تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

تجميعة مراجعة وحدات الكتاب وفق الهيكل الوزاري

موقع المناهج ⇦ المناهج الإماراتية ⇦ الصف العاشر العام ⇦ علوم ⇦ الفصل الأول ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2024-12-11 21:19:55

المزيد من مادة علوم:	ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس

التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر العام

صفحة المناهج الإماراتية على فيسبوك					
المواد على تلغرام	التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات	

المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر العام والمادة علوم في الفصل الأول

1	مراجعة نهائية للمقرر وفق الهيكل الوزاري منهج انسباير
2	حل أسئلة الامتحان النهائي القسم الالكتروني منهج بريدج
3	حل تجميعة أسئلة مراجعة وفق الهيكل الوزاري منهج بريدج
4	تجميعة أسئلة مراجعة وفق الهيكل الوزاري منهج بريدج
5	مراجعة حل إسئلة امتحانات سابقة وفق الهيكل الوزاري

مدرسة رأس الخيمة الحديثة الخاصة
RAK MODERN PRIVATE SCHOOL

تجميع هيكل الأحياء
الصف 10 عام
الفصل الاول
2025-2024

H.G

لا تنسونا من صالح الدعاء
بالتوفيق و النجاح لي ولأبنائي
وسائر امة المسلمين

الوحدة 1

تركيب الخلية ووظائفها

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

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

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

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

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

الشكل 4 إنّ الخلية بدائية النواة إلى اليمين أصغر حجمًا وأقل تعقيدًا من الخلية حقيقية النواة الظاهرة إلى اليسار. وقد تم تكبير الخلية بدائية النواة بهدف المقارنة بين التراكيب الداخلية لكل من الخليتين.

- ثمّة فئتان شاملتان من أنواع الخلايا، هما: الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.

التفكير الناقد

5. **صف** كيف يمكن لك أن تميز ما إذا كانت خلايا كائن حي مكتَشَف حديثًا بدائية النواة أم حقيقة النواة.

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

1. تتكوّن جميع الكائنات الحية من خلية واحدة أو أكثر.
2. إنّ الخلية هي وحدة التركيب والتنظيم الأساسية لدى جميع الكائنات الحية.
3. تنتُج الخلايا عن خلايا موجودة سابقًا، بحيث تنقل الخلايا نسخًا من مادتها الوراثية إلى الخلايا الناتجة عن الانقسام الخلوي.

التأكد من فهم النص **اشرح** هل يمكن أن تتشكّل الخلايا من تلقاء نفسها من دون حصولها على مادة وراثية من خلايا سابقة؟

صورة بالمجهر الضوئي. التكبير: ×100

الشكل 2 استخدم روبرت هوك مجهرًا ضوئيًا أساسيًا ليرى ما بدا له مثل حجرات فارغة في عيّنة الفلّين.
استدل برأيك، ما الذي كان هوك سيراه إذا كانت العيّنة من الخلايا الحية؟

تكنولوجيا المجاهر

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

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

الشكل 1
التركيز على تاريخ المجاهر
أدى اختراع المجاهر وما أُدخل فيها من تقنيات جديدة وكذلك التحسينات التي أجريت على الآلات إلى تطوير نظرية الخلية وكذلك التوصّل إلى فهم أفضل للخلايا.

المجاهر الضوئية المركّبة يتكوّن المجهر الضوئي المركّب الحديث من مجموعة متسلسلة من العدسات الزجاجية ويستخدم الضوء المرئي لإنتاج صورة مُكبَّرة. وتعمل كل عدسة في المجموعة على تكبير صورة العدسة السابقة لها. فمثلًا، في حال وجود عدستين قوة تكبير كل منهما على حده 10 أضعاف، فإنَّ إجمالي قوة التكبير للعدستين يساوي 100 ضعف (10 × 10). غالبًا ما يضيف العلماء الأصباغ الى الخلايا ليتمكّنوا من رؤيتها بشكل أوضح عند استخدام المجهر الضوئي وذلك لأنّها صغيرة جدًا ورقيقة وشفافة. وعلى مرّ السنوات، طوّر العلماء تقنيات متعددة للمجاهر الضوئيّة وأدخلوا تعديلات عليها، غير أنَّ خصائص الضوء المرئي تحدّ دائمًا من دقة هذه المجاهر. فالأجسام تشتت الضوء مما يشوّش الصور. يبلغ الحد الأقصى للتكبير من دون حدوث تشويش حوالي ×1000.

المجاهر الإلكترونية عندما بدأ العلماء بدراسة الخلايا، تطلّب الأمر درجة عالية من التكبير كي يتمكنوا من رؤية تفاصيل الأجزاء الدقيقة في الخلايا. فطوروا المجهر الإلكتروني أثناء الحرب العالمية الثانية في أربعينيات القرن العشرين. الجدير بالذكر أنّ المجهر الإلكتروني يستخدم المغناطيس بدلًا من العدسات، لأنه يوجّه شعاعًا من الإلكترونات إلى شرائح رقيقة من الخلية. ويُعرف هذا النوع من المجاهر الإلكترونية بالمجهر الإلكتروني النافذ (TEM)، إذ تمرّ الإلكترونات أو تنفذ عبر عيّنة إلى شاشة فلورية، فتمتص الأجزاء السميكة في العينة قدرًا من الإلكترونات أكبر من القدر الذي تمتصّه الأجزاء الرقيقة فتتكوّن بذلك صورة للعيّنة مظللة بالأبيض والأسود. تصل درجة التكبير في المجهر الإلكتروني النافذ إلى ×500,000، شرط أن تكون العينة ميتة ورقيقة للغاية ومصبوغة بالفلزات الثقيلة.

على مدار الأعوام الـ 65 الماضية، أُجريت تعديلات عديدة على المجاهر الإلكترونية الأصلية. فعلى سبيل المثال، يُعدّ المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) أحد هذه التعديلات، فهو يوجّه الإلكترونات على سطح العينة فتنتج عن ذلك صورة ثلاثية الأبعاد. من أحد عيوب استخدام المجاهر الإلكترونية النافذة والماسحة، أنها لا تسمح إلا برصد الخلايا والأنسجة الميتة. يمكن العثور على صور مجهرية تم التقاطها باستخدام المجاهر الإلكترونية على الإنترنت.

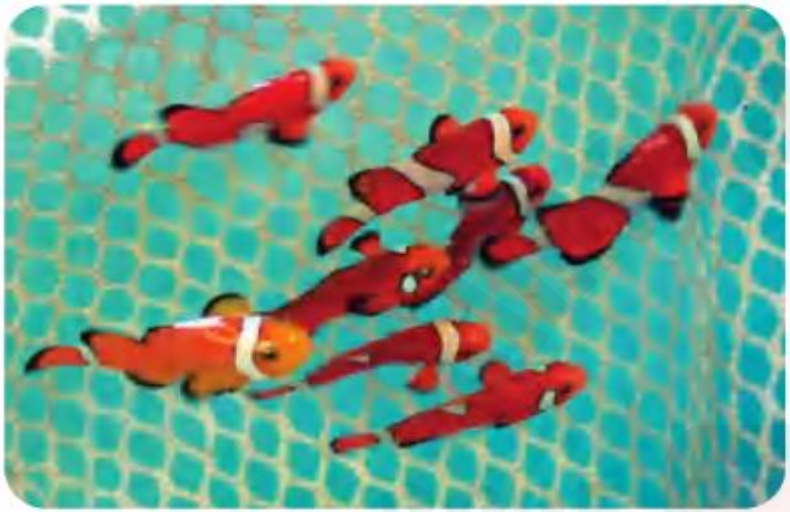
2. **قارن وقابل** بين المجهر الضوئي المركّب والمجهر الإلكتروني.

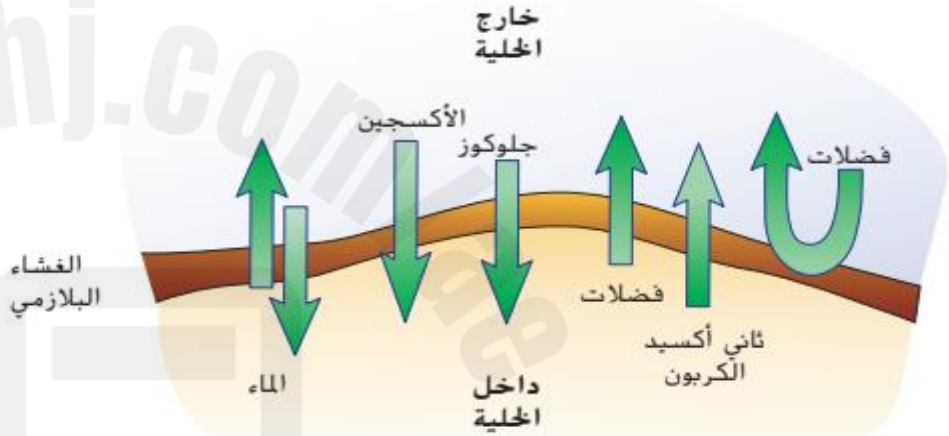
6. إذا كانت قوة التكبير الإجمالية لعدستين هي 30X، وقوة تكبير إحداهما 5X، فكم تبلغ قوة تكبير العدسة الأخرى؟ احسب إجمالي قوة التكبير إذا تم استبدال العدسة التي تبلغ قوة تكبيرها 5X بأخرى قوة تكبيرها 7X.

الشكل 5

يسار: تحتجز شبكة الصيد الأسماك داخلها بحسب حجمها بينما تسمح بمرور الماء والمواد الأخرى عبرها.

يمين: يحدد الغشاء البلازمي، بالطريقة نفسها، المواد التي تدخل إلى الخلية وتخرج منها.





وظيفة الغشاء البلازمي

تذكَّر أن عملية المحافظة على اتزان البيئة الداخلية للكائنات الحية تُسمى **الاتزان الداخلي** (homeostasis)، وهي ضرورية لبقاء الخلية. ويُعدّ الغشاء البلازمي إحدى التركيبات المسؤولة بشكل أساسي عن عملية **الاتزان الداخلي**؛ فهو حاجز رقيق ومرن يفصل بين الخلية وبيئتها ويسمح بدخول المواد المغذية إليها وخروج الفضلات والمواد الأخرى منها. إنّ لكلّ الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة غشاءً بلازميًا يفصلها عن البيئات السائلة التي تتواجد فيها.

تُعدّ خاصية **النفاذية الاختيارية** إحدى الخصائص الأساسية للغشاء البلازمي، فهي تسمح بمرور بعض المواد عبر غشاء الخلية وتمنع مرور أخرى وذلك بناء على حجمها ونوعها وحاجة الخلية لها. اعتبر أنّ شبكة الصيد تمثّل تشبيهًا للنفاذية الاختيارية. تحوي الشبكة المبيّنة في **الشكل 5** ثقوبًا تسمح بمرور الماء والمواد الأخرى عبرها، ولكن تمنع مرور الأسماك. وبناءً على حجم الثقوب التي في الشبكة، فقد تمرّ بعض أنواع الأسماك عبرها، في حين لا تمرّ أنواع أخرى. ويوضّح المخطط الموجود في **الشكل 5** خاصيّة النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي. كما تبيّن الأسهم أنّ المواد تدخل إلى الخلية وتخرج منها عن طريق هذا الغشاء. إنّ تركيب الغشاء يتحكّم في كميّة المواد التي تدخل إلى الخلية وتخرج منها، بالإضافة إلى توقيت دخول وخروج هذه المواد، والطريقة التي يتم بها ذلك.

التأكد من فهم النص **عرِّف** مصطلح النفاذية الاختيارية.

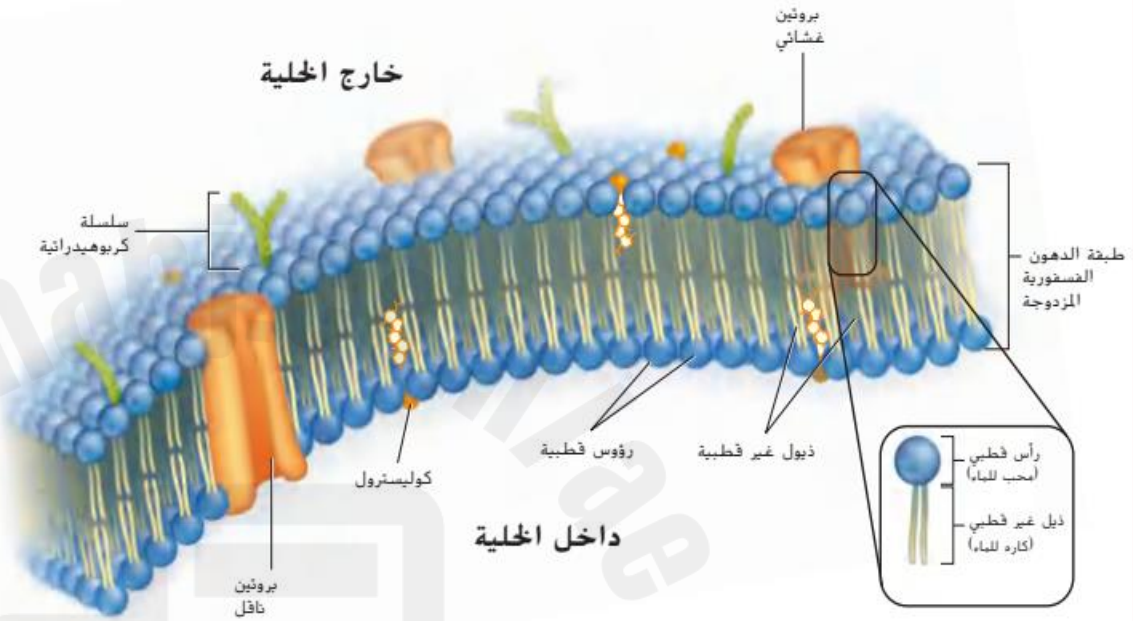
تركيب الغشاء البلازمي

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

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

إن طبقتَي جزيئات الدهون الفسفورية تشبهان شطيرة، تشكّل ذيول الأحماض الدهنية فيها الجزء الداخلي من الغشاء البلازمي، بينما تكون رؤوس الدهون الفسفورية مواجهة للبيئة السائلة داخل الخلية وخارجها كما هو مبيّن في **الشكل 6**. وتعدّ هذه البنية المزدوجة ضرورية في تكوين الغشاء البلازمي وأدائه لوظيفته. تترتب الدهون الفسفورية بطريقة تجعل الرؤوس القطبية أكثر قربًا من جزيئات الماء والذيول غير القطبية أكثر بعدًا عنها.

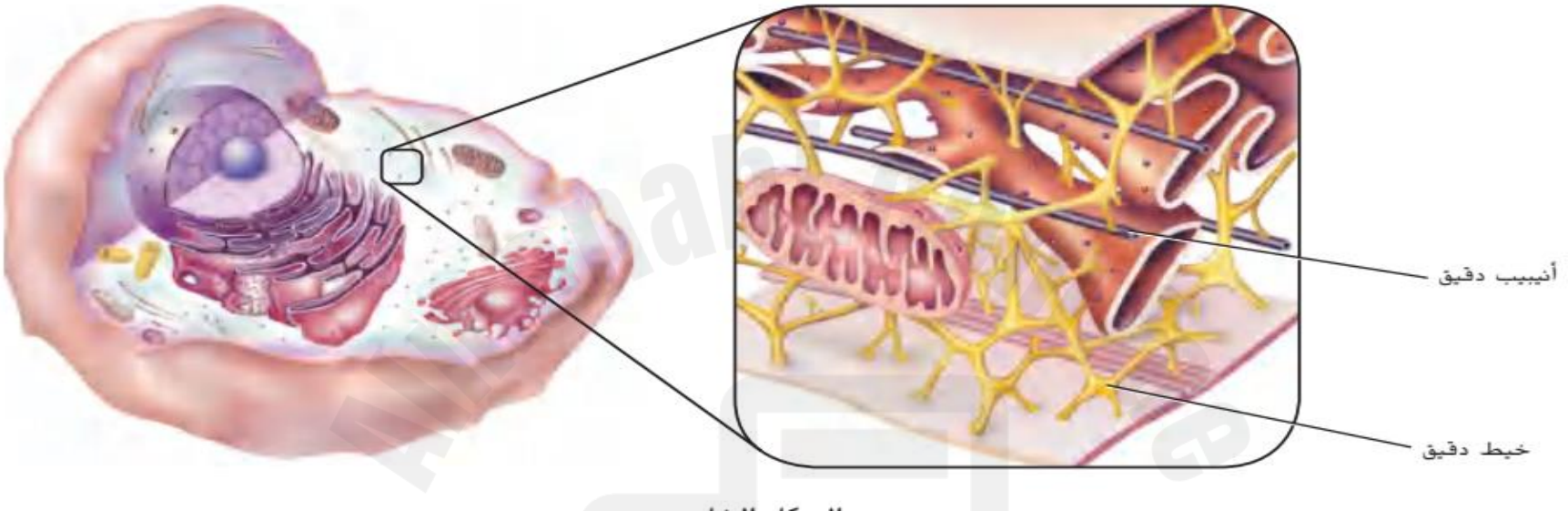
عندما يتجمّع العديد من جزيئات الدهون الفسفورية بهذا الشكل، ينشأ حاجز قطبي عند السطوح وغير قطبي في الوسط. لذلك، فإنّ المواد الذائبة في الماء لن تمرّ بسهولة عبر الغشاء البلازمي لأن وسط الغشاء غير القطبي سيعيق حركتها. وهكذا، يستطيع الغشاء البلازمي فصل البيئة الداخلية للخلية عن بيئتها الخارجية.



الشكل 6 تبدو طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة مثل الشطيرة. حيث يكون اتجاه الرؤوس القطبية المحبة للماء نحو الخارج والذيول غير القطبية كارهة للماء نحو الداخل.

استدل على طريقة عبور المواد الكارهة للماء الغشاء البلازمي.

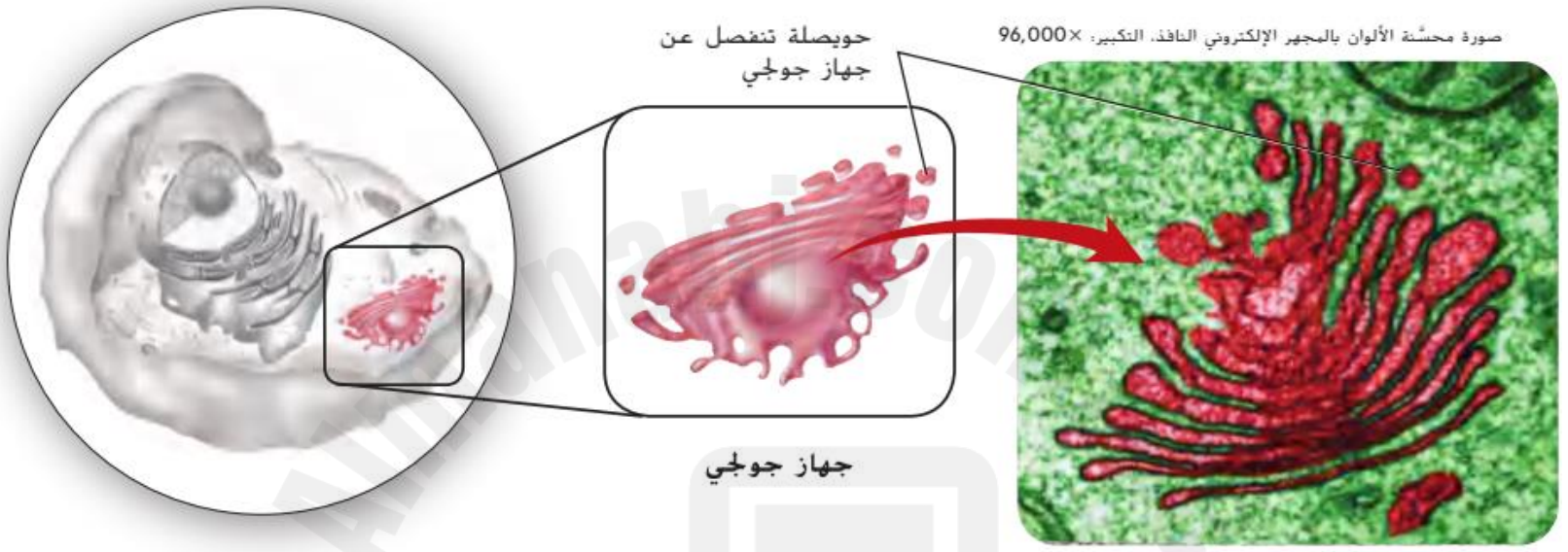
■ **الشكل 8** يتكوّن الهيكل الخلوي من أنيبيبات دقيقة وخيوط دقيقة.



الهيكل الخلوي

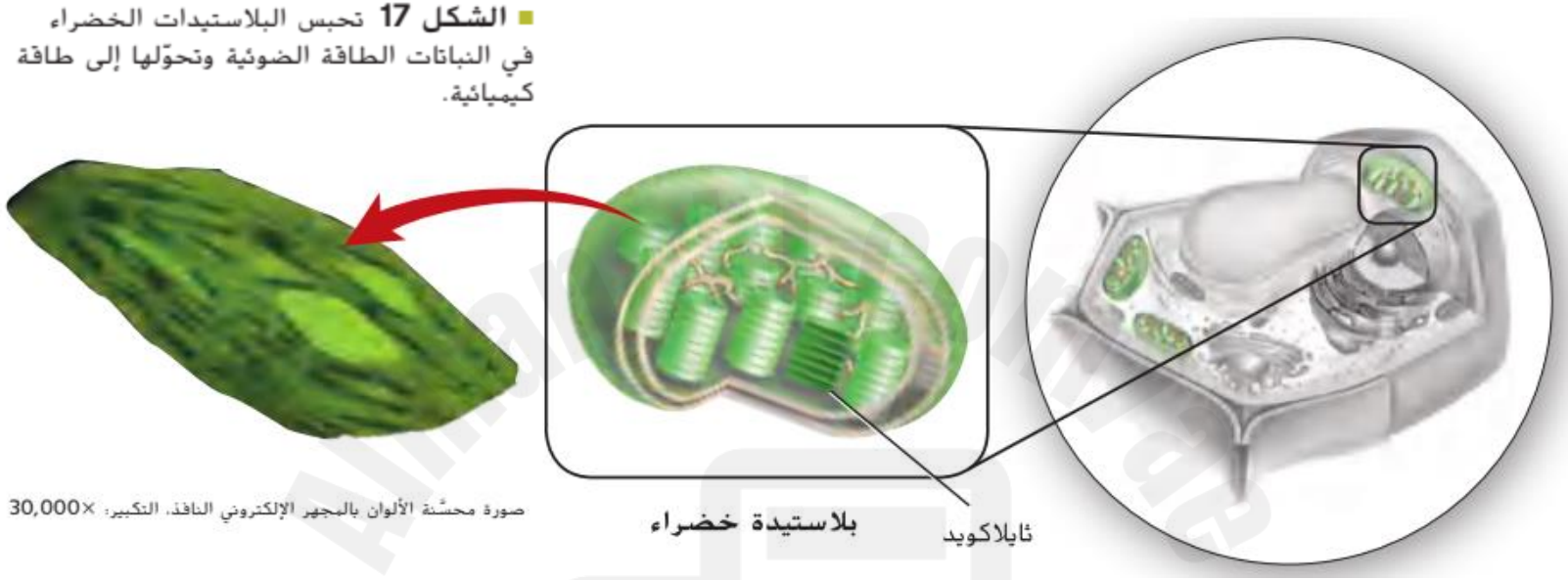
مؤخّرًا، اكتشف المتخصصون في علم الأحياء الخلوي، أنّ العضيات لا تسبح بحريّة في الخلية، بل يدعمها تركيب داخل السيتوبلازم مشابه للتركيب المُبيَّن في **الشكل 8**. **الهيكل الخلوي** هو شبكة داعمة من الألياف البروتينية الطويلة والرفيعة التي تكوِّن إطارًا للخلية وتُثبّت العضيات داخلها. كذلك، يقوم الهيكل الخلوي بوظيفة تتعلّق بحركة الخلية وغيرها من الأنشطة الخلوية.

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



■ **الشكل 12** أكوام مسطحة من الأغشية تكوّن جهاز جولجي.

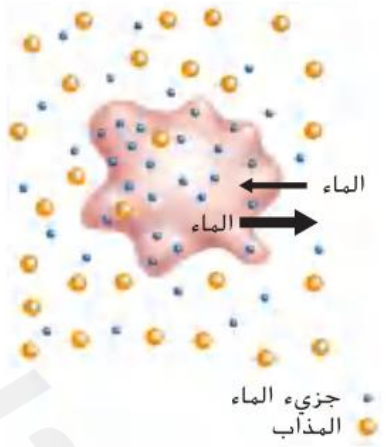
جهاز جولجي بعد أن تتمّ صناعة أحذية المشي في المناطق الوعرة في المصنع، يتعيّن جمعها في أزواج ووضعها في عُلب ثمّ شحنها. على نحوٍ مماثل، بعد بناء البروتينات في الشبكة البلازمية الداخلية، ينتقل بعضها إلى جهاز جولجي، كما هو مبيَّن في **الشكل 12**. إنّ **جهاز جولجي** هو عبارة عن كومة مسطحة من الأغشية التي تُعدِّل البروتينات وتصنِّفها وتغلِّفها داخل أكياس تُسمَّى الحويصلات. بعد ذلك، يصبح بمقدور هذه الحويصلات أن تلتحم بغشاء الخلية البلازمي لإطلاق البروتينات باتجاه البيئة الخارجية للخليّة. لاحظ الحويصلات المبيَّنة في **الشكل 12**.



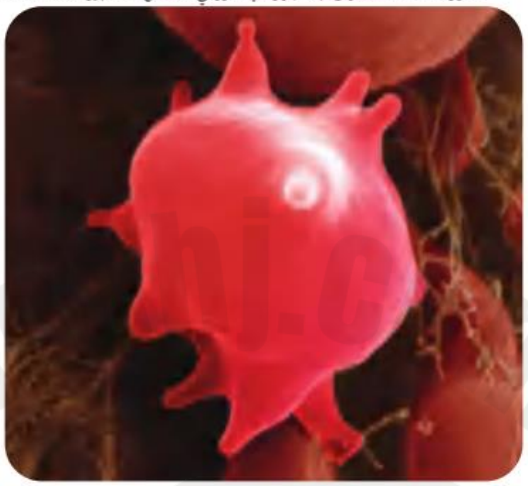
■ **الشكل 17** تحبس البلاستيدات الخضراء في النباتات الطاقة الضوئية وتحوّلها إلى طاقة كيميائية.

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

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

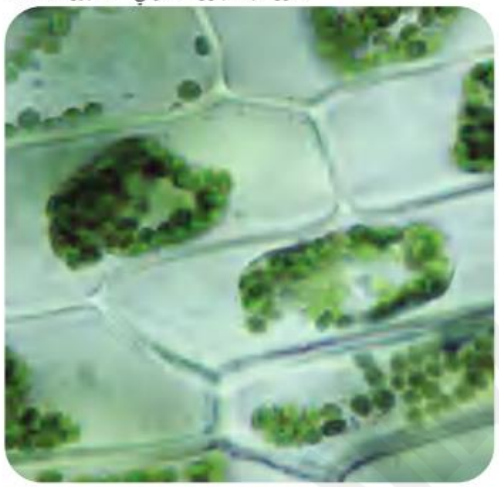


صورة محسَّنة الألوان بالمجهر الإلكتروني الماسح، التكبير: ×15000



خلايا حيوانية

صورة بالمجهر الضوئي، التكبير: ×250



خلايا نباتية

■ **الشّكل 25** في المحلول عالي التركيز.
يغادر الماء الخلية بفعل الأسموزية ما يؤدي إلى انكماشها. تذبل الخلايا الحيوانية حينما تفقد الماء. وكلما فقدت الخلايا النباتية الضغط الداخلي، تقلّص الغشاء البلازمي مبتعدًا عن الجدار.

الخلايا في محلول عالي التركيز عند تواجد الخلية في **محلول عالي التركيز (hypertonic solution)**، يصبح تركيز المذاب في خارج الخلية أعلى من داخلها. أثناء الأسموزية، تتجه محصّلة حركة الماء إلى خارج الخلية، كما يبيّن **الشّكل 25**. وتضمحّل الخلايا الحيوانية في المحلول عالي التركيز بسبب انخفاض الضغط في داخلها، في حين تفقد الخلايا النباتية المتواجدة في المحلول عالي التركيز الماء من الفجوة المركزية بشكل أساسي. علاوةً على ذلك، ينكمش الغشاء البلازمي مبتعدًا عن جدار الخلية، ويؤدي فقدان الماء في الخلية النباتية إلى ضمورها.

التأكد من فهم النص **قارن وقابل** بين أنواع المحاليل الثلاثة.

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

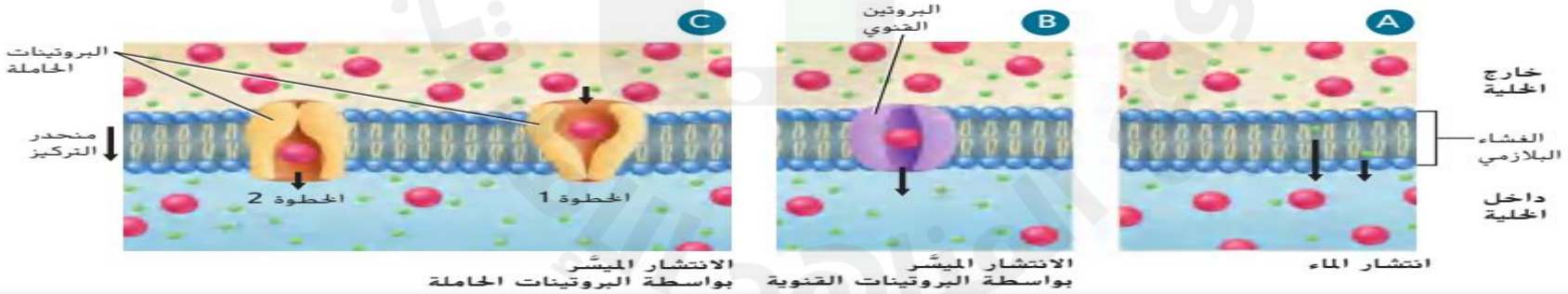
تتمثّل إحدى الخصائص الأساسية للانتشار في سرعة حدوثه. تتأثر سرعة الانتشار بثلاث عوامل رئيسة وهي: التركيز ودرجة الحرارة والضغط. فعند ارتفاع التركيز، يحدث الانتشار بسرعة أكبر بسبب تصادم عدد أكبر من الجسيمات بعضها ببعض. وبالطريقة نفسها، عند ارتفاع درجة الحرارة أو الضغط، يزداد عدد تصادم الجسيمات، وبالتالي تزداد سرعة الانتشار. تذكّر أنّ الجسيمات تتحرك بسرعة أكبر مع ارتفاع درجة الحرارة، ويقترب بعضها من بعض بدرجة أكبر عند ارتفاع الضغط. وفي كلتا الحالتين، يحدث المزيد من التصادم وتزداد سرعة الانتشار. وتتأثّر سرعة الانتشار أيضًا بحجم المادة وبشحنتها.

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

لا يتطلب انتشار الماء ولا الانتشار الميسَّر لمواد أخرى إدخالًا إضافيًا للطاقة، وذلك لأنّ الجسيمات تنتقل من منطقة عالية التركيز إلى منطقة منخفضة التركيز، ويُعرف ذلك بالنقل غير النشط. سنتعرف لاحقًا خلال هذا القسم على نوع النقل الخلوي الذي يتطلب حدوثه إضافة طاقة خارجية.

التأكد من فهم النص صِف طريقة دخول أيونات الصوديوم (Na^+) إلى الخلايا.

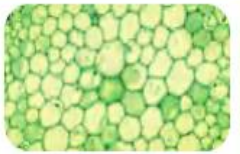
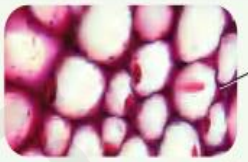
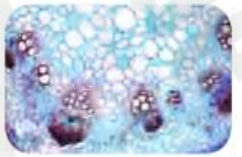
الشكل 21 ينتقل الماء بحرية عبر الغشاء البلازمي. إلا أنّ المواد الأخرى لا يمكنها المرور عبر طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة بمفردها بل تنتقل إلى داخل الخلية عن طريق النقل الميسّر.



الوحدة 2

بنية النبات ووظائفه

الجدول 1 الخلايا النباتية ووظائفها

نوع الخلية	مثال	الوظائف
البرنشيمية	 تخلو من البلاستيدات الخضراء تحوي بلاستيدات خضراء	• التخزين • البناء الضوئي • تبادل الغازات • الحماية • إصلاح الأنسجة واستبدالها
الكولنشيمية	 الكولنشيمية	• دعم الأنسجة المحيطة • توفير المرونة للنبتة • إصلاح الأنسجة واستبدالها
السكلرنشيمية	خلايا حجرية  ألياف	• الدعم • نقل المواد

1

الخلايا البرنشيمية إنّ معظم الخلايا المرنة الرقيقة الجدران والموجودة في كل أنحاء النبات هي **خلايا برنشيمية**. وتُشكّل الأساس لمعظم تراكيب النبات وتتميز بقدرتها على تأدية عدد كبير من الوظائف، منها التخزين والبناء الضوئي وتبادل الغازات والحماية. تجدر الإشارة إلى أنّ هذه الخلايا كروية الشكل كما أنّ جدران الخلية تصبح مسطحة عندما تكون متراصّة بعضها فوق بعض، كما هو مُبيّن في **الجدول 1**. من الصفات المهمّة للخلايا البرنشيميّة أنها قادرة على الانقسام عند اكتمال نموها. فعندما تتلف نبتة، تنقسم الخلايا البرنشيمية للمساعدة في إصلاحها. يمكن أن يكون للخلايا البرنشيمية سمات خاصة، بحسب الوظيفة التي تؤديها، إذ أنّ لدى بعض الخلايا البرنشيمية العديد من البلاستيدات الخضراء، كما هو مُبيّن أيضًا في **الجدول 1**. إنّ هذه الخلايا موجودة غالبًا في الأوراق والسيقان الخضراء ويمكن أن تقوم بعملية البناء الضوئي، فتنتج الجلوكوز. لدى الخلايا البرنشيمية، مثل تلك الموجودة في الجذور والثمار، فجوات مركزية كبيرة يمكنها تخزين المواد مثل النشا أو الماء أو الزيوت.

2

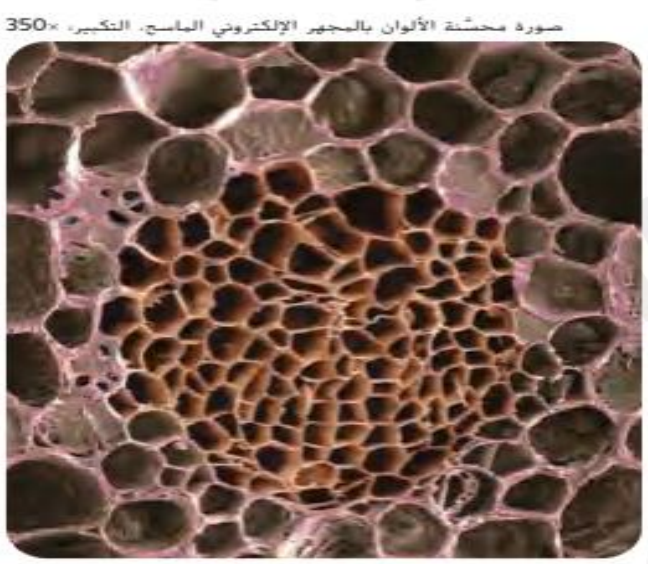
الخلايا النباتية

الخلايا الكولنشيمية إذا كنت قد أكلت يومًا الكرفس، فإنّ الخلايا الكولنشيمية مألوفة لديك، إذ تُشكّل هذه الخلايا تلك الخيوط الطويلة التي يمكن أن تسحبها من ساق الكرفس. إنّ **الخلايا الكولنشيمية** هي خلايا نباتية متطاولة الشكل في معظم الأحيان وموجودة في صورة شرائط أو أسطوانات طويلة تدعم الخلايا المحيطة. كما يظهر موضّح في **الجدول 1**، قد يكون للخلايا الكولنشيمية جدران خلوية سميكة على نحو غير متساوٍ. عندما تنمو الخلية الكولنشيمية، قد تتمدد الأجزاء الرقيقة لجدار خليتها. بفضل نمط النمو هذا، تكون الخلايا الكولنشيمية مرنة وقابلة للتمدّد، ما يُمكّن النباتات من الانثناء من دون أن تنكسر. وللخلايا الكولنشيمية، تمامًا مثل الخلايا البرنشيمية القدرة على الانقسام عند اكتمال نموها.

3

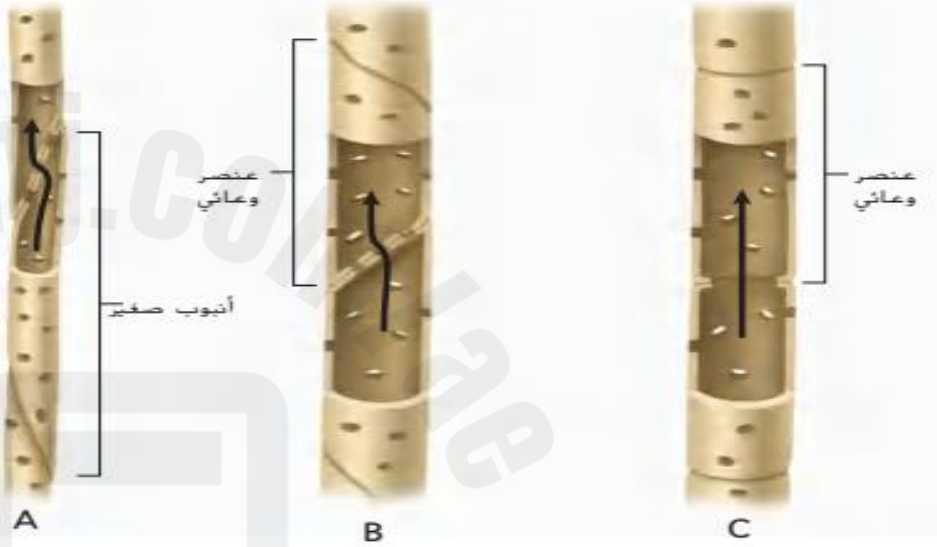
الخلايا السكلرنشيمية على عكس الخلايا البرنشيمية والكولنشيمية، تفتقر **الخلايا السكلرنشيمية** إلى السيتوبلازم ومكوّنات حيّة أخرى عند اكتمال نموها، ولكنّ جدرانها السميكة الصلبة تبقى قائمة. توفّر هذه الخلايا الدعم للنبتة، ويُستخدم بعضها لنقل المواد داخل النبتة. فضلًا عن ذلك، تكوّن الخلايا السكلرنشيمية النسبة الأكبر من الخشب الذي نستخدمه في بناء مأوى أو صناعة وقود أو منتجات ورقيّة.

ثمّة نوعان من الخلايا السكلرنشيمية، وهما الخلايا الحجرية والألياف، كما هو مُبيّن في **الجدول 1**. ربما تكون قد أكلت بعض الخلايا الحجرية، فهي تُشكّل القوام الخشن لثمار الكمثرى. تُعرف الخلايا الحجرية أيضًا باسم الخلايا المتصلّبة. تتوزّع هذه الخلايا بشكل عشوائي في كل أجزاء النبتة، وهي أقصر من الألياف وذات شكل غير منتظم نوعًا ما. تنتج قساوة غلاف البذور وصلابة قشور الجوز عن وجود خلايا حجريّة. تقوم الخلايا الحجرية أيضًا بالنقل. أما خلايا الألياف، فهي إبرية الشكل ولها جدار خلية سميك وفيها فراغ داخلي صغير. عندما تلتصق نهايات الألياف معًا، تُشكّل نسيجًا قويًا ومرنًا. لقد استخدم الإنسان هذه الألياف في صناعة الحبال والكتّان والجنفاص وغيرها من الأقمشة لعدة قرون، كما هو مُبيّن في **الشكل 2**.



■ **الشكل 6** كلّ من الأنابيب الصغيرة والعناصر الوعائية هي الخلايا الناقلة في الخشب.

صورة محسّنة الألوان بالمجهر الإلكتروني الماسح. التكبير: ×350



الأنسجة الوعائية يُعدّ نقل الماء والغذاء والمواد المذابة، في النبتة. الوظيفة الأساسية لنوعين من الأنسجة الوعائية هما الخشب واللحاء.

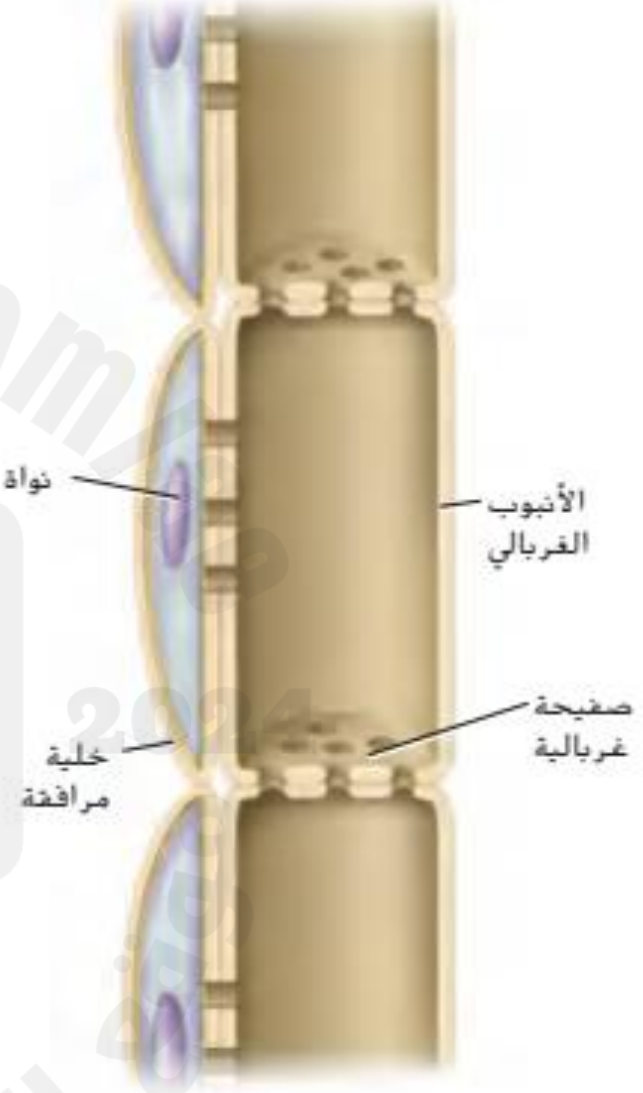
الخشب يدخل الماء الذي يحتوي على معادن مذابة عبر الجذور إلى النبتة. يُنقل الماء وما فيه من معادن مذابة في كل أجزاء النبتة من خلال نظام الخشب الذي يتدفق بشكل مستمر من الجذور حتى الأوراق. إنّ **الخشب** هو نسيج وعائي ناقل للماء يتألف من خلايا متخصصة تُسمّى العناصر الوعائية والقصيبات. عند اكتمال النمو، يتكوّن كل من العنصر الوعائي والقصيبة من جدار الخلية فحسب. يسمح عدم وجود السيتوبلازم عند النضج للماء بالتدفق بحرية عبر هذه الخلايا.

إنّ **العناصر الوعائية** عبارة عن خلايا أنبوبية تتراص طرفًا لطرف، فتشكّل شرائط من الخشب تسمى الأوعية. وتكون العناصر الوعائية مفتوحة عند طرفيها مع أشرطة تشبه الحاجز عند الفتحات. في بعض النباتات، تفقد العناصر الوعائية مكتملة النمو جدرانها الطرفية، ويسمح هذا للماء والمواد المذابة بالانتقال بحرية من عنصر وعائي إلى آخر.

إنّ **الأنابيب الصغيرة (القصيبات)** هي خلايا أسطوانية طويلة ذات أطراف مثقبة. تصطفّ الخلايا طرفًا لطرف وتُشكّل شريطًا يشبه الأنبوب. للأنابيب الصغيرة المكتملة النمو جدران طرفية في الصورة A وB من **الشكل 6**، بخلاف بعض العناصر الوعائية المكتملة النمو الصورة C من **الشكل 6**. لهذا السبب، تكون الأنابيب الصغيرة أقل كفاءة من العناصر الوعائية عند نقل المواد. قارن بين تركيب الأنابيب الصغيرة والعناصر الوعائية في **الشكل 6**.

في النباتات معراة البذور أو النباتات البذرية غير الزهرية، يتكون الخشب في الغالب من أنابيب صغيرة. أما في النباتات البذرية الزهرية، فيتكون الخشب من قصيبات وأوعية. بما أنّ الأوعية أكثر كفاءة في نقل الماء والمواد، يفترض العلماء أنّ ذلك قد يفسّر سبب نمو النباتات الزهرية في بيئات مختلفة عديدة.

التأكد من فهم النص **اشرح** وظيفة كلّ من العناصر الوعائية والأنابيب الصغيرة.



الشكل 7 لاحظ الثقوب الموجودة في الصفائح الغربالية بين الأنابيب الغربالية.

اللحاء إنّ النسيج الأساسي الذي ينقل الغذاء هو **اللحاء**. فهو ينقل السكريات المذابة ومركّبات عضويّة أخرى في كل أجزاء النبتة. تذكر أنّ الخشب ينقل فقط المواد بعيدًا عن الجذور. أمّا اللحاء، فينقل المواد من الأوراق والسيقان إلى الجذورتحذف هذه الجملة المظللة. الجدير بالذكر أنّه ثمّة خلايا حجرية وألياف مرتبطة باللحاء، على الرغم من أنها لا تُستخدم في النقل وتتلخص وظيفة هذة الخلايا. السكلرنشيمية المتينة الدعم للنبتة.

يتكوّن اللحاء من نوعين من الخلايا، الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة، كما هو مُبيّن في **الشكل 7**. يحتوي **الأنبوب الغربالي** على السيتوبلازم، لكنه يفتقر إلى النواة والرايبوسومات عندما يكون مكتمل النمو. وبجوار الأنابيب الغربالية توجد ثمة **خلايا مرافقة**، لكل منها نواة. يفترض العلماء أنّ هذه النواة تساعد الأنبوب الغربالي مكتمل النمو. في النباتات الزهرية تراكيب تُسمّى الصفائح الغربالية موجودة عند طرف الأنابيب الغربالية. ولهذه الصفائح الغربالية ثقوب واسعة يمكن أن تتدفق المواد الغذائية من خلالها.

يتم أيض بعض الجلوكوز الذي تنتجه الأوراق والأنسجة الأخرى التي تقوم بعملية البناء الضوئي. لكن بعضه الآخر يتحوّل إلى نوع آخر من الكربوهيدرات، ويُنقل ليُخَزَّن في مناطق في النبتة تُسمّى المخازن. ومن الأمثلة على المخازن خلايا التخزين البرنشيمية الموجودة في قشرة الجذر التي سيتمّ التطرّق إليها في القسم التالي من هذه الوحدة. إضافةً إلى ذلك، يُسمّى نقل الكربوهيدرات المذابة في اللحاء من المصادر إلى المخازن والمواد الأخرى **الانتقال المكاني**.

الأنسجة الأساسية إنّ فئة الأنسجة النباتية التي لا تندرج تحت الأنسجة المولّدة أو الجلدية أو الوعائية هي الأنسجة الأساسية. وتتكوّن **الأنسجة الأساسية** من خلايا برنشيمية وكولنشيمية وسكلرنشيمية ولها وظائف متنوعة، منها البناء الضوئي والتخزين والدعم. إضافةً إلى ذلك، يتكوّن معظم النبات من نسيج أساسي. يحتوي النسيج الأساسي في الأوراق والسيقان الخضراء على خلايا تتضمن العديد من البلاستيدات الخضراء التي تنتج الجلوكوز للنبات. وفي بعض السيقان والجذور والبذور، تحتوي خلايا النسيج الأساسي على فجوات كبيرة تخزن السكريات أو النشا أو الزيوت أو مواد أخرى. كما توفر الأنسجة الأساسية الدعم عندما تنمو بين أنواع أخرى من الأنسجة.

■ **الشكل 9** يُتيح تركيب جذور النباتات دخول الماء والمعادن المذابة إلى النبات ويتيح تحرّكها. **سلسل الأنسجة يمر عبرها الماء أثناء انتقاله من الشعيرة الجذرية إلى نسيج خشب جذر ما.**

ثمّة طبقة من الخلايا تسمى **البشرة الداخلية**، في الحد الداخلي للقشرة كما هو مبيّن في **الشكل 9**. يحيط بكل خلية من خلايا البشرة الداخلية شريط مقاوم للماء يسمّى شريط كاسبار، يشكّل جزءًا من جدار الخلية. يشبه موقع شريط كاسبار موقع الطين الذي يحيط بالطوب في جدران المباني. يُشكل شريط كاسبار حاجزًا يُرغِم الماء والمعادن المذابة على المرور عبر خلايا البشرة الداخلية بدلًا من المرور من حولها. بالتالي، تنظّم الأغشية البلازمية لخلايا البشرة الداخلية المواد التي تدخل إلى الأنسجة الوعائية.

الجدول 2 أنظمة الجذور ووسائل تكيُّفها

النوع	نظام الجذر الوتدي	نظام الجذر الليفي	الدرنات
المثال			
الوظيفة	• تثبيت النبات • تخزين الغذاء والماء	• تثبيت النبات • التخزين السريع للماء	تخزين الماء والغذاء

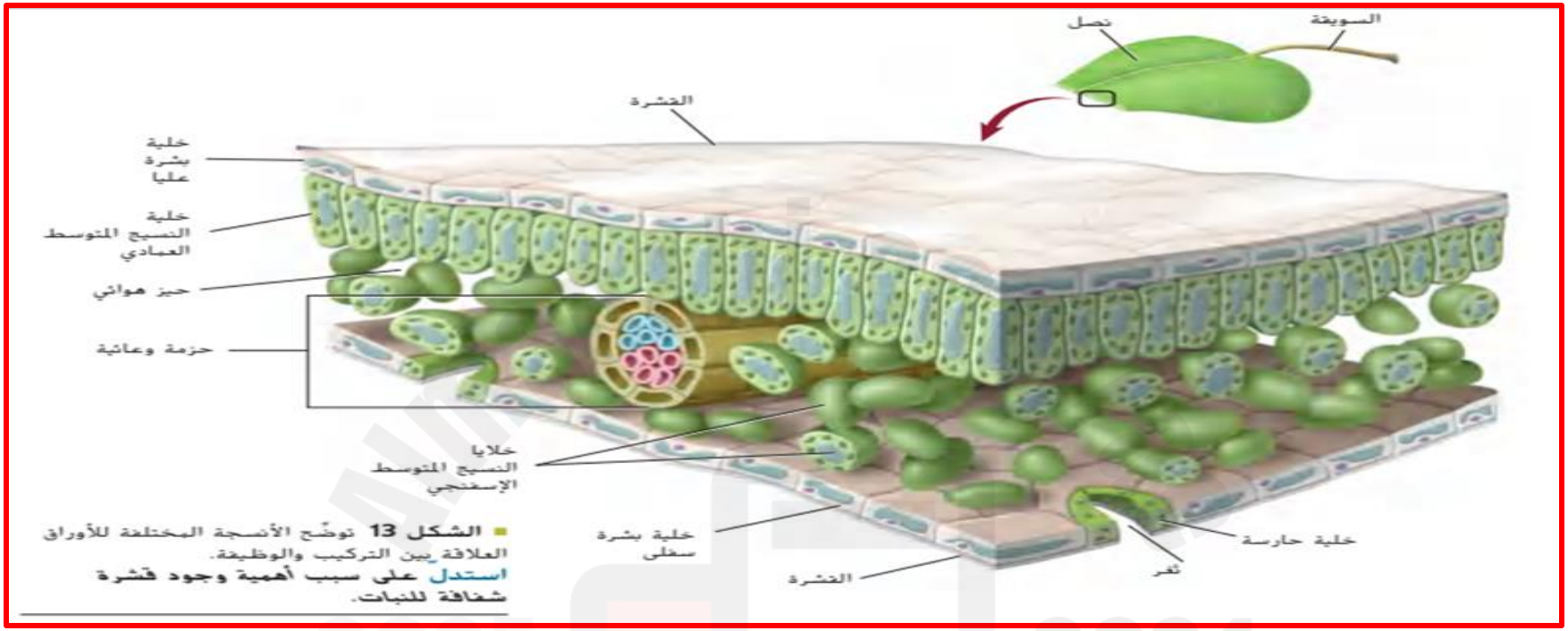
النوع	الجذور المتحوّرة – الجذور التنفسية	الجذور العرضية – الجذور الدعامية
المثال		
الوظيفة	مدّ الجذور المغمورة بالأكسجين	دعم سيقان النبات

أنواع الجذور ثمة نوعان رئيسان من أنظمة الجذور، هما الجذور الوتدية والجذور الليفية. يتكوّن نظام الجذر الوتدي من جذر سميك بالإضافة إلى بعض الجذور الصغيرة المتفرعة جانبيًا. وتُخزّن بعض النباتات، مثل الفجل والبنجر والجزر، الغذاء في الخلايا البرنشيمية للجذر الوتدي، كما هو مبيّن في **الجدول 2**.

تتسم أنظمة الجذور الليفية، المبيّنة أيضًا في **الجدول 2**، بوجود عدد كبير من الجذور المتفرعة التي لها الحجم نفسه تقريبًا، والتي تنمو من نقطة مركزية. تُخزّن النباتات أيضًا الغذاء في أنظمة الجذور الليفية. مثال عليها البطاطا الحلوة.

تتكيَّف أنواع أخرى من الجذور، مبيّنة كذلك في **الجدول 2**، مع بيئات متنوّعة. ففي المناطق القاحلة، تُنتج بعض النباتات جذورًا كبيرة تخزّن الماء. تُطوِر أشجار السرو والقرم وبعض الأشجار الأخرى التي تعيش في الماء، جذورًا متحوّرة تساعد في إمداد الجذور المسمّاة الجذور التنفسية بالأكسجين. تتكوّن الجذور العرضية في أماكن لا تنمو فيها الجذور عادةً، ويمكنها القيام بوظائف مختلفة. على سبيل المثال، لبعض الأشجار الاستوائية جذور عرضية تساعد في دعم فروعها. تشبه هذه الجذور أثناء نموّها جذوع الأشجار.

52	الشكل 13	BIO.3.1.01.082 يصف خصائص الأوراق التحورات / والتكيفات	16



الشكل 13 توضّح الأنسجة المختلفة للأوراق العلاقة بين التركيب والوظيفة.
استدل على سبب أهمية وجود قشرة شفافة للنبات.

الأوراق

تتخذ الأوراق أشكالًا وألوانًا متعددة، وتختلف ترتيباتها في النباتات باختلاف الأنواع. يمكن أن تتنوع أحجام الأوراق بدءًا من ورقة يبلغ قطرها 2 m حتى ورقة يقل طولها عن 1 mm. فضلًا عن ذلك، يتراوح عدد الأوراق التي ينتجها النبات، في الموسم الزراعي، بين قليل، كما في نبات النرجس البري، وصولًا إلى مئات الآلاف من الأوراق التي تنتجها شجرة الخشب الصلب الناضجة.

تركيب الورقة تتمثّل الوظيفة الرئيسة للأوراق في عملية البناء الضوئي، ويتلاءم تركيبها مع هذه الوظيفة بصورة جيدة. تحتوي معظم الأوراق على جزء مسطح يُسمى النصل يتميز بمساحة سطح كبيرة نسبيًا. وفقًا لنوع النبات، يمكن أن يصل بين النصل والساق عود يسمى **السويقة**. يربط النسيج الوعائي للسويقة بين الأنسجة الوعائية للساق والأنسجة الوعائية للورقة أو عروق الورقة. تفتقر بعض النباتات، كالأعشاب مثلًا، إلى السوَيقات، وتتّصل نصول أوراقها بالساق مباشرةً.

يتلاءم التركيب الداخلي لمعظم الأوراق جيدًا مع عملية البناء الضوئي. يبيّن **الشكل 13** الخلايا المتراصة بإحكام مباشرةً تحت طبقة البشرة العلوية للورقة. إنّ معظم عملية البناء الضوئي تتم في هذه الخلايا التي تشبه الأعمدة. إنّها تحتوي على العديد من البلاستيدات الخضراء وتُكوّن نسيجًا يسمّى **النسيج المتوسط العمادي**، أو الطبقة العمادية. يوجد أسفل النسيج المتوسط العمادي **النسيج المتوسط الإسفنجي**، الذي يتألف من خلايا متباعدة غير منتظمة الشكل، يوجد بينها فراغات. يتحرّك كل من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء عبر الفراغات الموجودة في النسيج المتوسط الإسفنجي. إضافةً غلى ذلك، تحتوي خلايا النسيج المتوسط الإسفنجي على بلاستيدات خضراء، لكنّ عددها في كل خلية هو أقل من عددها في النسيج المتوسط العمادي.

يتلاءم التركيب الداخلي لمعظم الأوراق جيدًا مع عملية البناء الضوئي. يبيّن

الجدول 3 أنواع السيقان

النوع	الدرنة	الريزوم	الساق الجارية
المثال	البطاطس البيضاء	السوسن	نبات الفيلان
الوظيفة	تخزين الغذاء	• تخزين الغذاء • التكاثر اللاجنسي	التكاثر اللاجنسي

النوع	البصلة	الكعب
المثال	النرجس	الزعفران
الوظيفة	تخزين الغذاء	تخزين الغذاء

أنواع السيقان تتمتع كل السيقان بوسائل تكيُّف تساعد النباتات على البقاء على قيد الحياة. في بعض النباتات، تُمكّن وسائل التكيُّف هذه السيقان من تخزين الفائض من الغذاء، وفي نباتات أخرى، تساعد على تحمل الجفاف أو البرد أو الحرارة. قد يكون من السهولة بمكان، أنّ تتعرّف على سيقان الطماطم وأشجار البلوط، إلا أنّ ثمة نباتات أخرى لها سيقان لا تشبه السيقان النموذجية.

على سبيل المثال، تُمثّل البطاطس البيضاء نوعًا من السيقان يسمى الدرنة، وهي ساق منتفخة تنمو تحت الأرض مع براعم يمكن أن تنمو منها ثمار بطاطس جديدة. أما ساق البصل أو الخزامي أو الزنبق المخطط، فهي جزء من بصلة النبات. والبصلة ساق قصيرة مضغوطة محاطة بأوراق طريّة. لدى نباتات السوسن وبعض السراخس ريزومات، هي سيقان تنمو أفقيًّا تحت الأرض. يخزّن بعض الريزومات الغذاء. أما السيقان الجارية أو المدّادة، فهي سيقان تنمو على طول سطح التربة في الطبيعة، مثل تلك الموجودة في نباتات الفراولة وبعض الحشائش. إنّ الزعفران والدلبوث أمثلة على النباتات التي تشكّل الكعوب. يتكوّن الكعب بالكامل تقريبًا من نسيج الساق، مع بعض الأوراق الحرشفية أعلى قمّته. ثمّة أمثلة على بعض أنواع السيقان هذه مبيّنة في **الجدول 3**.

■ **الشكل 14** في كل نوع من النباتات البذرية يوجد أوراق لها مجموعة فريدة من الخصائص. تم تبيان بعضها في هذا الشكل.

نوع الورقة	نمط تعرّق الورقة	ترتيب الأوراق
بسيطة	راحي	متقابل
مركّبة	ريشي	متبادل
	متوازي	سواري

خصائص الأوراق هل يمكنك التعرّف على شجرة الغيقب من خلال رؤية أورافها؟ يمكن لبعض الأشخاص الاعتماد على أوجه الاختلاف في حجم الأوراق وشكلها ولونها وملمسها، لمساعدتهم في التعرّف على أنواع النباتات. يتّسم بعض الأوراق بالبساطة، أي أنّ نصل الورقة غير مقسَّم إلى أجزاء أصغر. أما الأوراق المركبة، فتحتوي على أنصال مقسَّمة إلى جزأين أو أكثر، من الأجزاء الأصغر حجمًا التي تسمى وريقات، كما هو مبيّن في **الشكل 14**.

يمكن استخدام ترتيب الأوراق على الساق، المبيَّن أيضًا في **الشكل 14**، للتمييز بين أنواع النباتات. يعرف ترتيب النمو بـ "المتقابل" في حال وجود ورقتين متعاكستين بصورة مباشرة على الساق. أما ترتيب النمو المتبادل، فيحدث عند متعاكستين بصورة مباشرة على الساق. اما ترتيب النمو المتبادل، فيحدث عند تناوب مواضع الأوراق على جانبي الساق المتقابلين. ثمّة ترتيب ثالث يُعرف بالترتيب الدائري، ويحدث عند تباعد ثلاث أوراق أو أكثر بمسافة بينية متساوية حول الساق في الموضع نفسه.

إضافةً إلى أنّه يمكن استخدام ترتيب العروق في الورقة أو نمط التعرّق للتعرّف على الأوراق. تحتوي النباتات الأحادية الفلقة عادةً على نمط تعرّق متوازٍ بينما تشتمل النباتات الثنائية الفلقة على نمط تعرق متفرع أو يشبه الشبكة.

هرمونات النباتات واستجاباتها

الفكرة الرئيسة **يمكن أن تؤثر الهرمونات في استجابات النبات لبيئته.**

الربط مع الحياة اليومية ربما تعلمت في درس الصحة أو في مقرر علوم آخر أنّ الهرمونات تتحكم في الاستجابات المختلفة لجسمك. فعند تناول الطعام، ترسل الهرمونات إشارات إلى خلايا جهازك الهضمي لتُفرز إنزيمات الهضم. على الرغم من أنّ النباتات ليس لها أجهزة هضمية تُفرز إنزيمات، إلا أنّ الهرمونات تتحكم في جوانب متعددة من نموها وتطورها.

الهرمونات النباتية

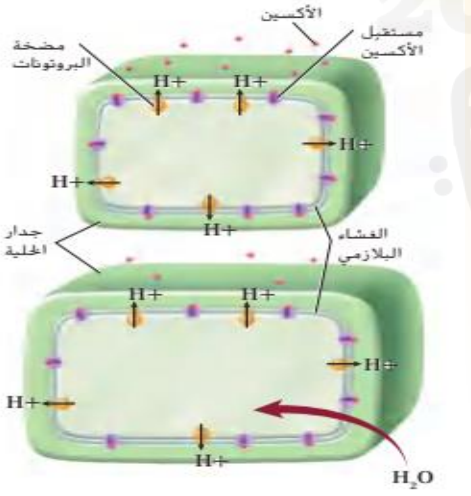
إنّ الهرمونات مركّبات عضوية تُصنع في جزء مُعيّن من الكائن الحي، ثم تنتقل إلى جزء آخر حيث يكون لها تأثير فيه. يحتاج الكائن الحي إلى كمية ضئيلة جدًا من الهرمون لإحداث تغيير فيه. هل تفاجأت عند قراءة أنّ النباتات تُنتج هرمونات؟ يمكن أن تؤثر الهرمونات النباتية في انقسام الخلية أو نموها أو تمايزها. تشير نتائج البحث إلى أنّ الهرمونات النباتية تعمل من خلال الارتباط كيميائيًا بالغشاء البلازمي في مواقع محددة تُسمّى البروتينات المستقبلة. يُمكن أن تؤثر هذه المستقبلات في التعبير الجيني أو نشاط الإنزيمات أو نفاذية الغشاء البلازمي بالطريقة نفسها التي

الأكسين **الأكسين** هو من الهرمونات النباتية الأولى التي تم اكتشافها. ثمّة أنواع مختلفة منه، غير أنّ حمض إندول الخليك هو من أكثر الأنواع دراسة. يُنتَج حمض إندول الخليك (IAA) في الأنسجة المولّدة القمّية والبراعم والأوراق الصغيرة والأنسجة الأخرى التي تنمو سريعًا. وينتقل عبر النبتة من خلية برنشيمية إلى أخرى من خلال أحد أنواع النقل النشط. الجدير بالذكر أنّه تمّ قياس سرعة هذا الانتقال وبلغت 1 cm في الساعة. تنتقل بعض الأكسينات أيضًا في اللحاء، فضلًا عن ذلك، ينتقل الأكسين في اتجاه واحد فقط بعيدًا عن مكان إنتاجه.

الربط بالكيمياء يُحفز الأكسين عادةً تمدد الخلايا أو استطالتها. تشير الأبحاث إلى أنّ هذه عملية غير مباشرة تحدث في الخلايا الصغيرة. الأكسين يُعزّز تدفق أيونات الهيدروجين عبر مضخات البروتون من السيتوبلازم إلى جدار الخلية، ما يؤدي إلى بيئة أشد حموضة، وبالتالي إلى إضعاف الروابط بين ألياف السيلولوز في جدار الخلية. إضافةً إلى أنّه يُنشط إنزيمات مُعيّنة تساعد في تفكيك جدار الخلية. نتيجة لفقدان أيونات الهيدروجين في السيتوبلازم، يدخل الماء إلى الخليّة كما هو مُبيّن في **الشكل 17**. ينجم عن ضعف جدران الخلية وازدياد الضغط الداخلي استطالة الخلية.

يختلف تأثير الأكسين في النبتة اختلافًا كبيرًا بناءً على تركيزه وموقعه. على سبيل المثال، نجد أنّ تركيز الأكسين الذي يعزز نمو الساق يمكن أن يثبط نمو الجذر في بعض النباتات. وتُحفز التركيزات المنخفضة من الأكسين استطالة الخلية عادةً، في حين قد تسبب التركيزات الأعلى منه أثرًا معاكسًا. كذلك، يمكن أن يؤدي وجود هرمونات أخرى إلى تعديل من تأثيرات الأكسين.

الشكل 17 يُعزز الأكسين تدفق أيونات الهيدروجين إلى جدار الخلية مما يضعفه فيدخل الماء إلى الخلية مما يجعلها تستطيل.



الأسئلة الرئيسة

- ما الأنواع الرئيسة لهرمونات النباتات؟
- كيف تؤثر الهرمونات في نمو النباتات؟
- كيف تتشابه الأنواع المختلفة من استجابات النبات؟

مفردات للمراجعة

النقل النشط active transport: حركة المواد عبر الغشاء البلازمي في عكس اتجاه منحدر التركيز

مفردات جديدة

auxin	الأكسين
gibberellins	الجبرلين
ethylene	الإيثيلين
cytokinin	السايتوكاينين
nastic response	استجابة الحركة
tropism	الانتحاء

الشكل 19 إذا عولجت الطماطم الموجودة على اليسار **بالإيثيلين**، فمن المتوقع أن تبدو مثل نظيرتها الموجودة على اليمين.

الأكسين **الأكسين** هو من الهرمونات النباتية الأولى التي تم اكتشافها. ثمّة أنواع مختلفة منه، غير أنّ حمض إندول الخليك هو من أكثر الأنواع دراسة. يُنتَج حمض إندول الخليك (IAA) في الأنسجة المولّدة القمّية والبراعم والأوراق الصغيرة والأنسجة الأخرى التي تنمو سريعًا. وينتقل عبر النبتة من خلية برنشيمية إلى أخرى من خلال أحد أنواع النقل النشط. الجدير بالذكر أنّه تمّ قياس سرعة هذا الانتقال وبلغت 1 cm في الساعة. تنتقل بعض الأكسينات أيضًا في اللحاء. فضلًا عن ذلك، ينتقل الأكسين في اتجاه واحد فقط بعيدًا عن مكان إنتاجه.

الربط بالكيمياء يُحفز الأكسين عادةً تمدد الخلايا أو استطالتها. تشير الأبحاث إلى أنّ هذه عملية غير مباشرة تحدث في الخلايا الصغيرة. الأكسين يُعزّز تدفق أيونات الهيدروجين عبر مضخات البروتون من السيتوبلازم إلى جدار الخلية، ما يؤدي إلى بيئة أشد حموضة، وبالتالي إلى إضعاف الروابط بين ألياف السيلولوز في جدار الخلية. إضافةً إلى أنّه يُنشط إنزيمات مُعيّنة تساعد في تفكيك جدار الخلية. نتيجة لفقدان أيونات الهيدروجين في السيتوبلازم، يدخل الماء إلى الخليّة كما هو مُبيّن في **الشكل 17**. ينجم عن ضعف جدران الخلية وازدياد الضغط الداخلي استطالة الخلية.

يختلف تأثير الأكسين في النبتة اختلافًا كبيرًا بناءً على تركيزه وموقعه. على سبيل المثال، نجد أنّ تركيز الأكسين الذي يعزز نمو الساق يمكن أن يثبط نمو الجذر في بعض النباتات. وتُحفز التركيزات المنخفضة من الأكسين استطالة الخلية عادةً، في حين قد تسبب التركيزات الأعلى منه أثرًا معاكسًا. كذلك، يمكن أن يؤدي وجود هرمونات أخرى إلى تعديل من تأثيرات الأكسين.

يُسبّب وجود الأكسين أيضًا ظاهرة تُسمّى سيادة القمة وتحدث هذه الظاهرة عندما ينمو النبات غالبًا نحو الأعلى من دون فروع جانبية أو مع القليل منها. فالأكسين الذي ينتجه النسيج المولّد القمّي يثبط نمو الفروع الجانبية. مع ذلك، تؤدي إزالة النسيج المولّد القمّي إلى تقليل كمية الأكسين الموجودة ممّا يُعزّز نمو الفروع الجانبية. يُبيّن **الشكل 18** الفرق الذي تُحدثه هذه الإزالة.

تؤثر الأكسينات في تكوّن الثمار وتؤخر سقوطها. تُشير نتائج الأبحاث إلى أنّ نُضج الخلايا يصحبه بُطء إنتاج الأكسين. في نهاية موسم النمو، تؤدي قلة كمية الأكسين في بعض الأشجار والشجيرات إلى سقوط الثمار الناضجة على الأرض وسقوط الأوراق قبل فصل الشتاء.

التأكد من فهم النص **قارن وقابل** بين طرق تأثير التركيزات المختلفة للأكسين في النبات.

الجبرلين تسبب مجموعة الهرمونات النباتية التي تُسمّى **الجبرلينات** استطالة الخلية وتُحفّز انقسامها وتؤثر في نمو البذور. الجدير بالذكر أنّ الجبرلين ينتقل في الأنسجة الوعائية. تفتقر النباتات القزمة غالبًا إلى الجينات المسؤولة عن إنتاج الجبرلين أو الجينات المسؤولة عن المستقبلات البروتينية للجبرلين. ويزداد طول النباتات التي تفتقر إلى الجينات المسؤولة عن الجبرلين ولكن لديها مستقبلاته، عند معالجتها بالجبرلين. قد يتسبب وضع الجبرلين على نبتة ما في ازدياد طولها.

الإيثيلين إنّ الهرمون الغازي الوحيد المعروف هو **الإيثيلين**، وهو مركّب بسيط يتكوّن من ذرتي كربون وأربع ذرات هيدروجين. الإيثيلين موجود في الأنسجة النباتية مثل الثمار الناضجة والأوراق المتساقطة والأزهار. يمكن للإيثيلين أن ينتشر في الفراغات بين الخلايا لأنه غاز. كما إنه ينتقل داخل اللحاء.

على الرغم من أنّ الإيثيلين قد يؤثر في أجزاء أخرى من النباتات، إلا أنّه يؤثر في نُضج الثمار بشكل أساسي كما أنّه يتسبب في إضعاف جدران خلايا الثمار غير الناضجة وتحليل الكربوهيدرات المعقدة إلى سكريات بسيطة. عند تعرّض الثمار للإيثيلين تصبح أكثر طراوة من الثمار غير الناضجة وأكثر حلاوة منها.

بما أنّ الثمار والخضروات الناضجة معرضة للإصابة بالكدمات بسهولة أثناء الشحن، فإنّ المزارعين غالبًا يجنونها ويشحنونها غير ناضجة. ما إن تصل إلى وجهتها، حتى تُعالج بالإيثيلين مما يُسرّع من عملية نضجها. إنّ تأثيرات الإيثيلين مُبيّنة أدناه في **الشكل 19**.

لا تنسونا من صالح الدعاء
بالتوفيق و النجاح لي ولأبنائي
وسائر امة المسلمين