مساحتها (٢٠ × ٢٠) م<sup>٢</sup>؛ بوضع علامات بالطباشير حولها.
  - ٢- انثر الكرات في المساحة المحددة.
  - ٣- اختر اثنين من زملائك، وأعطِ كلّاً منهما إطاراً خشبياً.
  - ٥- أشر إلى زميليك بإلقاء الإطار عند سماع صوت الصافرة.
  - ٦- أطلق صوت الصافرة بعد دقيقة واحدة.
  - ٧- احسب - بالتعاون مع زميليك - متوسط عدد الكرات في كلّ من الإطارين.
- ماذا تلاحظ؟ دَوِّن ما تتوصل إليه، ثم احتفظ بالنتائج في ملفك.
- استخدم الطريقة السابقة في استقصاء حجم جماعة معينة من النباتات التي تنمو في حديقة مدرستك.

٢. العد المباشر للجماعة: تُستخدم هذه الطريقة في تعداد الجماعات البشرية، في حين تُستخدم للجماعات الأخرى طائرات تُحلّق ببطء على ارتفاع منخفض لغرض التصوير الجوي، وتقتصر مهمتها على تعداد جماعات الأنواع النادرة أو المهددة بالانقراض.
٣. تقدير الكثافة: تُقدّر كثافة الجماعة الحيوية باستخدام بعض المؤشرات مثل تعداد الأنفاق والجحور.

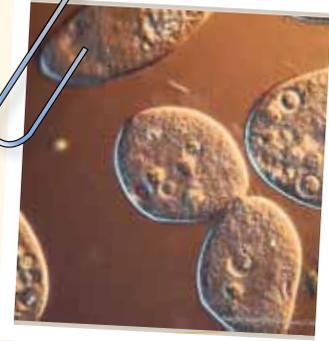
## سؤال

احسب الكثافة السكانية بالأردن في سنة ما إذا كانت مساحته (٨٩،٣١٨) كم<sup>٢</sup>، وعدد سكانه (٦،٥٣٠،٠٠٠) شخص.

## قضية للبحث

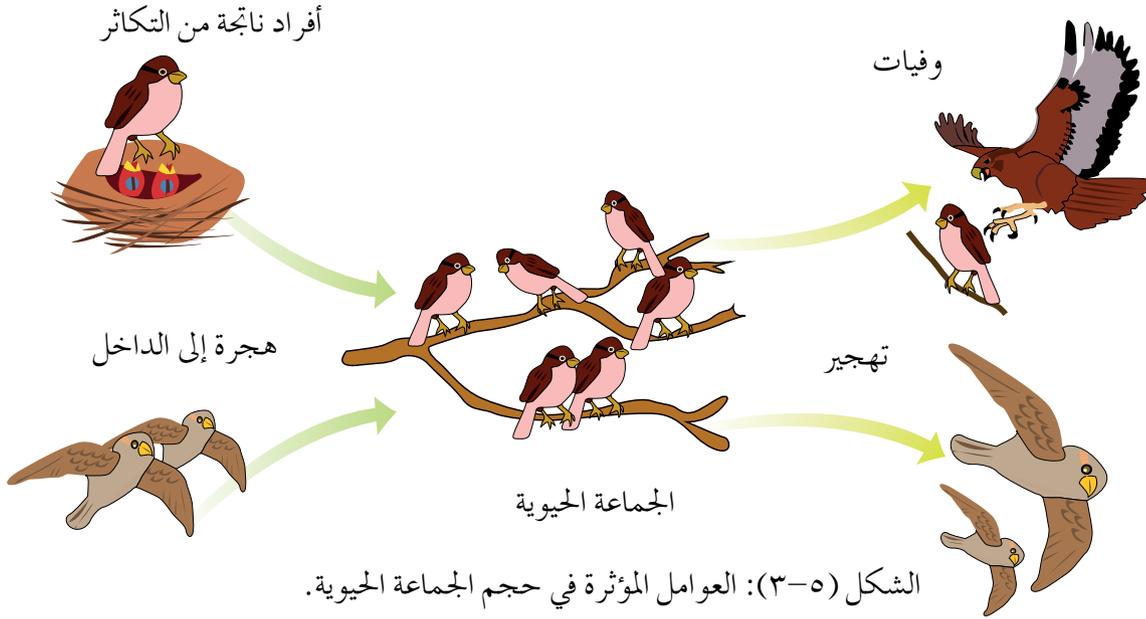
تختلف طرائق تعيين حجم الجماعة وكثافتها باختلاف النظم البيئية. استخدم أحد محركات البحث الإلكتروني في استقصاء طرائق تعيين حجم جماعات لكائنات تعيش في المياه العذبة، وطيور تعيش على الأشجار، وطرائق تحديد كثافة هذه الجماعات، ثم أعدّ تقريراً عن نتائج بحثك، وقدمه لمعلمك.

تتكاثر بعض أنواع البكتيريا بانشطاراتها كل (٢٠) دقيقة، ويمكنها بذلك - نظريًا - نشر طبقة تغطي سطح الكرة الأرضية يبلغ سمكها (٣٠) سم في (٣٦) ساعة. ويُقدّر العلماء أنه ببقاء جميع الأفراد الناتجة من انشطار كائن براميسيوم واحد ينقسم مرة واحدة - على الأقل - يوميًا، تتشكل كتلة بروتوبلازمية بحجم الكرة الأرضية بعد مرور (١١٣) يومًا، انظر الشكل (٢-٥).



الشكل (٢-٥): انشطار براميسيوم.

فما الذي سيطر أعلى حجم الجماعات إذا أتيحت لها الظروف الملائمة للتكاثر باستمرار من دون أي ضوابط محددة؟ وهل تتوقع أن يبقى حجم الجماعة ثابتًا؟ برر إجابتك. لتتعرف العوامل التي تؤثر في حجم الجماعة وكثافتها، انظر الشكل (٣-٥)، ثم أجب عما يليه من أسئلة:



◀ ما العوامل التي تزيد حجم الجماعة الحيوية؟

◀ ما العوامل التي تقلل من حجم الجماعة الحيوية؟

إن حجم الجماعة هو قيمة متغيرة تزداد بإضافة أفراد إلى الجماعة، وتنقص بإزالة أفراد منها، وإن العوامل التي تزيد حجم الجماعة الحيوية هي: الهجرة إلى الداخل، وزيادة عدد الأفراد

الناجمة من طرائق التكاثر جميعها. أمّا العوامل التي تؤدي إلى نقص حجم الجماعة الحيوية فهي: الوفيات، والتهجير إلى مواقع أخرى.

فما العوامل المحددة لنمو الجماعة؟ للإجابة، لاحظ الشكل (٥-٤)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

عوامل لا تعتمد على كثافة الجماعة



الكوارث الطبيعية.

عوامل تعتمد على كثافة الجماعة



التنافس.



الأنشطة البشرية المدمرة للبيئة.



الافتراس.



بعض عوامل الطقس.



التطفل.

الشكل (٥-٤): العوامل المحددة لنمو الجماعة الحيوية.

- ◀ ما أنواع العوامل المحددة لنمو الجماعة الحيوية؟
- ◀ ما العوامل التي تعتمد على كثافة الجماعة؟ أعطِ أمثلةً على ذلك.
- ◀ كيف تُؤثر العوامل التي تعتمد على كثافة الجماعة في نموها؟
- ◀ ما العوامل التي لا تعتمد على كثافة الجماعة؟ أعطِ أمثلةً على ذلك.

### تأمل

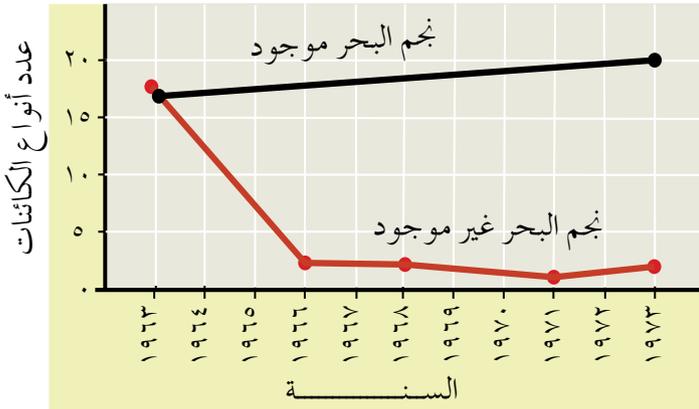
بناءً على ما تعلمته في الدرس، هل يُعدُّ حيوان المها العربي مثالاً على الجماعات الحيوية؟ كيف تساهم في نشر الوعي البيئي للحد من الاعتداءات على الحيوانات في البيئة الأردنية؟

تعرفّت كيف يعيش أفراد من النوع نفسه داخل الجماعة الحيوية، فماذا عن أفراد الجماعات المختلفة التي تعيش معاً؟

### علم بيئة المجتمعات

### ثانياً

يعيش أحد أنواع نجم البحر على شواطئ شمال غرب أمريكا، ويتغذى بافتراس نوع من بلح البحر. وفي دراسة بيئية، أزال باحثٌ نجم البحر من المنطقة، فلاحظ انتشار بلح البحر على سطح الصخور، واختفاء أغلب أنواع اللافقاريات الأخرى والطحالب، فكيف يؤدي وجود نوع مفترس إلى التأثير في الجماعات الحيوية؟ وماذا يحدث لو استمر غياب نجم البحر؟ للإجابة، ادرس الشكل (٥-٥).



الشكل (٥-٥): تأثير عدم وجود حيوان نجم البحر في وفرة الأنواع.

يشير مفهوم المجتمع إلى جميع أنواع الجماعات الموجودة في مساحة معينة، مثل الغابة والبحيرة، وترتبط هذه الجماعات مع بعضها بعلاقات بيئية مختلفة تشمل التعايش، والتطفل، والافتراس، والتنافس على الغذاء. تجدر الإشارة إلى أن علم بيئة المجتمعات يهتم بدراسة العلاقات المتبادلة بين الجماعات المختلفة في النظام البيئي.

## التعاقب البيئي

ثالثًا



شهدت المنطقة الشهبالية من الأردن العديد من الأنشطة البركانية التي خلّفت وراءها صخورًا بركانية عارية، غُطيت بعد ما بردت بنوع من الأشنات التي تكيفت للعيش في هذه الظروف، انظر الشكل (٦-٥). تعمل الأشنات على تفتيت الصخور ببطء، فتبتصه أشباه الجذور المواد الغذائية المعدنية من الصخر المتفتت. قد تستمر مرحلة الأشنات مئات السنين على صخور مثل الصخور البازلتية، ثم تتحلل بقايا الأشنات وتتراكم، فتزيد من خصوبة التربة، وتوفّر بذلك البيئة الملائمة لنمو نباتات جديدة.

الشكل (٦-٥): صخور بركانية عارية.

تتغلب الأنظمة البيئية على التغيرات التي تطرأ على تركيبها ومجتمعاتها الحيوية نتيجة تعرّضها للبراكين، أو الحرائق، أو الأنشطة الإنسانية المدمرة، بحدوث ما يُعرف بالتعاقب البيئي. ولمعرفة المقصود بالتعاقب البيئي؛ أنواعه وأهميته، انظر الشكلين: (٧-٥)، و(٨-٥)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليهما:



صخور عارية  
أشنات وحزازيات (الأنواع الرائدة)  
أعشاب  
شجيرات  
غابة حديثة الأشجار  
أشجار بلوط وجوز صغيرة  
أشجار بلوط وجوز ناضجة (مجتمع الذروة)

الشكل (٧-٥): تعاقب بيئي أولي.



صنوبريات وأشجار جوز وبلوط ناضجة (مجتمع الذروة)	صنوبريات وأشجار بلوط وجوز صغيرة	شجيرات وأشجار	أعشاب ونباتات حولية (الأنواع الرائدة)	حريق
---	---------------------------------------	------------------	---	------

الشكل (٥-٨): تعاقب بيئي ثانوي.

◀ ما نوعا التعاقب البيئي اللذان تلاحظهما في الشكلين؟

◀ ما طبيعة المنطقة التي يبدأ فيها كلٌّ منهما؟

◀ ما أنواع الكائنات التي تُمثل الأنواع الرائدة في كلٍّ منهما؟

يُقصد بالتعاقب البيئي الإحلال التدريجي لمجتمعات حيوية معينة محل مجتمعات حيوية أخرى.

يوجد نوعان من التعاقب البيئي، هما: التعاقب البيئي الأولي، والتعاقب البيئي الثانوي.

## ١ التعاقب البيئي الأولي

تبدأ عملية التعاقب البيئي الأولي (primary succession) بمنطقة جرداء لم تكن مأهولة بالحياة، أو مغطاة بالتربة من قبل، مثل الصخر البركاني والكثبان الرملية، ثم تبدأ الحزازيات والأشنات بالظهور أولاً (تسمى الأنواع الرائدة)، مُفتتة الصخور لامتصاص الماء والأملاح منها، يلي ذلك ظهور الأعشاب. وبمرور الوقت تخترق جذور هذه النباتات الصخور، وتبدأ بعمل شقوق تسمح للماء بالدخول مسافات عميقة. وعند تجمُّد الماء تتسع مساحة الشقوق، ثم تنمو بعض الشجيرات، وبعد مدة يحل محلها نباتات جذورها أطول وأكثر تفرُّعاً، ويستمر ظهور أنواع أضخم من الأشجار بفعل انتقال بذورها إلى المنطقة. وفي نهاية المطاف تصل إلى مجتمع حيوي ثابت نسبياً يسمى مجتمع الذروة.

## ٢ التعاقب البيئي الثانوي

خلافًا للتعاقب الأولي تحل المجتمعات في التعاقب الثانوي محل مجتمعات أخرى في نظام بيئي موجود، لذلك تصل الأنواع إلى مجتمع الذروة بصورة أسرع، في حين قد تستغرق المجتمعات الحيوية قرونًا عدّة للوصول إلى مجتمع الذروة في التعاقب الأولي.

يحدث التعاقب الثانوي (secondary succession) عندما يتعرّض المجتمع الحيوي في منطقة ما للإبادة كاملة بفعل الإنسان غالبًا، مثل: الحرائق، وتجهيز الأراضي للزراعة، والتلوث، انظر الشكل (٥-٩).



الشكل (٥-٩): حريق في غابة.

في أثناء التعاقب البيئي الثانوي يحل مجتمع حيوي جديد محل مجتمع دُمّر سابقًا بصورة تدريجية مع مرور الزمن بفعل انتشار البذور الكامنة في المنطقة؛ إذ تبدأ الأعشاب بالنمو أولاً، ثم تظهر الشجيرات بعد بضع سنوات، ثم تبدأ الأشجار بعد سنين أخرى بالسيطرة على المكان، فتصبح المنطقة مناسبة لعيش مجموعة جديدة من الأنواع.

## سؤال

يُمثّل الشكل (٥-١٠) مراحل التعاقب البيئي في نظام بيئي. ادرسه، ثم رتّب الصور فيه تبعًا لتسلسل حدوثها، محدّدًا نوع التعاقب البيئي الذي حدث.



(أ) شجيرات. (ب) أشنات وحزازيات. (ج) غابة ناضجة. (د) أعشاب ونباتات عشبية. (هـ) صخور عارية.

الشكل (٥-١٠): مراحل التعاقب البيئي.

## أسئلة الفصل

١- لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) أيّ الآتي يصف سرّياً من أسماك السرحاني التي تُربى في محمية الأزرق المائية:

أ - الجماعة الحيوية. ب - المجتمع الحيوي.

ج- مجتمع الذرورة. د - الغلاف الحيوي.

(٢) من الأمثلة على العوامل المُحدّدة لنمو الجماعة الحيوية ولا تعتمد على كثافتها:

أ - التنافس. ب - التطفل.

ج- كمية الأمطار المتساقطة. د - الافتراس.

(٣) من العوامل التي تؤدي إلى زيادة حجم الجماعة الحيوية:

أ - الوفيات. ب - الهجرة إلى الخارج.

ج- الهجرة إلى الداخل. د - انتشار الطفيليات.

(٤) أيّ الآتية تُمثّل الأنواع الرائدة التي تبدأ بالنمو على الصخور في التعاقب الثانوي:

أ - الأشنات والحزازيات. ب - النباتات الحولية والأعشاب.

ج- الأشجار الصغيرة. د - الشجيرات.

٢- يتكون أحد المجتمعات الحيوية في نظام بيئي مائي من طحالب، وقشريات، وأسماك صغيرة، وأسماك كبيرة:

أ - وضح كيف يكون الضوء عاملاً مُحدّداً لنمو الجماعات الحيوية في هذا النظام؟

ب- صف كيف يمكن أن تتأثر أعداد جماعة القشريات إذا قضت الأمراض على الأسماك الكبيرة في هذا المجتمع الحيوي.

### التنوع الحيوي والمحافظة عليه Biodiversity and Conservation

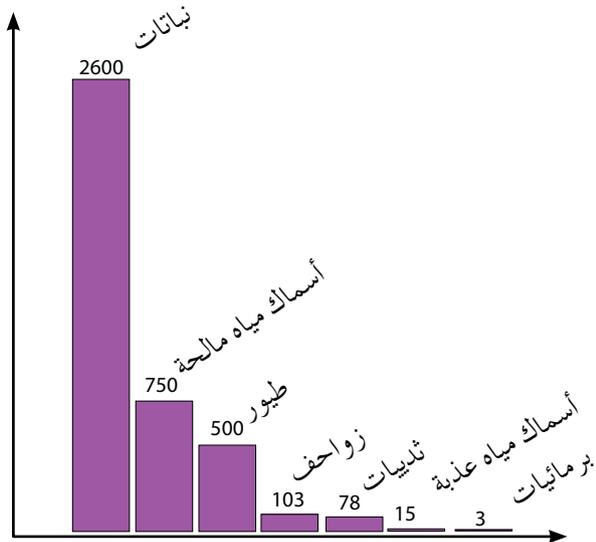
تتميز المجتمعات الحيوية بتنوعها الحيوي، وبالعلاقات المتبادلة بين الأنواع المُكوّنة لها داخل المجتمع، فما المقصود بالتنوع الحيوي؟ وما المشكلات التي تتهدده؟ وكيف يمكن المحافظة عليه؟ ستتمكن من الإجابة عن هذه الأسئلة وغيرها بعد دراستك هذا الفصل؛ إذ يتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تحدد المقصود بالتنوع الحيوي.
- تستقصي أسباب انقراض بعض أنواع الكائنات الحية.
- تقترح حلولاً للحد من انقراض الكائنات الحية.

#### التنوع الحيوي

#### أولا

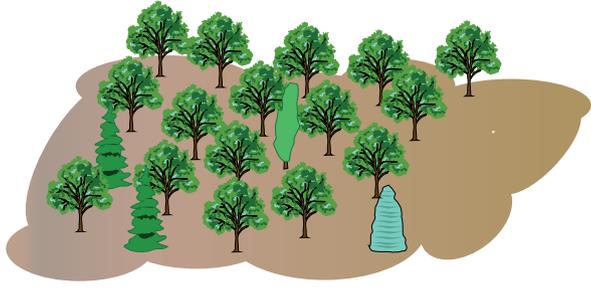
يُعدُّ الأردن من الدول التي تتميز بتنوع حيوي كبير؛ نظرًا إلى موقعه الجغرافي، وتنوع بيئاته



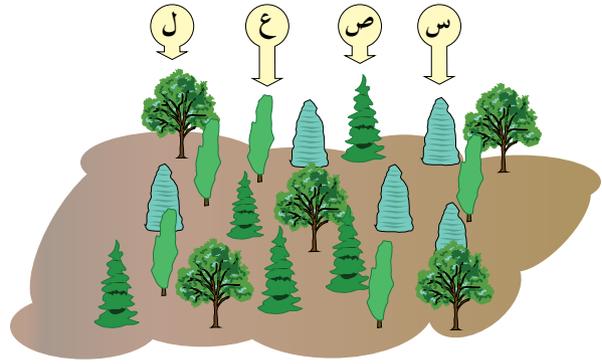
الشكل (١١-٥): التنوع الحيوي في الأردن.

الطبيعية، وتتضافر جهود العديد من المؤسسات الوطنية للمحافظة على هذا التنوع الحيوي، مثل: وزارة البيئة الأردنية، والجمعية الملكية لحماية الطبيعة، والحديقة الملكية النباتية. لتتعرّف أعداد بعض الأنواع الموجودة في الأردن، انظر الشكل (١١-٥).

ولتتعرّف كيف يختلف التنوع الحيوي من مجتمع حيوي إلى آخر، انظر الشكل (١٢-٥)، ثم أجب عما يليه من أسئلة:



المجتمع (ب).



المجتمع (أ).

الشكل (٥-١٢): مجتمعان حيويان مختلفان.

- ◀ قارن بين المجتمع (أ) والمجتمع (ب) من حيث: كثافة الغطاء النباتي، وأعداد أنواع النباتات فيه.
- ◀ أي المجتمعين أكثر تنوعًا برأيك؟ برر إجابتك.

لاحظ أن المجتمع (أ) يحوي أنواعًا عدّة، وأنه يتميز - في الوقت نفسه - بوفرة نسبية من كل نوع، ولذلك يُعدّه العلماء أكثر تنوعًا من المجتمع (ب).

يطلق مفهوم التنوع الحيوي (biodiversity) على تعدد الأنواع المختلفة التي تعيش في منطقة ما. ويهتم العلماء بدراسة تنوع الأنواع (species diversity) الموجودة في مجتمع ما، ونسبة وجود كل نوع في ذلك المجتمع بوصفها أحد مقاييس التنوع الحيوي.

فما أهم المشكلات التي تهدد التنوع الحيوي؟ وكيف يمكن مواجهة فقدان التنوع الحيوي؟

## مشكلات تهدد التنوع الحيوي

ثانيًا



الشكل (٥-١٣): الميرمية البرية.

استنادًا إلى القائمة الحمراء لنباتات الأردن التي تُعدّها الحديقة الملكية النباتية بالتعاون مع الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN)، يوجد نوع نباتي واحد منقرض إقليميًا في الأردن هو نبات الميرمية البرية (*Salvia fruticosa*)، انظر الشكل (٥-١٣)، في حين أُدرج (١٩) نوعًا نباتيًا ضمن التهديد الحرج مثل الأوركيد الهرمي (*Anacamptis pyramidalis*)، و(٥٤) نوعًا نباتيًا آخر ضمن الأنواع المُهدّدة بالانقراض مثل السوسنة السوداء (*Iris nigricans*).

فما المقصود بانقراض الكائنات الحية؟ وما أسباب انقراضها؟ وكيف يُعدُّ كائن حي معين منقرضاً؟

يشير مفهوم الانقراض (extinction) إلى نهاية وجود نوع من الأنواع في الطبيعة بموت آخر فرد من هذا النوع. وقد صنف الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة الكائنات الحية إلى مجموعات حسب تعرُّضها لخطر الانقراض. لتعرّف بعض هذه المجموعات، انظر الشكل (٥-١٤)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:

## الكائنات الحية

### الأنواع المهددة بالانقراض

هي الأنواع المعرضة لخطر الانقراض من الطبيعة.



المها العربي.

### الأنواع المعرضة للانقراض

هي الأنواع المعرضة بصورة كبيرة جداً لخطر الانقراض من الطبيعة.



زهرة الأوركيدا.

### كائن منقرض تماماً

هو الكائن الذي لا يوجد أي فرد منه؛ سواء في الحياة البرية، أو في بيوت الأسر.



النمر العربي.

الشكل (٥-١٤): تصنيف الكائنات الحية حسب تعرُّضها لخطر الانقراض.

- ◀ ما الأساس الذي اعتمد في تصنيف الكائنات الحية في الجدول؟
- ◀ ما الفرق بين الكائنات الحية المنقرضة والكائنات الحية المهددة بالانقراض؟

## تأمل

كيف يمكن أن تتسبب شهرة كائن ما في زيادة الطلب على الأعداد القليلة المتبقية منه، أو أن تكون حافزاً إلى حمايته؟

ما الأسباب التي تؤدي إلى انقراض الكائنات الحية، وتهدد تنوعها الحيوي؟

## أسباب انقراض الكائنات الحية

ثالثاً

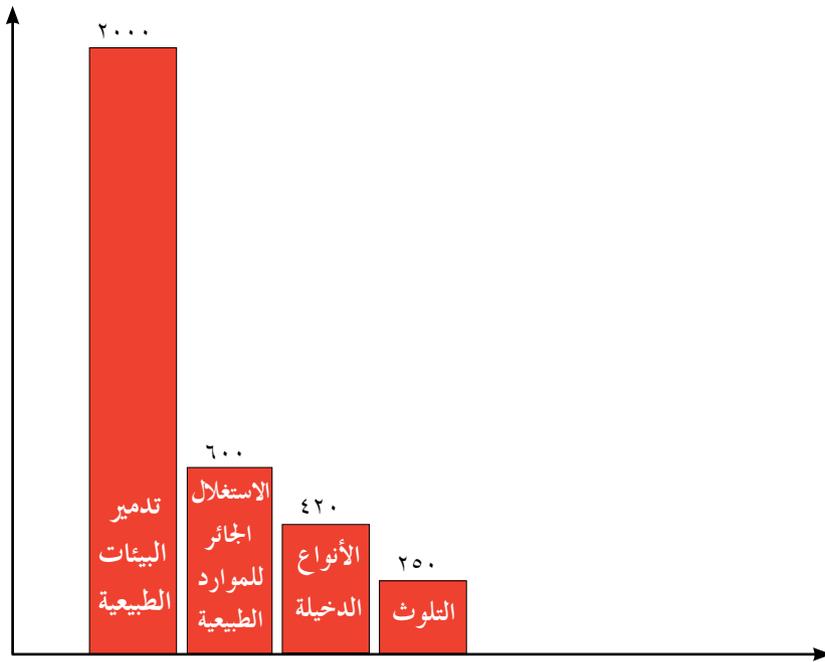


يؤدي صيد الحيوانات، والاعتداء، على مساكنها، وتدمير بيئاتها الطبيعية إلى انقراض العديد من الأنواع، أو جعلها مهددة بالانقراض، ما يؤدي إلى القضاء على التنوع الحيوي تدريجياً. فقد اختفت من جبال الأردن وبواديه كائنات عدّة، مثل: الهما العربي، والنمر العربي (الفهد الصياد) بسبب اعتداءات الإنسان، وبنات كلّ من الذئب العربي، انظر الشكل (١٥-٥)، والسنجاب الفارسي، والبدن البري مهددًا بالانقراض.

الشكل (١٥-٥): الذئب العربي.

فما الأسباب التي تجعل أحد الكائنات منقرضًا أو مهددًا بالانقراض؟

لتتعرف بعض هذه الأسباب، ادرس الشكل (١٦-٥)، ثم أجب عمّا يليه من أسئلة:



الشكل (١٦-٥): أهم أسباب التهديد بانقراض بعض أنواع الحيوانات حسب القائمة الحمراء.

◀ ما أكثر الأسباب التي تؤدي إلى انقراض الكائنات الحية؟

◀ كم عدد الأنواع المهددة بالانقراض بسبب التلوث؟

في ما يأتي أبرز أسباب انقراض الكائنات الحية:

## ١ تدمير البيئات الطبيعية

تتسبب الكثير من الأنشطة البشرية في تدمير البيئات الطبيعية، مثل: التوسع العمراني، وقطع الأشجار، والتعدين.

أذكر أنشطة بشرية أخرى تتسبب في نقصان أعداد الكائنات الحية في موطنها ثم انقراضها.

## ٢ الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية

من الأمثلة على الاستغلال الجائر لموارد الطبيعة تعرّض وحيد القرن الأسود الإفريقي لعمليات صيد مكثفة تحصد أعداده؛ سعياً وراء قرونه التي تُستخدم في الطب الشعبي. وفي حال استمرت عمليات الصيد من دون ضوابط وقيود فقد ينقرض وحيد القرن في البرية بحلول عام ٢٠٢٥م.

## سؤال

هل تتوقع أن تشديد الرقابة على صائدي وحيد القرن الإفريقي وفرض عقوبات صارمة عليهم ستؤجل عملية انقراضه؟ برر اجابتك.

## ٣ الأنواع الدخيلة

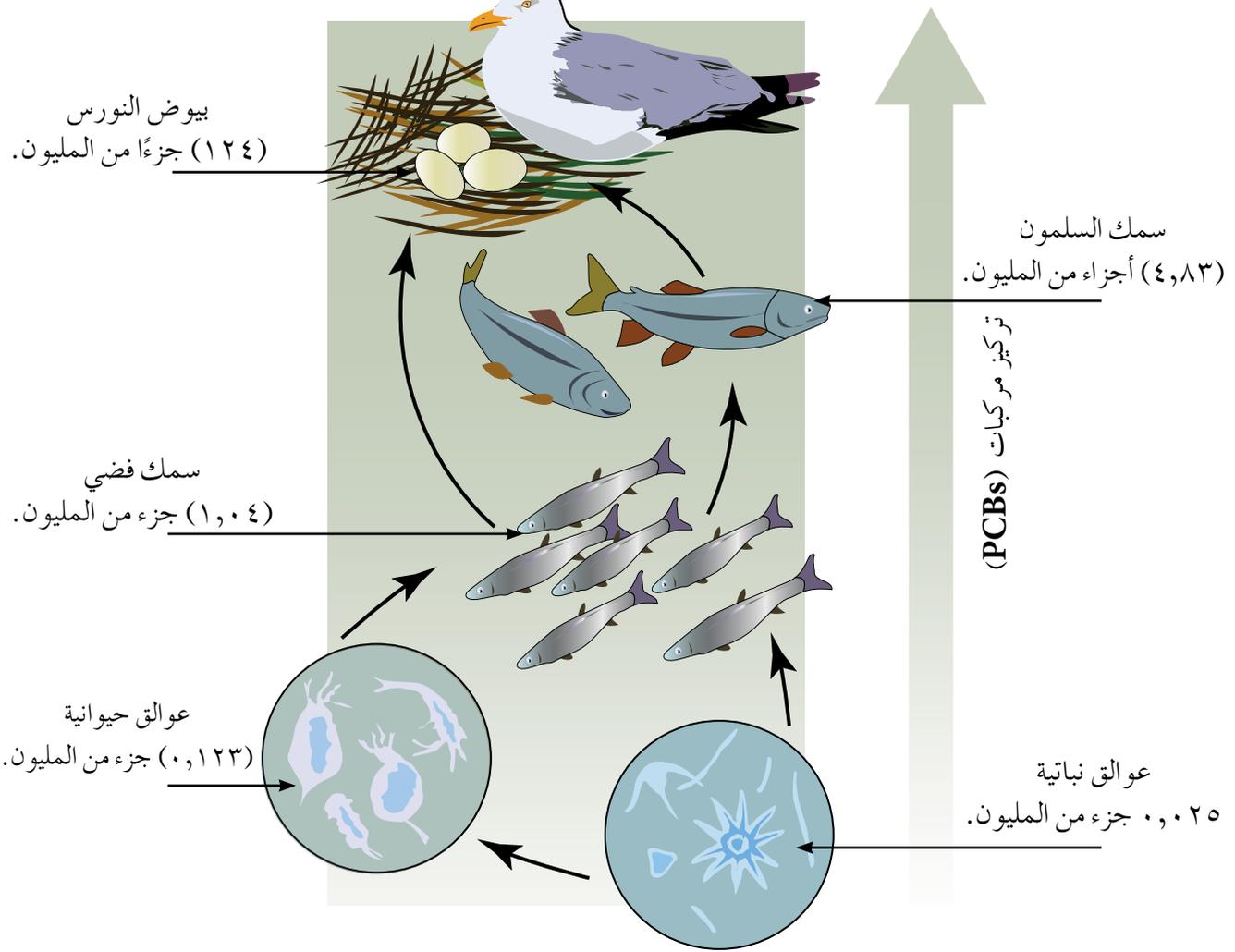
يُحضّر الإنسان الأنواع الدخيلة عمداً لاستخدامها في الزينة أو الأغراض التجارية، وقد تدخل مصادفة، فتهدّد بعض الأنواع في موطنها الأصلي.

تُمثّل محمية الأزرق المائية الموطن العالمي الوحيد لسماك السرحاني، وقد تبين عند دراسة أثر الأسماك الدخيلة في الأسماك الأصلية بواحة الأزرق أن الأنواع الدخيلة، مثل سمك البلطي من نوع (*Oreochromis aureus*)، تُؤثّر مباشرةً في سمك السرحاني؛ إذ تفترس أسماك البلطي سمك السرحاني وبيوضه.

## ٤ التلوث

يطرح الإنسان الكثير من الملوثات السامة في البيئة، فتنقل هذه الملوثات بين الكائنات الحية خلال السلسلة الغذائية لتصبح أكثر تركيزاً في المستهلكات العليا، ويُعرف ذلك باسم التضخم الحيوي (*biological magnification*).

لاحظ الشكل (٥-١٧)، ثم أجب عن السؤال التي يليه لمعرفة أثر التضخم الحيوي لمركبات (PCBs) في الشبكات الغذائية المائية:



الشكل (٥-١٧): أثر التضخم الحيوي لمركبات (PCBs) في الشبكات الغذائية المائية.

ما الفرق بين تركيز مادة ثنائي فينيل عديد الكلور (PCBs) السامة للحيوانات والإنسان في أجسام العوالق النباتية وطيور النورس؟

لو حظ أن تركيز التضخم الحيوي لمركبات (PCBs) في طيور النورس (في قمة الشبكة الغذائية) يزيد خمسة آلاف مرة على تركيزه في العوالق النباتية في قاعدة الشبكة الغذائية.

و حين تتغذى طيور النورس بأسمك السلمون في هذه السلسلة الغذائية تُنتج هذه الطيور بيوضاً ضعيفة التكوين، فكيف يُؤثر ذلك في بقائها؟

\* (Poly chlorinated Biphenyl:PCBs): هي مركبات صناعية تُستخدم عازلاً حرارياً في المحولات والقواطع الكهربائية، وعند تسربها من المكاب فإنها تُلوث البيئة.

## ١ المحميات الطبيعية

أُنشئت المحميات الطبيعية في مناطق مختلفة من البيئة الأردنية، فما أماكن وجود هذه المحميات في المملكة؟  
للإجابة، نفذ قضية البحث الآتية:

## قضية للبحث

بالرجوع إلى موقع الجمعية العلمية الملكية لحماية الطبيعة الإلكتروني: [www.rscn.org.jo](http://www.rscn.org.jo)،  
اكتب تقريراً عن محميات الأردن الطبيعية، وأماكن وجودها، ثم اقرأه أمام زملائك في الصف.

## ٢ استنساخ الحيوانات المنقرضة

في عام ١٩٩٩م أخذ باحثون عيّنة صغيرة من أذن أنثى الوعل الإيبيري الأخيرة التي كانت لا تزال حيّةً وجمّدوها. ولما توفيت هذه الأنثى بعد عام واحد، وأصبح نوعها منقرضاً استخدم الباحثون الخلايا المجمدة، محاولين استنساخ حيوان الوعل الإيبيري؛ إذ زرعوا نحو (٦٠) جنيناً في أرحام أمهات بديلة (أنواع أخرى من الوعل أو الأغنام)، وقد نجحت التجربة، وتمت ولادة أنثى الوعل المستنسخة عام ٢٠٠٩م، ولكن هذه الأنثى عاشت فقط سبع دقائق قبل أن تموت بسبب اختلالات في الرئة.

وقد أثبتت هذه العملية أن إعادة الكائنات المنقرضة هي أمر ممكن إذا توافرت الأنسجة المجمدة.

## ٣ التنمية المستدامة

لعلك تسأل: كيف يمكن أن نستثمر منطقة ما اقتصادياً من دون إلحاق الضرر بالحياة الطبيعية؟ يُستخدم مفهوم التنمية المستدامة بوصفه وسيلةً للربط بين التنمية الاقتصادية والبيئية من دون التأثير في الموارد المتوافرة، والعمل على ديمومتها للأجيال القادمة بغية الوفاء بحاجاتهم. وقد تضاربت الآراء بين الجيولوجيين والمهتمين بالبيئة حيال أهمية استثمار كميات

النحاس الموجودة في باطن محمية ضانا؛ إذ قدّر بعض الجيولوجيين قيمتها بنحو (٧,٥) مليارات دولار، في حين أكد بعض المهتمين بالبيئة أن استخراج النحاس من ضانا لم تثبت جدواه الاقتصادية بعد، وأن مخاطره البيئية والصحية مؤكدة، وأن ضرر استخراج النحاس من المحمية لا يمكن تعويضه.

## النشاط (٥ - ٢) إعداد مشهد

أعدّ نصّاً لمشهد حوارٍ بين مُستثمرٍ يريد إنشاء مصنع قرب نهر الأردن، ومواطنٍ يقطن قرب النهر، ومسؤولٍ في وزارة البيئة، وقاضٍ.

ضمّن الحوار مقترحاتٍ تتيح للأطراف كافةً استخدام موارد الطبيعة استخدامًا عادلاً، ومثّل أنت ومجموعة من زملائك المشهد.

## تأمّل

فكّر في القيم الجمالية والأهمية العلمية والاقتصادية المباشرة وغير المباشرة لمحمية ضانا.

## ٤ المؤتمرات والمعاهدات الدولية

وَقَّع الأردن عام ١٩٧٩م المعاهدة الدولية لمنع الاتجار بالكائنات الحية المهددة بالانقراض (CITES)، التي تهدف إلى السيطرة على عمليات الاتجار غير القانوني ببعض الكائنات الحية ومراقبتها. برأيك، كيف يساهم توقيع هذه الاتفاقية في المحافظة على أنواع الكائنات الحية المستوطنة في الأردن، ومنع انقراضها؟

## أسئلة الفصل

- ١- لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حدّدها:
- (١) يسمى المفهوم الذي يربط بين عدد أنواع الكائنات الحية في المجتمع الحيوي والوفرة النسبية لكل نوع منها:
- أ - مجتمع الذروة.      ب - التنوع الحيوي.  
ج - الجماعة الحيوية.      د - استقرار المجتمع الحيوي.
- (٢) أحد الآتية يُعدُّ الأكثر تسبُّبًا في انقراض الكائنات الحية حسب القائمة الحمراء الصادرة عن (IUCN):
- أ - الأمراض.      ب - الاستغلال الجائر لموارد الطبيعة.  
ج - التلوث.      د - تدمير البيئات الطبيعية.
- (٣) من طرائق المحافظة على التنوع الحيوي:
- أ - التوسع العمراني.      ب - استعمال الأسمدة الكيميائية.  
ج - تحويل الغابات إلى مناطق زراعية.      د - إنشاء المحميات الطبيعية.



الشكل (١٨-٥): حيوان المدرع.

- ٢- اختار الاتحاد الدولي لكرة القدم (FIFA) حيوان المدرع المهدد بالانقراض ليكون شعار نهائيات عام ٢٠١٤م في البرازيل، انظر الشكل (١٨-٥)، بالرغم من أنه يتفوق حول نفسه مُستخدِمًا درعًا عظميًا يحيط بجسمه ليتحوّل إلى كرة، فيحمي نفسه من الصيادين:
- أ - كيف يُعدُّ اهتمام الاتحاد الدولي لكرة القدم (FIFA) بهذا الحيوان سلاحًا ذا حدين؟
- ب - إذا أردنا تطبيق هذا النهج في أردنا، فأَيُّ كائن تقترح لذلك؟

### رحلة ومسح ميداني

نظّم - بالتعاون مع معلمك - زيارة إلى إحدى المحميات في المملكة لعمل مسح لبعض أنواع الكائنات الحية التي تحظى بالرعاية فيها، وتعرّف الطرائق المتبعة في إدارة هذه المحميات.

قبل أن تبدأ مشروعك تواصل مع مؤسسات بيئية، مثل الجمعية الملكية لحماية الطبيعة؛ لمناقشة الأماكن المحتملة لتنفيذ مشروعك، والحصول على التصاريح والموافقات اللازمة للزيارة.

#### المواد والأدوات اللازمة

شريط قياس، أوتاد، مطرقة وحبل لتحديد مربع طول ضلعه متر واحد.

#### احتياطات الأمان والسلامة

■ كن حذرًا في أثناء التعامل مع بعض النباتات؛ لأنها قد تُسبب الحساسية.

#### إجراءات المسح الميداني:

١- مسح النباتات:

أ - توزّع أنت وزملاؤك في مجموعات ثنائية، ولتحدّد كل مجموعة مساحة مربع لها.

ب- عدّ النباتات التي تلاحظها داخل المربع.

ج- دوّن البيانات في الجدول (٥-١).

د - كوّن فرضية تبين فيها كيف سيكون المتر المربع الخاص بك إذا وُجدت أنشطة إنسانية في الموقع.

العدد	فئة النبات
	أشجار طويلة.
	أشجار متوسطة.
	شجيرات.
	نباتات عشبية (حشائش وأزهار).
	حزازيات، وأشنات.

الجدول (٥-١).

هـ - شارك زملاءك المعلومات التي تتوصل إليها في الصف؛ لتكوين قائمة كاملة تشمل أنواع النباتات الموجودة في هذه المحمية.

و - مثل النتائج التي تتوصل إليها برسم بياني.

ز - اكتب تقريراً توضح فيه نتائج نشاطك.

٢- مسح الحيوانات:

أ - استعن بمسؤولي المحمية عند مسح الحيوانات في المحمية.

ب- أنشئ جدولاً تدوّن فيه حيوانات المحمية من: حشرات، وأسماك، وبرمائيات، وطيور، وثدييات، ... .

ج- اغسل يديك فور الانتهاء من عملية المسح الميداني.

د - صمّم منشوراً عن برنامج لتكثير أحد الحيوانات المهددة بالانقراض في المحمية، وضمّنه معلومات عن أعداد الحيوان في المحمية، وفي الطبيعة، وعن طرائق العناية والتغذية التي تلزم هذا الحيوان.

هـ - لخص نتائج بحثك.

## أسئلة الوحدة

١- لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة، حددها:

(١) من الأمثلة على العوامل المُحدّدة لنمو الجماعة والمعتمدة على الكثافة:

أ - الطقس. ب - البراكين.

ج- الأنشطة البشرية. د - التطفل.

(٢) يشير مفهوم التنمية المستدامة إلى:

أ - الاهتمام بالتنمية الاقتصادية وقبول المخاطرة بالموارد البيئية المتوفرة.

ب- التوازن بين حماية البيئة وتحقيق التنمية الاقتصادية من دون إلحاق ضرر بالحياة الطبيعية.

ج- المحافظة على الأنواع والبيئات على حساب التنمية الاقتصادية.

د - استغلال موارد مُتجدّدة بوتيرة أسرع من وتيرة تجددّها.

(٣) أيّ العبارات الآتية صحيحة في ما يخص التعاقب الثانوي:

أ - يمتد زمنًا طويلًا جدًا. ب - يحدث بعد حريق.

ج- يبدأ بنمو الأشنات. د - يساهم في تكوين التربة.

٢- عند دخول ملوثات سامة، مثل المبيد الحشري (DDT)، إلى المياه يزداد تركيزه في السلسلة

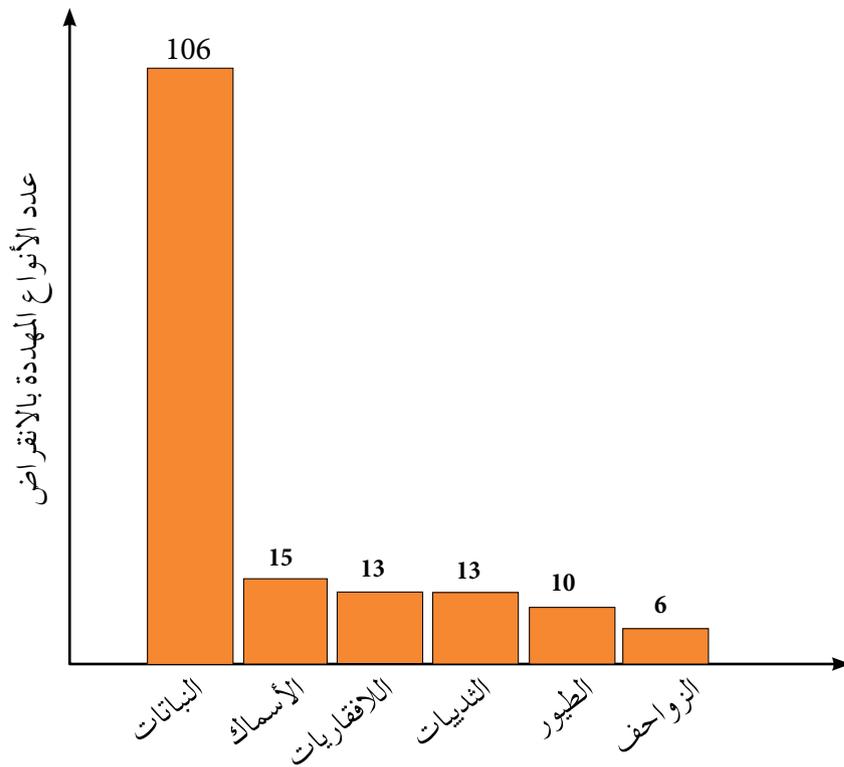
الغذائية، فيُحظر استعمال هذه المياه للزراعة والشرب. لاحظ الشكل (٥-١٩)، ثم أجب

عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٥-١٩): السؤال الثاني.

- أ - ما اسم الظاهرة التي قد تنتج من ذلك؟
- ب- لماذا يحظر استعمال هذه المياه لري المزروعات حتى لو كان تركيز المواد السامة فيها منخفضاً؟
- ج- لوحظ أن الأسماك الكبيرة في هذا النظام تعيش لكنها لا تتكاثر، ناقش سبب ذلك.
- ٣- تعاني البيئة الأردنية انقراض العديد من الكائنات الحية التي كانت تعيش فيها. لاحظ الشكل (٥-٢٠)، ثم أجب عما يليه من أسئلة:



الشكل (٥-٢٠): عدد أنواع الكائنات المهددة بالانقراض في الأردن حسب القائمة الحمراء لعام ٢٠١٤م.

- أ - أي الكائنات الحية أكثر عُرضة للانقراض في الأردن؟
- ب- اقترح إجراءات تمنع انقراضها من البيئة الأردنية.

## مسرد المصطلحات

إخصاب ثنائي	(Double fertilization):	اتحاد إحدى نواتي الخليتين الذكريتين مع نواة البويضة لإنتاج بويضة مخصبة، واتحاد الخلية الذكرية الثانية مع النواتين القطبيتين لإنتاج خلية إندوسبيرم.
إدماء	(Bleeding):	خروج قطرات من الماء من الجزء المقطوع لساق نبات نتيجة الضغط الجذري.
إدماع	(Guttation):	خروج قطرات من الماء على حواف أوراق النبات نتيجة الضغط الجذري عن طريق فتحات خاصة تسمى فتحات الإدماع.
إنبات	(Germination):	بدء نمو الجنين في بذرة النبات.
إنترون	(Intron):	جزء من الجين لا يحمل شيفرات خاصة ببناء البروتينات، ويوجد أيضًا في نسخة (mRNA) الأولية؛ لذا يتم فصله منها.
أسطوانة وعائية	(Vascular cylinder):	أنسجة ناقلة توجد في جذور النباتات، وتتكون من لحاء وخشب.
أكسين	(Auxin):	هرمون نباتي تنتجه القمة النامية للساق، ويؤثر في استطالة النبات، وتكوّن الجذور، ونمو الثمار.
أنابيب غربالية	(Sieve tubes):	أحد مكونات اللحاء، ينتقل فيها الغذاء الجاهز إلى سائر أجزاء النبات ليستهلك أو يُخزّن.
أنابيب ملبيجي	(Malpighian tubules):	أعضاء متخصصة للإخراج في الحشرات، وهي أنابيب دقيقة طويلة تفتح نهاية كل منها في أنبوب الهضم للتخلص من الفضلات النيتروجينية، وتعمل على الاتزان الأسموزي.
أنواع دخيلة	(Introduced species):	أنواع تدخل مصادفة، أو يُدخلها الإنسان في بيئة غير بيئتها الأصلية.
انقراض	(Extinction):	اختفاء أحد الأنواع من الغلاف الحيوي عندما يموت آخر مخلوق من هذا النوع.
انقسام متساوٍ	(Mitosis):	انقسام يحدث في الخلايا الجسمية للكائنات الحية حقيقية النوى، وينتج منه خلايا تحتوي كل منها على العدد الأصلي من كروموسومات الخلية المنقسمة.
انقسام منصف	(Meiosis):	انقسام خلوي يحدث على مرحلتين في الخلايا التناسلية، ويؤدي في نهايته إلى إنتاج جاميتات يحتوي كل منها على نصف عدد كروموسومات الخلية المنقسمة.

- تبرعم (Budding): نمو خارجي من جسم الكائن الحي يكون فيه التجويف المعدي الوعائي متصلًا بنظيره في جسم الكائن الأصلي، ويُعدُّ من طرائق التكاثر اللاجنسي الذي يحدث في بعض الكائنات الحية مثل الهيدرا.
- تجويف الجسم الحقيقي (Coelom): تجويف جسمي تكمن أهميته في إعطاء حيِّز لنمو الأعضاء الداخلية وحرية الحركة للأعضاء.
- تجويف معدي وعائي (Gastrovascular cavity): تجويف داخلي يتصل بالخارج عن طريق الفم في قبيلة اللاسعات.
- تحوُّل كامل (complete metamorphosis): فقس البيوض عن صغار لا تشبه أبويها، وتنسلخ مرات عدَّة حتى تصبح حشرة كاملة.
- تحوُّل ناقص (incomplete metamorphosis): فقس البيوض عن صغار تشبه أبويها، يبدُّ أنها تكون غير مكتملة النمو، ثم تصبح حشرة بالغة.
- ترجمة الشيفرة الوراثية (Translation): ترجمة المعلومات الوراثية الموجودة في (mRNA) إلى سلسلة عديدة الببتيد.
- تضخم حيوي (Biological Magnification): زيادة تركيز المواد السامة مثل (D.T.T) في المخلوقات الحية كلما انتقلنا إلى المستوى الغذائي الأعلى في السلاسل، أو الشبكات الغذائية.
- تعاقب أولي (Primary Succession): تكوين مجتمع حيوي في منطقة من الصخور الجرداء أو الرمل، حيث لا توجد تربة أو حياة من قبل.
- تعاقب ثانوي (Secondary Succession): تغير منتظم يحدث في المنطقة التي توجد فيها التربة بعد إزالة مجتمع المخلوقات الحية، مثل حرق الغابات.
- تكاثر لاجنسي (A sexual reproduction): طريقة تكاثر الكائنات الحية من دون إخصاب جاميت ذكري لجاميت أنثوي.
- تنمية مستدامة (Sustainable Development): تنمية تلبي حاجات الأجيال في الوقت الراهن من دون التأثير على حاجات الأجيال القادمة.
- تنوع حيوي (Biodiversity): تعدد الأنواع المختلفة التي تعيش في منطقة ما.
- جذور جانبية (Lateral roots): جذور تنمو من منطقة المحيط الدائر في الجذر الأساسي.
- جماعات حيوية (Biological population): مجموعة من أفراد النوع الواحد تعيش في منطقة معينة.
- جهاز دوران مغلق (Closed circulatory system): جهاز نقل يجري فيه الدم في الأوعية الدموية، ويكون محصورًا فيها، ومفصلاً عن السوائل البيئية.
- جهاز دوران مفتوح (Open circulatory system): جهاز نقل يجري فيه الدم داخل تجاويف الجسم المختلفة كما في معظم اللافقاريات.

- جهاز وعائي مائي (Waternvascularsystem): جهاز نقل داخلي يتكون من مصفاة، وقناة حلقيية، وأقدام أنبوبية ذوات ممصات.
- جيوب بلعومية (Pharyngeal pouches): تراكيب توجد في أجنّة بعض الحبلديات.
- حبل ظهري (Notochord): حبل خلوي مرن يقع تحت الحبل العصبي، ويعمل بوصفه هيكلًا محوريًا في السهيم والجلكي وأجنّة الحبلديات.
- حبل عصبي ظهري (Dorsal nerve cord): حبل أجوف يوجد في الجهة الظهرية من جسم الحبلديات، ويمر بمراحل عدّة، مكوّنًا الجهاز العصبي المركزي.
- حلقة كالفن (Calvin cycle): سلسلة تفاعلات تحدث في الستروما داخل البلاستيدة الخضراء، ويتم فيها تثبيت ثاني أكسيد الكربون إلى مواد كربوهيدراتية.
- خشب (Xylem): نسيج وعائي يتكون من قصيبات وأوعية خشبية، وينقل الماء والأملاح الذائبة فيه من الجذر إلى الساق فالأوراق.
- خلايا لاسعة (Cnidocytes): خلايا متخصصة جدًّا تُعدُّ من أهم مميزات أفراد قبيلة اللاسعات، وتحتوي على عضي يشبه كيسًا في داخله يُستخدم للدفاع أو التقاط الفريسة.
- خلايا لهبية (Flame cells): خلايا لها أسواط تتحرك بطريقة تشبه اللهب، وتوجد في بعض اللاسفاريات مثل البلاناريا، ويتصل بعضها ببعض عن طريق قنوات إخراجية دقيقة تصب محتوياتها من الفضلات النيتروجينية في ثقب إخراجي أو اثنين.
- رابطة بلازمية (Plasmodesmata): ممر دقيق يصل بين سيتوبلازم خليتين نباتيتين متجاورتين، ويسمح للماء والمواد الذائبة فيه بالمرور بين الخلايا.
- سيتوكروم (Cytochrome): أحد البروتينات المعقدة التي تحتوي على حديد في سلسلة نقل الإلكترون في الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء.
- شيفرة وراثية (Genetic code): تسلسل القواعد النيتروجينية في جزيء (mRNA) التي تحدد تسلسل الحموض الأمينية في البروتينات التي تُبنى في الرايوسومات.
- ضغط جذري (Root pressure): قوة تنشأ من تراكم الماء والأملاح في الجذر، وتُسبب دفع الماء إلى أعلى في الجذر باتجاه الساق، وترتبط بظاهرتي الإدماة والإدماة.
- طاحنة (Radula): تراكيب حادة من الكايتين يستعملها الحيوان الرخوي في بشر الطحالب، وحفر الثقوب في أصداف الرخويات الأخرى، وتوجد في الرخويات كلها ما عدا ذوات المصراعين.
- طفرة (Mutation): تغير مفاجئ وموروث في التركيب الكيميائي لجزيء (DNA) في المادة الوراثية.

- عباءة (Mantle): نسيج غشائي يحيط بالكتلة الحشوية في الرخويات، وتشكل إفرازات العباءة الصدفة الموجودة في معظم أنواع الرخويات.
- عبور جيني (Crossing over): تبادل أجزاء من المادة الوراثية بين كروماتيدين متماثلين غير شقيقين في أثناء الطور التمهيدي الأول من الانقسام المنصف.
- عمود فقري (Vertebral column): عمود عظمي أو غضروفي داعم موجود لدى الفقاريات جميعها، وهو يتكون من أجزاء تسمى الفقرات، ومن أهم وظائفه حماية الحبل العصبي.
- كثافة الجماعة (Population Density): عدد المخلوقات الحية في وحدة المساحة، أو وحدة الحجم.
- كودون (Codon): ترتيب النيوكليوتيدات الثلاثة في (mRNA) أو (DNA)، وهي خاصة بحمض أميني معين.
- كودون مضاد (Anti codon): ترتيب النيوكليوتيدات الثلاثة في (tRNA)، التي تضم كودوناً معيناً في (mRNA)، والتي تتعلق بنقل حمض أميني معين.
- لحاء (Phloem): نسيج وعائي ينقل العصارة التي تحوي الغذاء العضوي للجهاز من الأوراق إلى أجزاء النبات جميعها.
- لوامس (Tentacles): زوائد طويلة تنشأ على طول المخروط الفمي لبعض الكائنات الحية، كما في الهيدرا، وتستخدم وسيلة حسية، أو لجلب الفريسة.
- متغيرة درجة الحرارة (Ectothermic): حيوانات ليس لها القدرة على إنتاج طاقة كافية عن طريق عمليات الأيض لتثبيت درجة حرارة جسمها التي تتأثر بالهواء المحيط.
- مجتمع حيوي (Biological Community): جميع أنواع الجماعات الحيوية المختلفة التي تتفاعل معاً، وتعيش في النظام البيئي نفسه.
- نتح (Transpiration): فقد بخار الماء من أجزاء النبات عن طريق الثغور.
- نسخ (RNA Transcription): بناء جزيء (RNA) بصورة مكتملة لإحدى سلسلتي جزيء (DNA) التي تحمل التعليمات الوراثية الخاصة ببناء بروتين معين.
- نظام خطي جانبي (Lateral line system): خطان يقعان على جانبي الفقاريات المائية، مثل الجلكي والأسماك، ويحتويان على خلايا عصبية حسية تجعل الحيوان حساساً لذبذبات الماء حوله.
- نواتان قطبيتان (Polar nuclei): نواتان توجدان وسط الكيس الجنيني في مبيض الزهرة، وتشكلان خلية ثنائية النوى تسمى خلية الإندوسبيرم الأم.
- نوع مهدد بالانقراض (Threatened species): نوع الكائن الذي يتوقع أن يوشك على الانقراض في المستقبل القريب.

## قائمة المراجع

### أولاً: المراجع العربية

- ١ - زينب منصور حبيب، معجم مصطلحات علم الحيوان، دار أسامة للنشر، عمّان، الأردن، ٢٠١٣ م.
- ٢ - دائرة الإحصاءات العامة، الأردن بالأرقام ٢٠١٣ م، العدد (١٦)، حزيران، ٢٠١٤ م، التقرير الوطني الرابع حول تنفيذ اتفاقية التنوع الحيوي/ وزارة البيئة، عمّان، ٢٠٠٩ م.

### ثانياً: المراجع الأجنبية

- 1 - Campbell, Neil A., and others, **Biology and global approach**, 10<sup>th</sup>., edition, Pearson education, Ltd, 2015.
- 2 - Julian, Sprug, **Invertebrates**, Australian museum, 2010.
- 3 - Karp, Gerald, **Cell Biology**, John Wily and Sons, Ltd, 2010.
- 4 - Mc Dougal, Holt and Nowicki, Stephen, **Biology**, Houghton Mifflin Harcourt Publishing company, 2012.
- 5 - Moran, Laurence A., and others, **Principles of biochemistry**, 5<sup>th</sup> ed., Pearson education, Inc., 2012.
- 6 - Pechenik, Jan A., **Biology of invertebrates**, 7<sup>th</sup> ed., McGraw – Hill, 2015.
- 7 - Postlethwait, John H., and Hopson, Janet L., **Modern biology**, Holt Rinehart and Winston, 2009.
- 8 - Rinehart, Holt and Winston, **Life Science**, A Harcourt education company, 2007.
- 9 - Ronald Shimek, **Marine Invertebrates**, TFH, Publications, 2004.

- 10- Royal society for the conversation of nature , **The Oryx Story, co- Jordan,** page (17) published by Jordan Tourism Board.
- 11- Taifour, H. ,and A. ,El-Oqlah, **Jordan Plant Red List. Vol. 1, Royal Botanic Garden,** Jordan, 2015.
- 12- Zuhair, Amr Nashat, Hamidan and others, **Some Introduced Vertebrate Species to the Hashemite Kingdom of Jordan,** Vertebrate Zoology 62(3) 2012, PP435435-451, 2015

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ