

7-3 الأوراق

□ الأهداف :

- 1-15 يحدّد مواقع كل من: البلاستيديات الخضراء والطبقة الشمعية (كيوتاكل) والخلايا الحارسة والثغور والبشّرتين العليا والسفلى والنسيج الوسطي العماديّ والنسيج الوسطي الإسفنجي والحزم الوعائية وأوعية الخشب وأنابيب اللحاء في أوراق نبات ثنائي الفلقة.
- 2-15 يربط تراكيب الورقة بوظائفها بما في ذلك:
 - النسيج الوسطي العماديّ وتوزيع البلاستيديات الخضراء - عمليّة التمثيل الضوئيّ.
 - الثغور وخلايا النسيج الوسطي الإسفنجيّ والخلايا الحارسة - تبادل الغازات.
 - أوعية الخشب - النقل والدعامة.
 - أنابيب اللحاء - النقل.

□ تحدث عملية التمثيل الضوئي داخل البلاستيدات الخضراء chloroplasts، حيث توجد فيها :

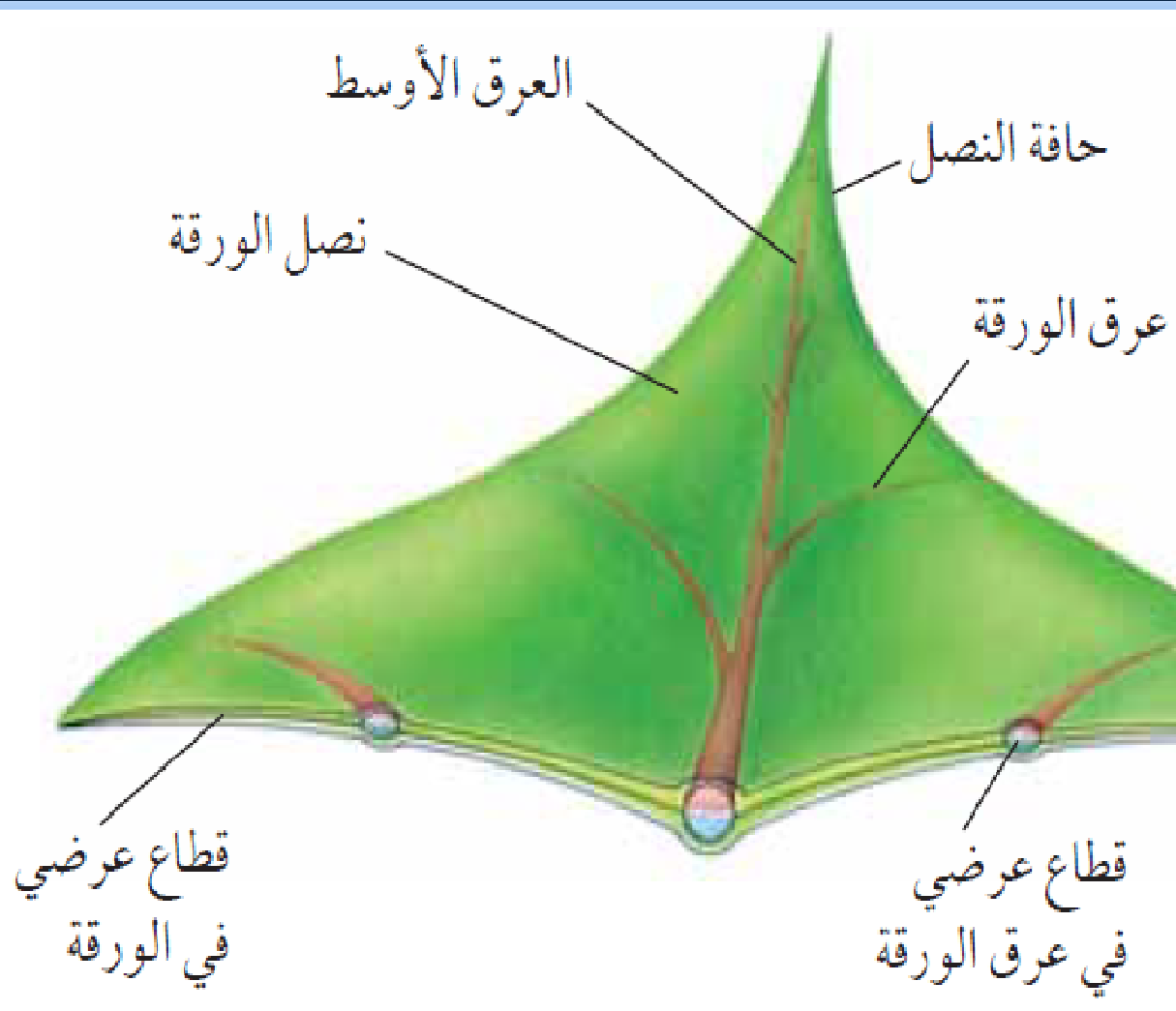
- الأنزيمات المسؤولة عن تسريع التفاعلات الكيميائية.
- الكلوروفيل المسؤول عن إمداد عملية التمثيل الضوئي بالطاقة.

□ توجد معظم البلاستيدات الخضراء عادة في خلايا الأوراق، وتعد ورقة النبات مصنع الكربوهيدرات.

➤ لهذا فهي تتكيف بتركيب خاص يسمح بحدوث عملية التمثيل الضوئي في أسرع وقت ممكن وبكفاءة عالية.

تركيب أوراق النباتات ذوات الفلقتين

□ تتميز النباتات ذوات الفلقتين بأوراق عريضة ورقيقة (ذات سمك قليل)، كنبات الورد .



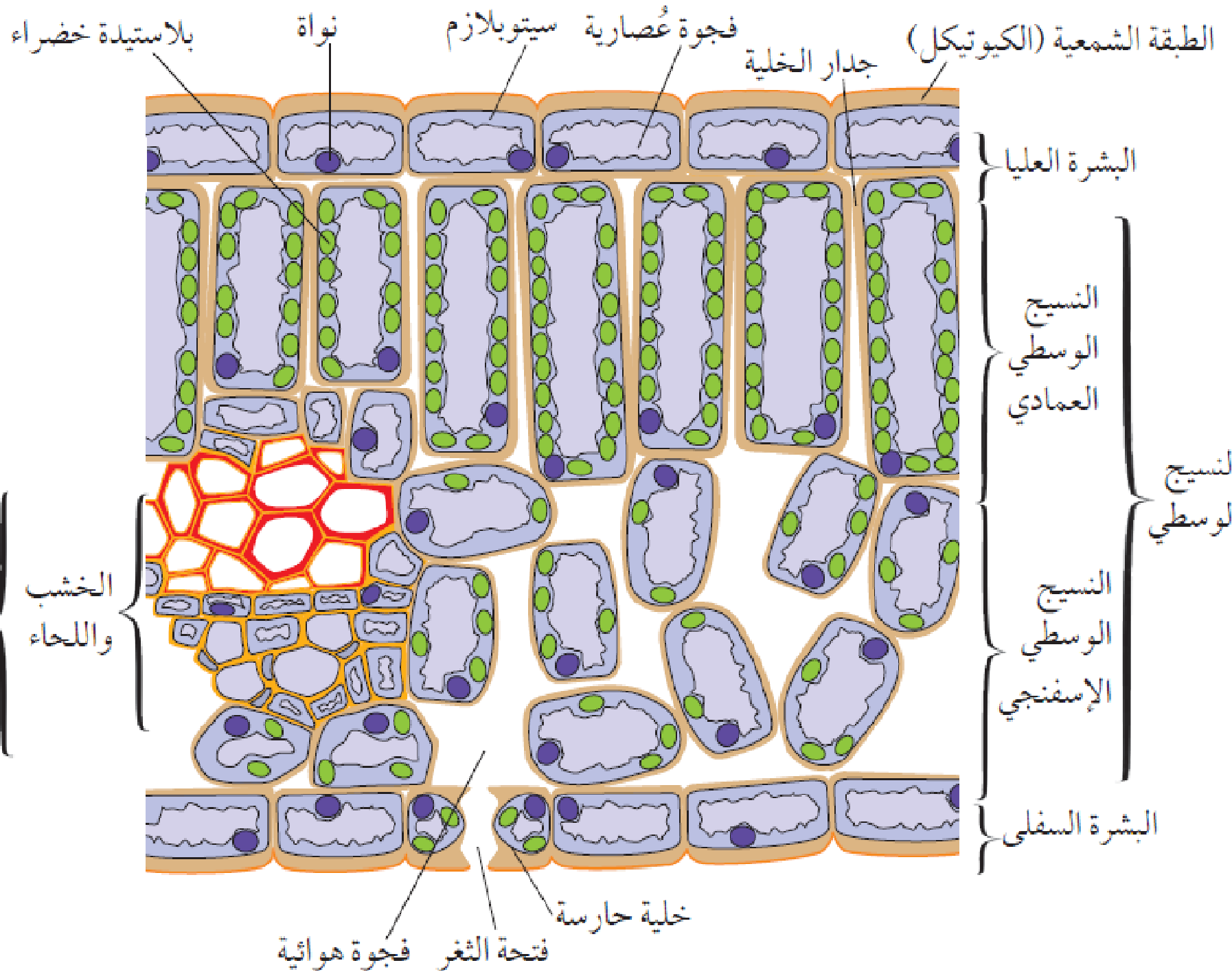
الشكل 1-7 تركيب ورقة النبات

□ تتكون الورقة من الجزء العريض المسطح من النبات والذي يسمى بنصل الورقة الشكل (1-7)، وهو يرتبط بالساق بواسطة عنق الورقة.

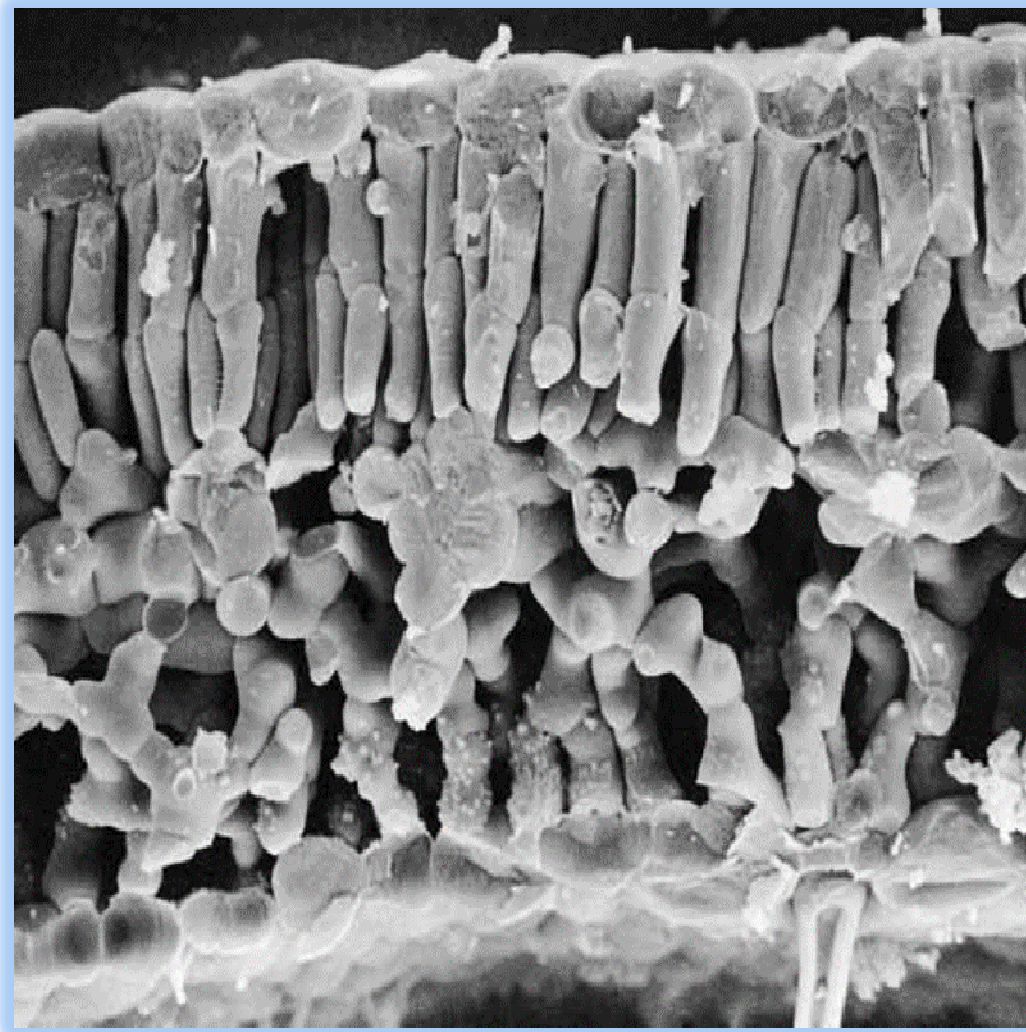
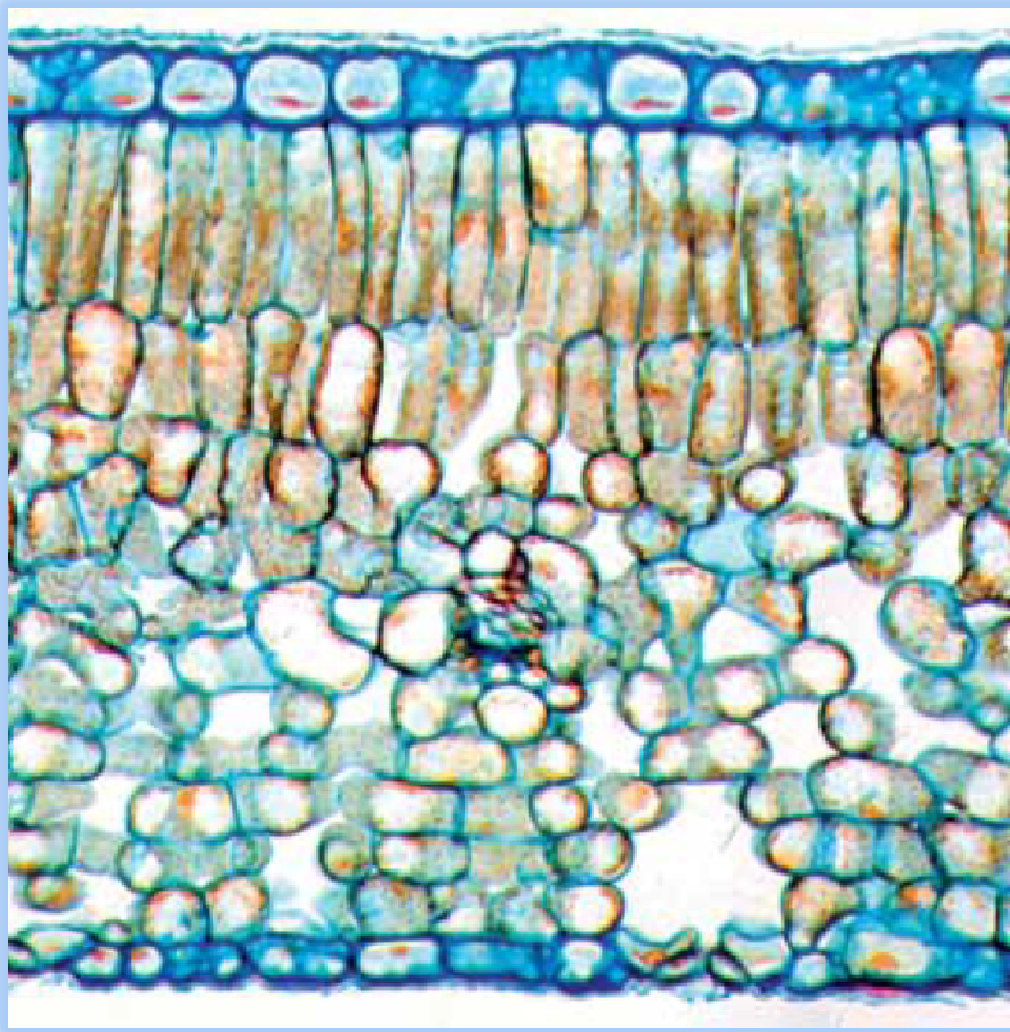
□ تمر عبر عنق الورقة **حزم وعائية Vascular bundles** تشكل عروق الورقة.

□ تحتوي هذه الحزم الوعائية على أنابيب دقيقة تسمى الخشب واللحاء، وهي تنقل المواد الغذائية والماء من الورقة وإليها.

- سوف نتناول موضوع الحزم الوعائية ودور الساق بمزيد من التفصيل في الوحدة التاسعة.
- على الرغم من أن ورقة النبات تبدو رقيقة، إلا أنها تتكون في الواقع من عدة طبقات من الخلايا .
- يمكنك أن ترى هذه الطبقات إذا نظرت إلى قطاع عرضي لورقة النبات تحت المجهر (الشكل 2-7، والصورتان 1-7 و 2-7).
- تغطي كلا من الجزء العلوي والجزء السفلي من الورقة طبقة من الخلايا المتراصة ما تسمى **البشرة Epidermis** (الشكل 2-7 و 3-7 والصورة 3-7).
- لا تحتوي هذه الخلايا على البلاستيدات الخضراء، وتتمثل وظيفتها الرئيسية في حماية الطبقات الداخلية من خلايا الورقة.
- غالبا ما تفرز خلايا طبقة البشرة العليا مادة شمعية تسمى **الكوتيكل cuticle**، تسهم في منع تبخر الماء وفقدانه من الورقة . وقد توجد في بعض الأحيان طبقة شمعية تغطي البشرة السفلى من الورقة أيضا.



الشكل 2-7 قطاع عرضي في ورقة نبات ذي فلتتين



الصورة 2-7 تم التقاطها بواسطة مجهر ضوئي (x225) وهي تظهر قطاعاً عرضياً في ورقة من نبات الشاي. حدد طبقات الخلايا المختلفة المبينة في الصورة كما تمت تسميتها في الشكل 2-7

الصورة 1-7 تم التقاطها بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح (x250) وهي تظهر الخلايا داخل ورقة نبات

□ توجد في البشرة السفلى فتحات صغيرة تسمى **الثغور stomata**، ويحيط بكل منها زوج من الخلايا التي تسمى الخلايا الحارسة Guard cells.

➤ تتحكم الخليتان الحارستان في آلية فتح الثغر وإغلاقه، وتحتوي على بلاستيدات خضراء بعكس خلايا البشرة الأخرى التي تخلو منها.

□ تسمى الطبقات الوسطى من الخلايا في الورقة باسم **النسيج الوسطي Mesophyll** وهي تقع بين البشرة العليا والبشرة السفلى. ➤ تحتوي جميع الخلايا في هذا النسيج على البلاستيدات الخضراء.

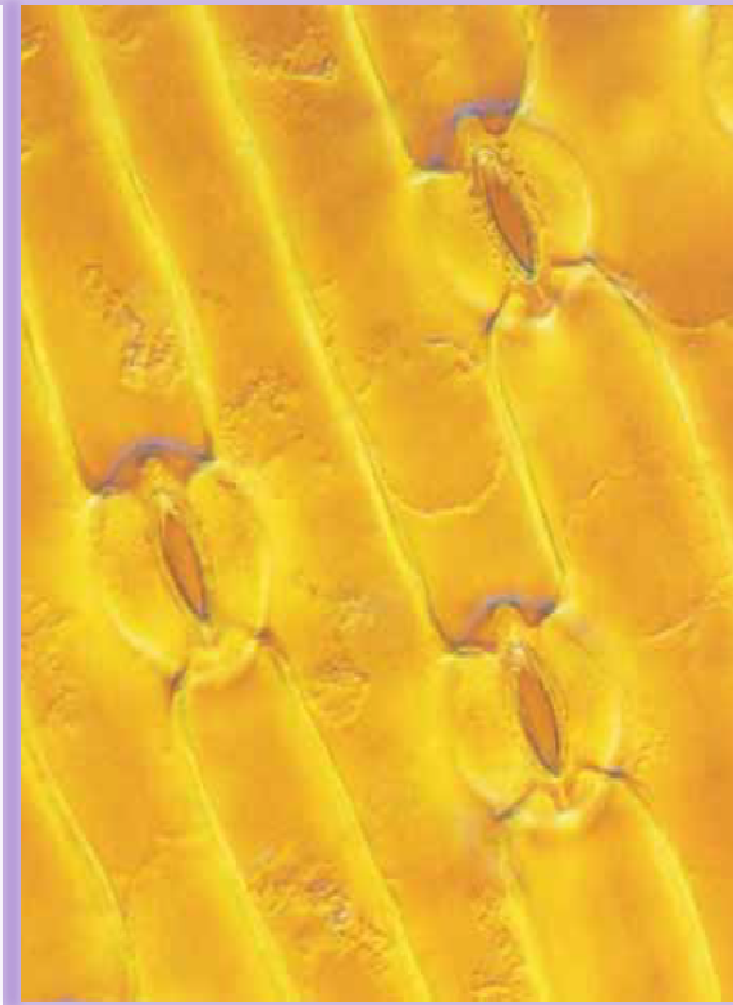
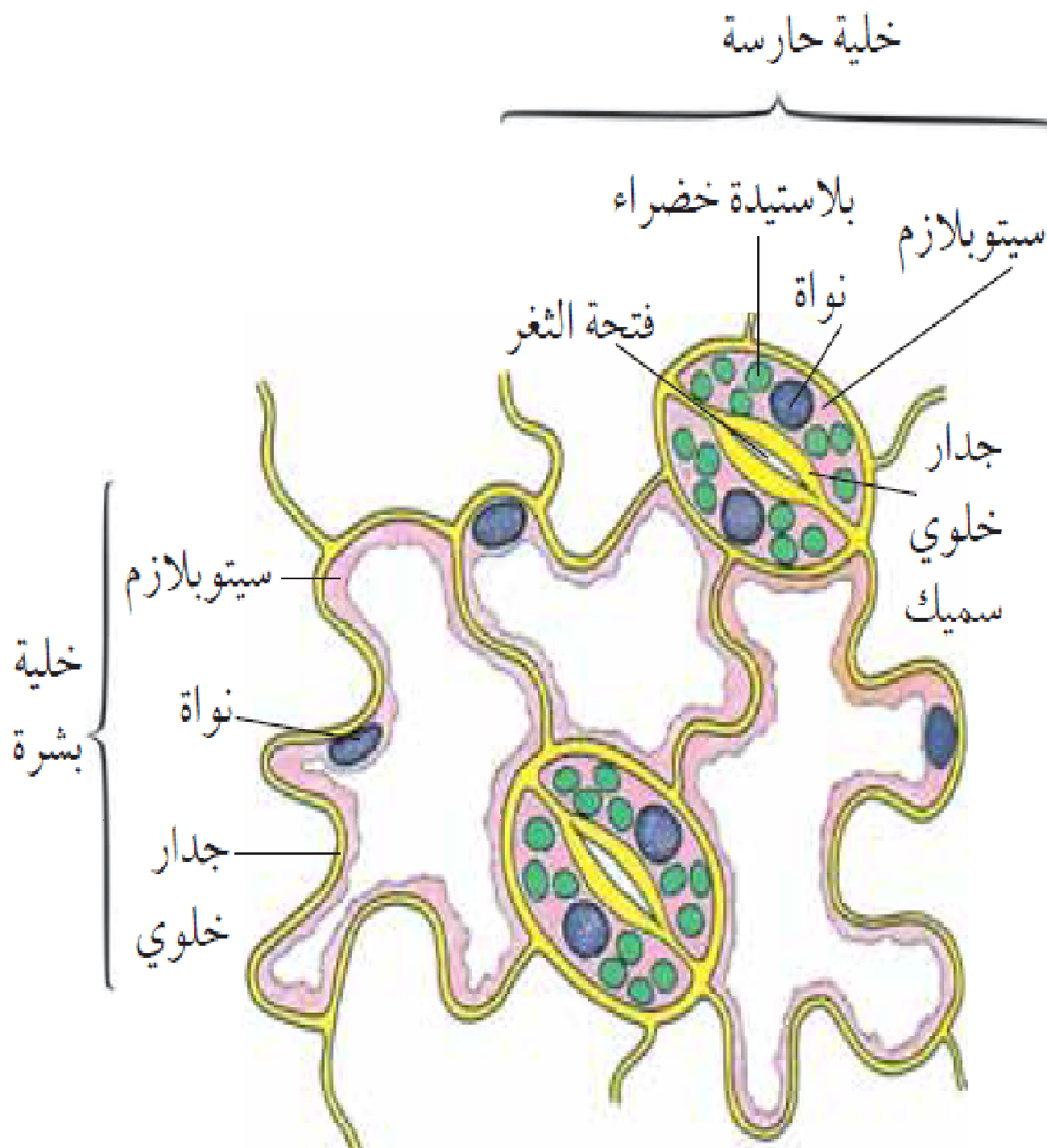
□ نرى أن الخلايا الأقرب إلى السطح العلوي من الورقة تترتب بشكل متراص على هيئة سياج أو سور، وتسمى **النسيج الوسطي العمادي Palisade mesophyll**.

□ الخلايا التي تقع تحت النسيج الوسطي العمادي فتكون مستديرة الشكل ومرتببة بشكل غير متراس ، مع وجود فجوات هوائية كبيرة بينها، وتشكل ما يعرف **بالنسيج الوسطي الإسفنجي spongy mesophyll** (الشكل 2-7).

□ تمر مجموعة من العروق أو الحزم الوعائية عبر النسيج الوسطي.
➤ يحتوي كل عرق منها على :

■ **أوعية خشب xylem vessels** كبيرة الحجم وذات جدران سميكة (الوحدة التاسعة، الشكل 1-9) وظيفتها نقل الماء.

■ **أنابيب اللحاء Phloem tubes** التي تتميز بأنها صغيرة وذات جدران رقيقة (ذات سمك قليل) (الوحدة التاسعة الشكل 3-9)، وهي تعمل على نقل سكر السكروز والمواد الأخرى التي تقوم بصنعها الورقة.



الصورة 3-7 السطح السفلي لورقة نبات، يظهر الخلايا المتراسة المكونة للبشرة السفلي. وتمثل الفتحات البيضاوية الشكل الثغور. بينما تمثل الخليتان المنحنيان المحيطتان بكل ثغر الخليتين الحارستين ($\times 450$)

الشكل 3-7 منظر سطحي للبشرة السفلي لورقة نبات

أسئلة

- 4) أي نوع من خلايا ورقة النبات يصنع المادة الشمعية الكيوتيكل؟
- 5) ما وظيفة الطبقة الشمعية الكيوتيكل؟
- 6) ما المقصود بالثغور في ورقة النبات؟
- 7) ما المقصود بالخلايا الحارسة؟
- 8) اذكر ثلاثة أنواع من خلايا ورقة نبات تحتوي على البلاستيدات الخضراء، ونوعا واحدا لا يحتوي عليها.

- 4) خلايا البشرة.
- 5) لمنع فقدان الماء من خلايا الورقة.
- 6) فتحات صغيرة توجد غالباً على السطح السفلي للورقة، ويمكن للغازات المختلفة أن تنتشر عبرها.
- 7) خلايا مُنحنية تحيط بكل ثغر، وتتحكّم بآليّة فتح وغلق الثغور.
- 8) تحتوي : (خلايا النسيج الوسطي العمادي، وخلايا النسيج الوسطي الإسفنجي والخلايا الحارسة).
- لا تحتوي : (خلايا البشرة ، وأوعية الخشب ، وأوعية اللحاء)

تكيف أوراق النباتات

□ تتكيف أوراق النباتات لتتمكن من الحصول على غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وضوء الشمس.

❖ غاز ثاني أكسيد الكربون

□ تحصل أوراق النباتات على غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء، على الرغم من وجوده في الهواء بنسبة قليلة تبلغ حوالي 0.04% فقط.

➤ لذلك، يجب أن تكون الورقة قادرة على امتصاص هذا الغاز بفاعلية كبيرة. ولهذا فهي تمتد في الهواء وعنقها مثبت بالساق.

■ تساعد مساحة سطحها الكبيرة على تعريضها لأكبر قدر ممكن من الهواء الشكل (4-7).

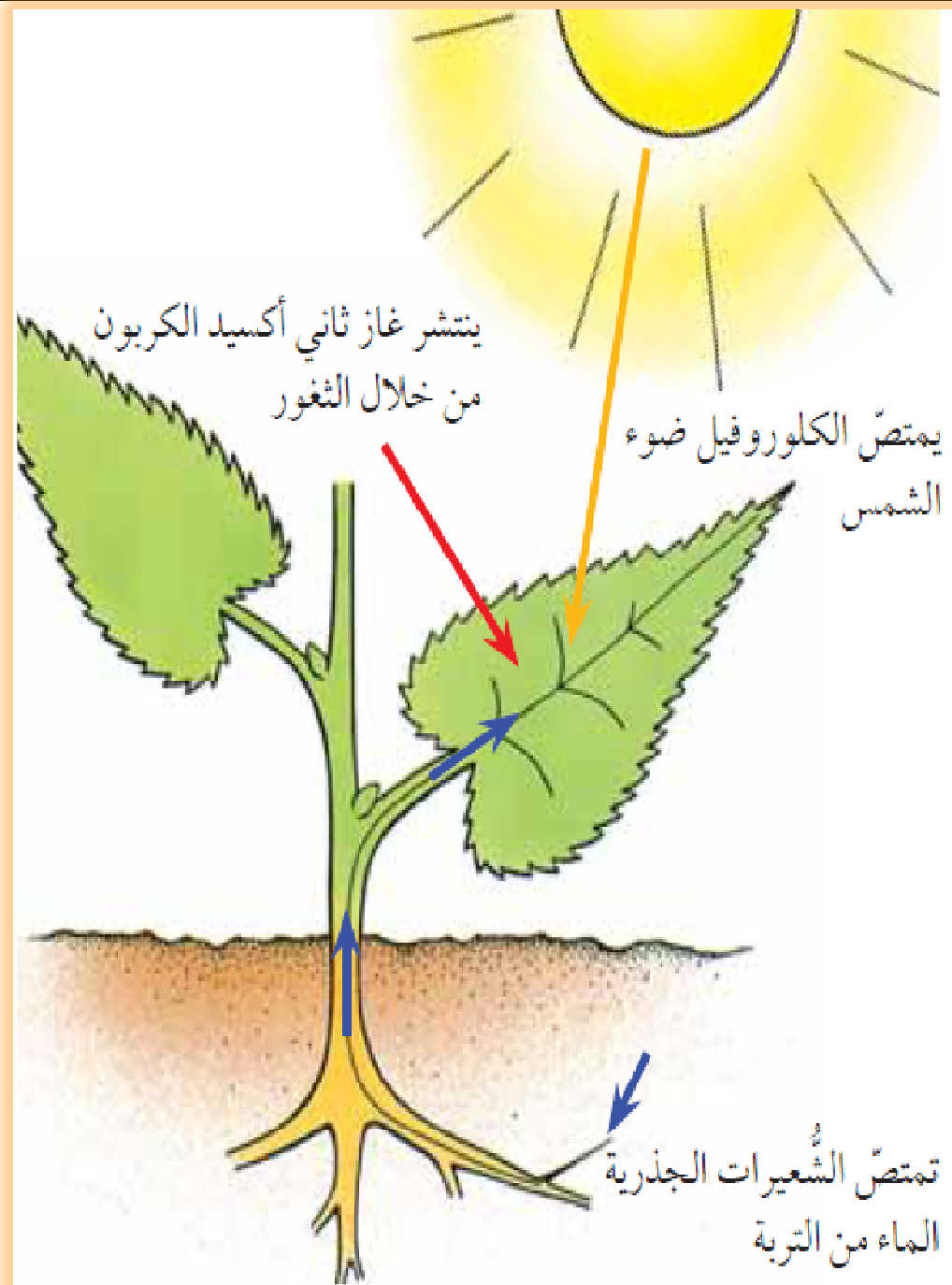
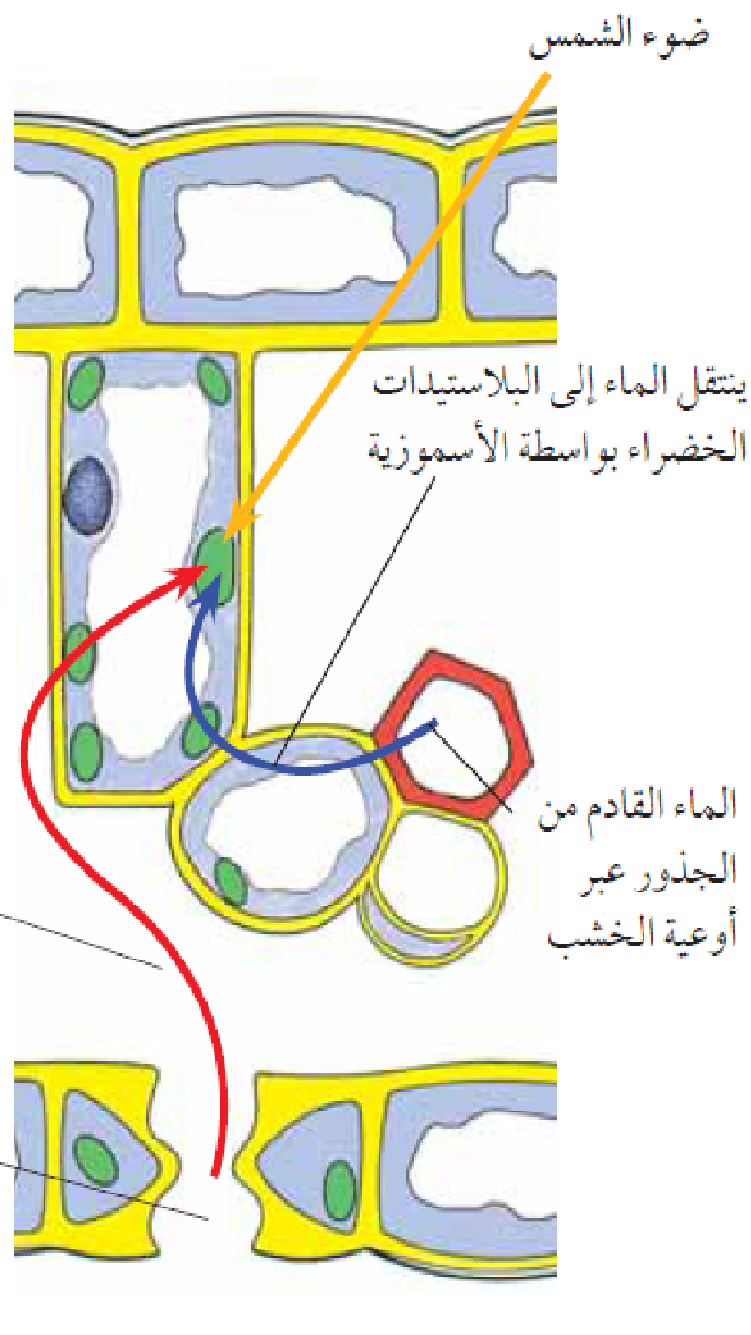
□ أما خلايا الورقة التي تحتاج إلى غاز ثاني أكسيد الكربون فهي خلايا النسيج الوسطى التي تقع في داخل الورقة.

□ يمكن لغاز ثاني أكسيد الكربون الدخول إلى الورقة عبر الثغور، وذلك من خلال عملية الانتشار التي درستها في (الموضوع 2-1 من الوحدة الثانية، الفصل الدراسي الأول).

□ يوجد خلف كل ثغر **فجوات هوائية Air space** متصلة بعضها ببعض (الشكل 2-7).

➤ حيث توجد بين خلايا النسيج الوسطي الإسفنجي ليتمكن غاز ثاني أكسيد الكربون من الانتشار إلى جميع الخلايا في الورقة.

➤ ويمكنه بعد ذلك أن ينتشر من خلال جدار الخلية وغشاء الخلية إلى البلاستيدات الخضراء .



شكل 5-7 كيفية حصول خلايا النسيج الوسطي العمادي على المواد الأولية اللازمة لعملية التمثيل الضوئي

الشكل 4-7 كيفية وصول المواد الأولية اللازمة لعملية التمثيل الضوئي الى أوراق النبات

❖ الماء

□ تحصل النباتات على الماء من التربة.

➤ حيث يتم امتصاصه بواسطة الشعيرات الجذرية في الجذور.

➤ ثم ينقل إلى الورقة عبر أوعية الخشب.

➤ عند وصوله إلى الورقة، ينتقل من أوعية الخشب إلى خلايا النسيج الوسطي عن طريق الأسموزية التي تمت دراستها في الموضوع 2-2 من الوحدة الثانية، الفصل الدراسي الأول.

□ يظهر الشكلان (4-7، 5-7) مسار الماء خلال نقله في النبات.

□ أما خلايا الورقة التي تحتاج إلى ضوء الشمس، فهي خلايا النسيج الوسطي داخل الورقة.

➤ تسمح رقة الورقة الضوء الشمس باختراقها مباشرة، والوصول إلى جميع الخلايا بداخلها . و

➤ تساعد خلايا البشرة في ذلك، لأنها رقيقة وشفافة، وتخلو من البلاستيدات الخضراء.

□ تترتب البلاستيدات الخضراء الموجودة داخل خلايا النسيج الوسطي بطريقة تمكنها من الحصول على أكبر قدر ممكن من ضوء الشمس، وخاصة الخلايا الموجودة في طبقة النسيج الوسطي العمادي.

□ يمكن للبلاستيدات الخضراء أن تترتب جنباً إلى جنب بشكل أفقي لتحقيق ذلك.

➤ لكنها في ضوء الشمس الشديد، غالباً ما تترتب بشكل عمودي، وهذا يقلل من كمية الضوء الممتص.

! تذكر

لاحظ أن الكلوروفيل «لا يجذب» الضوء، بل يمتص الطاقة الضوئية.

❖ ضوء الشمس

□ يساهم موقع ورقة النبات وسطحها العريض في حصولها على أكبر قدر ممكن من ضوء الشمس.

□ إذا تأملت أحد أغصان الأشجار، ستري أن أوراقه مرتبة بحيث لا تحجب الضوء عن بعضها البعض.

➤ لهذا تتميز النباتات التي تعيش في أماكن مظلة غالباً بأن لها أوراقاً كبيرة الحجم.

■ بين الجدول 1-7 كيف أوراق النباتات للقيام بعملية التمثيل الضوئي.

التكيف	الأهمية
تمتد في الهواء ومثبتة من عنقها بالساق	تعرض أكبر قدر ممكن من الورقة لأشعة الشمس والهواء
السطح العريض لتركيب ورقة النبات	تعطي مساحة سطحية كبيرة للتعرض لضوء الشمس والهواء
رقيقة (ذات سمك قليل)	السماح لأشعة الشمس باختراقها والوصول إلى جميع الخلايا ؛ الغاز ثاني أكسيد الكربون بالانتشار إلى الداخل، ولغاز الأكسجين بالانتشار إلى الخارج بسرعة وفي أقل وقت ممكن
وجود الثغور في البشرة السفلى	السماح لغاز ثاني أكسيد الكربون بالانتشار إلى الداخل؛ ولغاز الأكسجين بالانتشار إلى الخارج

التكيف	الأهمية
وجود فجوات هوائية في طبقة النسيج الوسطي الإسفنجي	السماح لغاز ثاني أكسيد الكربون بالانتشار إلى جميع الخلايا ؛ وغاز الأكسجين بالانتشار من جميع الخلايا إلى الخارج
عدم وجود بلاستيدات خضراء في خلايا البشرة	السماح لأشعة الشمس باختراق الورقة والوصول إلى طبقة النسيج الوسطي
احتواء البلاستيدات الخضراء على مادة الكلوروفيل	امتصاص الطاقة من ضوء الشمس، بحيث تستخدم لتفاعل CO_2 مع H_2O وحدوث عملية التمثيل الضوئي
انتظام خلايا طبقة النسيج الوسطي العمادي بشكل عمودي	تسهيل وصول ضوء الشمس إلى البلاستيدات دون أن يعرقلها تراكم الجدران الخلوية

التكيف	الأهمية
انتظام البلاستيدات الخضراء في الغالب داخل خلايا النسيج الوسطي العمادي بشكل أفقي	تعريض أكبر قدر ممكن من الكلوروفيل لأشعة الشمس
وجود جزيئات الكلوروفيل على أغشية مسطحة داخل البلاستيدات الخضراء	تعريض أكبر قدر ممكن من الكلوروفيل لأشعة الشمس
قرب أوعية الخشب من خلايا النسيج الوسطي	تزويد الخلايا في الورقة بالماء الذي سيستخدم جزء منه في عملية التمثيل الضوئي
قرب أنابيب اللحاء من خلايا النسيج الوسطي	نقل سكر السكروز والمواد العضوية الأخرى التي تنتج من عملية التمثيل الضوئي

الجدول 1-7 طرق تكيف أوراق النباتات للقيام بعملية التمثيل الضوئي

نشاط 1-7 (إثرائي)

□ استخدام المجهر الضوئي لمشاهدة الخلايا التي تغطي سطح ورقة النبات.

أسئلة

9) ما النسبة المئوية من غاز ثاني أكسيد الكربون التي يحتوي عليها الهواء؟

10) كيف يدخل غاز ثاني أكسيد الكربون إلى ورقة النباتات؟

11) كيف تحصل ورقة النبات على الماء؟

12) أعط سببين لأهمية وجود مساحة سطحية كبيرة في أوراق النباتات.

13) تتميز أوراق النبات بأنها رقيقة (ذات سمك قليل). ما أهمية ذلك؟

حل الأسئلة ص 21

(9) حوالي 0.04%

(10) بواسطة عملية الانتشار عبر الثغور.

(11) تنقل أوعية الخشب الماء من الجذور إلى الورقة.

(12) لامتصاص الكمية المناسبة من ضوء الشمس، ولزيادة معدل انتشار

ثاني أكسيد الكربون إلى الورقة.

(13) يُسهّل ذلك وصول الضوء وثاني أكسيد الكربون إلى داخل الورقة

وتحديداً إلى خلايا النسيج الوسطي العمادي.

□ المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم:

■ ورقة النبات الرقيقة يمكن أن تحتوي على العديد من طبقات الخلايا.

■ الماء يدخل إلى الأوراق من خلال الثغور!!!!!!

■ انتشار غاز ثاني أكسيد الكربون عبر ثغور الأوراق، عملية نشطة
وتتطلب طاقة!!!!!!

■ الكلوروفيل يقوم بامتصاص الطاقة من الشمس ولا نستطيع القول بأنه
«يجذب» ضوء الشمس.

■ هناك فرق بين الكلوروفيل والبلاستيدات الخضراء.

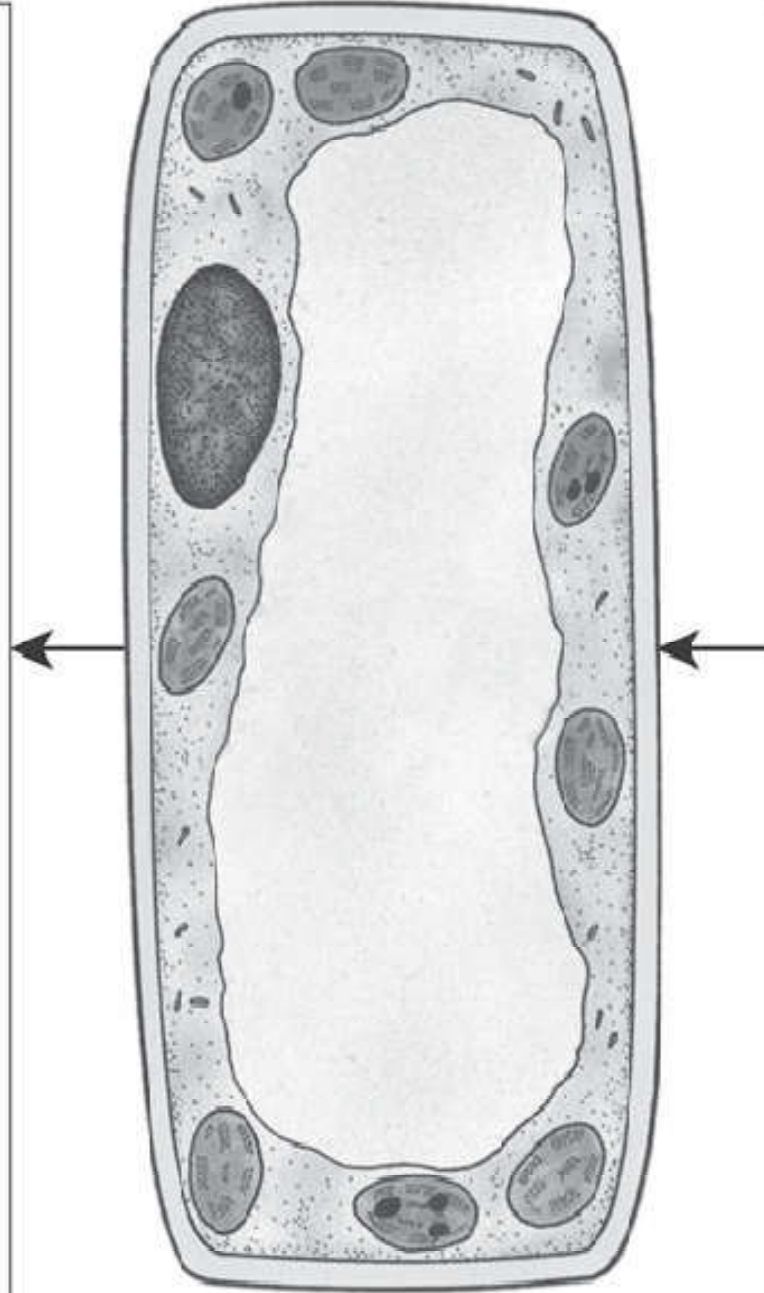
تمرين 1-7 كيفية حصول خلايا النسيج الوسطي العمادي على احتياجاتها

ستساعدك كتابة المصطلحات العلمية الآتية على تلخيص وتذكر كيفية حصول خلية في النسيج الوسطي العمادي على احتياجاتها من المواد الأولية للقيام بعملية التمثيل الضوئي ومصير المواد الناتجة.

- اختر المصطلح العلمي المناسب، وضعه في الإطارين التابعين للرسم التخطيطي أدناه، ثم اشرح كيف تحصل كل خلية في النسيج الوسطي العمادي لورقة نبات على المواد الأولية اللازمة للقيام بعملية التمثيل الضوئي. واطرح أيضا ما سيحدث للمواد الناتجة عن هذه العملية. استخدم كلا من المصطلحات العلمية الآتية مرة واحدة على الأقل.

الفجوات الهوائية ، الانتشار ، البشرة الشفافة ، الأسموزية ، اللحاء ، النشا الشعيرات الجذرية ، الثغور ، السكريز ، أوعية الخشب ، الكربوهيدرات ، طاقة ضوء الشمس ، الماء ، الأكسجين ، ثاني أكسيد الكربون .

المواد الداخلة في عملية التمثيل
الضوئي وطريقة الحصول عليها



المواد الناتجة عن عملية
التمثيل الضوئي وما يحدث لها

حل تمرين 1-7

المواد الداخلة في عملية التمثيل
الضوئي وطريقة الحصول عليها

□ غاز ثاني أكسيد الكربون: يدخل من الهواء إلى الورقة، عن طريق الانتشار من خلال الثغور حيث يصل إلى الفجوات الهوائية في النسيج الوسطي الإسفنجي.

□ الماء: يدخل من التربة، بواسطة الأسموزية إلى داخل خلايا الشعيرات الجذرية، ثم ينتقل إلى الأعلى عبر الساق من خلال أوعية الخشب، ويخرج بواسطة الأسموزية من أوعية الخشب إلى خلايا النسيج الوسطي العمادي.

□ طاقة ضوء الشمس: مصدرها ضوء الشمس الذي يمر عبر خلايا البشرة الشفافة ليصل إلى الكلوروفيل في البلاستيدات الخضراء.

المواد الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي وما يحدث لها

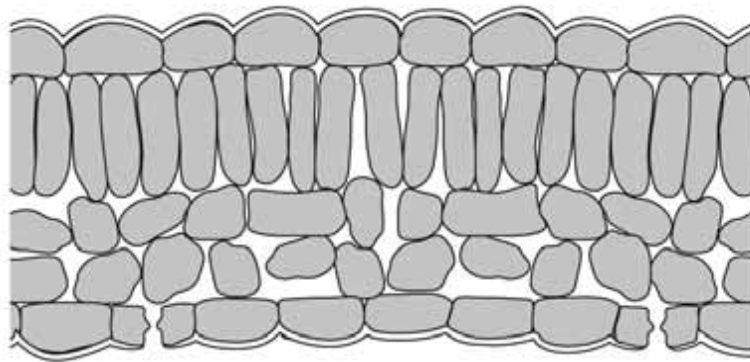
□ الكربوهيدرات: يتم صنعها باستخدام الطاقة الضوئية من ضوء الشمس، ثم يتم تخزينها كنشا في البلاستيدات الخضراء، أو يتم تحويلها إلى سكر السكروز حيث يتم نقلها بعيداً من خلال اللحاء.

□ غاز الأكسجين: يخرج من الورقة عن طريق الانتشار إلى داخل الفجوات الهوائية ثم الخروج عبر الثغور إلى الهواء الخارجي.

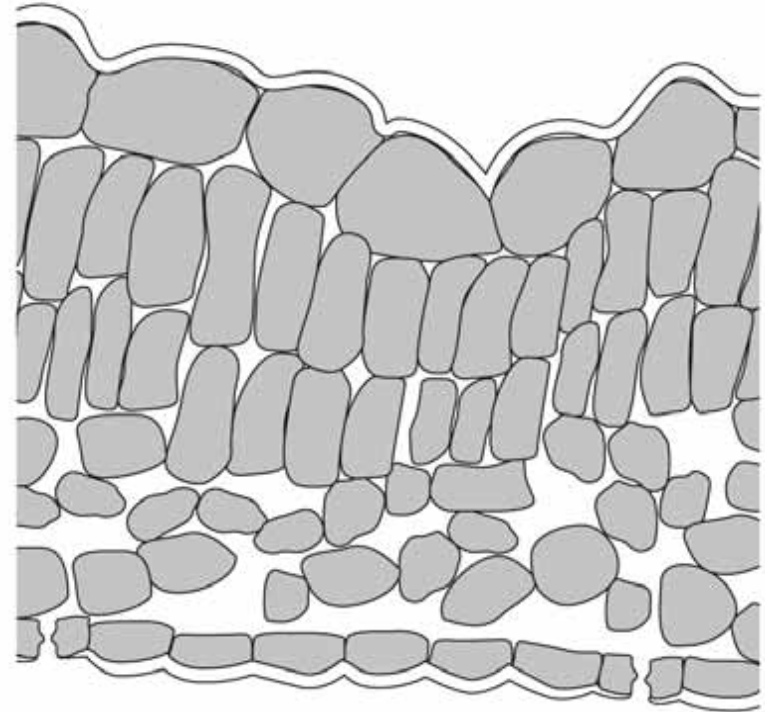
تمرين 2-7 أوراق الشمس وأوراق الظل

يعتمد هذا التمرين على الملاحظة الدقيقة وعلى معلوماتك السابقة عن أوراقها الأخرى، لتستنتج إجابات أسئلة هذا التمرين

□ شجرة تتعرض بعض أوراقها طوال النهار لضوء الشمس الساطع، وتبقى أوراقها الأخرى في الظل. توضح الرسوم التخطيطية الآتية قطاعا عرضيا لورقة تنمو في الظل، وقطاعا عرضيا لورقة تنمو في ضوء الشمس الساطع.



ورقة الظل



ورقة الشمس

أ- أكتب أسماء الأنسجة الآتية على الرسم التخطيطي لورقة الظل.

البشرة العليا النسيج الوسطي الإسفنجي

البشرة السفلى النسيج الوسطي العمادي

ب- ضع على الرسم التخطيطي لورقة الظل نقاطا خضراء في كل خلية تتوقع أن تكون فيها بلاستيدات خضراء.

ج- أكمل الجدول 1-7 للمقارنة بين تراكيب الأجزاء المبينة فيه في كل من الورقتين.

الجزء من الورقة	ورقة الشمس	ورقة الظل
الكيوتاكل		
النسيج الوسطي العمادي		
النسيج الوسطي الإسفنجي		

ه- اقترح تفسيراً للفرق في طبقة الكيوتيكل بين نوعي الأوراق الذي وصفته في الجدول 1-7.

.....

.....

.....

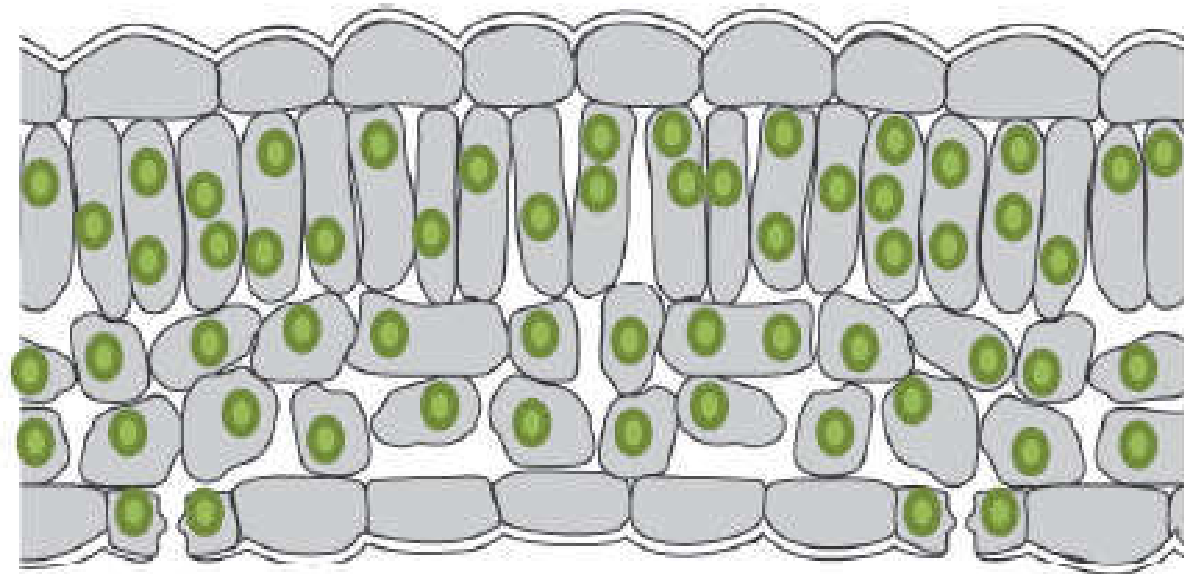
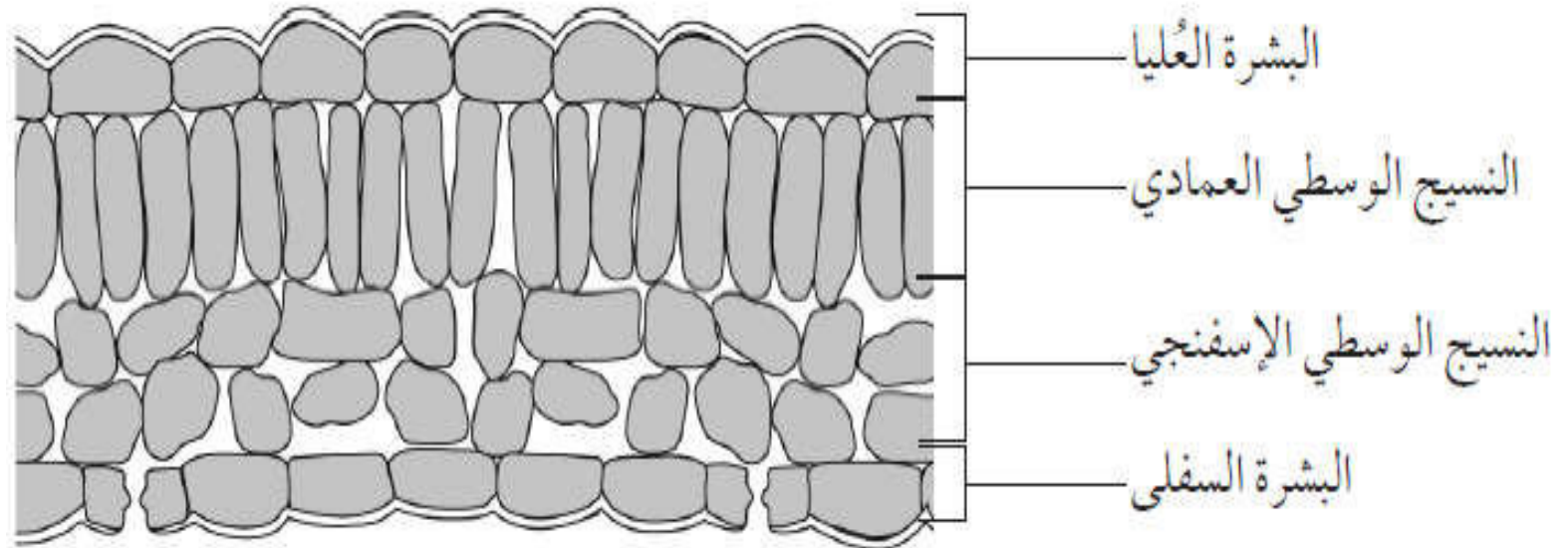
و- اقترح تفسيراً للفرق في طبقة النسيج الوسطي العمادي بين نوعي الأوراق الذي وصفته في الجدول 1-7.

.....

.....

.....

حل تمرين 2-7



الجزء من الورقة	ورقة الشمس	ورقة الظل
الكيوتيكل	سميكة نسبيًا	رقيقة نسبيًا
النسيج الوسطي العمادي	طبقتان	طبقة واحدة
النسيج الوسطي الإسفنجي	مُتباعدة؛ خلاياها كبيرة الحجم والفجوات الهوائية، واسعة وكثيرة	مترابطة بشكل كبير؛ خلاياها صغيرة الحجم، والفجوات الهوائية قليلة وصغيرة

تُساعد طبقة (الكيوتيكل) السميكة لورقة الشمس على منع فقدان الماء من الورقة. تحتوي ورقة الظل على طبقة (كيوتيكل) رقيقة، لتسمح بمرور الكمية الكافية من ضوء الشمس، ووصولها إلى خلايا النسيج الوسطي العمادي فيها.

ورقة الشمس : امتلاك المزيد من خلايا النسيج الوسطي العمادي يمكنها من زيادة استهلاك طاقة الضوء وبالتالي زيادة مُعدّل التمثيل الضوئي. ورقة الظل : تتعرض لكميات قليلة من ضوء الشمس، لذلك لا يمرّ إلا القليل جدًا من الضوء خلال الطبقة العليا من الخلايا، وبالتالي لا فائدة من وجود طبقة ثانية.

ورقة العمل 2-7 أوراق النباتات كغذاء ومأوى



تتغذى النباتات أوراقها لتقوم بصنع غذائها، عن طريق عملية التمثيل الضوئي. ولكن هناك العديد من الكائنات الحية الأخرى تشارك النباتات في غذائها هذا بتناول أوراقها، وكذلك باستخدام أوراقها كمأوى لها.

(1)

تجول في حديقة المدرسة أو المنزل، وأحضر ثلاث أوراق النباتات مختلفة تعرضت لأذية كائن حي آخر. مثل:

- أوراق عليها تدرنات صغيرة (مناطق نمو غير طبيعية في أجزاء من النبات)، سببتها يرقات الحشرات.
- أوراق فيها عدد من الثقوب، مما يشير إلى أن كائنا حيا قد أكلها.
- أوراق ينمو عليها عفن، مما يدل على أن فطرا معين يتغذى عليها.
- أوراق تحتوي على أنفاق بداخلها (قد تبدو الأنفاق وكأنها مسارات بيضاء أو بنية اللون من سطح الورقة)، تحدد المكان الذي أكلت فيه يرقات الحشرات الأنسجة الداخلية للورقة.
- أوراق ملتفة، مع احتمال وجود يرقة حشرة بداخلها.

(2) ارسم في الفراغ أدناه رسما كبيرا لإحدى الأوراق التي جمعتها، واكتب عليها البيانات.

(3) حاول قدر استطاعتك معرفة الكائن الحي الذي استخدم تلك الأوراق. يمكنك سؤال معلمك عنه، أو البحث في المصادر المكتبية أو استخدام الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) لهذا الغرض. اكتب بأسلوبك ملخصا يتضمن المعلومات التي تجدها.

.....

.....

4) تعتبر أوراق النباتات مفيدة للكائنات الحية الأخرى لأنها :

■ تحتوي على كميات كبيرة من النشا والبروتين.

■ رقيقة، ما يجعلها سهلة الأكل وسهلة اللف.

■ تمتلك مساحة سطحية كبيرة، مما يسهل نمو الفطريات عليها .

أ- اشرح كيف ترتبط كل من هذه المميزات بوظيفة الورقة الرئيسية المتمثلة في صنع الغذاء.

.....

.....

.....

ب- اشرح كيف تساعد هذه المميزات الكائن الحي على الاستفادة من كل ورقة نبات قمت بجمعها.

.....

.....

.....

.....

حل ورقة عمل 2-1

(1) (2) (3) يعتمد على البيانات التي يجمعها الطالب حيث ستختلف من طالب لآخر

(4)

أ-

تنتج الأوراق سُكَّر الجلوكوز من عملية التمثيل الضوئي، ثم تُخزّنه في صورة نشأ أو تصنع منه البروتينات.

■ الأوراق الرقيقة تمتص غاز ثاني أكسيد الكربون بسرعة.

■ تزيد المساحة السطحية الكبيرة من مُعدّل دخول غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الورقة عن طريق الانتشار، وتزيد من كمية ضوء الشمس الذي يمكن أن يسقط على سطح الورقة.

ب-

تحتوي الورقة على نشأ وبروتين يقوم الكائن الحي بهضمهما والاستفادة منهما في التنفس والنمو.

■ رقيقة، ممّا يجعل الخلايا الورقية في متناول الكائن الحي، ويسهل هضمها؛ تمتلك مساحة سطحية كبيرة توفر سطحًا كبيرًا للكائن الحي كي ينمو.