

## الخلية النباتية

**الخلية** : هي وحدة البناء والوظيفة في الكائنات الحية ، وتتركب بعض الكائنات من خلية واحدة تقوم بشتى الوظائف الحيوية من تكاثر وتغذية وحركة.... الخ وتسمى هذه الكائنات وحيدة الخلية unicellular مثل البكتريا وبعض الطحالب . أما النباتات الراقية فتتركب من عدة خلايا وتسمى عديدة الخلايا multicellular ومن الخلايا المتشابهة تتكون الأنسجة ومن مجاميع الأنسجة تتكون الأعضاء ومن مجاميع الأعضاء يتركب جسم النباتات الراقية .

\* **وتتميز الأنسجة النباتية ببعض الصفات عن الأنسجة الحيوانية ومنها :**

- 1- احتواء الخلايا النباتية على الجدار الخلوي والذي يتكون من السليلوز.
  - 2- تحتوي خلايا النبات على الصبغات النباتية ومن أهمها الكلوروفيل.
  - 3- تستطيع النباتات أن تصنع غذائها بنفسها أي أنها ذاتية التغذية Autotrophic.
  - 4- تكون الحركة في الأعضاء النباتية نسبية .
- تختلف خلايا النبات عن بعضها البعض في **الشكل والحجم والوظيفة ونوع الخلايا** وذلك لاختلاف الوظائف الحيوية التي تقوم بها الخلايا المختلفة تبعا لنوع النسيج :

1- **الاختلاف من حيث الشكل :**

إذ يلاحظ أن بعض الخلايا النباتية تكون ذات أشكال منتظمة مثل بعض خلايا نسيج البشرة أو تكون ذات شكل بيضوي كما في الخلايا البرنكيميية أو تكون مضلعة كما في الأنسجة الكولنكيميية أو متطاولة كما في خلايا الألياف .

2- **الاختلاف من حيث الحجم :**

للخلايا أحجام مختلفة واغلب الخلايا مجهرية لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ولا يتجاوز قطرها عدة مايكروونات غير أن بعض الخلايا يصل طولها الى عدة سنتمترات مثل شعيرات القطن السليلوزية أو ألياف الكتان التي يصل طولها الى أكثر من 5-10 سم .

3- **الاختلاف من حيث الوظيفة :**

قد تقوم الخلايا بوظيفة الخزن كما في الخلايا البرنكيميية ( الحشوية ) , أو دعامية كما في الخلايا الكولنكيميية والسكرلنكيميية , أو تقوم بالبناء الضوئي إذا احتوت على صبغة الكلوروفيل , وقد تقوم بوظيفة النقل كما في خلايا نسيج الخشب .

وقد يحصل تحورات في الخلية النباتية لكي تؤدي وظيفة معينة نتيجة للعوامل البيئية كما في النباتات الصحراوية أو النباتات المائية أو نباتات المناطق المالحة .

#### 4- نوع الخلايا :

تكون الخلايا نوعين خلايا جسمية والتي تكون معظم جسم النبات وتقوم بأغلب وظائفه الحيوية وتكون شكله الظاهري وخلايا جنسية وهي المسؤولة عن التكاثر الجنسي والتي تنتقل عن طريقها الصفات الوراثية من جيل إلى آخر .

وتقسم الخلايا من حيث التطور إلى نوعين :

أ- **بدائية الانوية** : Prokaryotic cells مثل البكتيريا.

ب- **خلايا حقيقية الانوية** : Eukaryotic cells مثل النباتات والفطريات .

الفرق بين الخلايا بدائية الانوية وحقيقية الانوية :

<u>الخلايا حقيقية الانوية</u>	<u>الخلايا البدائية الانوية</u>
* خلاياها كبيرة 10-100 مايكرون	* خلاياها صغيرة 1-10 مايكرون
* تحتوي على النواة وتحاط كل عضيات الخلية بغشاء.	* لا تحتوي على نواة أو أي غشاء يحيط بعضيات الخلية .
* DNA خيطي ويتحد مع البروتينات ليكون كروماتين وموقعه في النواة والبلاستيدات والميتوكوندريا	* DNA حلقي ولايحتوي على بروتينات وموقعه في الساييتوبلازم
* الرايبوسومات تكون كبيرة (80S)	* الرايبوسومات تكون صغيرة (70S)
* بعضها يتحرك بواسطة الأهداب المرنة والمتموجة	* تتحرك بواسطة الحركة الدائرية للاسواط
* انقسام الخلية إما يكون مباشر أو غير مباشر	* انقسام الخلية عن طريق الانشطار الثنائي
* التكاثر إما يكون جنسيا أو لاجنسيا	* التكاثر دائما لاجنسي

### تركيب الخلية النباتية The structure of plant cell

تتركب الخلية النباتية من المكونات الآتية :

#### 1- الجدار الخلوي Cell wall

ويتكون من الصفيحة الوسطى – والجدار الابتدائي – والجدار الثانوي

#### 2- البروتوبلاست Protoplast

وهو الجزء الحي من الخلية ويتكون من :

أ- المحتويات البروتوبلازمية الحية : وتشمل النواة – السايروبلازم – البلاستيدات – المايكوبلازما – الشبكة الاندوبلازمية – الرايبوسومات – جهاز كولجي – الأجسام الدقيقة والليسوسومات .  
ب- المحتويات الغير حية :

وتشمل الفجوات العصارية - والعصير الخلوي والمواد التي تنتج من عمليات التحول الغذائي مثل حبيبات النشا والدهون والبروتين والبلورات .  
ويعتبر الجدار الخلوي والفجوة العصارية من المكونات الغير حية في الخلية النباتية

### \* الجدار الخلوي Cell wall

يتكون الجدار الخلوي من مواد عضوية غير حية ، ويحيط بالخلية من الخارج ، وظيفته تحديد شكل الخلية وحمايتها فضلا عن دوره في امتصاص الماء والأملاح داخل الخلية النباتية.

### \*كيفية تكوين الجدار الخلوي :

يبدأ تكوين الجدار الخلوي بعد الطور النهائي Telophase للانقسام إذ تتكون صفيحة سايتوبلازمية بين النواتين في منتصف الخلية وترسب فيها مواد بكتينية وتعرف عندئذ بالصفيحة الوسطى Middle lamella والتي تتكون من بكتات الكالسيوم والمغنيسيوم وترسب على كلا جانبي الصفيحة الوسطى طبقة رقيقة من مادة السليلوز يفرزها سايتوبلازم الخليتين الناتجتين من الانقسام وتكون الجدار الأولي أو الابتدائي Primary cell wall ومن ثم ترسب على طبقتي السليلوز الرقيقتين مواد أخرى مثل اللجنين Lignin والسوبرين Suberin ويتكون بذلك الجدار الثانوي Secondary wall للخلية النباتية .

\* ويتركب الجدار الخلوي من ثلاث طبقات هي :

### 1- الصفيحة الوسطى Middle lamella

وتتركب كيميائيا من بكتات الكالسيوم والمغنيسيوم وقد تحتوي على مواد أخرى مثل اللكنين كما في العناصر الناقلة في الخشب وتوصف الصفيحة الوسطى تبعا لتأثيرها على الضوء المستقطب بكونها غير فعالة ضوئيا او متجانسة (لان مادة البكتات ليس لها صفات بلورية)

### 2- الجدار الابتدائي Primary wall

يفرزه السايروبلازم على الصفيحة الوسطى ويتركب من السليلوز ويختلط معه مركبات البكتين والهيميسليلوز . ويوجد الجدار الابتدائي في سائر الخلايا النباتية وقد يبقى هو الجدار الوحيد في الخلية كما في حالة الخلايا المرستيمية ومعظم الخلايا البرنكيميية والخلايا الكولنكيميية ومعظم خلايا البشرة .

ويتميز الجدار الابتدائي بكونه يحيط عادة بخلايا تبقى حية وفعالة بعد النضج وذلك عندما يبقى هو الجدار الوحيد بالخلية ، ويتميز الجدار الابتدائي بأنه رقيق نسبيا وعند وجود النقر في الجدار الابتدائي يطلق عليها حقول النقر الابتدائية .

### 3- الجدار الثانوي Secondary wall

تترسب مواد هذا الجدار فوق الجدار الابتدائي من الداخل وبعد اكتمال النمو السطحي والحجمي للخلية اي ان تكوين الجدار الثانوي يبدأ بعد وصول الخلية الى حجمها النهائي ويتركب من السليلوز الذي يؤلف الجزء الاكبر من الجدار والسكريات المتعددة غير السليلوزية مختلطا معه اللجنين او السوبرين أو الشموع وغيرها من المواد . وغالبا ما يكون الجدار الثانوي مقترنا بخلايا تموت بعد تمام نضجها .

ويقتصر وجود الجدار الثانوي على انسجة وخلايا معينة حيث يوجد في :

1- العناصر الناقلة في الخشب كالأوعية والقصبيات .

2- النسيج السكرنكيمي كالألياف والخلايا الصخرية .

3- بعض الخلايا البرنكيميائية كتلك التي في نسيج الخشب .

4- النسيج الفليني.

5- في بعض طبقات البشرة كما في الصنوبريات والنباتات دائمة الخضرة والسحلبيات ، والتي تمثل بشرة مركبة تحاط خلاياها بجدران ثانوية وهي موجودة في الجذور الهوائية لهذه النباتات .

وأثناء تكوين الجدر الخلوية لا يتم ترسيب مواد الجدار على الجدر بانتظام بل تترك مساحات منخفضة عن باقي سطح الجدار وفيها ثقب دقيقة تمر من خلالها في الخلايا الحية خيوط سايتوبلازمية تعرف بالبلازموديمات Plasmodesmata تصل بين سايتوبلازم الخلايا المتجاور تسمى النقر.

### أنواع النقر :

توجد أنواع مختلفة من النقر منها النقر البسيطة ، النقر المصفوفة

#### 1- النقر البسيطة : Simple pits

تظهر هذه النقر أثناء تكوين الجدار الثانوي حيث تترك مساحات من الجدار بدون تغلظ تظهر على هيئة ثقب دائرية في المنظر السطحي وكفتوات في القطاع العرضي ، وغالبا ماتقابل كل نقرة في خلية نظيرة لها في الخلية المجاورة وفي هذه الحالة يطلق على النقرتين اسم زوج النقر ويفصل بين كل نقرتين متجاورتين غشاء يعرف باسم غشاء النقرة ، وقد تتكون نقرة مقابل مسافة بينية وتسمى في هذه الحالة بالنقرة العمياء ، وفي الخلايا السمكة الجدر ( السكريدية ) تكون انخفاضات النقر عميقة نظرا لسمك

الجدار لذلك تسمى قنوات النقر ، وقد تكون بصورة متفرعة في الخلايا الحجرية ويطلق عليها النقر المتفرعة .

## 2- النقر المصفوفة : Bordered pits

ينفصل الجدار الثانوي المتكون عن الجدار الابتدائي فوق النقرة مكونا ضفة تحيط بغشاء النقرة تاركا فتحة تعرف بفتحة النقرة ويتكون نتيجة لذلك فراغ بين الجدار الثانوي وغشاء النقرة يعرف باسم غرفة النقرة . Pit cavity

توجد النقر المصفوفة في أزواج متقابلة يفصلهما غشاء يعرف بغشاء النقرة ، وتتغلظ منطقة في وسط الغشاء أمام فتحة النقرة مكونة السرة أو التخت وعادة تكون اكبر من فتحة النقرة وظيفتها هي إمكانية غلق فتحة النقرة عندما يندفع الماء من خلية الى أخرى عن طريق النقرة فيتحرك غشاء النقرة في اتجاه الفتحة ويغلقها وبذلك يحول دون مرور الماء من خلية الى أخرى مجاورة ، وعندما يتغير الضغط المائي يعود التخت الى مكانه الطبيعي فيسهل تحرك الماء من الخلية الى الخلية المجاورة وبالتالي فالنقر تعمل على تنظيم مرور الماء في الأوعية الخشبية والقصبية وتوجد النقر المصفوفة بكثرة في الألياف القصبية .

تتكون النقر المصفوفة في أزواج عادة وأحيانا تتكون نقر نصف مصفوفة Half bordered pit pair عندما يجاور وعاء خشبي خلية برنكيميية فيكون زوج النقر المتكون مصفوف على جانب الوعاء الخشبي وبسيط على جانب الخلية البرنكيميية . ومن اهم التشكيلات الناتجة من اقتران النقر :

### 1- الزوج النقري البسيط simple pit pair

وفيه تقترن نقرة بسيطة على جانب من الجدار بأخرى مماثلة على الجانب الآخر كتلك الموجودة في الخلايا البرنكيميية ذات الجدران الثانوية .

### 2- الزوج النقري المصفوف Bordered pit pair

وفيه تقترن نقرة مصفوفة على جانب من الجدار بأخرى مماثلة على الجانب الآخر ، ويمكن ملاحظة ذلك في الجدران الفاصلة بين عنصرين ناقلين من عناصر الخشب.

### 3- الزوج النقري نصف المصفوف Half-bordered pit pair

وفيه تقترن نقرة مصفوفة على جانب من الجدار بأخرى بسيطة على الجانب الآخر ويلاحظ ذلك في الجدران الفاصلة بين عنصر ناقل من عناصر الخشب ( قصبية أو وعاء ) وبين خلية برنكيميية حيث تكون النقر المصفوفة على جانب القصبية او الوعاء والنقرة البسيطة على جانب الخلية البرنكيميية .

### 4- التنقر مركب الجانب Unilaterally compound pitting

وفيه تقترن نقرة واحدة في جانب من الجدار بأكثر من نقرة في الجانب الآخر.

#### 5- النقر العمياء Blind pit

وفيها تكون النقرة الموجودة على جانب من الجدار غير مقترنة بأخرى في الجانب الآخر ، كما في النقر التي تقابلها مسافة بينية ، او التي تتكون في الجدران الفاصلة بين القصيبات والالياف اذ ان النقرة الموجودة على الجانب المواجه لتجويف خلية القصيبة لا تقابلها اية نقرة من جهة الجدار المواجهة للخلية الليفية .

#### الروابط البلازمية : Plasmodesmata

هي خيوط سايتوبلازمية رقيقة تصل بين البروتوبلاست الحي في الخلايا المتجاورة في النبات وتجعل البروتوبلازم في النبات كله وحدة حية واحدة تسمى symplast وظيفتها نقل الماء المواد الاخرى من بروتوبلاست خلية الى خلية اخرى . وهناك عدة ادلة على ان هذه التراكيب حقيقية حية ذات طبيعة بروتوبلازمية منها :

- 1- وجودها في جدران الخلايا الحية فقط وعدم وجودها في جدران الخلايا الميتة .
- 2- تتشابه هذه التراكيب مع بقية الساييتوبلازم من حيث ميلها للاصطباج بالصبغات الخاصة بالساييتوبلازم .
- 3- تعطي تفاعلات موجبة مع انزيمات الاكسدة كما يفعل الساييتوبلازم .
- 4- عند تبلزم الخلية يبتعد الساييتوبلازم عن الجدار الا في مناطق معينة من الجدار يبقى فيها الساييتوبلازم مرتبطا به وتمثل هذه موضع مرور الروابط البلازمية ، ولو وضعت الخلايا في محلول عالي الازموزية حتى تتقطع هذه الخيوط تحصل بلزمة دائمة ويتعذر عندها اعادة الخلية الى حالتها الطبيعية ، اما لو بقيت هذه الخيوط سليمة فعندئذ يمكن ان تعود الخلية الى حالتها الطبيعية وتصبح ممتلئة وذلك اذا وضعت في الماء النقي او في محلول واطى الازموزية وفي هذه الحالة تكون البلزمة مؤقتة

## المحتويات الحية في الخلية النباتية

### • البروتوبلازم : Protoplasm

يقصد به المادة الحية للخلايا ، وهو مادة هلامية غير متجانسة ويظهر بالفحص الميكروسكوبي الدقيق انه يتكون من محلول غروي متجانس تقريبا يعرف بالساييتوبلازم ويحوي مكونات اخرى أكثر كثافة وهي النواة والبلاستيدات والميتوكوندريا والرايبوسومات والأجسام الكروية والبروتوبلازم يتكون من بروتينات وأحماض نووية ودهون وماء،  
يمتاز البروتوبلازم بعدة خواص أهمها :

- 1- الحركة : أهمها الحركة الانسيابية وفيها يتحرك الساييتوبلازم في اتجاهات عديدة داخل الخلية ،
- 2- الحساسية : يستجيب البروتوبلازم للمؤثرات الخارجية عند تعرض الخلايا لمؤثر ميكانيكي أو كهربائي أو طبيعي فتزداد حركته أو تقل .
- 3- التحول الغذائي : ويشمل عمليات الهدم والبناء نتيجة لنشاط البروتوبلازم الأتريمي

### • الساييتوبلازم : Cytoplasm

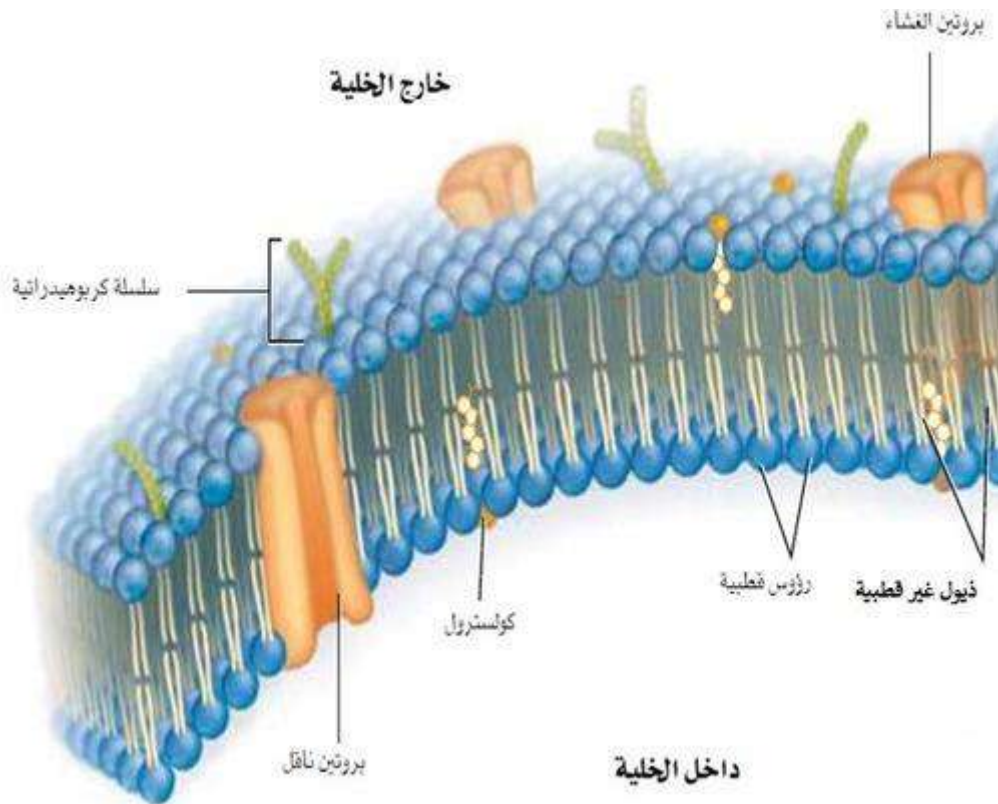
هو السائل الذي يملأ معظم فراغ الخلية ويكون هلامي القوام معقد التركيب الكيميائي ويملا الساييتوبلازم تجويف الخلايا الإنشائية النباتية تماما بينما يمثل طبقة رقيقة مبطنة لجدران الخلايا البالغة ، يحتوي الساييتوبلازم على نسبة عالية من الماء 80-90 % في الخلايا النشطة و10% في خلايا البذور مذابا فيه مواد كاربوهيدراتية وبروتينات وأحماض امينية وليبيدات ومواد معدنية عديدة ، ويظهر فحص الساييتوبلازم وجود أجسام سابحة فيه تسمى العضيات Organelles ذات أحجام وأشكال مختلفة وتؤدي وظائف حيوية للخلية إضافة للمحتويات غير الحية .

يمتاز الساييتوبلازم **بأغشيته البلازمية Plasma membrane** ومنها يوجد تحت جدار الخلية النباتية وتعرف بالأغشية البلازمية الخارجية إذ يحيط بالساييتوبلازم غشاء رقيق يفصله عن الجدار الخلوي وهو جزء من الساييتوبلازم يسمى **الغشاء الساييتوبلازمي Plasma lemma** كما يوجد غشاء آخر داخلي يحيط بالفجوة العصارية يعرف **بالغشاء الفجوي Tonoplast** كما أن كل عضية حية تحاط بغشاء يفصلها عن الساييتوبلازم وتعرف هذه الأغشية بالأغشية الخلوية ، وهي أغشية حية اختيارية النفاذية أي لها القدرة على التحكم في دخول الذائبات والمذيبات .

## • التركيب الدقيق للغشاء البلازمي :

يظهر الغشاء البلازمي تحت المجهر الالكتروني على هيئة غشاء مزدوج مكون من ثلاث طبقات ،  
طبقتين كثيفتين تفصلهما طبقة اقل كثافة ، سمكه يصل إلى 75- 100 انجستروم ويختلف هذا السمك  
تبعاً لنوع الغشاء .

ويتتركب الغشاء البلازمي كيميائياً من البروتينات والفوسفوليبيدات ، وتتميز الليبيدات بان للجزئ  
طرفين احدهما محب للماء Hydrophilic والآخر كاره للماء Hydrophobic وتترتب هذه  
المركبات بنظام خاص ، إذ كان يظن في المراحل الاولى من دراسة تركيب الغشاء ، ان الغشاء عبارة  
عن طبقتين من جزيئات البروتين من الخارج يحصران طبقتين من الليبيدات من الداخل ، إلا ان  
النموذج المقبول حالياً هو نموذج الفسيفساء السائلي Fluid Mosaic Model ويتكون هذا  
النموذج من طبقتين من الفوسفوليبيدات بحيث تتجه الأطراف المحبة للماء من الجزيئات تجاه السطح  
الخارجي والأطراف الكارهة للماء تجاه وسط الغشاء ، أما البروتين فينتشر بصورتين الأول هو الذي  
يتغلغل داخل الغشاء ويمكن ان يظهر على سطحي الغشاء وهو البروتين الضمني والصورة الثانية  
هو البروتين السطحي الذي يوجد على أي من سطحي الغشاء .





## ● الشبكة الاندوبلازمية: Endoplasmic reticulum

عبارة عن أغشية تتكون من بروتينات ودهون كما في الأغشية البلازمية الخارجية وتكون بشكل أنابيب متفرعة داخل الساييتوبلازم أو حويصلات دقيقة ، تتصل الشبكة الاندوبلازمية في بعض الأحيان بالغشاء البلازمي الخارجي وبالغشاء النووي الذي يغلف النواة ، ولا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر الالكتروني ، وقد تتصل الشبكة الاندوبلازمية بجهاز كولجي ، ويوجد نوعان من الشبكة الاندوبلازمية

### 1- الشبكة الاندوبلازمية الخشنة : Rough Endoplasmic Reticulum

وترجع خشونتها لوجود الرايبوسومات المنتشرة على الأسطح المواجهة للسايتوبلازم ، وتعتبر الرايبوسومات مراكز لتكوين البروتينات .

### 2- الشبكة الاندوبلازمية الملساء Smooth Endoplasmic Reticulum

وتكون خالية من الرايبوسومات لذلك تظهر أغشيتها ملساء .

ويوجد النوعان في نفس الخلية أو يحدث تحول من نوع الى الآخر تبعا لحالة الخلية .

## ● وظيفة الشبكة الاندوبلازمية :

1- تعمل كجهاز لنقل المواد والأنزيمات خلال أنابيبها من مكان الى آخر بالخلية وفي بعض الاحيان

تخزن وتتراكم هذه المواد بداخلها أو تتحرك الى أجزاء أخرى عن طريق تكوين حويصلات

تفصل من الشبكة الاندوبلازمية .

2- الشبكة الاندوبلازمية الخشنة لها علاقة بعملية تخليق البروتينات وذلك لوجود الرايبوسومات

على أسطحها الخارجية .

## ● جهاز كولجي : Golgi apparatus

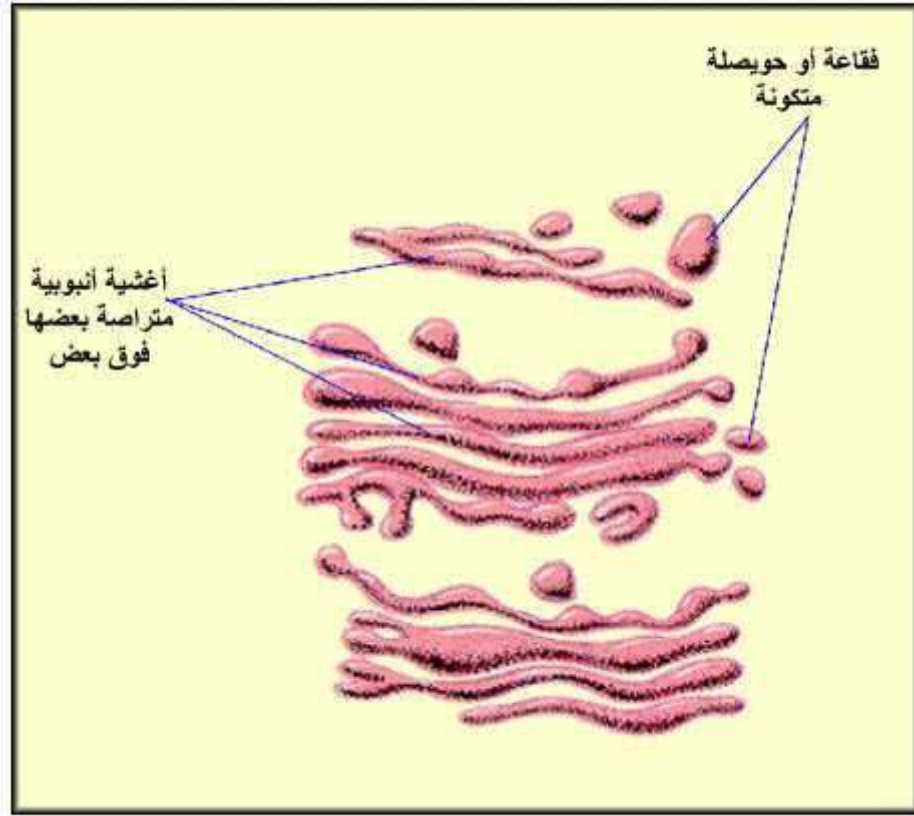
يتكون من مجموعة أجسام تسمى دكتيوسومات Dictyosomes وكل دكتيوسوم يتكون من مجموعة

أقراص جوفاء ، ويتركب كل قرص من غشائين أملسين ملتحمين من حوافيهما بداخلها مركبات

عديدة مثل البروتينات والكاربوهيدرات وتنتهي أطرافها بحويصلات كروية تسمى Vesicles وترتبط

بالشبكة الاندوبلازمية الملساء .

شكل



أجسام جولجي

• وظيفة جهاز كولجي :

1- الإفراز : يفرز جهاز كولجي المواد البكتينية والتي تكون الصفحة الوسطى في نهاية انقسام الخلية ، وكذلك المواد المخاطية الكاربوهيدراتية في القمم النامية للجذور والتي تساعد على التغلغل بين حبيبات التربة .

2- له دور في تجميع ونقل البروتين من الرايبوسومات والمواد الدهنية والأنزيمات الى أماكن أخرى في الخلية ، عن طريق تكوين الحويصلات .

• **Ribosomes: الرايبوسومات**

تظهر بالمجهر الالكتروني على هيئة جسيمات دقيقة مستديرة على سطح الشبكة الاندوبلازمية أو سابحة في الساييتوبلازم وثبت وجودها ايضا في المايكوتونديريا والبلاستيدات .

• وظيفتها الأساسية : هي مراكز تخليق البروتين في الخلية .

\* **Nucleus : النواة**

تعتبر أهم مكونات الخلية ، وهي جسم كروي أو بيضاوي يوجد في وسط الساييتوبلازم في الخلايا المرستيمية وتكون جانبية في الخلايا البالغة ، تحوي الخلية في النباتات الراقية على نواة واحدة عادة إلا انه في بعض الحالات كما في الأنابيب اللبنية فتحتوي على أكثر من نواة. وتتركب من الأجزاء التالية :

#### أ- الغشاء النووي Nuclear membrane

وهو غشاء مزدوج يحيط بالنواة فيه ثقب متصلة بأنابيب الشبكة الاندوبلازمية والتي تتصل بدورها من أطرافها الأخرى بالغشاء البلازمي .

#### ب- السائل النووي Nuclear sap

وهو سائل شفاف يملأ فراغ النواة ويحتوي على بروتينات وإنزيمات النواة والرايبوسومات والحامض النووي RNA .

#### ج- المادة الكروماتينية Chromatic material

تتخذ المادة الكروماتينية اشكالا مختلفة داخل النواة تبعا لحالة الخلية ، فإذا كانت الخلية في طور البيئي أو الاستعداد للانقسام تظهر المادة الكروماتينية على شكل شبكة تعرف بالشبكة الكروماتينية وسرعان ماتقلص الى أجسام عصوية سميكة نسبيا تعرف باسم الصبغيات أو الكروموسومات Chromosomes والتي تحمل العوامل الوراثية المعروفة بالجينات والتي تتحكم في الصفات الوراثية والتفاعلات الحيوية للنبات .

والكروموسوم : عبارة عن نصفين متماثلين يسمى كل منهما كروماتيد ويتصلان عند نقطة تسمى سنتروميير Centromere ، عدد الكروموسومات ثابت في جميع الخلايا الجسمية للنوع الواحد وتختلف من نوع لآخر داخل الجنس ، والجينات هي المسؤولة عن انتقال الصفات الوراثية من جيل الى آخر.

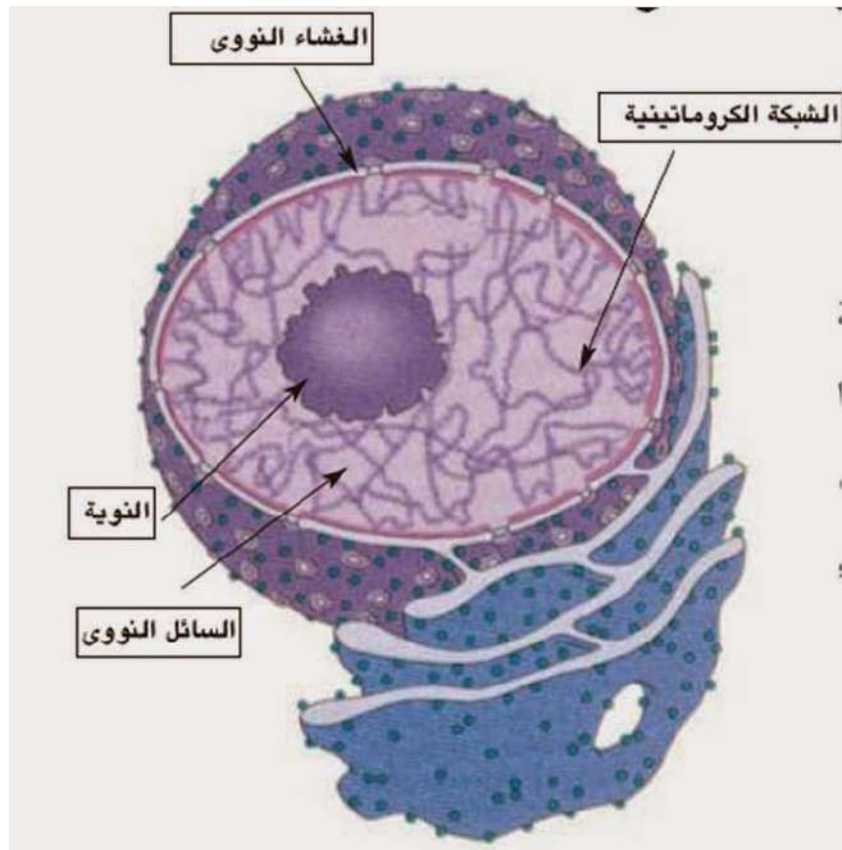
#### التركيب الكيميائي للمادة الكروماتينية :

تتكون من أحماض نووية ومواد بروتينية ، والأحماض النووية هي ديوكسي رايبونيوكلريك أسيد DNA وحامض الرايبونيوكلريك RNA ، وأثبتت الدراسات ان الحامض الأول DNA هو المكون الأساسي للعوامل الوراثية ( الجينات ) في معظم الكائنات .

ويتركب كل من الأحماض النووية DNA و RNA من وحدات تسمى نيوكليوتيدات Nucleotides وتتكون النيوكليوتيدة من ثلاث مكونات مرتبطة مع بعضها وهي سكر خماسي وفوسفات وأحد القواعد النتروجينية ، ويختلف التركيب الكيميائي لحامض DNA عن RNA :

RNA	DNA
1- نوع السكر رايبوز	- نوع السكر ديوكسي رايبوز
2- القواعد النتروجينية هي	2- القواعد النتروجينية هي
أدينين Adenine	أدينين Adenine
جوانين Guanine	جوانين Guanine
سيتوسين Cytosine	سيتوسين Cytosine
يوراسيل Uracil	ثايمين Thymine

وترتبط النيوكليوتيدات في الأحماض النووية مع بعضها البعض لتكون شرائط مكونة من عديد من النيوكليوتيدات حيث يرتبط السكر مع جزئ الفوسفات على امتداد الشريط في حين ان القواعد النتروجينية تتصل بجزينات السكر .



## د- النوية : Nucleolus

تظهر النوية تحت المجهر الضوئي أو الالكتروني على شكل جسيمات مستديرة داخل النواة وقد توجد أكثر من نوية داخل النواة ، وتكون أكثر لزوجة من السائل النووي وغنية بجزيئات الحامض النووي RNA والبروتينات وتحاط بغشاء رقيق هو غشاء النوية Nucleolus membrane ويعتقد ان النويات تعمل كمراكز لتكوين الحامض النووي RNA والبروتينات .

## • البلاستيدات Plastids

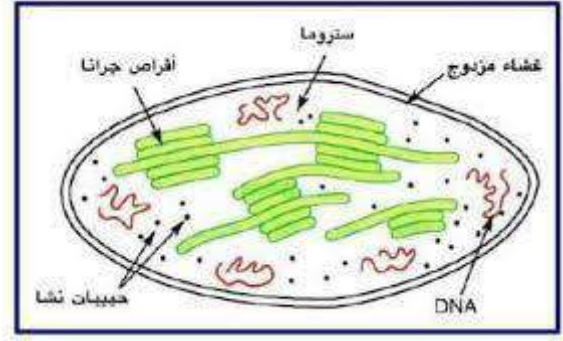
وهي أجسام بروتوبلازمية حية لها القدرة على النمو والانقسام سواء كانت في خلايا مرستيمية أو بالغة ، وتنشأ البلاستيدات من مبادئ البلاستيدات Proplastids الموجودة في خلايا الأنسجة المرستيمية وتحتوي خلايا النباتات الراقية الواحدة منها على عدد كبير من البلاستيدات تتراوح بين 75-125 ، وتقسم البلاستيدات الى :

البلاستيدات الخضراء والبلاستيدات الملونة واخرى عديمة اللون ، ويمكن للبلاستيدات ان تتحول من صورة الى اخرى فتحول البلاستيدات الخضراء الى ملونة في الثمار والأزهار ، كما يمكن للبلاستيدات العديمة اللون ان تتحول الى بلاستيدات خضراء عند تعرضها للضوء كما في درنات البطاطا .

## 1- البلاستيدات الخضراء Chloroplasts

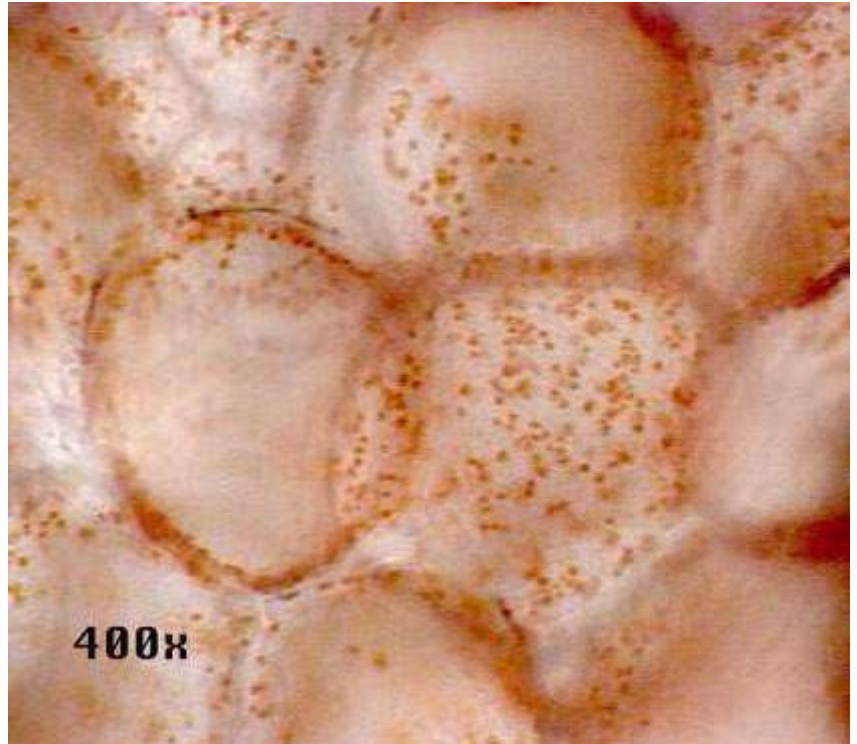
وهي بلاستيدات ذات لون اخضر لاحتوائها على صبغات الكلوروفيل (كلوروفيل A وكلوروفيل B وأصبغ الكاروتين والزانثوفيل ) ، وتحتوي على RNA وقد تحتوي على DNA ، وغالبا ماتكون قرصية أو كروية أو بيضاوية . تتكون البلاستيدة الخضراء من كتلة كثيفة من مادة عديمة اللون تعرف بالحشوة stroma وتحاط بغشائين يشبهان باقي الأغشية البلازمية ويتكون من طبقتين . ويوجد في داخل الحشوة أقراص مجوفة متراسة فوق بعضها تسمى كرانا grana و تتكون كل كرانا grana من أقراص مجوفة متراسة فوق بعضها , تتركب الأغشية من بروتينات ودهون وصبغات الكلوروفيل والكاروتينات . وتتصل كل كرانا مع كرانا اخرى بواسطة أغشية تعرف باسم صفائح الحشوة stroma lamellae ، وتحتوي كل بلاستيدة على 40-60 كرانا وكل كرانا بها 5-50 قرص غشائي .

وظيفتها :تحويل الطاقة الضوئية التي تستمدتها من الشمس الى طاقة كيميائية مخزنة في الغذاء المصنع والذي يكون بصورة سكريات ونشويات. ويخزن السكر الزائد في البلاستيدات على هيئة نشا (نشا انتقالي ) وتتم هذه الخطوة في الحشوة .



## 2- البلاستيدات الملونة chromo plasts

وتكون عديدة الأشكال منها كروي أو الشريطي أو القرصي أو الحلزوني أو عديد الأضلع والبلوري وذات ألوان مختلفة منها الأحمر والبرتقالي والأصفر ويعزى اللون فيها الى صبغة الكاروتين والزانثوفيل وتوجد في ثمار الطماطم وجذور الجزر وبتلات الأزهار .



## 3 - البلاستيدات عديمة اللون : Leucoplast

وتكون خالية من الصبغات وتوجد في الأجزاء الغير معرضة للضوء مثل خلايا الدرنات والكورمات والاندوسبرم وقلقات البذور ، وظيفتها خزن المواد الغذائية فمنها ما يخزن النشا وتسمى **بلاستيدات نشوية** Amyloplasts كما في القمح ودرنات البطاطا ، ومنها ما يخزن الدهون وتسمى **بلاستيدات دهنية** Elaioplasts مثل بذور السمسم والقطن وعباد الشمس .

وتقوم بلاستيدات النشا بتحويل السكر الى نشا ثم تخزينه داخلها ويسمى النشا الاختزاني .

النشا الانتقالي	النشا الاختزاني
يوجد في البلاستيدات الخضراء حببياته صغيرة ويوجد بأعداد كبيرة ويختفي في الظلام لتحوله الى سكريات	يوجد في البلاستيدات عديمة اللون حببياته كبيرة الحجم وتوجد بأعداد قليلة ومستديمة .

### • الماييتوكوندريا : Mitochondria

وهي جسيمات بروتوبلازمية حية لها القدرة على النمو والانقسام وتشاهد مغمورة في الساييتوبلازم ، توجد في جميع الخلايا النباتية وتأخذ أشكال مختلفة منها الكروي والعصوي والخيطي والسائد هو الشكل العصوي ، قطرها حوالي 1 مايكرون ، وتظهر الماييتوكوندريا تحت المجهر الالكتروني أنها مكونة من غشاء مزدوج الخارجي يكون أملس والداخلي يكون متعرج ذو نتوءات تمتد الى الداخل تعرف بالرشاشات أو الأعراف Cristae تعمل على زيادة السطح الداخلي للخلية ، ويمتلئ الفراغ الداخلي للماييتوكوندريا بسائل يعرف بالحشوة Matrix مكون من بروتينات ذائبة .

وظيفتها : تعتبر من أهم المواقع لإنتاج الطاقة إذ تحتوي على الأنزيمات اللازمة لتحويل مركب ادينوسين ثنائي الفوسفات الى مركب ادينوسين ثلاثي الفوسفات ، كذلك تحتوي الماييتوكوندريا على الأنزيمات

اللازمة لدورة كربس وكذلك أنزيمات السيتوكروم ، وتظهر أهمية المايكوكوندريا في أنها تقوم بتفاعلات

#### Mitochondria Structural Features

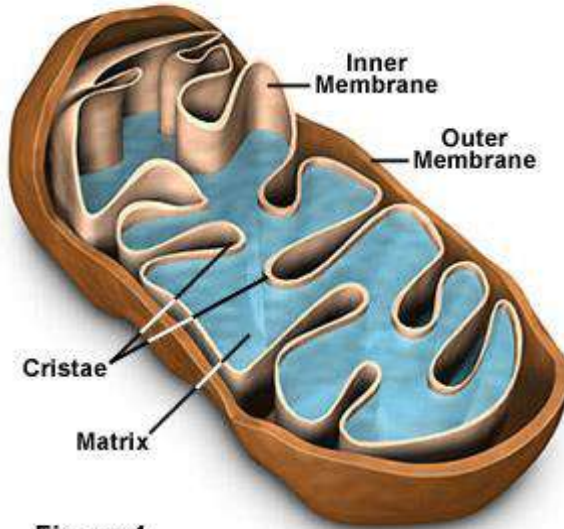


Figure 1

التنفس لإعطاء الطاقة لمختلف أنشطة الخلية .

#### • الأجسام الكروية: Spherosomes

وهي أجسام بروتوبلازمية صغيرة كروية ، ويتكون من حشوة كثيفة تحاط بغشاء مفرد وتحتوي على أنزيمات محللة للمواد الداخلة في تركيب البروتوبلازم ، وعند تمزق جدار هذه الأجسام فإن الأنزيمات تنطلق لتساعد في هدم محتويات الخلية كما في الأوعية الخشبية والقصبية والألياف .

#### • الأجسام الدقيقة : Microbodies

وهي جسيمات كروية أو حويصلات صغيرة حية تتكون من حشوة بها مواد بروتينية كثيفة متجانسة ومحاطة بغشاء مفرد وتضم هذه الجسيمات كل من البيروكسيسومات **Peroxisomes** والذي له دور في عملية التنفس الضوئي **Photorispiration** ، والجلايوكسيسوم **Glyoxsomes** الذي ينشط الأنزيم الذي يحول الليبيدات الى كربوهيدرات عند إنبات البذور ليجهز الطاقة للنمو.

#### • الأنابيب الدقيقة : Microtubules

أجسام بروتوبلازمية محاطة بغشاء بلازمي مفرد ، وظيفتها الفسلجية :

1- لها دور في بناء الجدار الابتدائي

2- دعم الحركة السائتوبلازمية

3- تلعب دور في حركة الحويصلات خلال السائتوبلازم



تشرح نبات / المرحلة الثانية  
مدرسة المادة : د . هالة عبد الرحمن

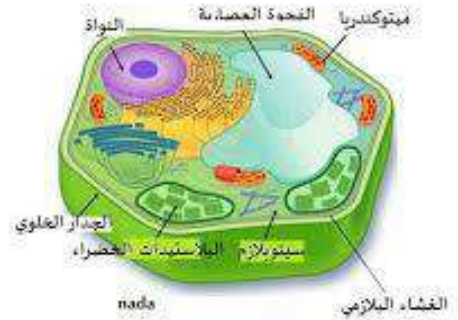
## المحتويات غير الحية في الخلية النباتية Non – Protoplasmic components

تضم الخلية كميات كبيرة من مواد أخرى هي عبارة عن نواتج عمليات الايض ، وتوجد هذه المواد إما مذابة في **العصير الخلوي** الذي يتركز في الفجوات العصارية أو أنها توجد **داخل الساييتوبلازم** في صور غير ذائبة أو في هيئة بلورات .

### • الفجوة العصارية : Vacuoles

تحتوي الخلية النباتية على فجوة عصارية أو أكثر تبعاً لنوع الخلية وعمرها ، وعادة تحتوي الخلايا الحديثة على فجوات صغيرة وعديدة وعند نضج الخلية يقل عدد الفجوات في الخلية وتزداد في الحجم وفي النهاية تتحد الفجوات ويصبح في الخلية فجوة واحدة كبيرة وقد تمتد خلال الفجوة العصارية الكبيرة خيوط ساييتوبلازمية .

تحاط الفجوة **بغشاء يعرف بالتونوبلاست Tonoplast** وهو يشبه في تركيبه ووظيفته الغشاء البلازمي الذي يحيط بالساييتوبلازم ويكون اختياري النفاذية ، وتحتوي الفجوة على العصير الخلوي Cell sap المكون من مواد مثل البروتينات والسكريات والدهون والأملاح المعدنية والأحماض العضوية والتانينات والبلورات والأصبغ مثل صبغة الانثوسيانين التي تعطي اللون المميز لكثير من الأزهار والثمار ، وتكون هذه المواد عادة هي نواتج عمليات التحويل الغذائي غير المرغوب وجودها في الساييتوبلازم .



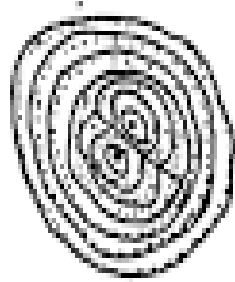
### • حبيبات النشا : Starch grains

يعتبر النشا من أهم النواتج الايضية للخلية إذ يوجد في صورة **انتقالية** داخل البلاستيدات الخضراء ( أي يتحول إلى سكر ذائب عند حاجة الخلية له ) ، أو يظل **اخرانيا** في هيئة حبيبات مختلفة الحجم والشكل تبعاً لنوع النبات في داخل البلاستيدات عديمة اللون .

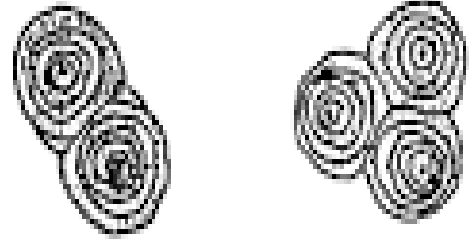
وتظهر حبيبات النشا على هيئة طبقات متتالية تتكون حول **السرة Hilum** وقد تكون السرة مركزية كما في القمح أو لامركزية كما في البطاطا ، وقد تظهر السرة على هيئة شق بسيط أو متفرع كما في حبيبات النشا في البزاليا والفاصوليا ، وقد تجتمع أكثر من حبيبة بسيطة كل منها يحتوي على سرة وتحاط جميعها

بحلقات مشتركة وتسمى في هذه الحالة بالحببية نصف المركبة وقد تجتمع أكثر من حبيبة دون تكون حلقات تحيطها جميعا وتسمى حبيبة مركبة وتوجد هذه الأنواع في البطاطا والأرز .

ويعتقد ان الحلقات المتداخلة في حبيبة النشا تنتج عن تبادل نوعين من مكونات النشا هما الاميلوز Amylose والاميلوبكتين Amylopectin ، وان اختلاف درجة امتصاص كلا المركبين للماء ينتج عنه تكوين حلقات النشا عند وضع الحبيبة في الماء إذ ان الاميلوز أكثر امتصاصا للماء من الاميلوبكتين .



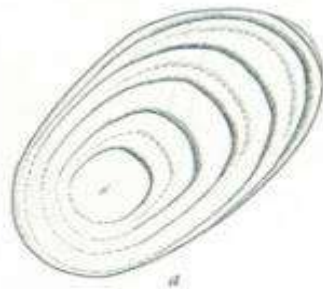
حبيبات نشأ نصف مركبة



حبيبات نشأ مركبة



حبيبات نشأ بسيطة

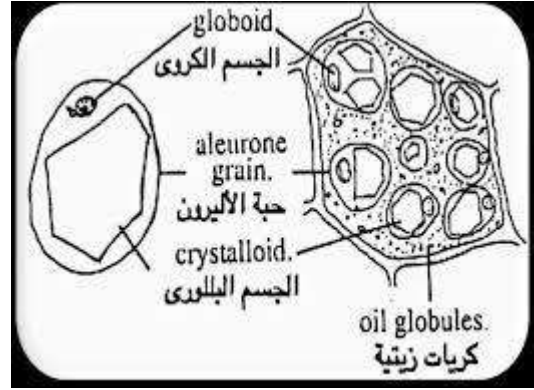


Starch granules of: a) potato (*Solanum tuberosum* L.), b) bean (*Phaseolus vulgaris* L.), c) rice (*Oryza sativa* L.)

• البروتين : Protein

يخلق البروتين داخل الساييتوبلازم وهو أساسي في تصنيع الأنزيمات ويوجد أحيانا كمركب اختزاني وفي هذه الحالة يظهر على هيئة حبيبات تعرف باسم **حبيبات الأليرون** وتوجد بصورة واضحة في حبة القمح وبذور الخروع .

وتتكون حبيبة الأليرون في حبة القمح من بروتين غير متبلور ، أما بذور الخروع فتتكون من غلاف خارجي بروتيني وبداخلها يوجد جسمان احدهما كبير مضع يعرف بالجسم شبه البلوري **Crystalloid** والآخر صغير وكروي وغير متبلور يعرف بالجسم الكروي **Globoid** .



## • الزيوت : Oils

ويكثر وجودها في خلايا الأوراق والسيقان النشطة فسيولوجيا وتخزن الدهون والزيوت في الثمار والدرنات والرايزومات كذلك في البذور الزيتية مثل بذور القطن والسوسم والخروع وعباد الشمس والكتان والفل السوداني وتكون على هيئة قطرات لامعة في الخلايا ، أو قد توجد زيوت طيارة على هيئة قطرات صغيرة في الفجوات أو الساييتوبلازم في خلايا بتلات الأزهار أو في الأوراق مثل زيت القرنفل والنعناع والكافور والتي لها قيمة اقتصادية .

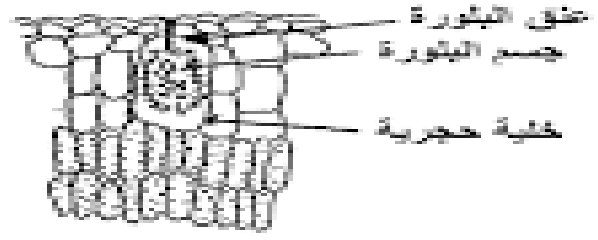
## • البلورات : Crystals

تترسب بعض المواد الكيميائية الناتجة من عمليات الايض على هيئة بلورات والتي تختلف في تركيبها الكيميائي فقد تكون بروتينية أو سكرية أو مكونة من أملاح الكالسيوم والتي تمثل أكثر البلورات انتشارا في الخلايا النباتية .

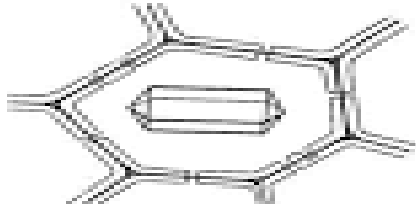
وتتخذ **بلورات اوكسالات الكالسيوم** أشكالا مختلفة فقد تظهر على هيئة ابر متراصة بعضها فوق البعض وتعرف في هذه الحالة **البلورات الابرية** رافيد Raphides كما في ساق نبات الدراسينا ، أو تكون **نجمية** الشكل Druses كما في أعناق أوراق نبات البيجونيا او تكون **موشورية** كما في الاوراق الخارجية لنبات البصل، وقد تتكون البلورات من **كاربونات الكالسيوم** على هيئة عنقود له عنق من مادة السيليلوز وينشأ من جدر بعض الخلايا التي تكبر في الحجم كما في خلايا البشرة في أوراق نبات التين المطاط ، ويطلق على هذا النوع من البلورات اسم **الحوصلة الحجرية Cystolith** .



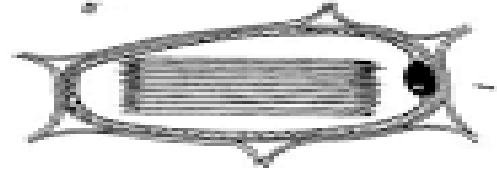
بلورة خميرة



بلورة معلقة



بلورة موشورية



بلورة ابرية



• مواد أخرى مختزنة :

توجد الكثير من المواد المختزنة في داخل الخلية النباتية مثل التانينات والقلويدات والتي لها قيمة طبية كبيرة مثل الكافيين والموجود بكثرة في بذور البن وأوراق الشاي ، والكينين الذي يوجد في قلف نبات الكينا والذي يستعمل في علاج مرض الملاريا

## الأنسجة النباتية Plant tissues

يتكون جسم النبات الزهري من خلايا تختلف من حيث الحجم والشكل والوظيفة ، وتنظم الخلايا ذات الوظيفة الواحدة لتكون النسيج Tissue كما تنظم مجموعة الأنسجة لتكون الأعضاء النباتية . ويمكن تعريف النسيج بأنه مجموعة من الخلايا تشترك لأداء وظيفة أساسية واحدة ، وتقسم الأنسجة إلى نوعين أساسيين تبعاً لقدرة الخلايا على الانقسام :

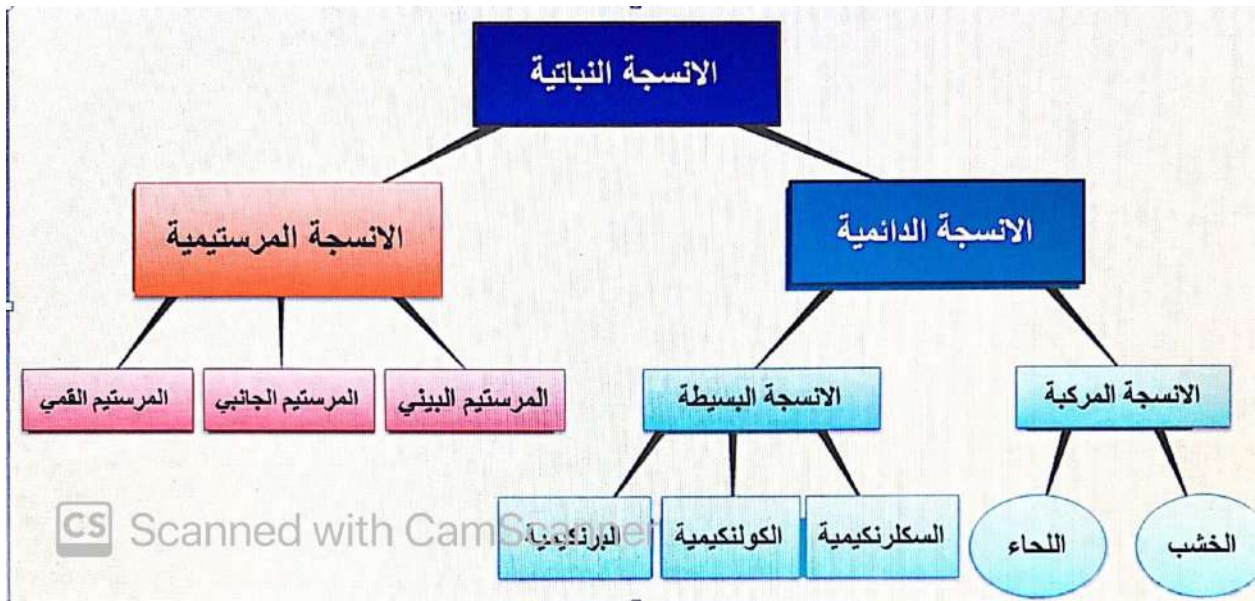
أ- أنسجة مرستيمية أو إنشائية Meristematic tissues

وتتميز بقدرتها على الانقسام

ب- أنسجة مستديمة Permanent tissues

تتكون من خلايا بالغة فقدت القدرة على الانقسام .

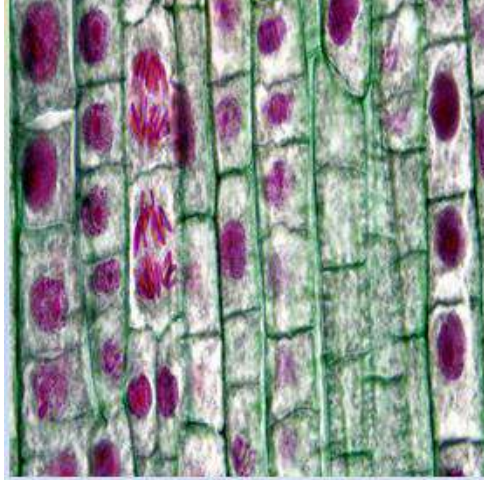
وقد تكون الأنسجة الدائمة بسيطة أي تتكون من نوع واحد من الخلايا أو أنسجة مركبة إذا اشتملت على أكثر من نوع من الخلايا ، وتنشأ الأنسجة الدائمة من خلايا مرستيمية وتعرف بالأنسجة الابتدائية ، وفي النباتات المسنة تتكون أنسجة مرستيمية ثانوية من هذه الأنسجة الابتدائية .



### الأنسجة المرستيمية : Meristematic tissues

تتكون الأنسجة المرستيمية من خلايا مرستيمية تتميز بقدرتها على الانقسام وتظهر تحت المجهر الضوئي مربعة أو مستطيلة الشكل مملوءة بالساييتوبلازم رقيقة الجدر خالية من الفجوات العصارية أو قد تحتوي على فجوات صغيرة ، وتحتوي على نواة كبيرة واضحة تشغل معظم فراغ الخلية ، وتكون خلايا النسيج مترابطة والمسافات البينية غير واضحة إلا بالمجهر الإلكتروني.

توجد هذه الأنسجة في القمم النامية للجذر والساق وعادة تؤدي إلى تكوين خلايا بالغة تعرف بالخلايا أو الأنسجة الابتدائية وتتخذ أشكالاً وأحجاماً مختلفة ، وكل نوع يؤدي وظيفة معينة .



### الأنسجة المرستيمية

#### صفتها

- 1- تتميز بقدرتها على الانقسام
- 2- تظهر تحت المجهر مربعة او مستطيلة الشكل
- 3- رقيقة الجدران
- 4- خالية من الفجوات العنصرية
- 5- التواء كبيرة
- 6- المسافات البينية غير واضحة

### أنواع الأنسجة المرستيمية :

يمكن تقسيم الأنسجة المرستيمية إلى عدة أنواع :

- 1- تبعا لعدد مستويات الانقسام التي تنقسم بها الخلية المرستيمية أو
- 2- تقسم تبعا لمنشأ المرستيم وكذلك
- 3- تقسم تبعا لموضعها في النبات .

#### التقسيم الأول :

- 1- مرستيم عمودي  
تنقسم الخلية في مستوى واحد وينتج عنه صف واحد من الخلايا ، ويساعد في زيادة النمو لأعضاء النبات في الطول.
- 2- مرستيم طبقي  
تنقسم الخلية في مستويين فقط ، وينتج عنه نسيج بشكل طبقي يساعد على زيادة المساحة السطحية كما في الأوراق .
- 3- مرستيم كتلي  
وفيه تنقسم الخلية في أكثر من مستويين ، ويساعد في زيادة حجم النسيج في جميع الاتجاهات.

#### التقسيم الثاني :

##### أ – مرستيم ابتدائي

وينشأ من مرستيم أولي من خلايا الجنين إذ ينقسم ليكون مجموعة من الأنسجة المرستيمية مثل الأنسجة المرستيمية في قمم الجذور والسيقان ومنشئ الأوراق

## ب- مرستيم ثانوي

وهي الأنسجة التي تنشأ من خلايا لها القدرة على الانقسام ثم توقفت واستعادت قدرتها على الانقسام مثل الكامبيوم الحزمي أو تنشأ من خلايا بالغة استعادت قدرتها على الانقسام وغالبا ماتكون خلايا برنكيميية كما في الكامبيوم بين الحزمي والكامبيوم الفليني .

### التقسيم الثالث :

- 1- أنسجة مرستيمية قمية : **Apical Meristems**  
توجد في القمم النامية للجذور والسيقان وبعض منشئات الأوراق وتسبب استطالة العضو النباتي.
- 2- أنسجة مرستيمية بينية : **Intercalary Meristems**  
توجد في قواعد الأوراق للنباتات ذات الفلقة الواحدة.
- 3- أنسجة مرستيمية جانبية : **Lateral Meristems**  
تنقسم الخلايا بجدر موازية لمحيط النبات مما يؤدي إلى زيادة سمكه مثل الكامبيوم الحزمي والكامبيوم الفليني .

### الأنسجة المرستيمية القمية : Apical Meristem

يتميز في المرستيم القمي منطقة تتألف من خلايا مرستيمية متشابهة تمثل اقل خلايا المرستيم القمي تميزا ويطلق عليها المرستيم الأولي **Promeristem** ثم سرعان ماتتحول خلاياها إلى مناطق مرستيمية أكثر تميزا يطلق عليها المرستيمات الابتدائية **Primary meristems** مثل :

- 1- البشرة الأولية **Protoderm** ، والتي تنشأ منها البشرة **Epidermis** .
- 2- المرستيم الأساسي **Ground meristem** ، والذي تنشأ منه القشرة **Cortex** كما في الجذر والقشرة واللحاء كما في سيقان نباتات ذوات الفلقتين.
- 3- الكامبيوم الأولي **Procambium** ، والذي ينشأ عنه الحزم الوعائية أي الخشب واللحاء الابتدائيين .

وان جميع الأنسجة التي تتكون من المرستيمات الأولية تسمى أنسجة ابتدائية **Primary tissues** ويطلق على هذا النمو بالنمو الابتدائي . وتختلف القمم النامية في الجذور عن السيقان في ان الأولى تحتوي على منشئ القلنسوة في حين ان الساق يحتوي على منشئ الأوراق .

### الأنسجة المرستيمية البينية : Intercalary meristems

وهو مرستيم ابتدائي تعطي نمو طولي للأعضاء النباتية مثل المرستيمات الموجودة في قاعدة الأوراق وفي أجزاء من السلاميات ، ونتيجة لنشاط هذا المرستيم تبدأ السلاميات بالاستطالة ويكون نشاطها محدود أو مؤقت إذ ينتهي باكمال نمو النبات في الطول ، والأنسجة المتكونة من هذا المرستيم هي أنسجة ابتدائية .

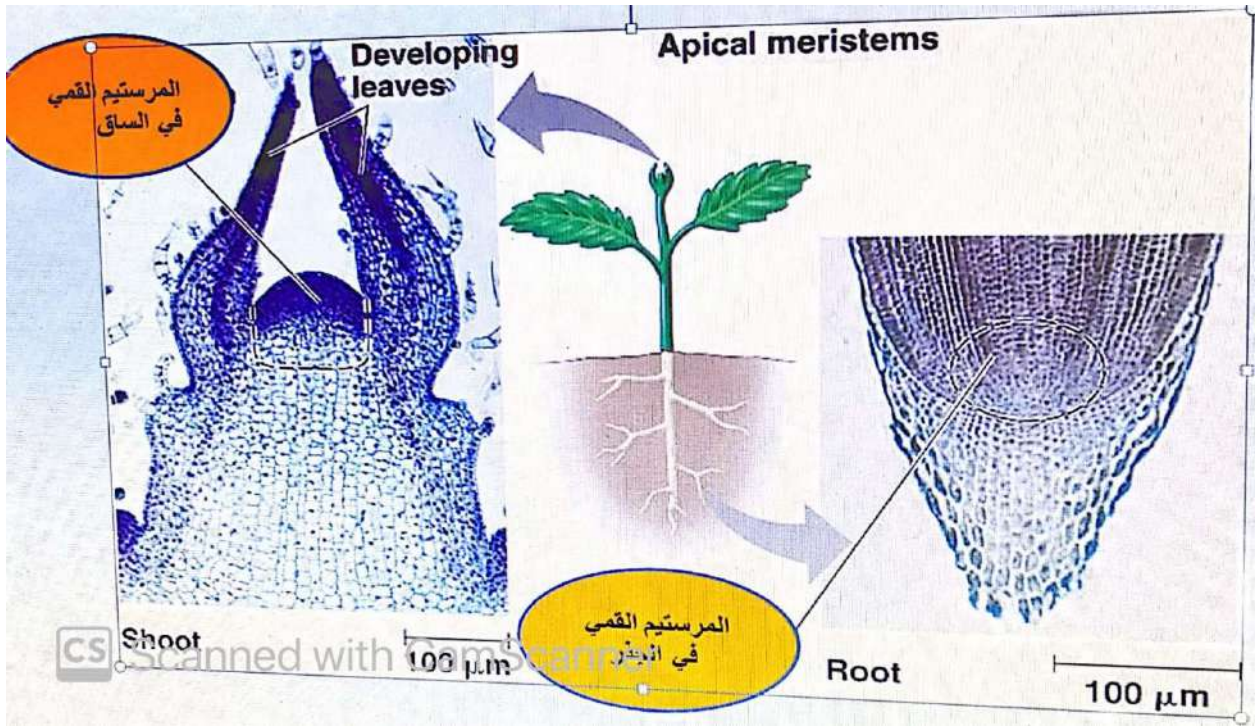
### الأنسجة المرستيمية الجانبية **Lateral Meristems** وتشمل :

- 1- أنسجة الكامبيوم الوعائي أو الحزمي : **Vascular cambium**  
توجد هذه الأنسجة في الحزم الوعائية بين الخشب واللحاء ويؤدي نشاطه إلى تكوين أنسجة ابتدائية للخشب واللحاء ، أما في النباتات المسنة فانه ينقسم ليعطي أنسجة ثانوية من الخشب واللحاء والتي تزيد من سمك النبات .

### 2- الكامبيوم الفليني : **Cork cambium**

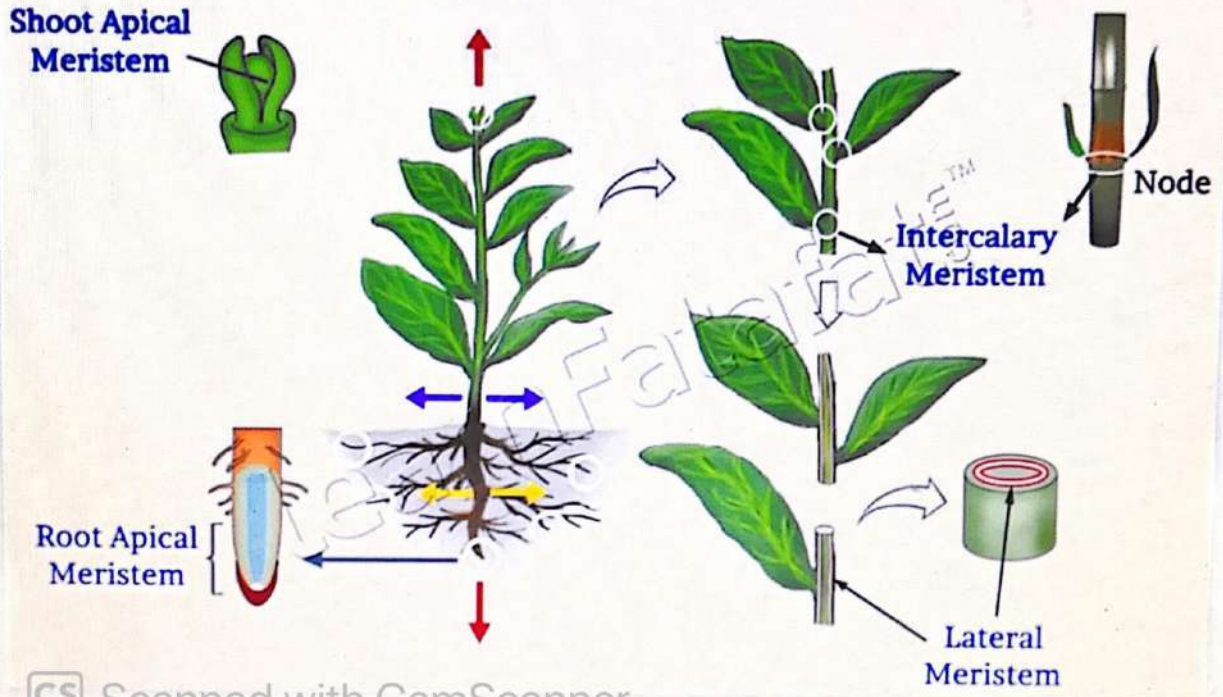
يتكون هذا الكامبيوم في الأعضاء النباتية البالغة وعادة يوجد في المناطق الخارجية للسيقان والجذور ليحل محل أنسجة البشرة والقشرة المتمزقتين والكامبيوم الفليني مسؤول عن تكوين طبقة الفلين في النباتات الخشبية ، والأنسجة الناتجة من انقسام الكامبيوم الفليني تعتبر أنسجة ثانوية ، ويوصف الكامبيوم

القليني بأنه خارجي المنشأ إذا نشأ من البشرة أو القشرة أما إذا نشأ من الدائرة المحيطة ( البريسايكل ) في الجذر فيعتبر داخلي المنشأ .





# Meristematic Tissue



## الأنسجة النباتية

### \* الأنسجة المستديمة : Permanent tissues

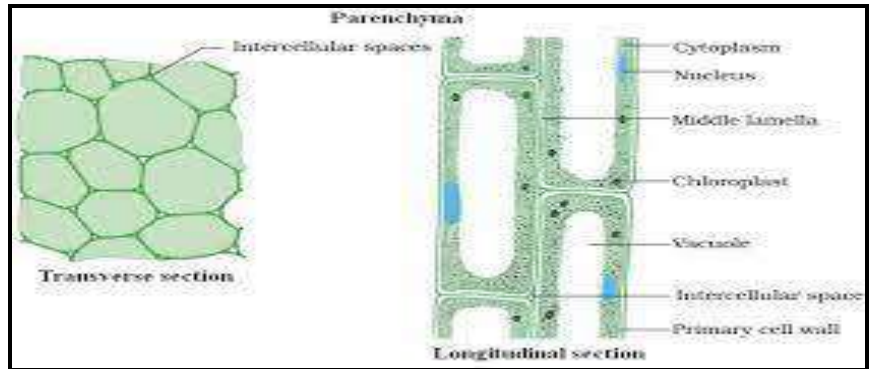
تنشأ خلايا هذه الأنسجة من انقسام ونمو الخلايا المرستيمية حيث تكبر الخلية المرستيمية وتزداد الفجوات العصارية بالحجم وتتحول إلى خلية بالغة ، وتشمل الانسجة المستديمة :

#### 1- الأنسجة المستديمة البسيطة Simple tissues

تتكون خلايا النسيج من نوع واحد من الخلايا وكل نوع له وظيفة وشكل معين يتلائم مع الوظيفة التي يقوم بها النسيج ، ومن بين هذه الأنسجة : الأنسجة البرنكيميية ، الأنسجة الكولنكيميية ، الأنسجة السكرنكيميية ، الأنسجة الإفرازية ، الأنسجة الضامة أو أنسجة البشرة .

#### 1- الأنسجة البرنكيميية Parenchyma tissues

وهي أكثر الخلايا انتشارا إذ توجد في معظم أجزاء النباتات الراقية ، وتوجد في القشرة والنخاع والأشعة النخاعية للجذور والسوق وفي النسيج المتوسط في الأوراق والأعضاء الزهرية ولب الثمار واندوسبرم البذور وفي نسيج الخشب واللحاء والقشرة الثانوية .  
خلاياها حية قد تكون كروية أو مضلعة (ذات أربعة عشر ضلع ) أو متطاولة وقد تكون مستطيلة كما في خلايا النسيج العمادي في الأوراق أو قد تكون نجمية أو كلوية .  
جدار الخلية رقيق يحتوي على النقر البسيطة ، وتحتوي الخلية على فجوة كبيرة ومسافات بينية واسعة ، وتحتوي على البلاستيدات عديمة اللون في الخلايا الداخلية وبلاستيدات خضراء في الخلايا القريبة من السطح الخارجي للنبات وتعرف بالخلايا الكلورنكيميية **Chlorenchyma** كما في النسيج المتوسط للأوراق .

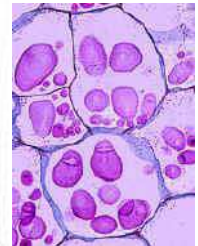
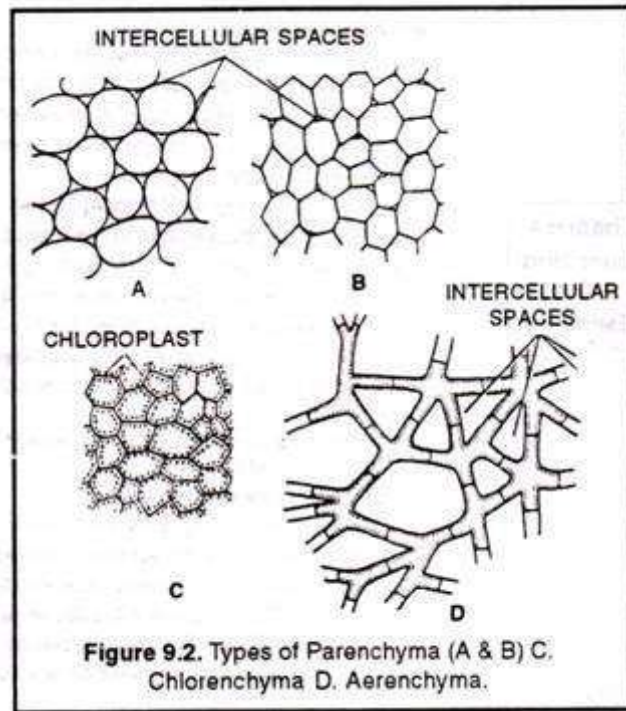


وتقسم الانسجة البرنكيميية حسب الشكل والوظيفة الى :

- 1- بارنكيمة اعتيادية parenchyma : توجد في القشرة وفي النخاع .
- 2- كلورنكيمة chlorenchyma : تتميز باحتوائها على على البلاستيدات الخضراء وصبغات الكلوروفيل وتقوم بعملية التمثيل الضوئي .
- 3- بارنكيمة مخزنة storag parenchyma وتكون ذات فجوات كبيرة ممتلئة بالعصارة توجد في الجذور والثمار والأبصال والدرنات والكورمات .
- 4- بارنكيما للتنهوية aerenchyma خلاياها رقيقة الجدر تحصر بينها فراغات هوائية واسعة تحوي على الاوكسجين كما في النباتات المائية .

### وظيفة الخلايا البرنكيمة :

توصيل المواد الغذائية والماء وتخزن احيانا المواد الغذائية كالنشأ والبروتين والدهون وتقوم بعملية البناء الضوئي وقد تستعيد قدرتها على الانقسام وتصبح خلايا مرستيمية ثانوية لذلك فهي هامة في تكوين الانسجة الثانوية والتئام الجروح.

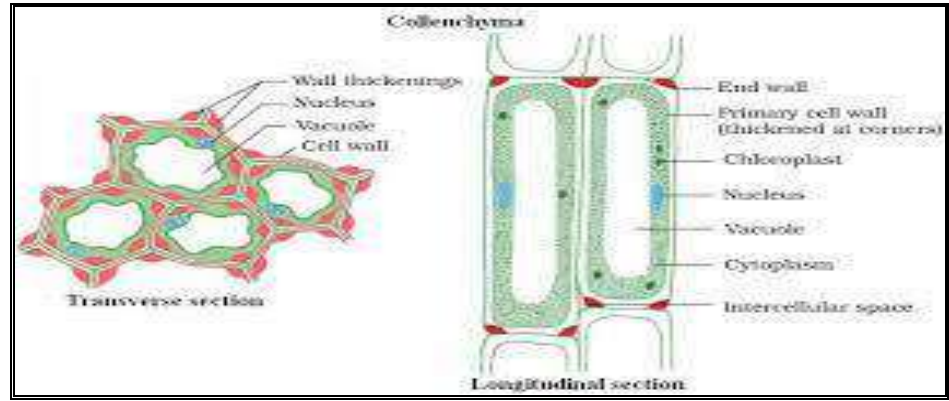


### 2- الأنسجة الكولنكيمة collenchyma tissues

توجد الأنسجة الكولنكيمة في قشرة الساق وأعناق وأنصال الأوراق ، ولا توجد في الجذور الأرضية وقد توجد في الجذور المعرضة للضوء .

وهي خلايا حية ، مغلظة الجدر بطريقة غير منتظمة ويزداد التغلظ عند الأركان بمواد السليلوز والبكتين ويعتبر التغلظ ابتدائيا أثناء نمو الخلايا ، وهي خلايا مستطيلة الشكل مستدقة من احد أطرافها ذات جدر مرنة قابلة للتمدد ، وتحتوي جدرانها على نقر ابتدائية وفجوة عصارية كبيرة وقد تحتوي على بلاستيدات خضراء .

وفي بعض الأحيان تستعيد قدرتها على الانقسام متحولة إلى خلايا مرستيمية أو أن تتلجن جدرانها متحولة إلى خلايا سكر نكيميية



**ويمكن تقسيم الخلايا الكولنكيمية تبعا لنوع التغلظ في الجدر إلى :**

1- كولنكيمية زاوية

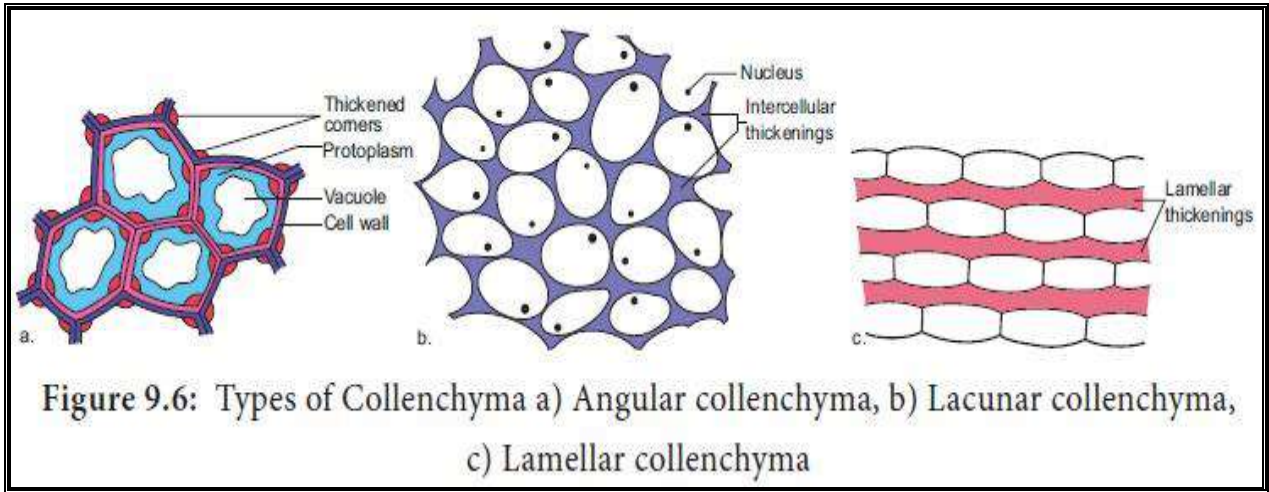
يزداد التغلظ طوليا في الأركان وتتلاشى المسافات البينية .

2- كولنكيمية صفيحية

يزداد التغلظ طوليا في الجدر الموازية لمحيط النبات الخارجي .

3- كولنكيمية فراغية

يزداد التغلظ طوليا في أجزاء الخلية المواجهة للمسافات البينية .



### وظيفة الأنسجة الكولنكيمية :

إعطاء الدعامة والمرونة للنباتات نظرا لتغلظ جدرها ، وإذا احتوت على البلاستيدات الخضراء تقوم بعملية التمثيل الضوئي .

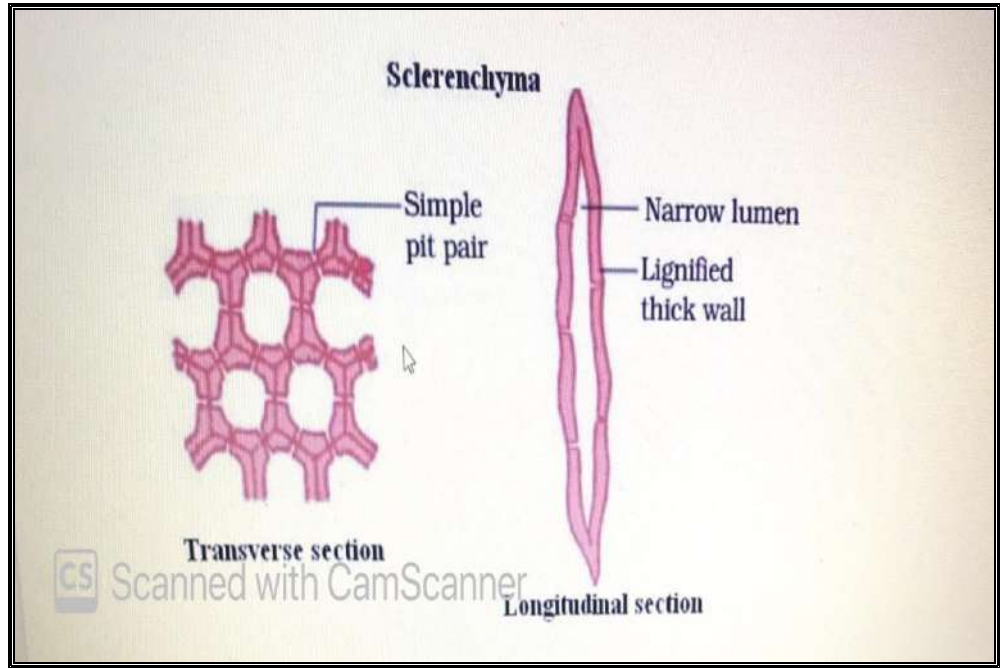
### 3- الأنسجة السكرنكيمية Sclerenchyma tissues

يتكون النسيج من خلايا ميتة وعند تمام نضجها تكون خالية من الساييتوبلازم والنواة ، جدرانها الثانوية صلدة ملجئة بمادة اللجنين تحتوي على نقر بسيطة أو مضفوفة أو ذات قنوات ، وظيفتها الأساسية تدعيم النبات وإعطائه قوة ميكانيكية لمقاومة الشد والانحناء.

تنشأ الخلايا السكرنكيمية من خلايا مرستيمية أو من تغلظ خلايا برنكيمية تغليظا ثانويا . ويوجد نوعين من الخلايا السكرنكيمية تختلف من حيث الشكل والمنشأ هما الألياف **Fibers** والخلايا الحجرية **Sclereids** .

#### 1- الألياف : Fibers

الخلايا طويلة نسبيا مدببة الأطراف جدرانها ثانوية مغلظة بمادة اللجنين وقد يكون التغلظ بمادة السليلوز ، وتنشأ الألياف من اصل مرستيمي ، توجد الألياف على هيئة تجمعات مبعثرة أو حلقات مستديرة داخل القشرة ، كما توجد حول الحزم الوعائية مكونة غمد الحزمة في النباتات ذات الفلقة الواحدة وفي الخشب واللحاء ، وفي بعض نباتات ذات الفلقتين توجد على هيئة تجمعات أعلى الحزم الوعائية مكونة البريساكيل . إضافة إلى دورها في تدعيم النبات إن الألياف لها قيمة اقتصادية حيث أنها مصدر للألياف الطبيعية مثل القطن والكتان الذي يدخل في صناعة المنسوجات ،



## 2- الخلايا الحجرية : Sclereides

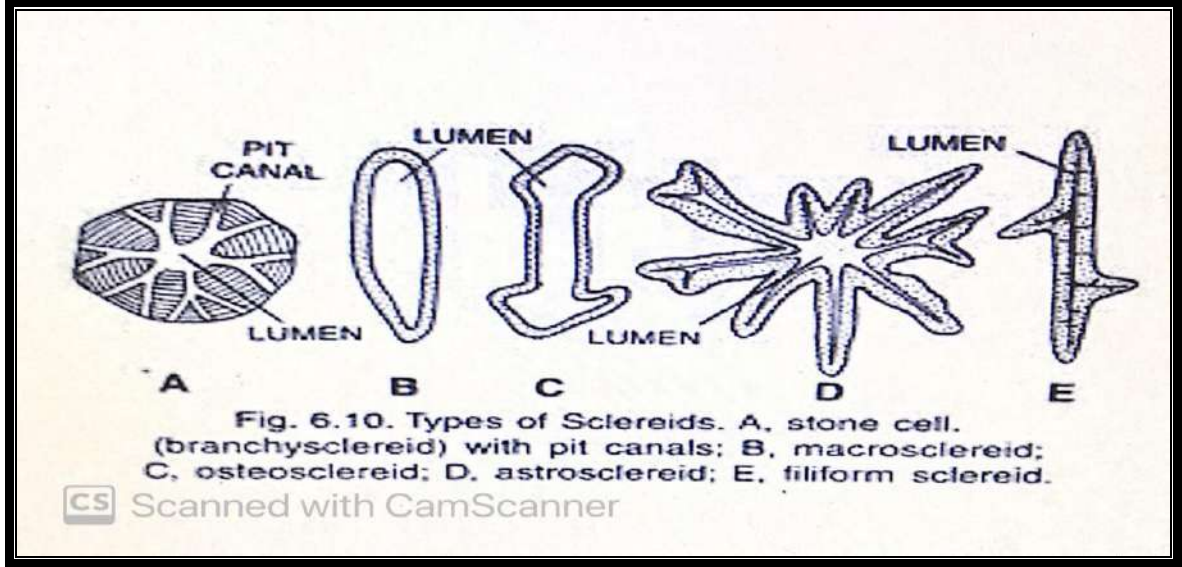
وهي خلايا ذات أشكال مختلفة كروية أو مضلعة أو مستطيلة وقد تكون متفرعة ذات جدر سميكة جدا وفيها نقر متفرعة لذلك تساهم في دعامة العضو الذي توجد به هذه الخلايا ,



وهي قصيرة غير مدببة الأطراف في القطاع الطولي ، وتنشأ من خلايا مستديمة برنكيميية ، وتوجد الخلايا الحجرية إما فرادى أو على هيئة تجمعات من عدد من الخلايا منتشرة داخل القشرة ، وتوجد في السيقان والأوراق والثمار والبذور . وتوجد أنواع عديدة منها كآلاتي :

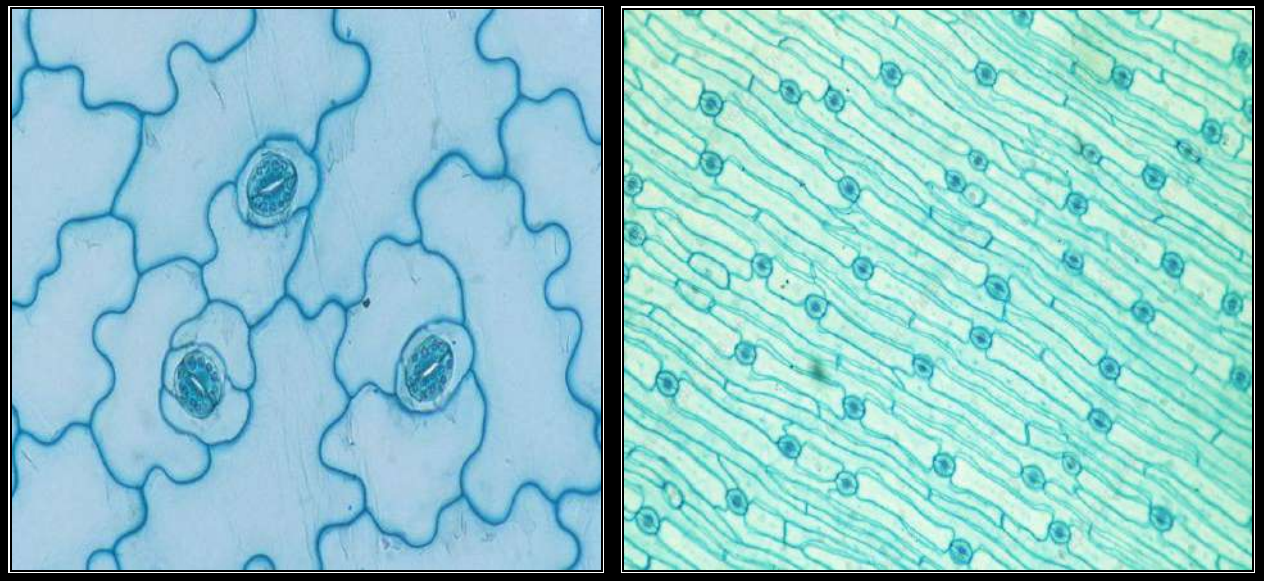
أ- الخلايا الحجرية : تشبه الخلايا البرنكيميية إلا أن جدرها سميكة ملجننة ، توجد في ثمار الكمثرى .

- ب- الخلايا العسوية : تكون خلاياها اسطوانية الشكل ، توجد في قصرة البزاليا .
- ج- الخلايا النجمية : تكون الخلايا متفرعة بكثرة وبشكل غير منتظم ، كما في أوراق الشاي .
- د- الخلايا العظمية : تكون خلاياها اسطوانية منتفخة الأطراف وتوجد تحت بشرة قصرة البزاليا .
- هـ- الخلايا الخيطية : تكون الخلايا طويلة ورفيعة وقد تكون متفرعة توجد في أوراق الزيتون .



## نسيج البشرة Epidermis tissue

يطلق على الطبقة الخارجية التي تحيط بالأعضاء النباتية وتقوم بحماية الأنسجة الداخلية من المؤثرات الخارجية اسم البشرة مثل نسيج البشرة حول السوق والجذور الحديثة والأوراق وأنسجة البريديرم حول السوق والجذور المسنة ، سمك طبقة البشرة صف واحد من الخلايا وقد تكون أكثر من صف في النباتات الجفافية لتقليل فقد الماء كما في أوراق نبات الدفلة وتسمى في هذه الحالة بالبشرة المتضاعفة ، تتميز خلايا البشرة بأنها حية تحتوي على فجوات عسارية كبيرة ، خالية من البلاستيدات الخضراء عدا الخلايا الحارسة **Guard cell** ، وتظهر في القطاع العرضي بشكل صف واحد من الخلايا المتراسة بدون مسافات بينية إلا في مواضع الثغور والتي تحاط بالخلايا الحارسة ، أما في المظهر السطحي فقد تكون جدرها متعرجة كما في بشرة ورقة الفلفل أو مضلعة متساوية الاقطار في بشرة ورقة العنب أو مستطيلة في بشرة ورقة النجيليات .



الجار الخارجي لخلايا البشرة أغظ الجدر ويغطي بطبقة من الكيوتكل Cuticl غير المنفذة للماء عدا في مناطق الثغور ، ويتكون الكيوتكل من مواد دهنية أهمها الكيوتين Cutin ويختلف سمك الكيوتكل باختلاف النباتات والظروف البيئية حيث تكون طبقة الكيوتكل رقيقة أو تختفي في النباتات المائية في حين تكون سميكة في النباتات الجفافية وقد تتكون من عدة طبقات :

الخارجية كيوتين بدون سليولوز

الوسطى كيوتين + سليولوز

الداخلية سليولوز فقط

وتحتوي جدر خلايا البشرة على نقر ابتدائية وبلازموديزمات حتى على الجدران الخارجية إذ يعتقد أن لها دورا في تكوين طبقة الكيوتكل .، ويحتوي نسيج البشرة على زوائد البشرة **Trichomes** وتكون ذات أشكال وتراكيب ووظائف متعددة ومختلفة وقد تكون افرازية أو غير افرازية ، والزوائد ذات جدر سليولوزية ومغطاة بطبقة كيوتكل .

### وظائف البشرة :

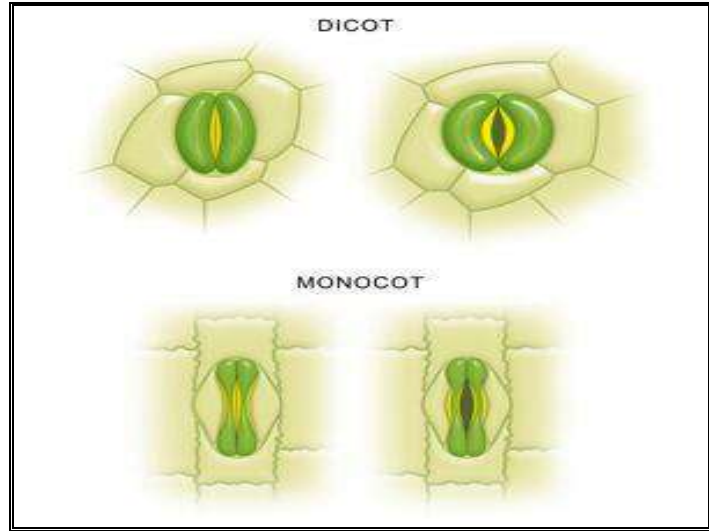
- 1- حماية الأنسجة الداخلية من المؤثرات الخارجية .
- 2- التحكم في كمية بخار الماء المفقود وفي تبادل الغازات عن طريق الثغور .
- 3- امتصاص الماء بواسطة الشعيرات الجذرية .
- 4- تخزين الماء في النباتات الصحراوية .

### الثغور Stomata

هي الفتحات التي تتخلل خلايا البشرة ، وتعتبر الثغور نهاية شبكة المسافات البينية الموجودة بين خلايا النبات إذ يوجد أسفل الثغر تجويف يعرف بغرفة الثغر والتي تتصل بالمسافات البينية لخلايا الأنسجة المحيطة بها ،



وتوجد الثغور في الأجزاء الهوائية للنبات وبشكل خاص في الأوراق ويختلف عدد الثغور على السطح العلوي عن السطح السفلي للأوراق ويكون عددها أكثر على السطح السفلي ، وتتوزع في صفوف طولية في أوراق نباتات ذوات الفلقة الواحدة أو تكون مبعثرة في أوراق نباتات ذوات الفلقتين .



وتحاط فتحة الثغر بخليتين حارستين Two guard cells وهي خلايا متخصصة يختلف شكلها عن باقي خلايا البشرة ، وتكونان كلويتي الشكل في المنظر السطحي ، والخلايا الحارسة حية بروتوبلازما كثيف أكثر من خلايا البشرة العادية ، تحتوي على بلاستيدات خضراء ، جدرانها الجانبية رقيقة أما جدرانها الخارجية والداخلية سميكة ، وقد تحاط الخلايا الحارسة بخليتين أو أكثر يختلفان في الشكل عن خلايا البشرة تعرف بالخلايا

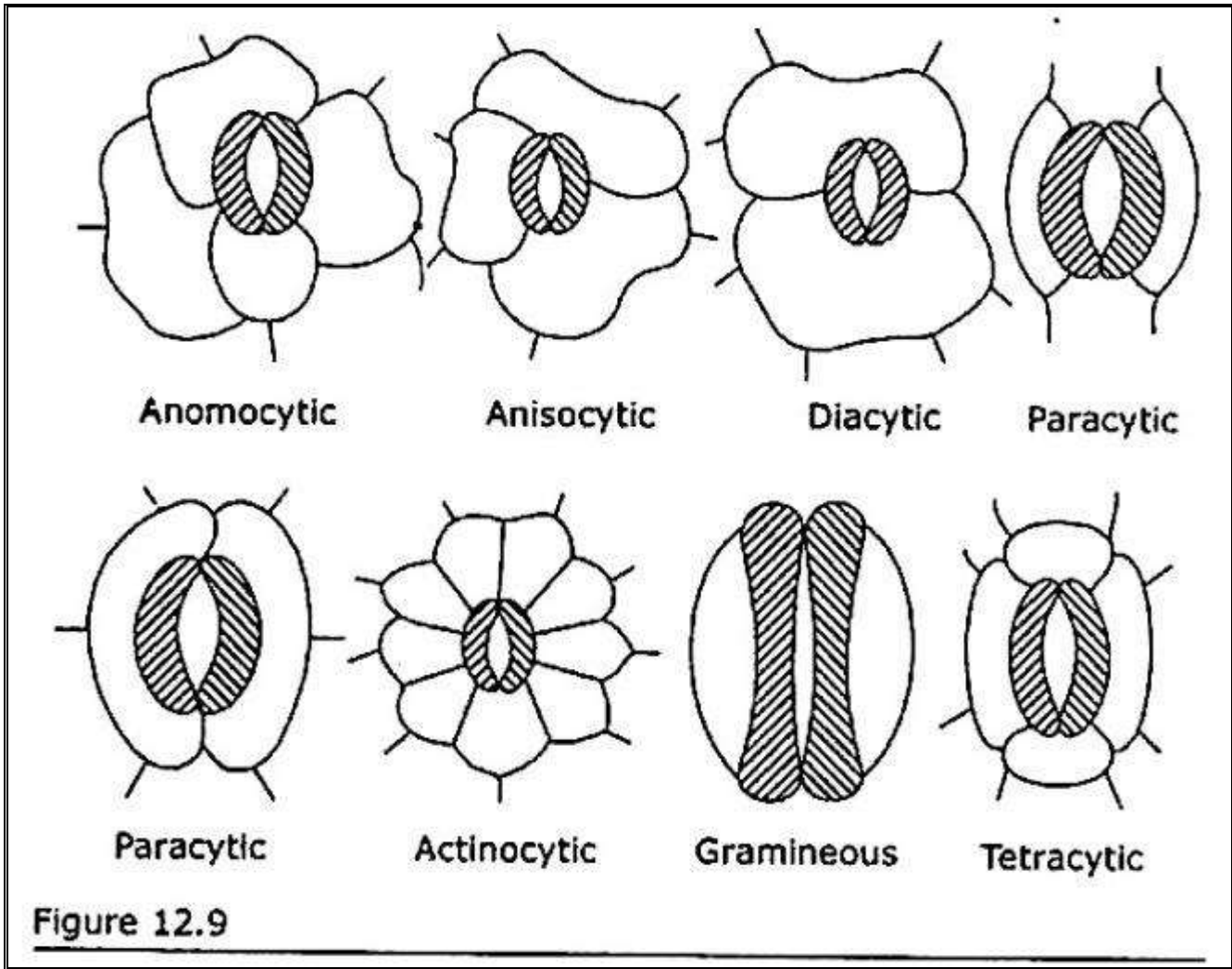
#### المساعدة Subsidiary cells .

وتقسم الثغور على اساس العلاقة بالخلايا المجاورة الى عدة انواع هي:

- 1- النوع الشاذ Anomocytic : يسمى ايضا بالنوع غير المنتظم وينعدم في هذا النوع وجود الخلايا المساعدة وتحاط الثغرة بعدد من الخلايا الاعتيادية للبشرة .
- 2- النوع المتوازي Paracytic type : وفيه تحاط الثغرة بخليتين مساعدتين موازيتين للمحور الطولي للثغرة.
- 3- النوع المتعامد Diacytic type : وفيه تحاط الثغرة بخليتين مساعدتين متعامدتين على المحور الطولي للثغرة.
- 4- النوع المتباين Anisocytic type : وفيه تحاط الثغرة بثلاثة خلايا مساعدة متدرجة بالحجم.

5- النوع الرباعي Tetracytic type : تحاط الثغرة في هذا النوع بأربعة خلايا مساعدة اثنان قطبيتان واثنان جانبيتان كما في ذوات الفلقة الواحدة .

6- النوع الدائري Cyclocytic type : في هذا النوع تحاط الثغرة بأربعة خلايا مساعدة أو أكثر تنتظم بشكل حلقة ضيقة حول الثغرة.



#### ميكانيكية فتح وغلق الثغور :

تشير إحدى النظريات إلى أن الخلايا الحارسة يزداد تركيز السكر فيها أثناء النهار لاحتوائها على البلاستيدات الخضراء مما يؤدي إلى زيادة ضغطها الأزموزي فينتقل الماء إليها من الخلايا المجاورة مما يؤدي إلى انتفاخها فتتفتح فتحة الثغور ، وفي الليل تتحول السكريات الذائبة في الخلايا الحارسة إلى نشا فيقل الضغط الأزموزي بالخلايا الحارسة عنه في الخلايا المجاورة فينتقل الماء من الخلايا الحارسة إلى الخلايا المجاورة ويقل محتواها المائي فنترهل الجدر الجانبية الرقيقة للخلايا الحارسة وتغلق فتحة الثغور .

#### كيفية تكوين الثغور :

تنقسم إحدى خلايا البشرة إلى خليتين غير متساويتين بالحجم ، ثم تنقسم الخلية الصغيرة إلى خليتين تكبران بالحجم وتأخذان الشكل المحدد للخليتين الحارستين ، وتنتفخ مواد الصفيحة الوسطى الموجودة بين الخليتين ويحدث انفصال في الجزء الوسطي من الصفيحة الوسطى وتتكون فتحة الثغر.

## تشريح نبات / المرحلة الثانية

مدرسة المادة : د. هالة عبد الرحمن

### زوائد البشرة غير الإفرازية

تعرف زوائد البشرة بالترايكومات Trichomes وقد تكون وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ويمكن تقسيمها إلى :

#### 1- شعيرات وحيدة الخلية : Unicellular hairs

وتتكون من خلية واحدة جزء منها يقع بين خلايا البشرة والجزء الباقي يمتد إلى الخارج ، والجزء الخارجي قد يكون غير متفرع كما في الشعيرات الجذرية أو في شعرة بذرة القطن او متفرعا كما في شعور أوراق المنثور .

#### 2- شعيرات عديدة الخلايا : Multicellular hairs

وتتكون من عدد من الخلايا وخلاياها توجد في صف واحد وغير متفرعة كما في شعيرات أوراق القرع والطماطة .

أو توجد خلاياها في عدة صفوف وغير متفرعة كما في شعور قواعد بتلات نبات الرجلة .  
وقد تكون متفرعة تفرع نجمي كما في نبات ابوتيلون أو نبات ستيراكس  
أو يكون التفرع شجري كما في نبات بلاتانس .

#### 3- شعيرات عديدة الخلايا منبسطة : Squamiform

وتكون ذات رأس منبسط ، إذا كانت جالسة تسمى حراشيف وإذا كانت معنقة فتسمى شعور درعية كما في أوراق الزيتون .

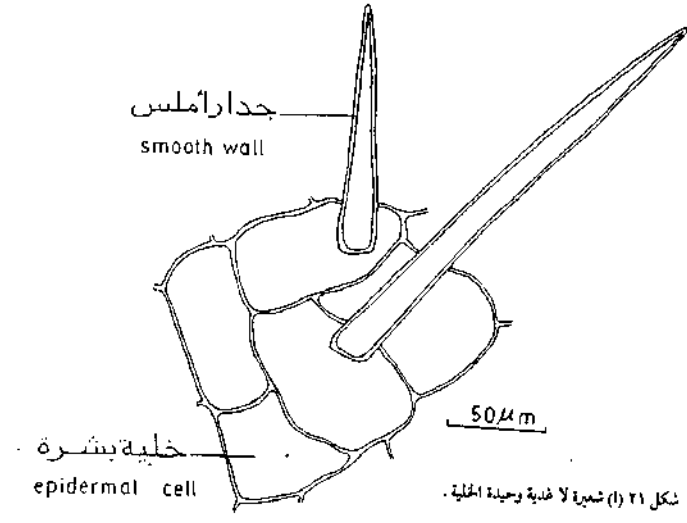
#### 4- المثانات : Bladders

وهي خلايا بشرة امتدت وكبرت في الحجم وتخصصت لتخزين الماء ، وتحمل المثانة على عنق يمتد أعلى خلايا البشرة كما في أوراق نبات اتريلكس وقد تكون جالسة كما في نبات حي علم .

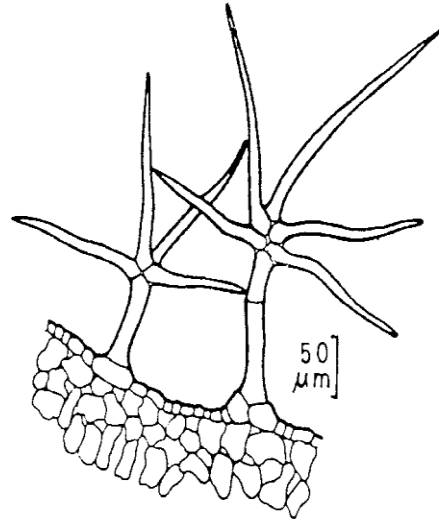
#### 5- زوائد غير سطحية : Emergences

وهي زوائد ذات اصل من البشرة وبعض الطبقات تحت البشرة كما في أشواك نبات الورد .

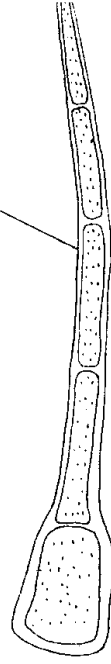
شكل (٢١) : أنواع الشعيرات اللاغنية



شكل ٢١ (ب) شعيرة لا غدية عديدة الخلايا متفرعة.

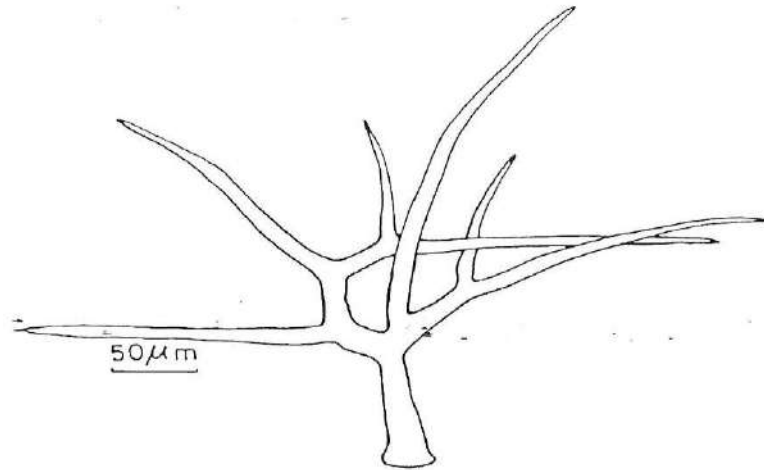
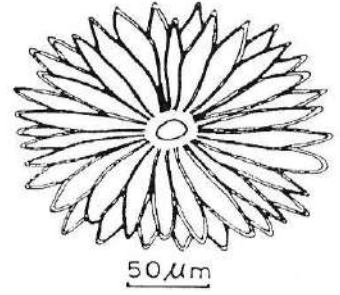


جدار سميك ذو نتوءات  
thick warty wall



شكل ٢١ (ج) شعيرة لا غدية عديدة الخلايا وحيدة الصف .

شكل ٢١ (هـ) شعيرة لا غدية قرصية .



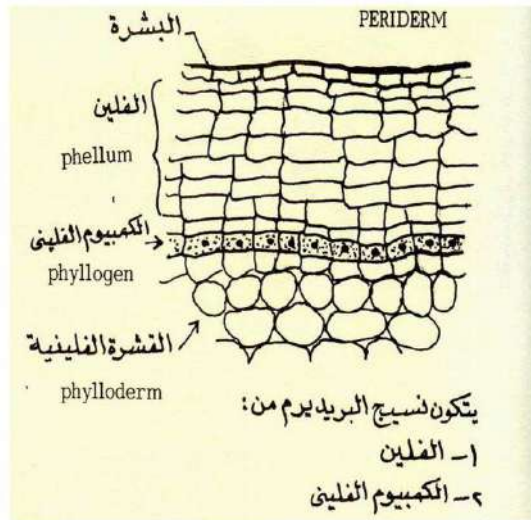
شكل ٢١ (و) شعيرة لا غدية وحيدة الخلية متفرعة .

## \* نسيج البيريدرم : Periderm

وهو نسيج ثانوي المنشأ يحل محل بشرة السيقان والجذور المستمرة النمو في السمك ، ويتكون كذلك في أماكن تساقط الأوراق وأسفل الجروح ويعمل على حماية الأنسجة الداخلية من فقد الماء بالتبخر ومن الإصابة بالميكروبات إضافة إلى انه يتكون حول الإصابات المرضية فيحد من انتشار الكائنات الممرضة . ينشأ البيريدرم من الكامبيوم الفليني **Phellogen** وهو مرستيم ثانوي يتكون من طبقة واحدة من الخلايا المترابطة ، وينشأ الكامبيوم الفليني من تحول **خلايا البشرة أو بعض من خلايا القشرة أو البريساكيل أو اللحاء إلى خلايا مرستيمية .**

تنقسم خلية الكامبيوم الفليني إلى خليتين الخارجية تنضج وتتحول إلى خلية فلينية والداخلية تبقى مرستيمية وهذه بدورها تنقسم إلى خليتين ، الداخلية تستكمل نضجها وتتحول إلى خلية برنكيمية والخارجية تبقى مرستيمية وتكرر الانقسام لتكون نسيج الفلين **Phellum** إلى الخارج ونسيج القشرة الثانوية **Phelloderm** إلى الداخل .

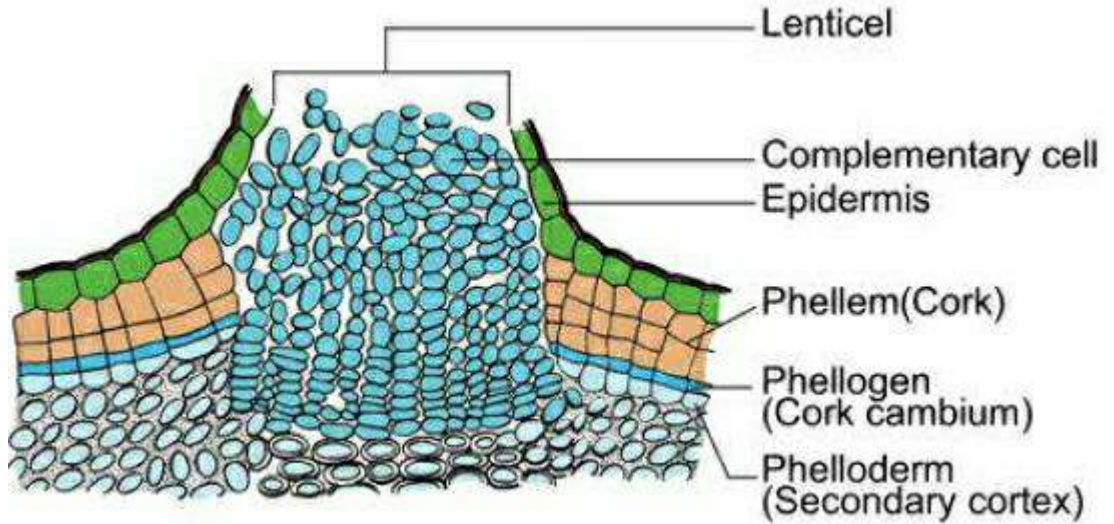
ويشمل نسيج البيريدرم : الفلين والكامبيوم الفليني والقشرة الثانوية . خلايا الفلين تظهر في القطاع العرضي بشكل مستطيل وتكون خالية من المسافات البينية وتموت عند النضج نتيجة لتغلظها بمادة السوبرين الدهنية غير المنفذة للماء ، جدران الخلايا خالية من النقر وفراغ الخلية مملوء بالهواء وقد يحتوي على بلورات أو مواد تانينية .



الرسم يوضح نسيج البيريدرم

## وظيفة خلايا الفلين :

- 1- حماية الأنسجة الداخلية للنبات .
  - 2- تقليل ومنع فقدان الماء من الأنسجة الداخلية .
  - 3- يعمل كعازل حراري من التغيرات الحرارية الخارجية .
- ولا ينتج الكامبيوم الفليني دائما خلايا الفلين للخارج إذ انه تحت الثغور عادة يعطي بدلا من الفلين نسيج مفكك يتكون من خلايا برنكيمية رقيقة الجدر تفصلها مسافات بينية وتسمى هذه المناطق **بالعديسات Lenticels** وتعتبر نسيج للتهوية وتبادل الغازات ويعطي الكامبيوم الفليني في منطقة العديسة خلايا برنكيمية خارجية نسيج مفكك والداخلية قشرة ثانوية .
- ويلاحظ في بعض النباتات مثل الزان وفي الأجواء شديدة البرودة تتكون طبقة أو طبقات فلينية بدلا من النسيج المفكك لعزل الأنسجة الداخلية عن الجو الخارجي وتعرف هذه الطبقة بالطبقة الغالقة ، وعند تحسن الظروف البيئية يكون الكامبيوم الفليني نسيجا مفككا ثانية ويضغط على الطبقة الغالقة فيمزقها وقد تتكرر هذه العملية فيتكون عدة طبقات غالقة تفصلها خلايا مفككة .



## نسيج الخشب : Xylem tissue

وهو من الأنسجة المركبة ، ويتكون من العناصر التالية :

### في عاريات البذور

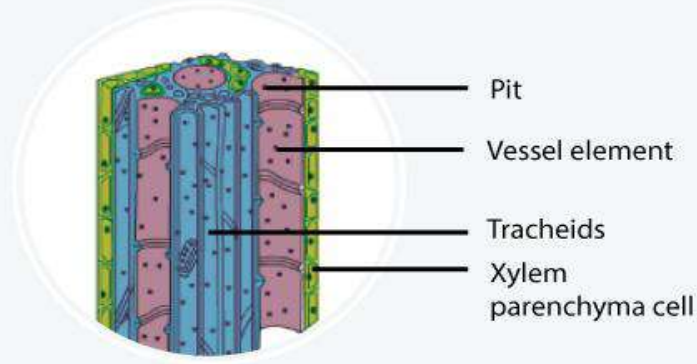
قصيبات  
ألياف خشب  
بارنكيما الخشب

### في مغطاة البذور

أوعية الخشب  
قصيبات  
ألياف الخشب  
بارنكيما الخشب



## STRUCTURE OF XYLEM CELLS



### وظائفه :

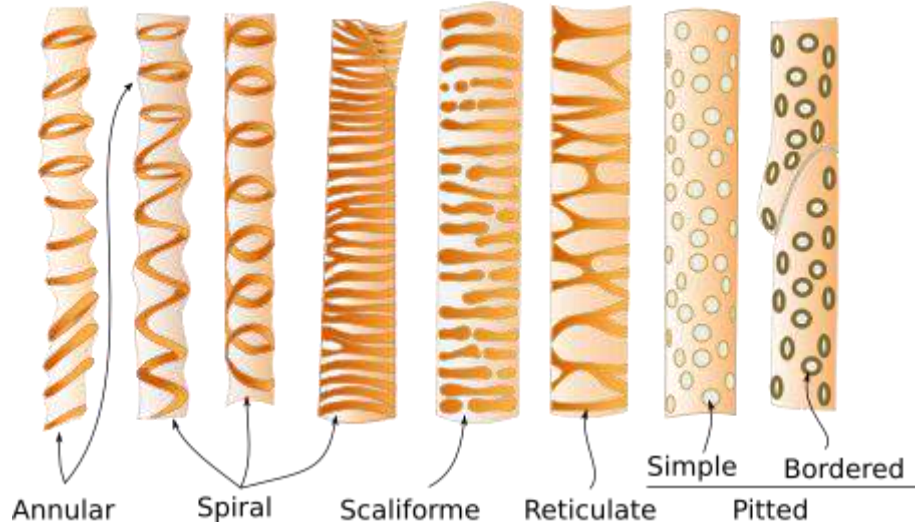
- 1- نقل وتوصيل الماء والأملاح الذائبة من الجذور إلى الأوراق عن طريق الأوعية والقصبيات .
  - 2- تدعيم النبات لوجود الألياف .
  - 3- تقوم الخلايا البرنكيمية بوظيفة الخزن .
- والخشب قد يكون أولي Primary xylem ناتج عن دورة النمو الأولي Primary growth للنبات . أو يكون خشب ثانوي Secondary xylem ناتج عن دورات النمو الثانوية والتي تكون أساسية في النباتات الخشبية المعمرة وتؤدي إلى زيادة سمك وتثخن الأعضاء النباتية . ويعتبر كلا النوعين الخشب الأولي والخشب الثانوي من الأنسجة المعقدة .

### 1- أوعية الخشب : Vessels

تتكون الأوعية من خلايا مترابطة طوليا فوق بعضها وتذوب جدرانها العرضية لتصبح وعاءا طويلا ، والخلايا ممتدة ذات جدران مغلظة تغلظ ثانوي وملجننة ونهاياتها مثقبة ، وتحتوي جدران الأوعية على نقر بسيطة أو مضفوفة أو نصف مضفوفة وتختلف جدران الأوعية في طرق تغليظها ومن أنواع التغلظات في جدران الأوعية والقصبيات الخشبية :

- 1- حلقي Annular
- 2- حلزوني Spiral
- 3- سلبي Scalariform
- 4- شبكي Reticulate
- 5- منقر Pitted

## TRACHEIDS y TRACHEAS Cell wall modifications



### 2- القصبيات : Tracheids

وهي خلايا ميتة عند النضج ، وتكون أضيق من الأوعية ولا تنوب فيها الجدر المستعرضة الفاصلة بينها والتي عادة تكون مائلة ولذلك تكون الخلايا ذات أطراف مدببة نسبيا وتحتوي جدرها على نقر لتسمح بمرور الماء من خلية إلى أخرى وجدار القصبية يكون مغلظ تغلظ حلقي أو حلزوني أو سلملي أو شبكي أو منقر .

### 3- الألياف : Fibers

تشبه ألياف الخشب الألياف العادية ، وتكون ملجننة جدرها اسمك من جدر القصبيات ومن أنواع الألياف الملاحظة في نسيج الخشب :

أ- ألياف قصبية Tracheids fibers

ب- ألياف ليبرية Libriform fibers

ت- ألياف جلاتينية Gelatinous fibers

### 4- بارنكيما الخشب : Parenchyma cell

وهي تشبه الخلايا البرنكيميا الاعتيادية إلا أنها عادة تكون مستطيلة ، قد تتغلظ جدرها بمادة اللجنين وتتخللها نقر بسيطة أو مصفوفة ولا يوجد بينها فراغات بينية ، وظيفتها هي خزن المواد الغذائية والمساهمة في توصيل العصارة .

أنواع الخشب :

### 1- الخشب الابتدائي : Primary xylem

وهو الخشب الذي ينشأ مباشرة من نشاط الكامبيوم الأولي Procambium وذلك خلال فترة النمو الابتدائي وفي معظم نباتات ذوات الفلقة الواحدة وبعض النباتات ذات الفلقتين العشبية ويمثل الخشب الابتدائي النوع الوحيد من أنواع الخشب في هذه النباتات ولا يوجد خشب ثانوي .  
ويوجد نوعين من الخشب الابتدائي هما :

#### أ- الخشب الابتدائي الأولي : Protoxylem

وهو أول جزء من الخشب الابتدائي يتميز نتيجة نشاط الكامبيوم الأولي ويوجد في الأجزاء النباتية التي لاتزال فيها عمليتا الاستطالة والتمايز مستمرة بشكل ملحوظ .  
والعناصر الناقلة للخشب الأولي ذات تغلظات إما حلزونية أو حلزونية .

#### ب- الخشب الابتدائي التالي : Metaxylem

وهو جزء الخشب الذي ينشأ من نشاط الكامبيوم الأولي ، ويتميز في وقت لاحق أو متأخر من النمو خاصة في المناطق التي اكتمل فيها استطالة العضو النباتي .تكون الأوعية الناقلة في الخشب التالي واسعة نسبيا مقارنة مع الخشب الأولي ، أما التثخنتات أو التغلظات الملاحظة في جدر الأوعية الناقلة للخشب التالي فهي :  
الحلزوني – السلمي – الشبكي – النقري .

#### 2- الخشب الثانوي : Secondary xylem

وهو الخشب الذي يتكون نتيجة لنشاط الكامبيوم الوعائي خلال عملية التغلظات الثانوية وذلك بعد اكتمال النمو للأعضاء النباتية .يوجد الخشب الثانوي في سيقان وجذور عاريات البذور ومعظم نباتات ذوات الفلقتين ، في حين يندم وجود الخشب الثانوي في معظم نباتات ذوات الفلقة الواحدة والسرخسيات وبعض النباتات العشبية من ذوات الفلقتين .

أما أغلب التثخنتات في جدران الأوعية الناقلة للخشب الثانوي هي من نوع التثخن النقري pitted ويتميز في الخشب الثانوي نظامين من النمو والتركيب هما :

#### أ- النظام المحوري Axial system

#### ب- النظام الشعاعي أو الأفقي Radial system

#### \* نسيج اللحاء : Phloem tissue

وهو نسيج مركب يتكون من أنواع من الخلايا :

#### في عاريات البذور :

خلايا منخلية

ألياف اللحاء

بارنكيما اللحاء

#### في مغطاة البذور :

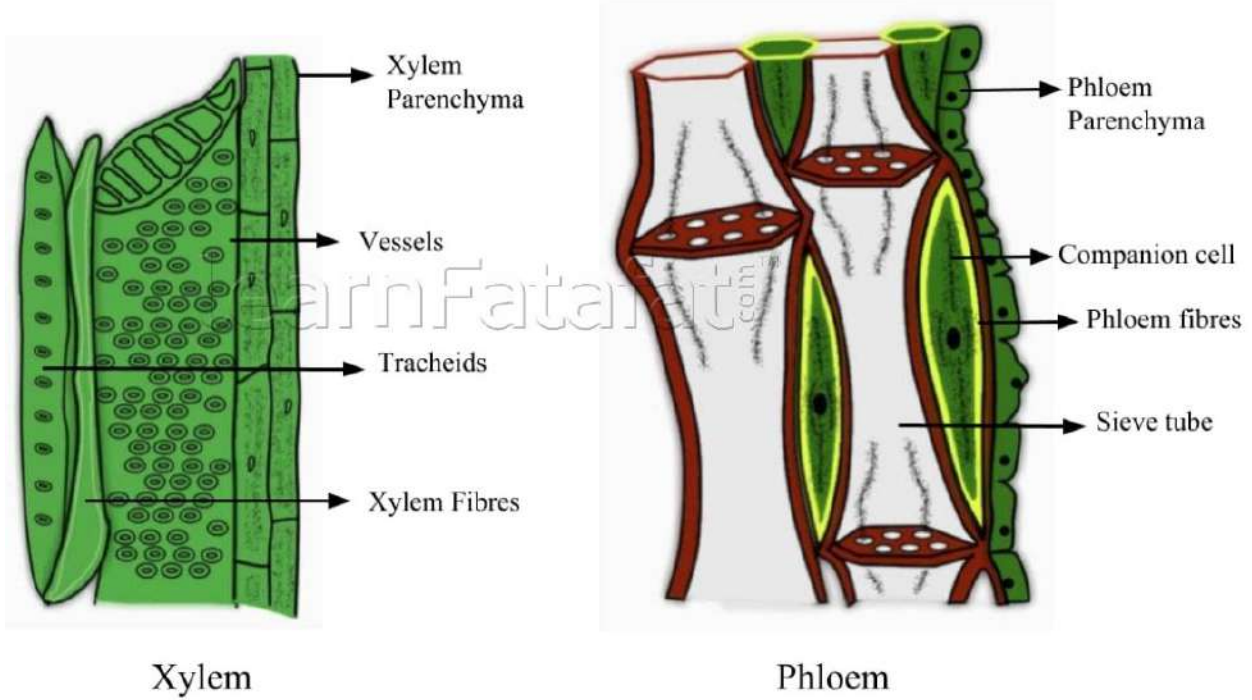
أنابيب منخلية

خلايا مرافقة

ألياف اللحاء

بارنكيما اللحاء

## Complex Permanent Tissue



يوجد اللحاء في جميع الأعضاء النباتية ويقرن عادة مع نسيج الخشب تركيبيا ونشوءا ويكون النسيجان معا

### النسيج الوعائي Vascular tissue

#### وظيفة نسيج اللحاء :

- 1- نقل الغذاء المجهز في الأوراق إلى باقي أجزاء النبات
- 2- تقوم أليافه بتدعيم النبات
- 3- تقوم الخلايا البرنكيميية بوظيفة التخزين.

#### \* الأنابيب المنخلية : Sieve tubes

تتكون الانبوبة المنخلية من صف من الخلايا الحية تسمى وحدات الأنابيب المنخلية ذات جدر رقيقة سليولوزية وتحتوي على سايتوبلازم ونواة وعند النضج تختفي النواة ويشكل السايتوبلازم طبقة رقيقة تبطن الجدر ، تنفصل وحدات الانبوبة المنخلية عن بعضها بجدر مثقبة قد تكون أفقية أو مائلة تسمى الصفائح المنخلية Sieve plates وتسمى المساحة من الصفيحة المنخلية والتي تحتوي على ثقوب عديدة بالمساحة المنخلية ، وتوجد الصفائح المنخلية بنوعين :

- 1- صفائح منخلية بسيطة : وهي التي تحتوي الواحدة منها على مساحة منخلية واحدة .
- 2- صفائح منخلية مركبة : وهذه تحتوي على عدد من المساحات المنخلية .

تمر خلال ثقب المساحات المنخلية خيوط سايتوبلازمية تصل بروتوبلاست الوحدة المنخلية بالخلايا المجاورة ، وتحاط الخيوط السايتوبلازمية المارة بالصفائح المنخلية بطبقة رقيقة من مادة الكالوس وهي مادة كاربوهيدراتية تعطي كلوكوز عند تحللها وبزيادة عمر الوحدة النخلية يزداد ترسيب الكالوس حول الخيوط السايتوبلازمية ، وقد يؤدي ذلك إلى تغطية الصفائح المنخلية وانسداد ثقبها واختفاء الخيوط السايتوبلازمية وفقدان الوحدة لوظيفتها .

### \* الخلايا المنخلية : Sieve cell

هي خلايا اسطوانية طويلة ذات جدر طرفية مائلة بشدة ومتراكبة مع جدر خلايا منخلية أخرى ولا توجد صفائح منخلية بل توجد مساحات منخلية غير متخصصة ، ثقبها ضيقة ومتماثلة ولا توجد مع الخلايا المنخلية خلايا مرافقة ولكن توجد خلايا زلاية تشبه الخلايا المرافقة .

### \* الخلايا المرافقة : Companion cells

وهي خلايا برنكيمة متخصصة ، توجد ملاصقة للأنابيب المنخلية وتحتوي الخلية المرافقة على سايتوبلازم كثيف ونواة ، وتقابل المساحات المنخلية في الجدر الجانبية لوحدات الأنابيب المنخلية المجاورة لخلايا مرافقة حقول نقر ابتدائية في جدر الخلايا المرافقة ، وتتوقف الانبوبة المنخلية عن أداء وظيفتها عند موت الخلايا المرافقة المتصلة بها .

تنشأ الخلايا المرافقة من نفس الخلايا المرستيمية التي تنشأ منها الأنابيب المنخلية ، إذ تنقسم الخلية المرستيمية الأمامية طولياً إلى خليتين غير متساويتين الكبيرة منها تكون وحدة أنبوب منخلي والصغرى تكون خلية مرافقة .

### \* ألياف اللحاء

يحتوي اللحاء الابتدائي والثانوي على ألياف وتوجد في مجاميع أو في طبقات تتبادل مع طبقات الأنابيب المنخلية والخلايا المرافقة ، وقد يحتوي اللحاء على خلايا سكلريدية توجد مع الألياف أو منفردة وخاصة في الأنسجة المعمرة .

### • بارنكيما اللحاء

وهي خلايا برنكيمة تميل إلى الاستطالة جدرانها من مادة السليلوز تتخلله نقر بسيطة وتقوم بعملية خزن المواد الغذائية ، ولا توجد بارنكيما اللحاء في لحاء النباتات ذات الفلقة الواحدة .

ويوجد نوعين من أنسجة اللحاء هي :

1- اللحاء الابتدائي Primary phloem ويصنف إلى :

أ- لحاء ابتدائي أولي **Protophloem**

ب- لحاء ابتدائي تالي **Metaphloem**

يكون اللحاء الأولي ذو وحدات منخلية ذات قطر ضيق وعديمة النوى بعد النضوج ، ويتميز هذا اللحاء في مرحلة مبكرة من النمو ( مرحلة النمو السريع ) .

أما اللحاء التالي فهو ذو عناصر منخلية واسعة القطر ويوجد فيه خلايا مرافقة ويستمر بأداء وظيفته لفترة أطول من اللحاء الأولي .

وينشأ كل من اللحاء الأولي واللحاء التالي ( الابتدائي ) مباشرة من **Procambium** الأولي

2- **اللحاء الثانوي : Secondary phloem**

ينشأ هذا اللحاء من **الكامبيوم الوعائي** خلال فترة التثخنتات الثانوية للسيقان والجذور **Secondary growth** وهو يشكل جزء صغير من هذه الأعضاء النباتية إذا ما قورن مع نسبة الخشب الثانوي في الأجزاء والأعضاء النباتية ، ويتميز اللحاء الثانوي إلى :

أ- **لحاء ثانوي محوري**

ب- **لحاء ثانوي شعاعي**

يفقد اللحاء الثانوي وظيفته عادة بعد مرور سنة واحدة من تكوينه .

## التركيب التشريحي للجذر

يختلف التركيب التشريحي للجذر تبعا لنوع النبات وكذلك حسب مناطق الجذر المختلفة . فالمنطقة النامية تتميز باحتوائها على خلايا مرستيمية مشابهة للخلايا المرستيمية التي توجد في الساق وهي : النسيج المرستيمي الأول والذي يتميز الى منشئ البشرة ومنشئ النسيج الأساسي ومنشئ الاسطوانة الوعائية . ولا يحتوي على بادئات الأوراق بل يوجد نسيج واقى للقمّة النامية وهو نسيج القلنسوة . وعندما تتخصص هذه الخلايا المرستيمية تبدأ الأنسجة الابتدائية البالغة في التكوين لتشمل منطقة الاستطالة ثم تليها منطقة الشعيرات الجذرية ومنطقة تكوين الجذور الجانبية ومن بعدها المنطقة الدائمة .

### التركيب الداخلي للجذور ( مناطق الجذر ) :

#### 1- منطقة القلنسوة : Calyptra

توجد في جذور معظم أنواع النباتات وقد لا توجد في جذور بعض النباتات المائية. والقلنسوة نسيج مخروطي يوجد في قمة الجذر، يتكون من خلايا برنكيميّة دائمة التجدد بواسطة خلايا المرستيم الأول التي تنقسم بصورة دائمة لتعطي خلايا القلنسوة بدلا من الخلايا التي تتآكل

**وظيفتها :** حماية خلايا القمّة النامية من التمزق أثناء اختراق الجذر للتربة واحتكاك القمّة بحبيبات التربة ، ويقوم جهاز كولجي بإفراز مواد مخاطية تقوم بتسهيل امتداد الجذر في التربة .

#### 2- منطقة القمّة النامية ( منطقة المرستيم القمي ) : Apical meristem zone:

تتكون من نسيج مرستيمي أولي ، وتتميز عادة الى ثلاث مناطق مرستيمية :

أ- منشئ البشرة الذي يؤدي الى تكوين البشرة

ب- منشئ النسيج الأساسي والذي يؤدي إلى تكوين النسيج الأساسي

ج- منشئ الاسطوانة الوعائية والذي يؤدي الى تكوين الخشب واللحاء الابتدائي

#### 3- منطقة الاستطالة : Zone of elongation

وتتكون نتيجة لاستطالة الخلايا الناتجة من انقسام الخلايا المرستيمية الموجودة في القمّة النامية ، وتؤدي هذه المنطقة الى نمو الجذر الطولي .

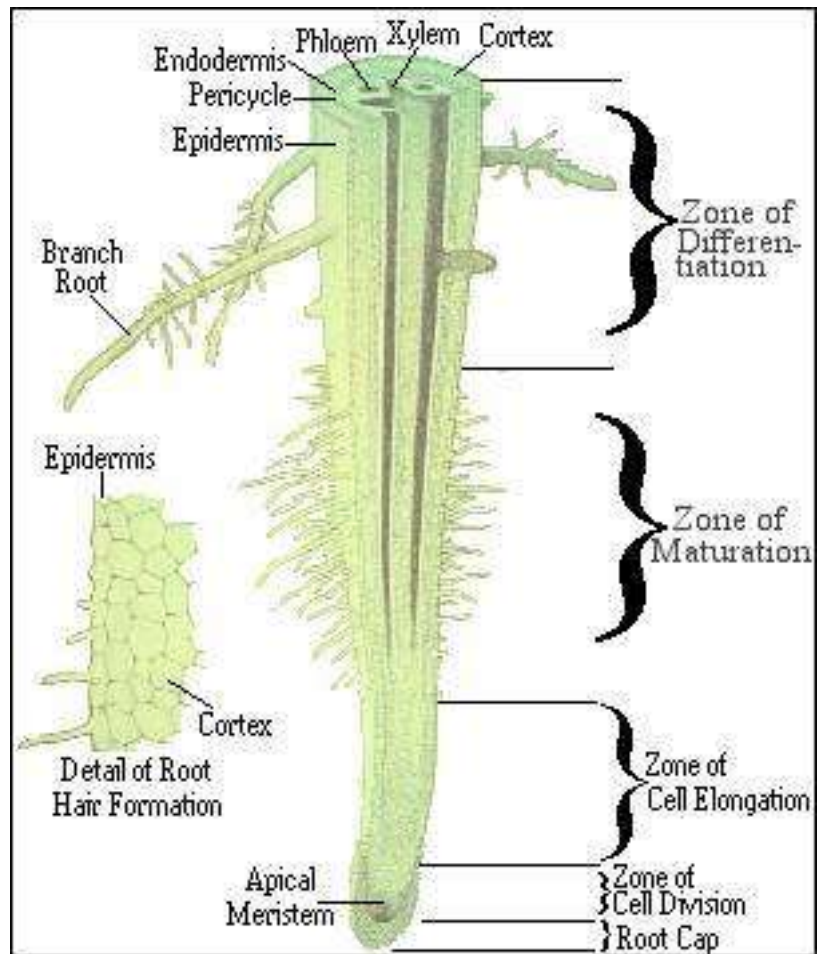
#### 4- منطقة الشعيرات الجذرية : Root hairs zone

تنضج الخلايا وتتحوّل الى خلايا مستديمة ابتدائية في هذه المنطقة وتظهر امتدادات لخلايا البشرة مكونة الشعيرات الجذرية ، التي تلتصق بشدة بحبيبات التربة لتقوم بامتصاص الماء والعناصر منها . وتعتبر منطقة الشعيرات الجذرية أهم مناطق الجذر في القدرة على امتصاص الماء .

**الشعيرة الجذرية :** عبارة عن نمو انبوبي جانبي لخلية البشرة يستطيل لدرجة كبيرة تصل الى عدة مليمترات تعمل على زيادة السطح الماص للجذر. وينتهي عمر الشعيرة الجذرية بعد فترة قصيرة من استكمال نموها فتموت وتنفصل عن الجذر ومعها خلية البشرة المكونة لها وتتكون شعيرات جديدة أثناء نمو الجذر.

### 5- المنطقة الدائمة : Permanent zone

يزداد طول هذه المنطقة باستمرار نمو الجذر، وفيها تنضج جميع أنسجة الجذر ويلاحظ في بداية هذه المنطقة مساحة جرداء خالية من الشعيرات الجذرية ويبدأ ظهور الجذور الثانوية بعد فترة من سقوط الشعيرات الجذرية .



### التركيب التشريحي للجذور الحديثة :

أولاً : التركيب التشريحي لجذور النباتات ذات الفلقتين:

عند فحص قطاع عرضي لأحد جذور النباتات ذات الفلقتين يلاحظ وجود الأنسجة الابتدائية التي تنتظم على هيئة مجموعة من الطبقات والأنسجة وهي البشرة والقشرة والاسطوانة الوعائية

### 1- البشرة : Epidermis



تتكون البشرة من صف واحد من الخلايا المتراسة الرقيقة الجدران وغالبا تكون خالية من الكيوتين ، وتمتد بعض خلايا البشرة لتكون الشعيرات الجذرية في منطقة الشعيرات الجذرية وهنا تعرف البشرة بالطبقة الوبرية ، وتنشأ الشعيرات الجذرية كنتوء صغير من خلايا البشرة ينمو بشكل انبوبي ويبطن بالساييتوبلازم وأثناء نمو النتوء تنتقل نواة الخلية الى الشعيرة الجذرية وتبقى قريبة من طرفها حيث يزداد تركيز الساييتوبلازم. وعندما تتمزق الطبقة الوبرية نتيجة لجفاف وسقوط الشعيرات الجذرية تتغلظ جدران الخلايا الخارجية للقشرة بمادة السوبرين للحفاظ على الأجزاء الداخلية للجذر وتعرف باسم **الأكسودرمس Exodermis** وتوجد هذه الطبقة غالبا في النباتات ذات الفلقة الواحدة .

## 2- القشرة : Cortex

تتكون من عدة طبقات من الخلايا البرنكيميية ، يوجد بينها مسافات بينية وظيفتها الأساسية تخزين الغذاء توصيل الماء والأملاح المعدنية ، ولا تحتوي على بلاستيدات خضراء إلا في الجذور الهوائية ، وهي منطقة واسعة في الجذور ذات الفلقتين ، وتنتهي القشرة بطبقة واحدة من الخلايا المغلظة تعرف بالاندودرمس **Endodermis** ومادة التغلظ هي **السوبرين Suberin** ويحدث التغلظ على هيئة شريط يحيط بالجدران القطرية والعلوية والسفلية للخلية ويسمى **بشريط كاسبر Casparian strip** ويعمل شريط كاسبر كمادة لاصقة لخلايا الاندودرمس فلا توجد بينها مسافات بينية ، كذلك يمنع مرور الماء خلاله، لذلك يكون مرور الماء من القشرة الى الاسطوانة الوعائية خلال ساييتوبلازم خلايا الاندودرمس نتيجة لاختلاف الضغط الازموزي بين خلايا القشرة والاندودرمس. ويلاحظ في الجذور المسنة والتي لا يحدث لها تغلظ ثانوي مثل جذور ذات الفلقة الواحدة أن جدر طبقة الاندودرمس يحدث لها تغلظ ثانوي غير منتظم حيث يكون رقيق على الجدار الخارجي وسميك على باقي الجذر باستثناء بعض الخلايا التي تقع أمام أوعية الخشب الأول والتي تسمى **بخلايا المرور** تسمح بمرور الماء من القشرة إلى نسيج الخشب .

## 3- الاسطوانة الوعائية : Vascular cylinder

تلي طبقة القشرة وتتكون من ثلاثة أنسجة هي البريسيكل ونسيج الخشب ونسيج اللحاء

### أ – البريسيكل : Pericycle

وهو طبقة من الخلايا الملاصقة لطبقة الاندودرمس ، ويتكون البريسيكل من طبقة واحدة من الخلايا البرنكيميية رقيقة الجدران وترجع أهميته الى أن خلاياه قد تستعيد قدرتها على الانقسام ليقوم بتكوين الجذور الجانبية والكامبيوم الفليني وكذلك الكامبيوم الوعائي الذي يتكون أثناء تغلظ الجذر في النباتات ذات الفلقتين .

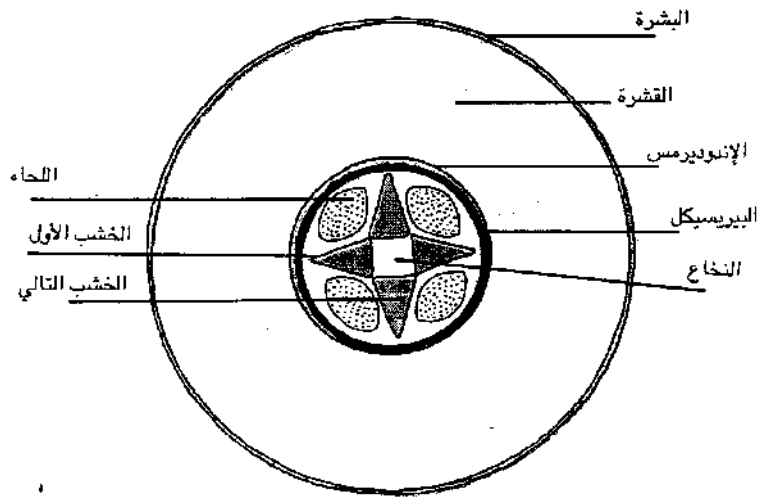
### ب- الحزم الوعائية : Vascular bundles

تتكون الحزم الوعائية من أنسجة الخشب الابتدائي واللحاء الابتدائي ، ويوجد الخشب الابتدائي واللحاء الابتدائي على أنصاف أقطار متبادلة ، وتعرف الحزم الوعائية بأنها حزمة قطرية Radical bundle ، وعدد الحزم الوعائية في الجذور ذات الفلقتين محدود يتراوح بين 2-8 .

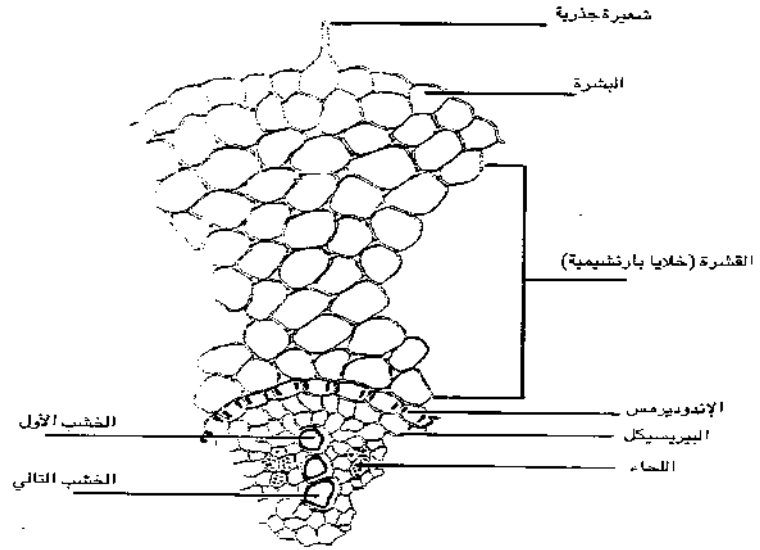
ويتركب الخشب من **خشب أول Protoxylem** وعادة يوجد تجاه الخارج ، أما **الخشب التالي Metaxylem** فيتجه ناحية الداخل لذلك توصف الحزمة الوعائية بأنها **خارجية الخشب الأول Exarch** ، والخشب الأول ينضج أولا أثناء النمو السريع للجذور لذلك تكون أوعيته ضيقة ذات تغلظ حلقي أو حلزوني ، أما الخشب التالي فإنه ينضج متأخرا حين يبسط نمو الجذر ولهذا تكون أوعيته واسعة وتغلظها يكون شبكي أو منقر .  
ويوجد اللحاء الابتدائي بين أذرع الخشب ويتكون اللحاء من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وألياف وبرنكيما اللحاء ، ويوجد اللحاء الأول للخارج ولحاء تالي للداخل ، وتكون الأنابيب المنخلية للحاء الأول أضيق من الأنابيب المنخلية للحاء التالي ، كما أن الخلايا مرافقة للحاء الأول تكون عادة غائبة .

#### 4- النخاع: Medulla

يحتل النخاع مركز الجذر ويتركب من خلايا برنكيمية وهي ضيقة جدا في النباتات ذوات الفلقتين وقد تخلو جذور بعض النباتات من النخاع إذ يلتقي الخشب التالي لجميع الحزم في مركز القطاع .



شكل (٤-١٠) رسم تخطيطي لقطاع عرضي في جذر نبات من ذوات الفلقتين



شكل (٤-١٢) رسم تفصيلي لقطاع عرضي في جذر حديث نبات ذو فلتين موضحاً انتظام الخلايا والأنسجة

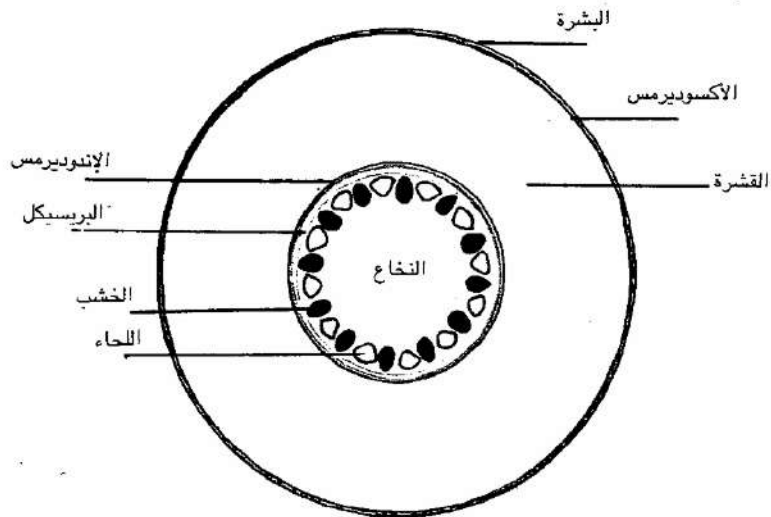
AL. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

## ثانيا : التركيب التشريحي لجذور النباتات ذوات الفلقة الواحدة

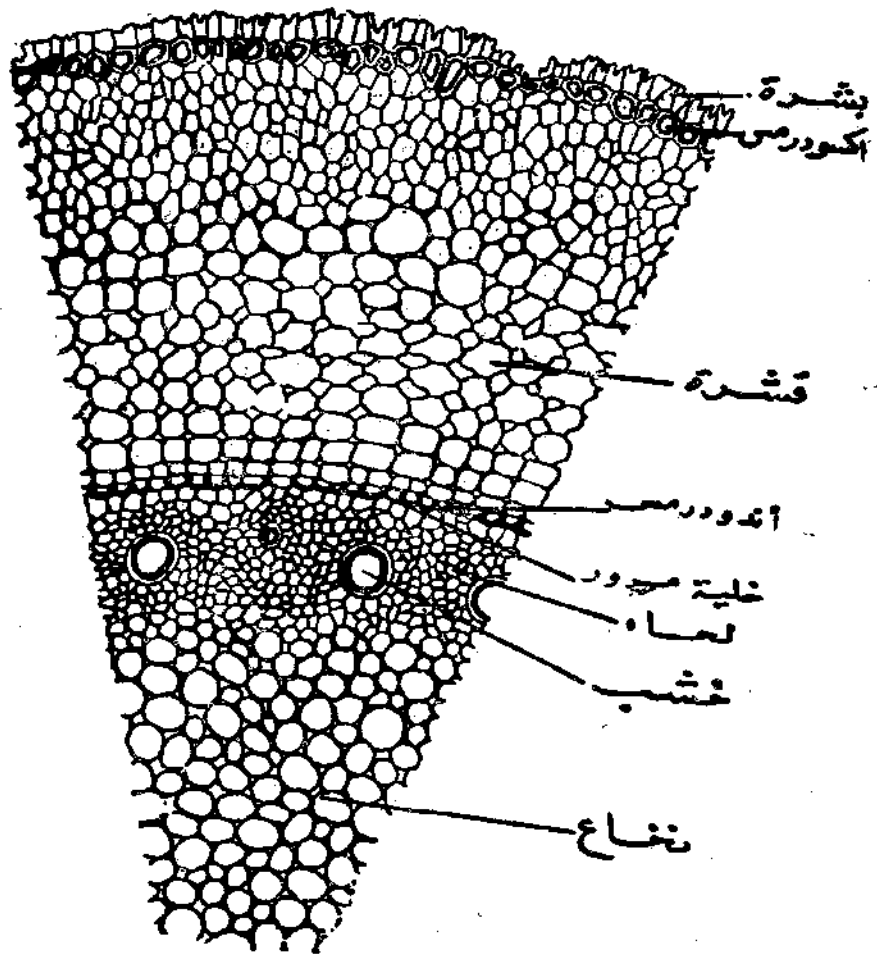
تترتب الأنسجة في جذور النباتات ذوات الفلقة الواحدة بنفس ترتيب الأنسجة في جذور النباتات ذوات الفلتين

وهناك بعض الصفات التي تميز الجذور في ذوات الفلقة الواحدة وهي :

- القشرة عادة تكون ضيقة في نباتات ذات الفلقة الواحدة .
- عدد أوعية الخشب في الحزمة الواحدة قليل .
- يوجد نخاع واسع وواضح .
- عدد الحزم الوعائية تزيد عن 30 حزمة .
- يحدث تغلظ غير متساو على الجذر المختلفة لخلايا الاندودرمس في النباتات ذات الفلقة الواحدة فيكون التغلظ رقيقا أو غير موجود على الجذر الخارجية وسميك على باقي الجذر، بينما يكون التغلظ متساو ومكون شريط كاسبر في خلايا الاندودرمس في النباتات ذات الفلتين .
- لا يوجد بارنكيما اللحاء .
- لا يكون أنسجة ثانوية .



شكل (٤-١٢) رسم تخطيطي يوضح التركيب التشريحي لجذر نبات من النباتات نوات الفلقة الواحدة



(شكل ٨٣) : جزء من قطاع عرضي في جذر نبات ذو فلقة واحدة \*

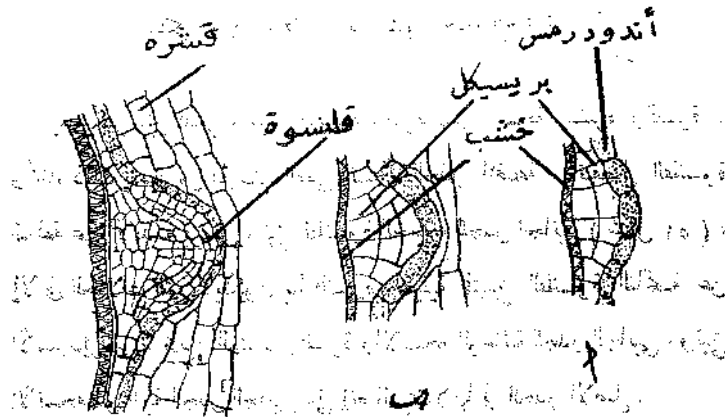
## نشأة الجذور الجانبية والعرضية :

تنشأ الجذور الجانبية من أنسجة بالغة في المنطقة الدائمة من الجذر غالبا ما تكون البريسيكل وقد تشترك معها طبقة الاندودرمس ، وتعتبر الجذور الجانبية داخلية المنشأ ، بعكس أفرع السيقان والأوراق التي تنشأ من أنسجة سطحية وتوصف بأنها خارجية المنشأ .

تتم الجذور الجانبية من مناطق البريسيكل المقابلة للخشب الأول لذلك يكون عدد صفوف الجذور الجانبية مساو لعدد الحزم الوعائية ، وفي بعض النباتات مثل نوات الفلقة الواحدة حيث أن أعداد الحزم الوعائية كبير فتنشأ الجذور الجانبية مقابل بعض كتل اللحاء دون البعض الآخر .

يبدأ تكوين الجذر الجانبي بأن تنقسم خلايا البريسيكل في المكان الذي سينشأ منه الجذر قطريا ومحيطيا مكونة مرستيم قمي ، تنقسم خلايا الاندودرمس الملاصقة مكونة قلنسوة تحيط بالقمة النامية . ينمو المرستيم القمي مع القلنسوة مختزقا باقي أنسجة القشرة والبشرة ، وأثناء ذلك يتميز من المرستيم القمي أنسجة الجذر المختلفة ، ثم تنفصل القلنسوة الناتجة عن الاندودرمس وتبقى القلنسوة الحقيقية للجذر الجانبي تتميز البشرة والقشرة والأنسجة الوعائية للجذر الجانبي وتبقى الأنسجة الوعائية للجذر الجانبي على اتصال بمثيلاتها في الجذر الأصلي . ويشق الجذر النامي طريقه في أنسجة القشرة والبشرة إما عن طريق الأنزيمات التي يفرزها والتي تعمل على تحلل الخلايا أو عن طريق ميكانيكي .

أما الجذور العرضية فتنشأ من السيقان أو الأوراق ، وتعتبر داخلية المنشأ إذ تنشأ في السيقان الحديثة من خلايا برنكيمية توجد بين الحزم الوعائية وتنشأ من الأشعة الوعائية قريبة من نسيج الكامبيوم ، وعندما تتكون الجذور العرضية من عقل الساق في التكاثر الخضري فإنها تنشأ من نسيج الكالس الذي يتكون من قاعدة العقلة ، والكالس هو نسيج غير منتظم يتكون من خلايا برنكيمية تنتج من استعادة النشاط المرستيمي لبعض الخلايا عند حدوث الجروح .



جانبية (شكل ٩١). في خطوط تكوين الجذر الجانبي في اندودرمس

## التركيب الداخلي لساق النبات

يختلف التركيب النسيجي لسيقان النباتات حسب أنواع تلك النباتات وكذلك في النبات الواحد حسب مناطق الساق ، فمنطقة القمة النامية للساق تختلف عن منطقة الأنسجة الابتدائية ، وهذه تختلف عن منطقة التخليط الثانوي.

يبدأ نمو الساق من خلال انقسام خلايا القمة النامية والتي تتكون من مجموعة من الخلايا الإنشائية المرستيمية التي تؤدي الى تكوين الأنسجة الابتدائية ، فتحتوي القمة النامية على **المرستيم الأولي** Promeristem الذي تنقسم خلاياه لتعطي ثلاثة أنواع من الأنسجة الإنشائية الابتدائية ، **الأولى ضامة Protoderm** والتي تعطي أنسجة البشرة ، **والثانية أنسجة إنشائية وعانية Procambium** والتي تؤدي الى تكوين الأنسجة التوصيلية من خشب ولحاء ، **والثالثة أنسجة إنشائية أساسية Ground meristem** والتي تؤدي الى تكوين النسيج الأساسي الذي يتكون من القشرة والنخاع . وتعرف جميع هذه الأنسجة بالأنسجة الابتدائية . أثناء تكوين هذه الأنسجة يزداد الساق في الطول .

وتتميز السيقان ذات الفلقتين بوجود كامبيوم حزمي بين الخشب واللحاء والذي يظل كامنا في المراحل الأولى لنمو الساق ، وفي مراحل متأخرة يبدأ هذا الكامبيوم في الانقسام ليعطي الأنسجة الثانوية وهي الخشب واللحاء الثانويين مما يؤدي الى زيادة سمك الساق . ويختلف تركيب وتوزيع هذه الأنسجة في السيقان بين النباتات ذوات الفلقتين والنباتات ذوات الفلقة الواحدة .

## التركيب التشريحي للسيقان الحديثة

### \*التركيب التشريحي للسيقان في ذوات الفلقتين : Anatomy of Dicot stem

تتميز سيقان النباتات ذوات الفلقتين بأن النسيج الأساسي مميز الى قشرة ونخاع ، والحزم الوعائية منتظمة على هيئة اسطوانة ، وقد توجد بعض الخلايا السكرنكيميية مكونة البيريبيكل . وقد توجد في بعض السيقان طبقة من الخلايا التي تحيط بالاسطوانة الوعائية تحتوي على كميات من النشا لتكون الغلاف النووي . وتتميز الحزمة الوعائية باحتوائها على كامبيوم بين الخشب واللحاء واللذان يقعان على نفس القطر ، ودائما ينتظم الخشب التالي تجاه البشرة والخشب الأول تجاه النخاع وجميع هذه الأنسجة في الأعضاء الحديثة تمثل الأنسجة الابتدائية .

ويلاحظ عند فحص منطقة الأنسجة الابتدائية لسيقان النباتات ذات الفلقتين نجد أنها تتكون من الأنسجة الآتية:

### 1- البشرة: Epidermis

تمثل الطبقة الخارجية للنباتات العشبية، وهي عبارة عن طبقة واحدة من الخلايا المترابطة لا توجد بينها مسافات بينية ، مغطاة من الخارج بطبقة من الكيوتين غير منفذة للماء لتكون ما يعرف طبقة الأدمة ( الكيوتكل ) وغالبا يزداد سمك طبقة الكيوتكل في النباتات الصحراوية وتقوم بحماية المحتوى المائي الداخلي وحماية الأنسجة الداخلية من مهاجمة بعض الفطريات والبكتريا ، ويوجد بين خلايا البشرة الثغور ويكون عددها أقل مما في الأوراق ، لا تحتوي خلايا البشرة على بلاستيدات خضراء ، عدا الخلايا الحارسة . قد تمتد من خلايا البشرة زوائد إما وحيدة الخلية او عديدة الخلايا .

## 2- القشرة : Cortex

تتكون من عدة طبقات من الخلايا ، تلي البشرة وتحيط بالاسطوانة الوعائية . وتتكون غالبا من الخلايا البارنكيمية التي قد تحتوي على بلاستيدات خضراء وفي كثير من الأحيان يحتوي الجزء الخارجي للقشرة على خلايا كولنكيمية ، وقد تتركز عند الأركان في السيقان المضلعة . وتتميز آخر طبقة من طبقات القشرة باحتوائها على كميات من النشا وتعرف بالغلغاف النشوي **Starch Sheath** . وفي كثير من الأحيان نلاحظ وجود أنسجة إفرازية داخلية كالقنوات الراتنجية واللبنية تتخلل نسيج القشرة .

## 3- الاسطوانة الوعائية : Vascular Cylinder

تتكون الاسطوانة الوعائية من طبقة البريسيكل والتي تغلف عادة الحزم الوعائية ، وتوجد أيضا أشعة نخاعية تفصل ما بين الحزم الوعائية ، إضافة إلى النخاع الموجود في مركز الاسطوانة الوعائية .

### أ- البريسايكل : Pericycle

وهي المنطقة التي تلي الغلاف النشوي وتوجد في المنطقة الخارجية للاسطوانة الوعائية ، وتتكون من طبقة أو أكثر من الخلايا السكرنكيمية ويطلق عليها ألياف البريسيكل ، ولوجود هذه الألياف أهمية بالنسبة للحزمة الوعائية إذ أنها تقي خلايا اللحاء من تأثير الضغط الخارجي ، وينتج البريسايكل من انقسام ونمو وتشكل الجزء الخارجي من البروكامبيوم . وقد يكون البريسايكل حلقة كاملة في القطاع العرضي أو تكون متقطعة تفصلها خلايا برنكيمية .

### ب- الحزم الوعائية : Vascular bundles

تترتب الحزم على هيئة حلقة واحدة غالبا في القطاع العرضي ، وقد توجد الحزم في حلقتين في كثير من النباتات . وتتركب الحزم الوعائية من خشب ولحاء بينهما كامبيوم ويتجه اللحاء نحو البشرة والخشب نحو النخاع على قطر واحد ولذلك تعرف الحزمة بأنها حزمة جانبية Collateral وتوصف الحزمة الوعائية بأنها مفتوحة نتيجة وجود الكامبيوم بين الخشب واللحاء . وفي بعض النباتات مثل العائلة القرعية قد يوجد لحاء ثاني يلي الخشب باتجاه النخاع .

ويتكون نسيج الخشب في الحزم الجانبية من صفوف قطرية من أوعية الخشب ، ويتجه الخشب التالي Metaxylem للخارج تجاه البشرة ، ويتكون من أوعية واسعة شبكية أو منقرة التغلط ، والخشب الأول

Protoxylem ويتجه تجاه النخاع ويتكون من أوعية ضيقة ذات تغلظ حلقي وحلزوني . وتوصف الحزمة التي يوجد بها الخشب الأول تجاه النخاع بأنها داخلية الخشب Endarch وهي مميزة للسيقان ، إضافة إلى وجود قصيبات وألياف وبرنكيما الخشب .

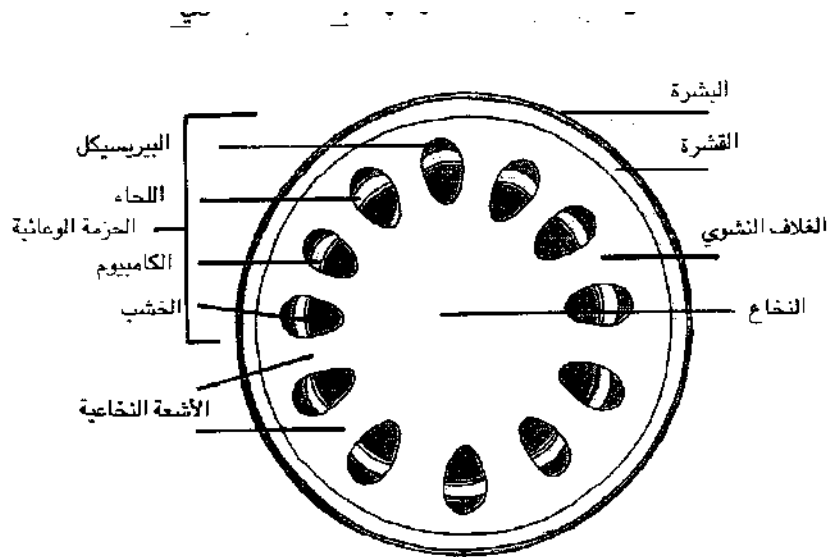
ويتركب الكامبيوم من طبقة أو أكثر من خلايا مرستيمية مستطيلة الشكل . واللحاء يتكون من أنابيب منخلية وخلايا مرافقة وخلايا بارنكيميية وألياف لحاء .

### ج- النخاع : Pith

يشغل الحيز المركزي للساق ، ويتكون من خلايا بارنكيميية كبيرة الحجم بينها فراغات بينية واضحة ، وفي بعض الأحيان يكون النخاع أجوفا كما في سيقان نباتات الفول والبرسيم وينتج عن تمزق وتحلل خلايا النخاع أو بعض منها أثناء النمو .

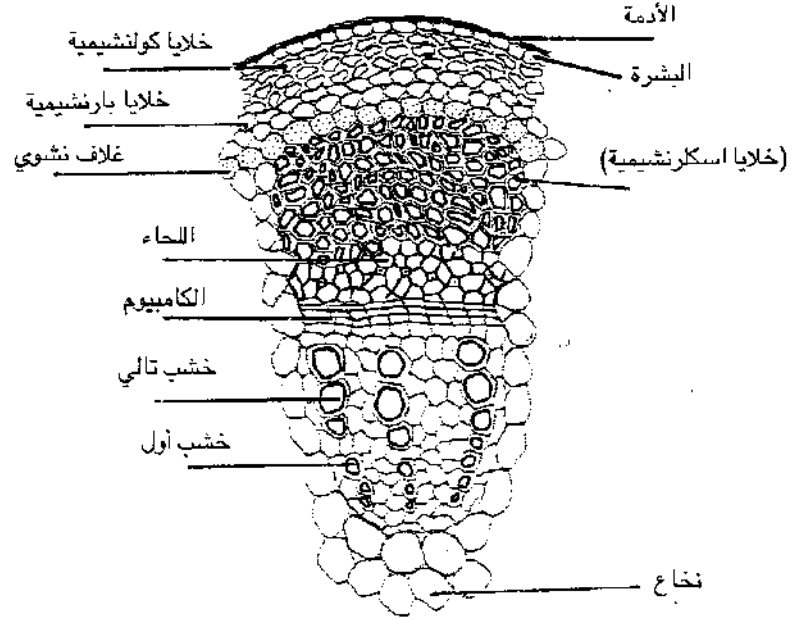
### د- الأشعة النخاعية : Medullary rays

في السيقان التي تنتظم فيها الحزم الوعائية على هيئة اسطوانة ، توجد مسافة بين هذه الحزم تتكون من خلايا برنكيميية لتصل بين خلايا القشرة والنخاع تعرف باسم الأشعة النخاعية وقد تكون الأشعة النخاعية عريضة أو ضيقة غير واضحة .



شكل (٥-٢٠) رسم تخطيطي لقطاع عرضي في ساق من نوات الفلقتين





شكل ( ٥ - ٢١) رسم تفصيلي لقطاع عرضي في ساق من ذوات الفلقتين

-١٣٥-

### التركيب التشريحي للسيقان في النباتات ذوات الفلقة الواحدة

تتميز سيقان النباتات ذوات الفلقة الواحدة بأن النسيج الأساسي لا يتميز إلى القشرة والنخاع ، كما أن الحزم الوعائية مبعثرة في النسيج الأساسي ، وتحاط كل حزمة وعائية بغمد مكون من الخلايا السكرنكيميا ، ولا تحتوي الحزمة الوعائية على الكامبيوم بالإضافة إلى أن أوعية الخشب تنتظم على شكل V أو Y . وعند فحص المقطع العرضي لساق نبات الذرة نلاحظ أنه يتكون من بشرة ونسيج أساسي وحزم وعائية :

#### 1- البشرة : Epidermis

وتتكون من صف واحد من الخلايا يعلوها طبقة من الكيوتين ، وتتخلل البشرة فتحات الثغور ، وقد تحتوي البشرة على زوائد ، وهي تشبه خلايا البشرة في ساق ذوات الفلقتين .

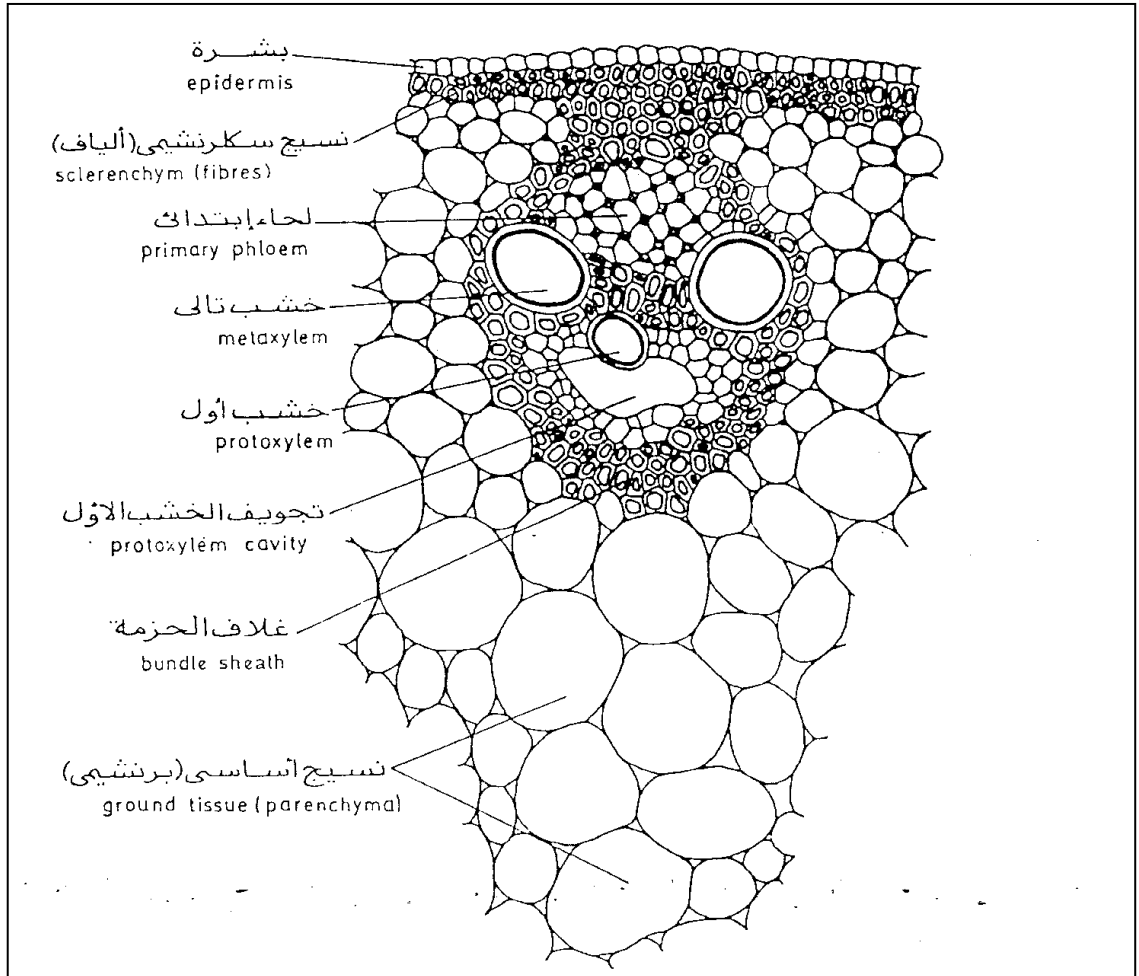
#### 2- النسيج الأساسي : Ground tissue

يلي البشرة نسيج واحد يعرف بالنسيج الأساسي ، تنتثر فيه الحزم الوعائية ، ويتكون النسيج الأساسي من خلايا برنكيميا ، وقد تتكون الطبقات الخارجية من النسيج الأساسي من خلايا سكرنكيميا كما في كثير من نباتات العائلة النجيلية .

### 3- الحزم الوعائية : Vascular bundles

تظهر الحزم الوعائية في القطاع العرضي للساق في النباتات ذوات الفلقة الواحدة مبعثرة داخل النسيج الأساسي ، إذ يزداد عدد الحزم وتصغر بالحجم ناحية البشرة ، وتقل في العدد وتكبر في الحجم ناحية مركز القطاع كما في الذرة .

تحاط الحزم بخلايا سكلرنكيمية لتكون غمد الحزمة ، وفي الحزم الخارجية يكون هذا الغمد مندمجا مع الخلايا السكلرنكيمية الموجودة في الطبقات الخارجية من النسيج الأساسي، ويوجد الخشب واللحاء على نصف قطر واحد ، اللحاء للخارج والخشب للداخل ، ولا يوجد كامبيوم يفصلهما ولذلك تعرف الحزمة بأنها **حزمة مغلقة Closed bundle** وتنتظم أوعية الخشب على هيئة حرف **V** أو **Y** حيث يمثل ذراعي الحرف الخشب التالي أما الخشب الأول فيتكون من وعاء واحد أو اثنين عند قاعدة الحرف . ويوجد في النبات البالغ فجوة في الخشب الأول نشأت من تمزق هذه الأوعية بسبب النمو السريع للساق في الفترات الأولى من عمر النبات وتعرف هذه الفجوات بفجوات الخشب أو تجويف الخشب . ويتكون اللحاء من أنابيب منخلية وخلايا مرافقة وقليل من الخلايا البرنكيمية ، وهو يتكون من لحاء أول منضغط أو ممزق وغير موجود ولحاء تالي مميز واضح .



## المقارنة بين السيقان في النباتات ذوات الفلقة وذوات الفلقتين

### صفات الساق في النباتات ذات الفلقة الواحدة :

- 1- النسيج الأساسي غير مميز إلى قشرة ونخاع
- 2- الحزمة الوعائية مغلقة
- 3- الحزم الوعائية مبعثرة في النسيج الأساسي
- 4- لا توجد طبقة بريسيكل
- 5- أوعية الخشب في الحزم الوعائية مرتبة على شكل حرف V أو Y
- 6- يحيط بالحزمة الوعائية غلاف من الألياف
- 7- نادرا ما يحدث تغلظ ثانوي في ساق ذوات الفلقة الواحدة

### أما صفات الساق في النباتات ذوات الفلقتين :

- 1- يتميز النسيج الأساسي إلى قشرة ونخاع وأشعة نخاعية
- 2- الحزمة الوعائية مفتوحة
- 3- الحزم الوعائية مرتبة في دائرة أو دائرتين
- 4- توجد طبقة بريسيكل بالرغم من اعتقاد البعض عدم وجوده في ذوات الفلقتين
- 5- أوعية الخشب مرتبة في صفوف قطرية
- 6- لا تحاط الحزمة الوعائية بغلاف من الألياف
- 7- يحدث تغلظ ثانوي في كثير من النباتات ذات الفلقتين

## تشرح الورقة

يبدأ نشوء الورقة بواسطة انقسامات موازية للسطح الخارجي في مجموعة قليلة من الخلايا على احد جوانب القمة النامية للساق ، وتنشأ مبادئ الأوراق على جوانب القمة النامية على فترات زمنية ثابتة بالنسبة للنوع النباتي الواحد وفي ظروف بيئية واحدة .

**والطريقة الشائعة التي يتم فيها الانقسام والتكشف في كثير من الأوراق البسيطة ذات الفلقتين كالآتي :**  
في البداية تظهر مبادئ الأوراق على شكل نتوء جانبي صغير على قمة الساق يسمى **سند الورقة** ، ثم يزداد نشاط الخلايا المرستيمية الموجودة في منطقة علوية من سند الورقة مكونة **محور الورقة** ، ثم يتكون يتكون على جانبي محور الورقة مجموعتان من **المرستيمات الحافية** التي يتكون منها نصل الورقة . وينشأ العرق الوسطي من نسيج محور الورقة المحصور بين المرستيمات الحافية ، وينشأ عنق الورقة من الجزء القاعدي من محور الورقة .

وتشمل المرستيمات الحافية نوعين من البدائيات هما البدائيات الحافية والبدائيات تحت الحافية ، **والبدائيات الحافية** هي خلايا مرستيمية تكون الطبقة السطحية وتنقسم بجدر عمودية على السطح ويتكون منها منشئ البشرة Protoderm والذي يكون عند انقسامه وتكشفه البشرة العليا والبشرة السفلى للورقة .  
أما **البدائيات تحت الحافية** هي خلايا مرستيمية توجد أسفل البدائيات الحافية ، وتنقسم بجدر موازية للسطح ويتكون منها صفان من الخلايا احدهما خارجية تنقسم بجدر عمودية على السطح الخارجي وينشأ عن ذلك الطبقة الاولى من النسيج أعمادي والطبقة السفلى من النسيج الإسفنجي ، والأخرى داخلية تنقسم خلاياها في اتجاهات مختلفة مكونة باقى النسيج الإسفنجي وكذلك نسيج البروكامبيوم الذي تنشأ منه عروق الأوراق .

### \* التركيب التشريحي لنصل الورقة في النباتات ذات الفلقتين :

تتركب الورقة في ذوات الفلقتين من البشرة والنسيج الوسطي والأنسجة الوعائية

#### 1- البشرة Epidermis

تتركب البشرة العليا والسفلى من طبقة واحدة من الخلايا المترابطة لايوجد بينها فراغات بينية ، ومغطة بطبقة من الكيوتكل ، وتتخللها فتحات تعرف بالثغور تقوم بعمليات التبادل الغازي ، ويتكون كل ثغر من خليتين حارستين ، تتميز بأن جدرها مغلظة تغليظا غير منتظم كما أنها تحتوي على بلاستيدات خضراء ، وتختلف أشكالها تبعا لنوع النبات إن كان من ذوات الفلقة الواحدة أو الفلقتين ، وعادة تحتوي البشرة السفلى على عدد اكبر من الثغور مقارنة بالبشرة العليا ، وتنتشر على سطح البشرة كثير من الزوائد والشعيرات ، وقد تتكون البشرة العليا وخاصة في بعض النباتات الجفافية من صفيين أو أكثر من الخلايا المترابطة كما في أوراق الدفلة .

والبشرة السفلى تشبه خلايا البشرة العليا إلا أن جدر خلاياها رقيقة وتحتوي عادة على عدد اكبر من الثغور من البشرة العليا .

## 2- النسيج الوسطي Mesophyll

وهي الأنسجة التي تقع بين البشرة العليا والبشرة السفلى ، ويتكون في الأوراق ذوات الفلقتين من نوعين من الخلايا ، الأولى والتي تتاخم البشرة العليا تعرف بالخلايا العمادية Palisade وهي خلايا بارنكيميائية مستطيلة وعمودية على خلايا البشرة العليا ، ويتكون النسيج العمادي من طبقة أو طبقتين ، وتحتوي خلاياها على كميات كبيرة من البلاستيدات الخضراء لذلك هو يمثل النسيج الأساسي الذي يقوم بعملية التمثيل الضوئي ، وقد توجد في بعض النباتات طبقة أخرى من النسيج العمادي ملاصقة للبشرة السفلى .

والنوع الثاني من الأنسجة الذي يلي النسيج العمادي هو النسيج الإسفنجي Spongy tissue وهو عبارة عن خلايا بارنكيميائية مفككة جدرها رقيقة و متموجة ، يفصل بينها مسافات بيئية واسعة وتحتوي على بلاستيدات خضراء أقل مما يوجد في النسيج العمادي ، وظيفتها الأساسية نقل الماء والمواد الغذائية خلال أنسجة الأوراق ، كذلك تقوم بتخزين هذه المواد وتسمح بالتهوية نظرا لمرور الهواء في المسافات البيئية الواسعة .

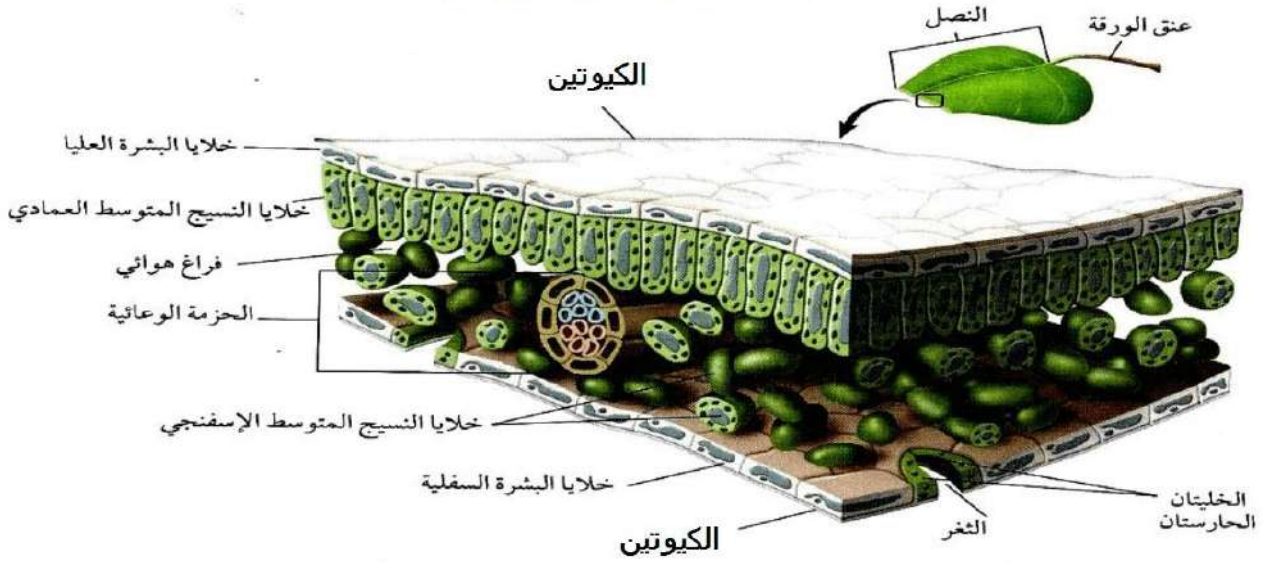
## 3- الأنسجة الوعائية Vascular tissues

توجد الأنسجة الوعائية في نصل الورقة مكونة عروق الورقة veins ، وتوجد الحزم الوعائية على الحد الفاصل بين الخلايا العمادية والخلايا الإسفنجية وتتكون من الخشب واللحاء ولا تحتوي على الكامبيوم فتعتبر من الحزم المغلقة ، يوجد الخشب جهة البشرة العليا ويتكون من أوعية خشبية مرتبة في صفوف وقصبيات وألياف وبرنكيما الخشب . ويكون الخشب الأول إلى أعلى والخشب التالي إلى أسفل . أما اللحاء فيوجد جهة البشرة السفلى ويتكون من أنابيب منخلية وخلايا مرافقة وبرنكيما اللحاء . قد تكون الحزم ذات جانبيين أي تحتوي على لحاء ثان علوي ناحية البشرة العليا كما في نبات الدخان .

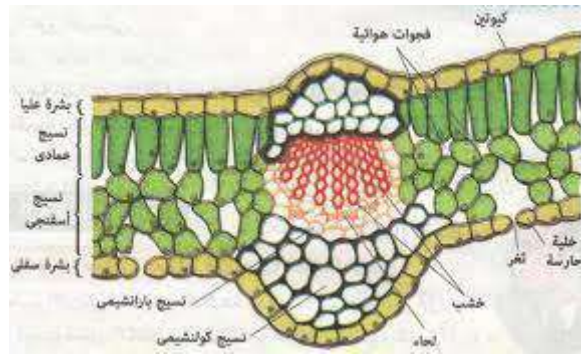
قد تكون الحزم الوعائية في العروق الكبيرة مرتبة في شكل دائري يكون فيها اللحاء للخارج والخشب للداخل كما في أوراق العنب ، وقد تكون الحزم موزعة بغير نظام كما في أوراق نبات زهرة الشمس ، أو قد يوجد حزمة واحدة عريضة هلالية الشكل في عرق النصل كما في أوراق نبات ابوتيلون وقد تكون دائرية كما في أوراق البلوط .

والنسيج المحيط بالعروق الكبيرة يتكون من خلايا كولنكيميائية فوق وأسفل الحزم الوعائية ، وظيفتها دعامية أما العروق الصغيرة ، تحاط بطبقة أو أكثر من خلايا بارنكيميائية مترابطة بجانب بعضها مكونة غلاف الحزمة. والحزم الوعائية في العروق الجانبية تحتوي على نفس ترتيب أنسجة الحزم الوعائية في العرق الوسطي ، إلا أنها اصغر حجما وأقل عددا من حيث الخلايا الوعائية .

## مقطع مستعرض لا يمر بالعرق الوسطى



## التركيب التشريحي لورقة نبات ذوات الفلقتين



## مقطع مستعرض يمر بالعرق الوسطى لورقة من ذوات الفلقتين

## التركيب التشريحي لنصل الورقة في النباتات ذات الفلقة الواحدة

تتركب الورقة في ذوات الفلقة الواحدة من الآتي :

### 1- البشرة

توجد بشرة عليا وبشرة سفلى ، تركيبها مشابه لأوراق النباتات ذوات الفلقتين ، إلا أنها تلاحظ في المظهر السطحي بشكل مضلع متطاوّل والثغور مرتبة عادة في صفوف طولية ، و الخلايا الحارسة صولجانية

الشكل ، وتحتوي بشرة كثير من الأوراق على خلايا كبيرة الحجم رقيقة الجدران ، تنتثني عندها الورقة تسمى بالخلايا الحركية Bulliform cells وقد توجد في البشرة خلايا سليكا أو خلايا فلين.

## 2- النسيج الأساسي

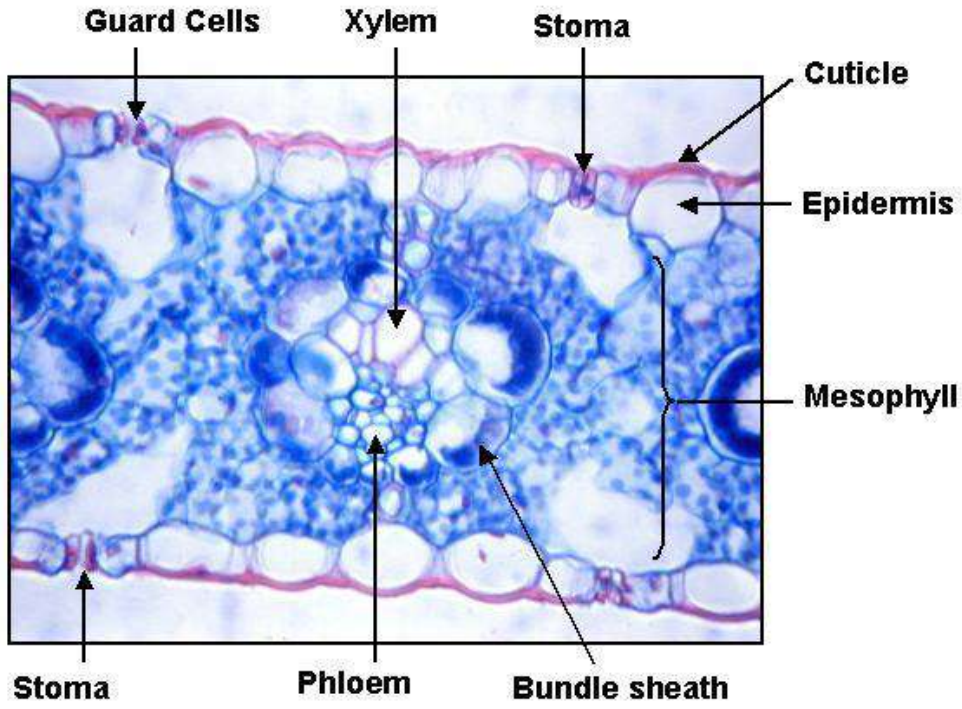
لا يتميز النسيج الوسطي عادة إلى نسيج عمادي وآخر إسفنجي إلا في بعض الحالات مثل الزنبق والموز والبصل .

ويتكون النسيج الأساسي في معظم نباتات الفلقة الواحدة من خلايا كلورنكيميية تحتوي على بلاستيدات ويفصل بينها مسافات بينية . وكثيرا ما يحتوي النسيج الأساسي على خلايا سكلرنكيميية توجد أعلى أو أسفل الحزم أو في كلا الاتجاهين أو قد تغلف الحزمة تغليف كاملا . وفي حالات أخرى تغلف الحزم بخلايا بارنكيميية رقيقة الجدر وقد تكون مغلظة الجدر ، وقد يتكون غلاف الحزمة من طبقتين الداخلية مغلظة الجدر والخارجية رقيقة الجدر .

## 3- الأنسجة الوعائية

توجد الحزم الوعائية في نظام متوازي عادة لان تعريق الأوراق متوازيا ، ويتدرج حجمها في الصغر من العرق الوسطي حتى حافتي الورقة في المقطع العرضي . تتكون الحزم الوعائية من الخشب واللحاء ، ويوجد الخشب جهة البشرة العليا وتترتب الأوعية بشكل حرف V أو Y بحيث يكون الخشب التالي ناحية البشرة السفلى والخشب الأول ناحية البشرة العليا . ويوجد اللحاء جهة البشرة السفلى.

# Monocot Leaf - Zea



التركيب التشريحي لورقة من ذوات الفلقة الواحدة

## التركيب التشريحي لأعناق الأوراق

تظهر أعناق الأوراق في المقطع العرضي بشكل مسطح أو مقعرة قليلا في السطح العلوي ، ويحتوي عنق الورقة عادة على نفس الأنسجة الموجودة في سيقان نفس النباتات .



فالبشرة تحتوي على خلايا البشرة والثغور وقد تحتوي على زوائد بشرة ، والنسيج الأساسي يتكون من خلايا بارنكيمية قد تحتوي على بلاستيدات خضراء ، وعادة توجد به خلايا كولنكيمية وسكلرنكيمية كأنسجة دعامية وتوجد الأنسجة الوعائية بأشكال مختلفة تبعا لنوع النبات ولكنها لا تكون عادة اسطوانة وعائية بل تكون عادة منتظمة بشكل قوس أو هلال يكون فيه الخشب متجها إلى أعلى واللحاء متجها إلى أسفل . ويكون عدد الحزم من 1-3 في الأوراق ذات التعريق الريشي وتزيد عن ذلك في الأوراق ذات التعريق الراجي .



🌀 مقطع عرضي يوضح التركيب التشريحي لعنق الورقة

# التركيب التشريحي للجذر

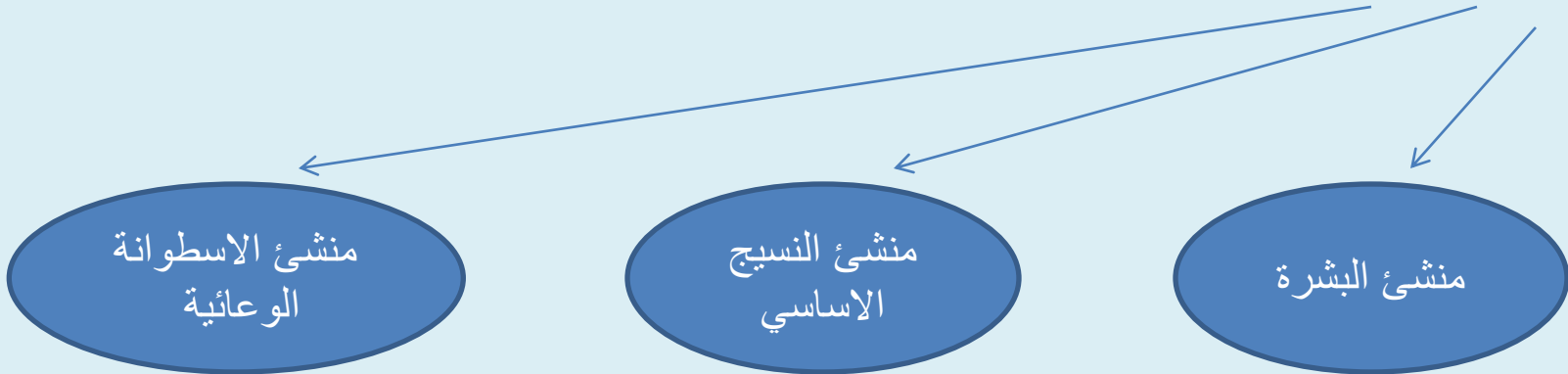


يختلف التركيب التشريحي للجذر تبعا

١- نوع النبات

٢- مناطق الجذر

تتميز المنطقة النامية في الجذر باحتوائها على خلايا مرستيمية مشابهة للخلايا المرستيمية التي توجد في الساق وهي :  
النسيج المرستيمي الاول الذي يتميز الى



# مناطق الجذر

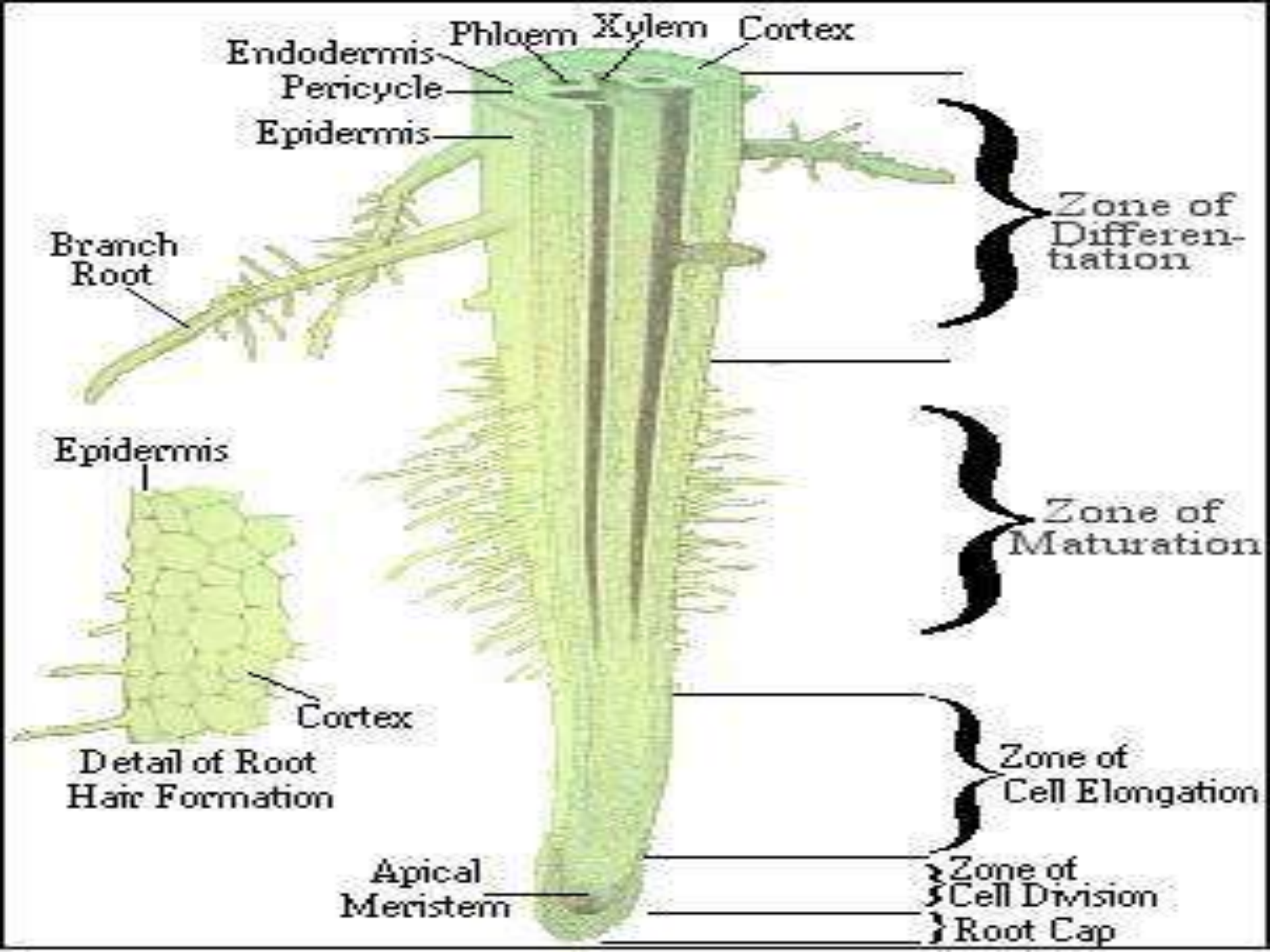
منطقة القانسوة

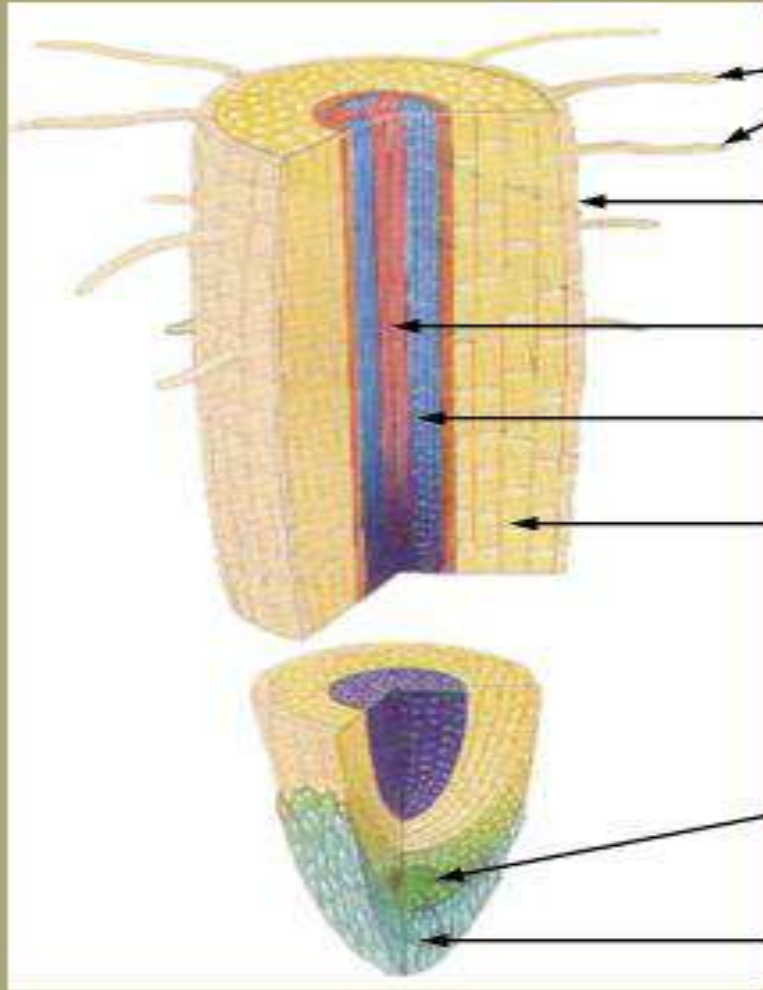
منطقة القمة النامية

منطقة الاستطالة

منطقة الشعيرات الجذرية

المنطقة الدائمة





شعيرات جذرية  
(Root hairs)

البشرة الخارجية  
(Epidermis)

الخشب (Xylem)

اللحاء (Phloem)

البشرة الداخلية  
(Endodermis)

الأنسجة المستديمة (Permanent tissues)

القمة النامية

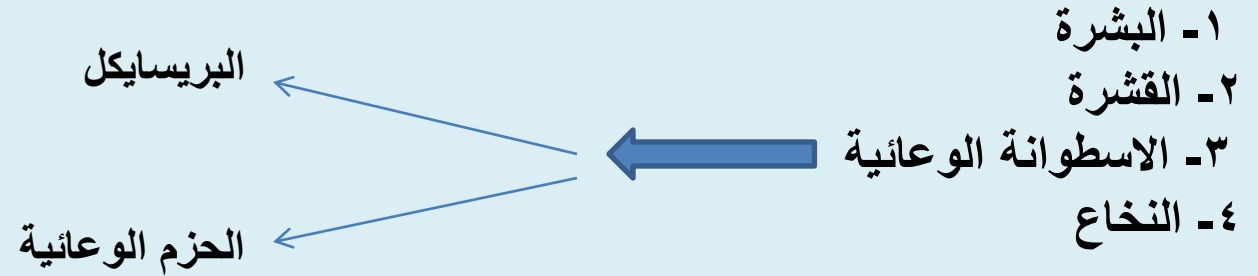
(Apical meristem)

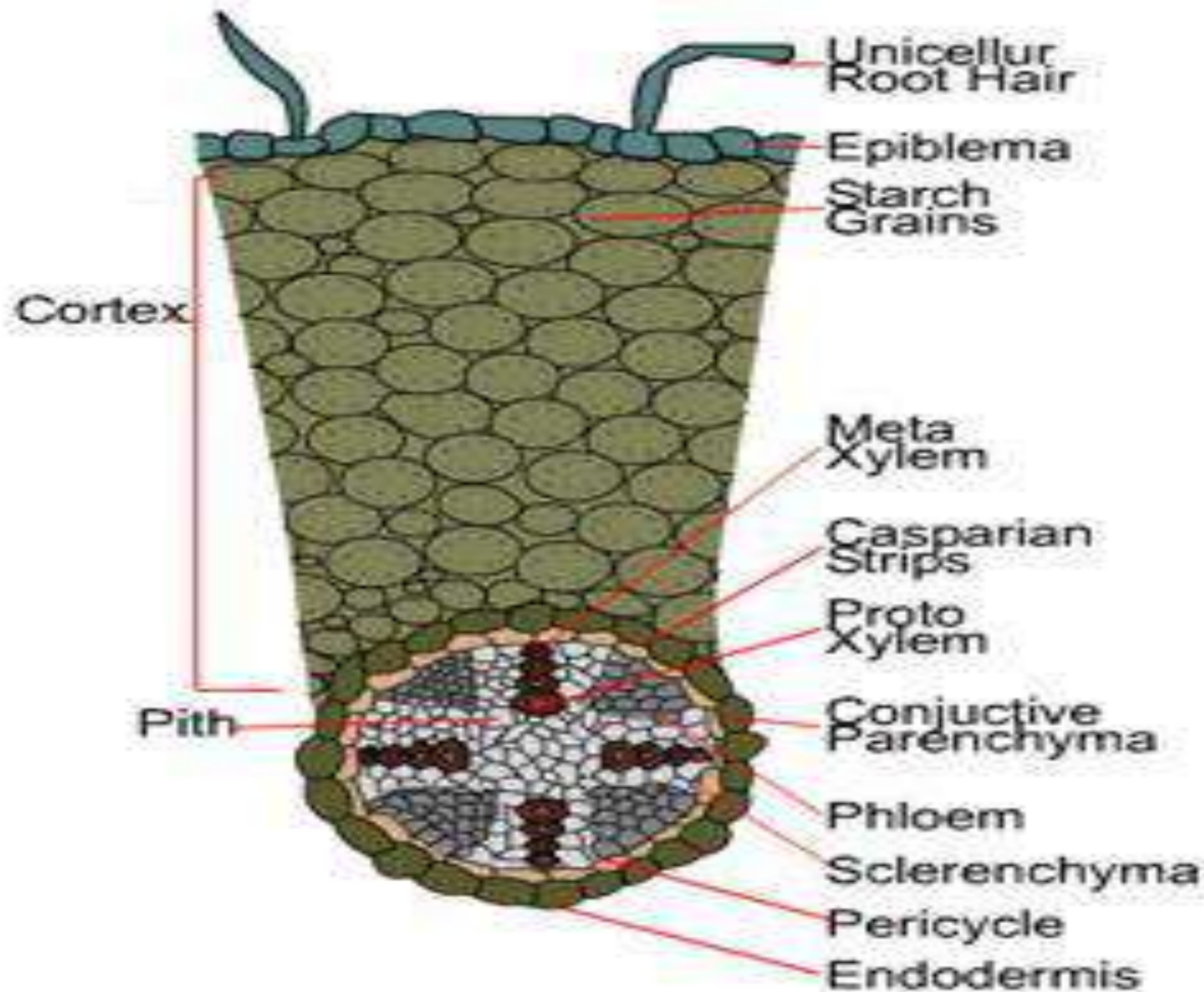
الأنسجة الإنشائية  
(Meristematic tissues)

القلنسوة (Root cap)

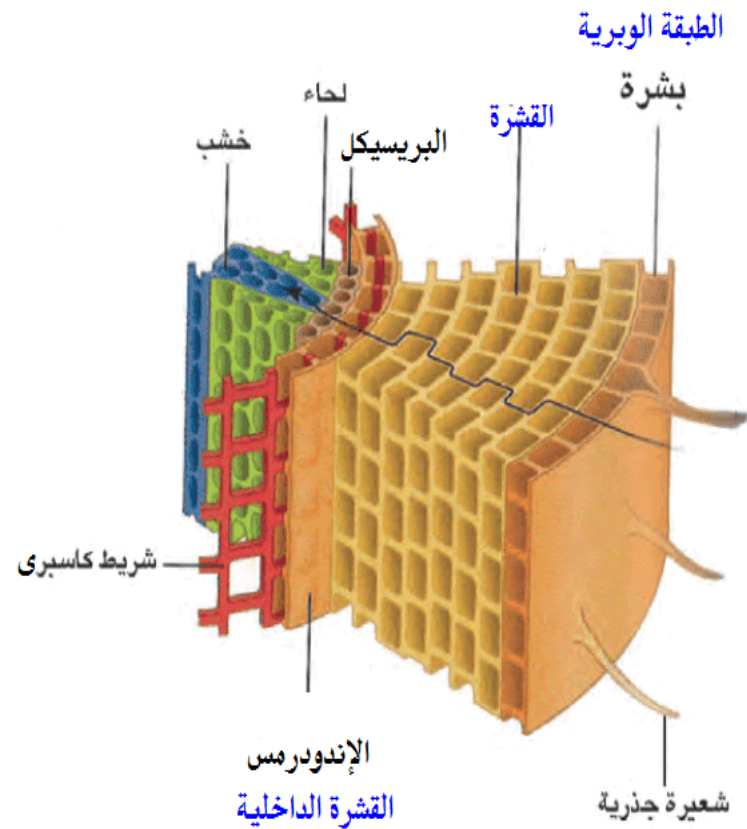
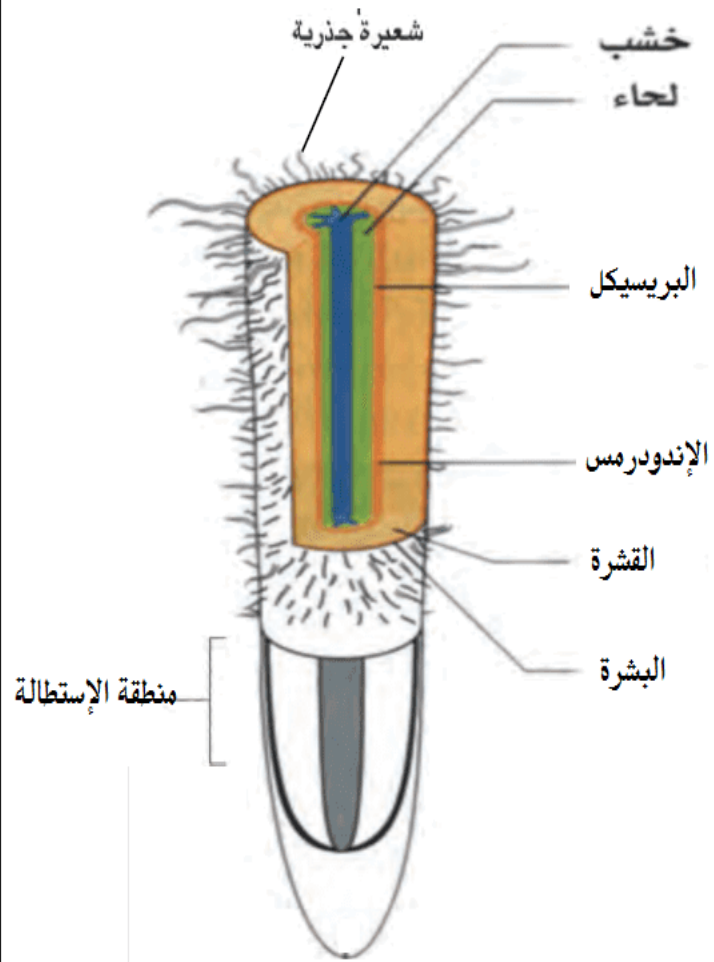
شكل (5-31): أنواع الأنسجة التي يتكون منها الجذر وبقيّة أجزاء النبات.

# التركيب التشريحي لجذور النباتات ذوات الفلقتين

- ١- البشرة
  - ٢- القشرة
  - ٣- الاسطوانة الوعائية
  - ٤- النخاع
- البريساكيل ←
- الحزم الوعائية ←
- 

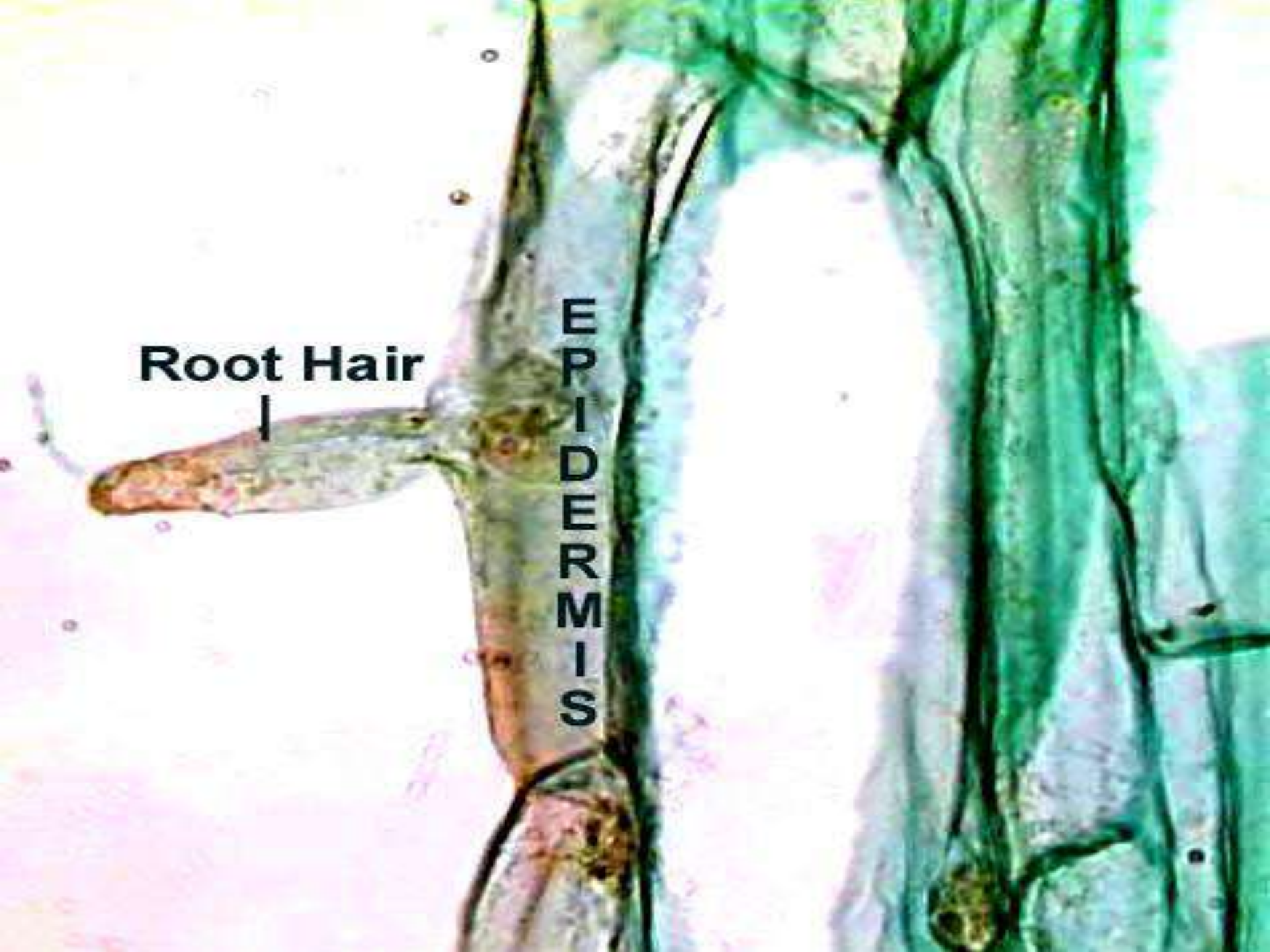


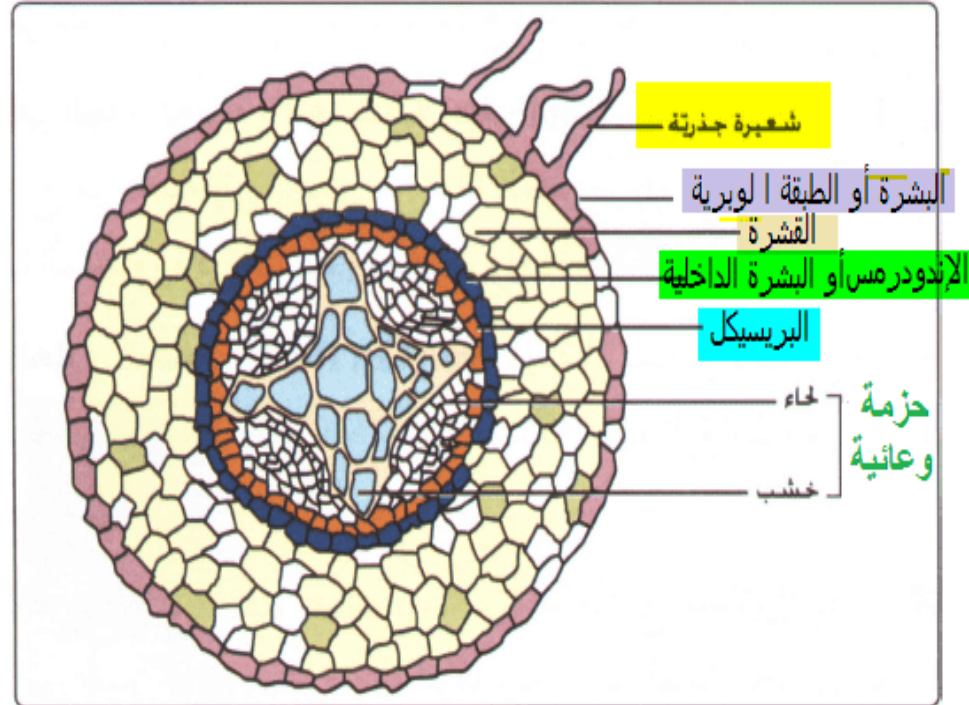




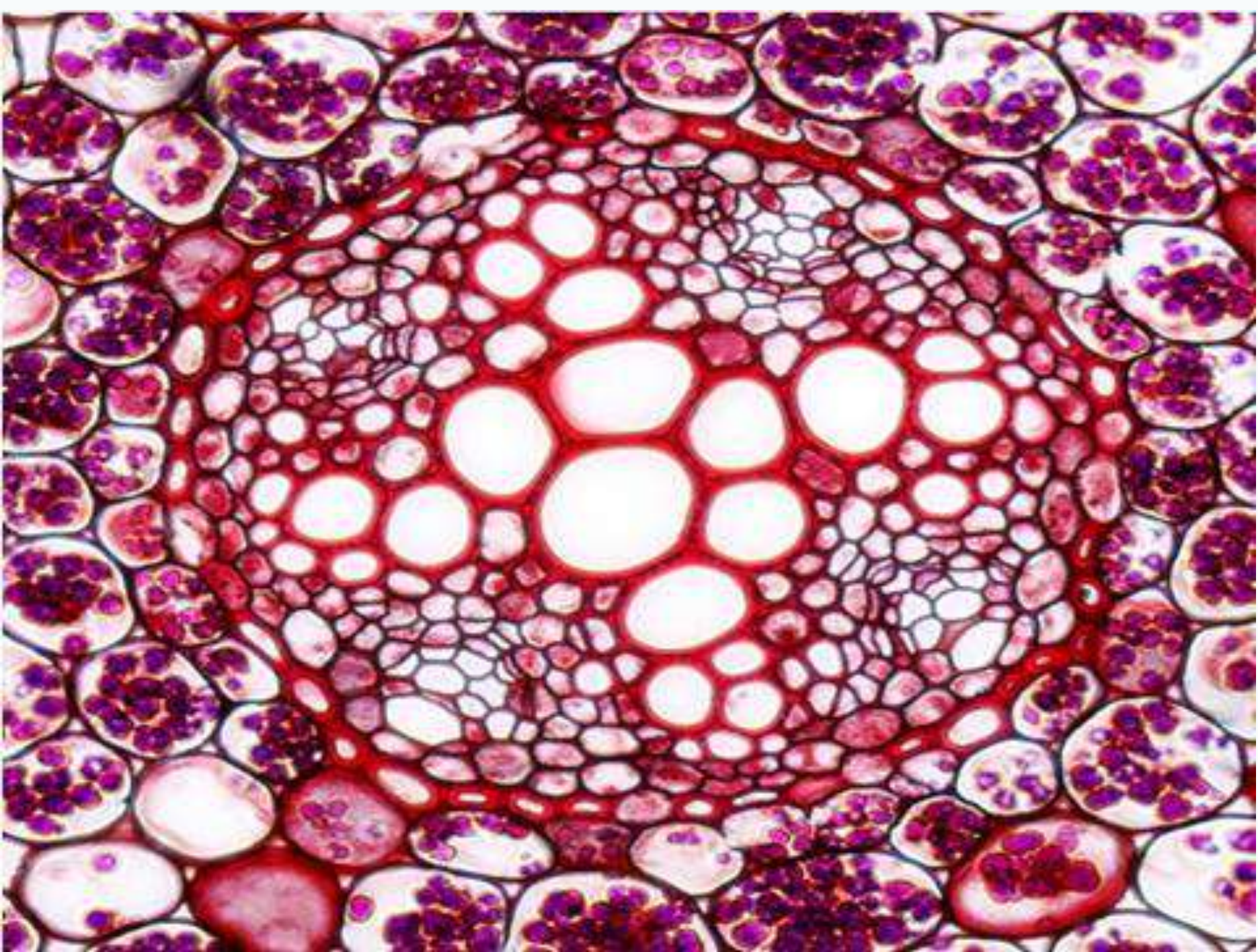
**Root Hair**

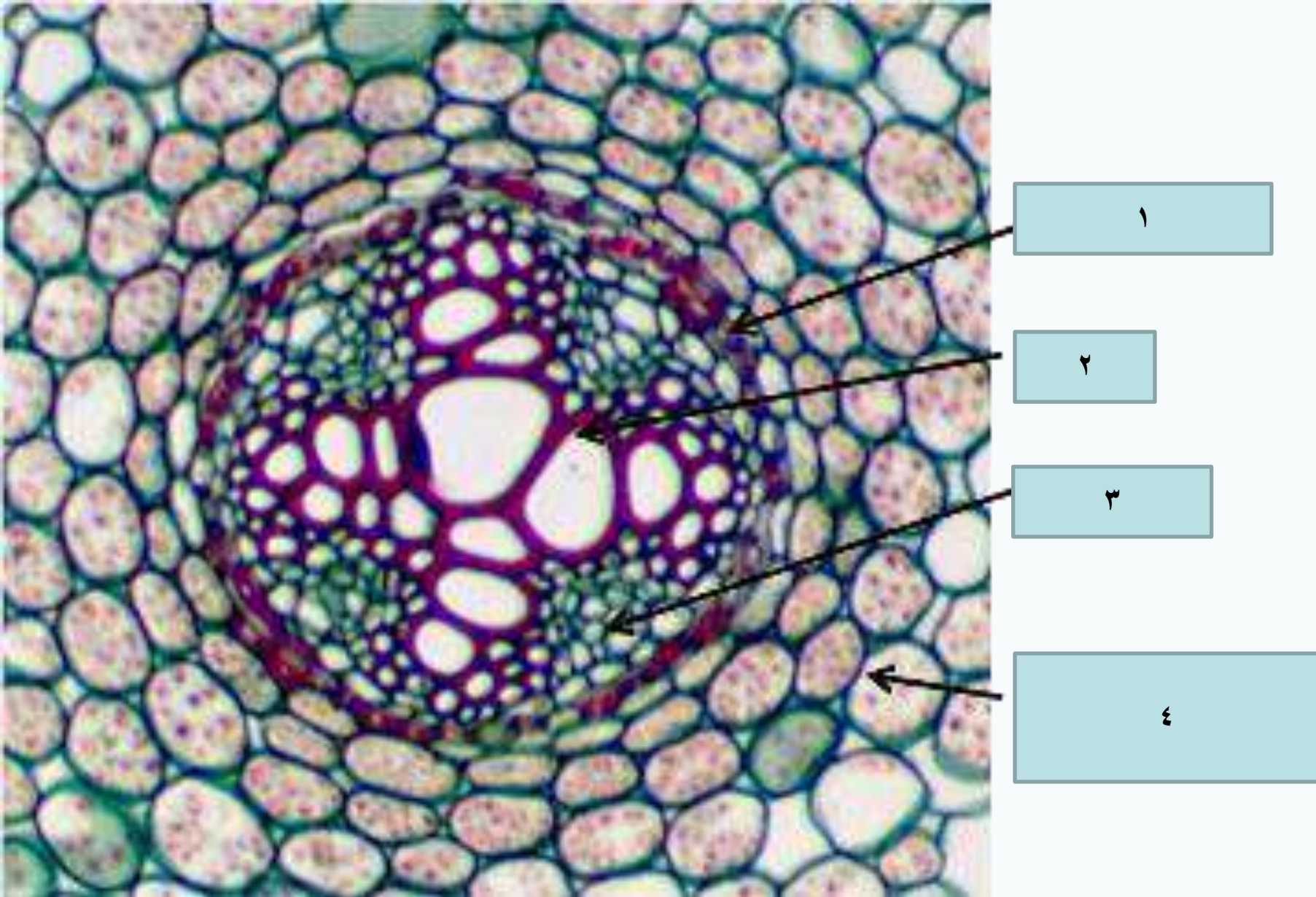
**E  
P  
I  
D  
E  
R  
M  
I  
S**



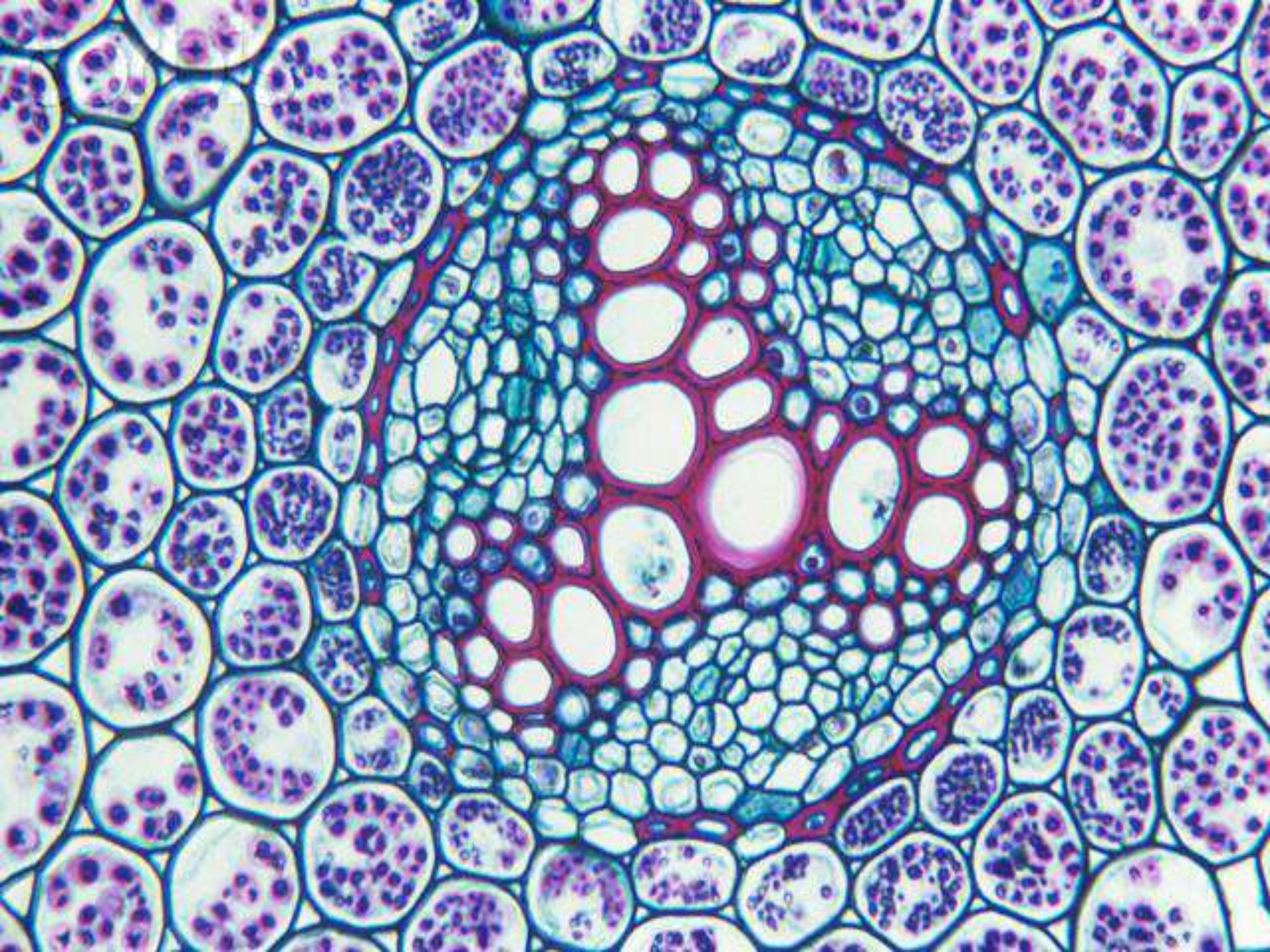


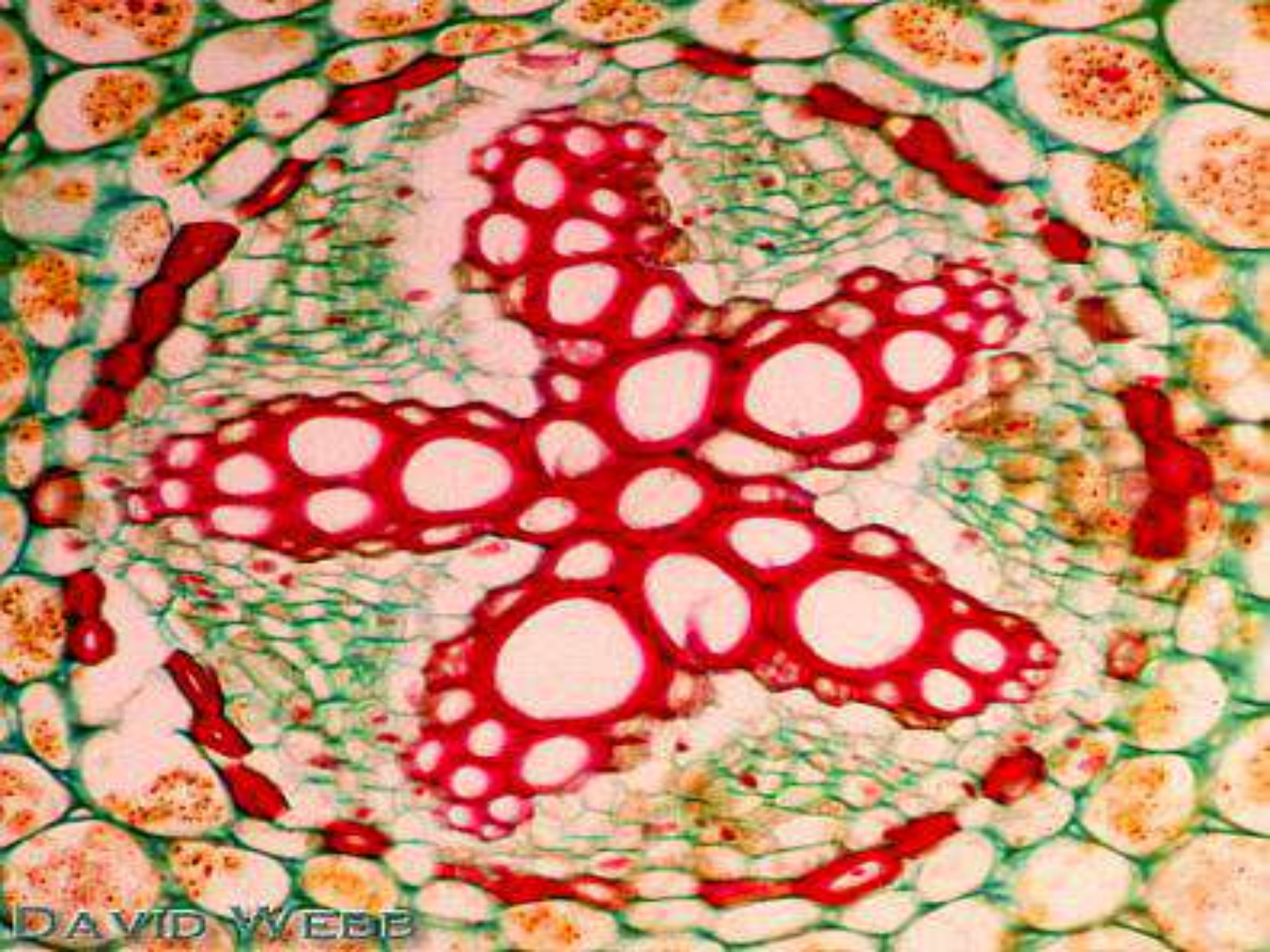
قطاع عرضي في جذر  
 في منطقة الشعيرات الجذرية



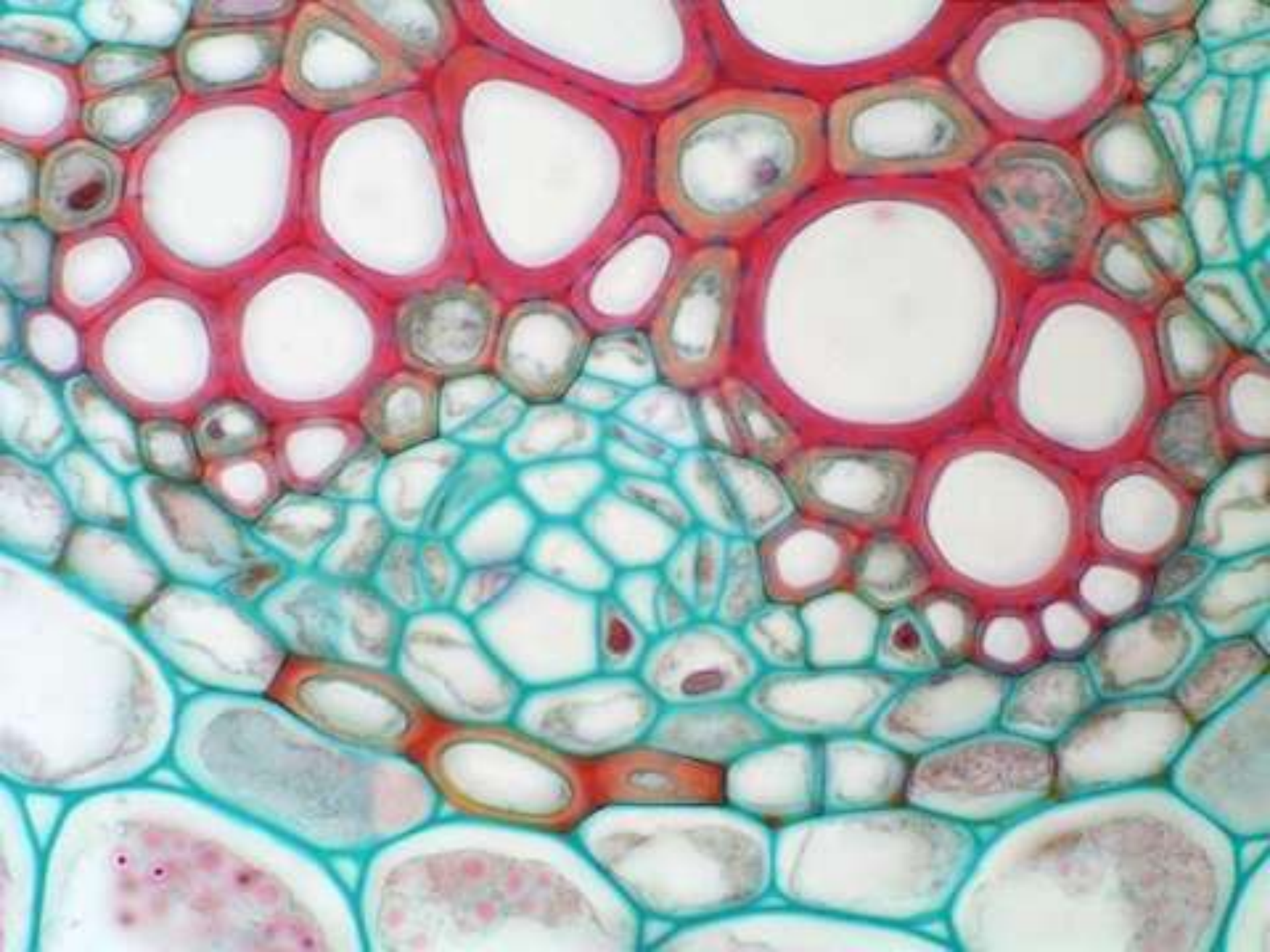


س/ بين نوع النسيج للرقم ١ - ٢ - ٣ - ٤





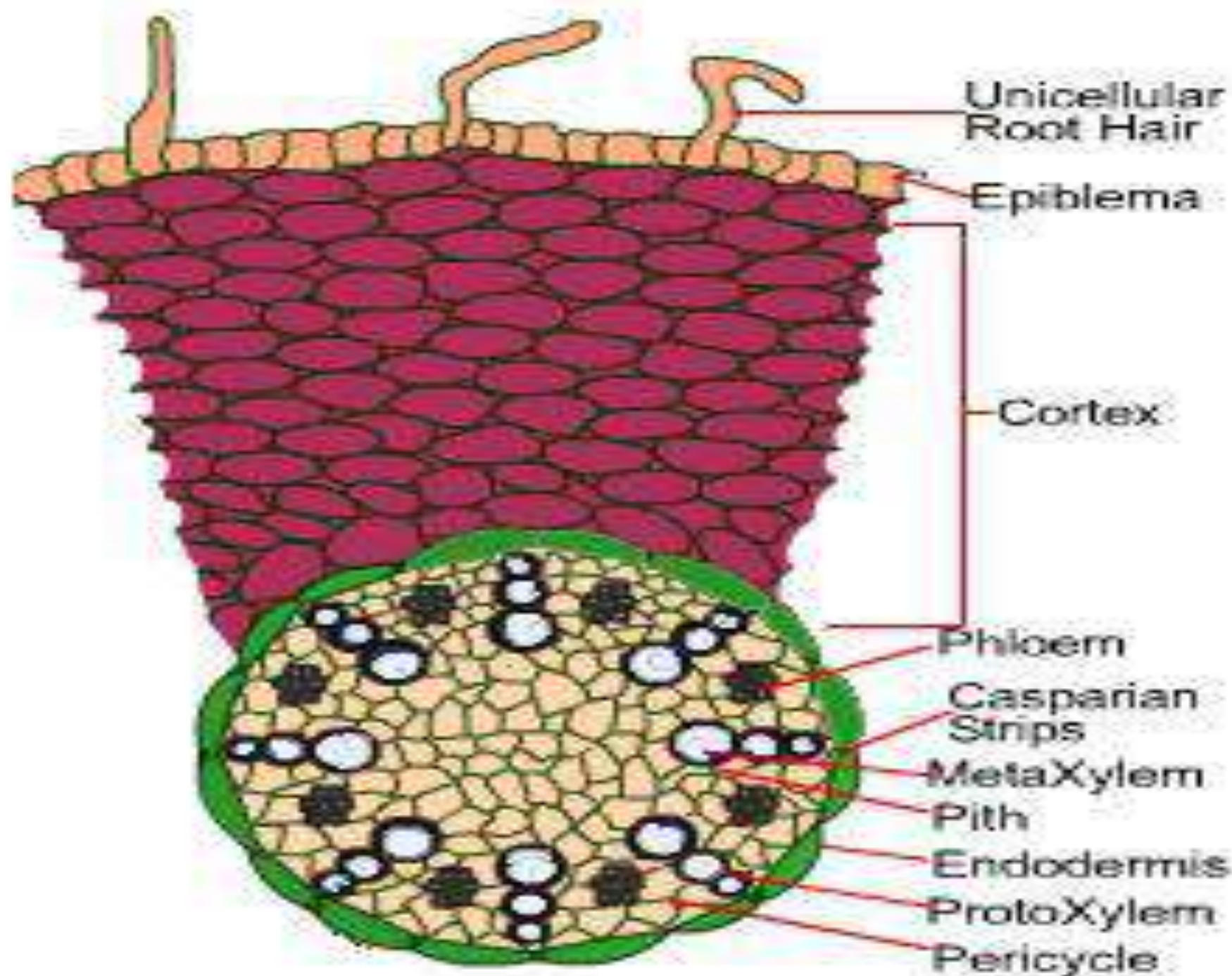
DAVID WYSE

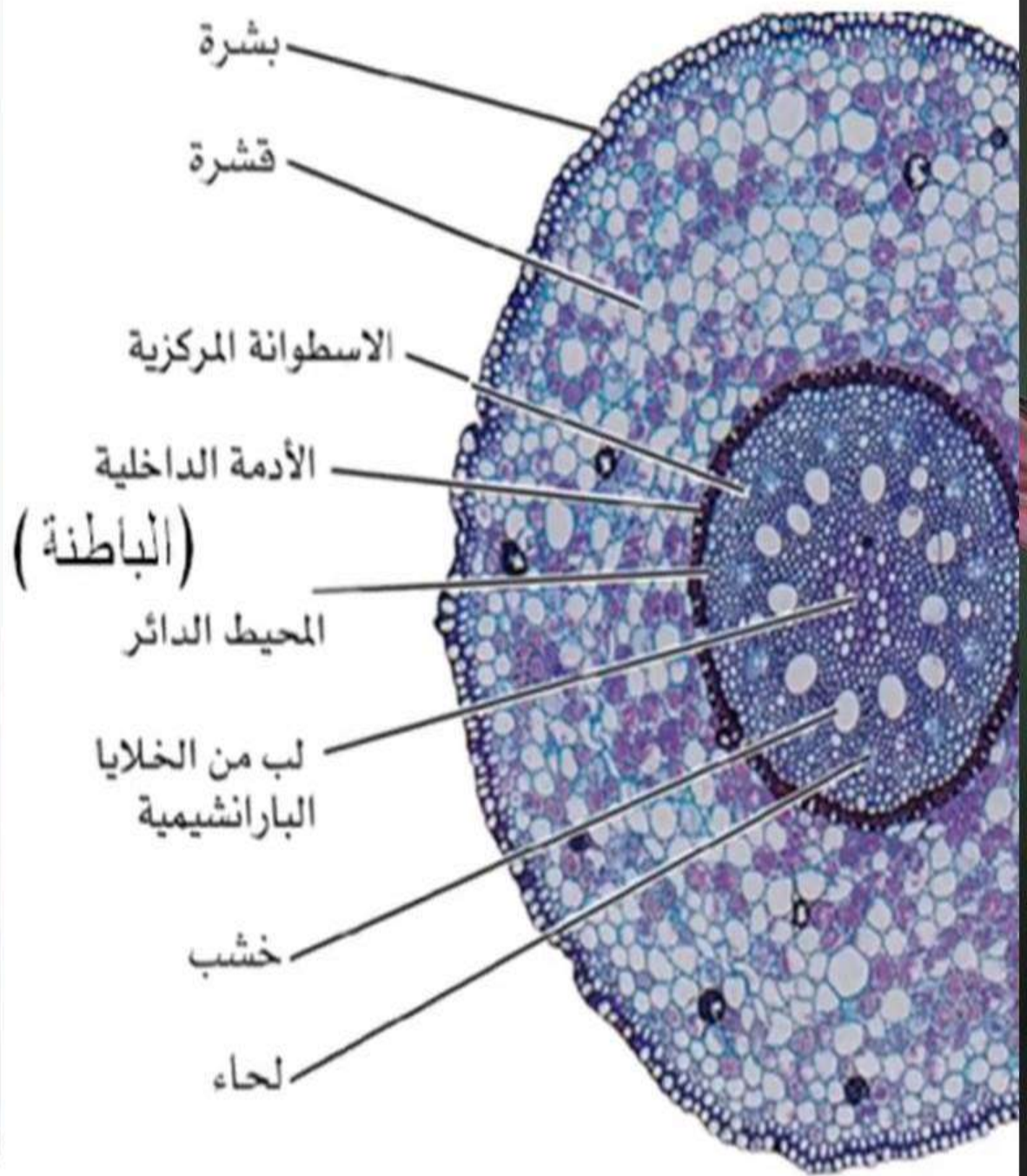
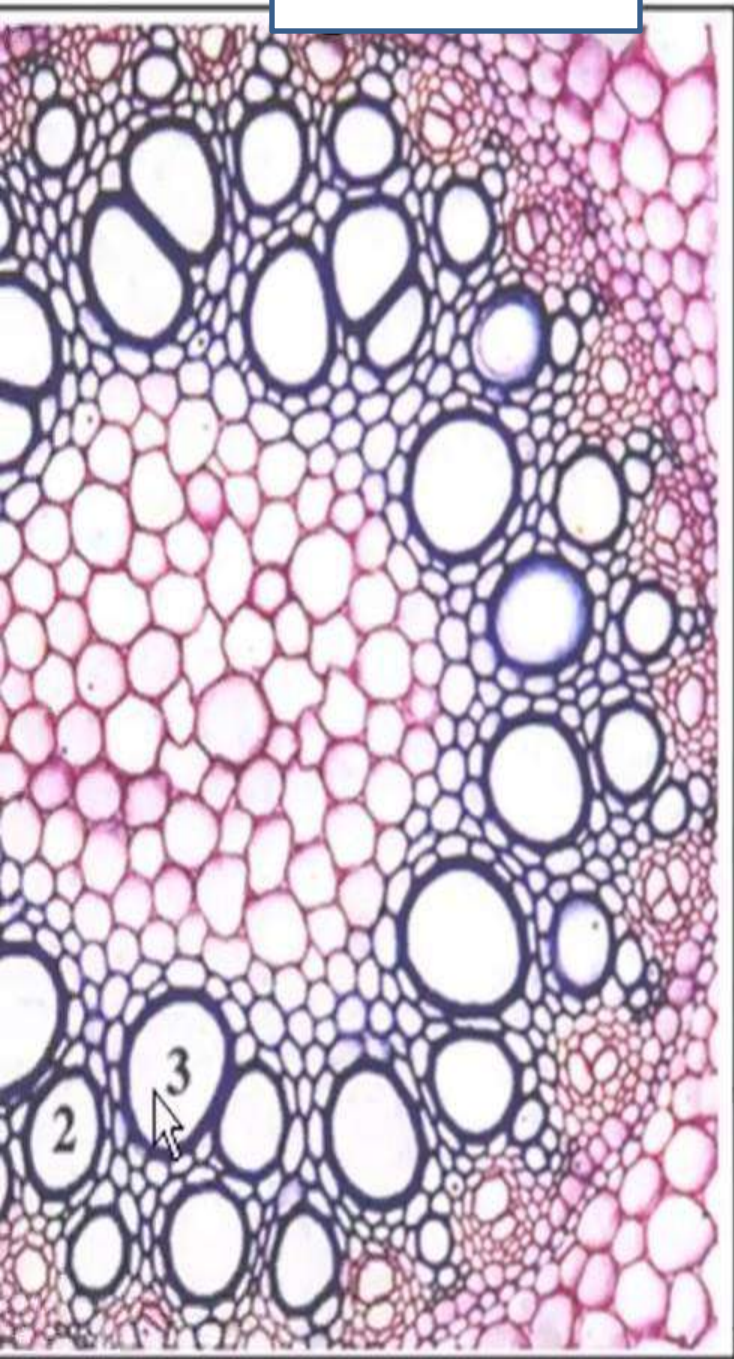


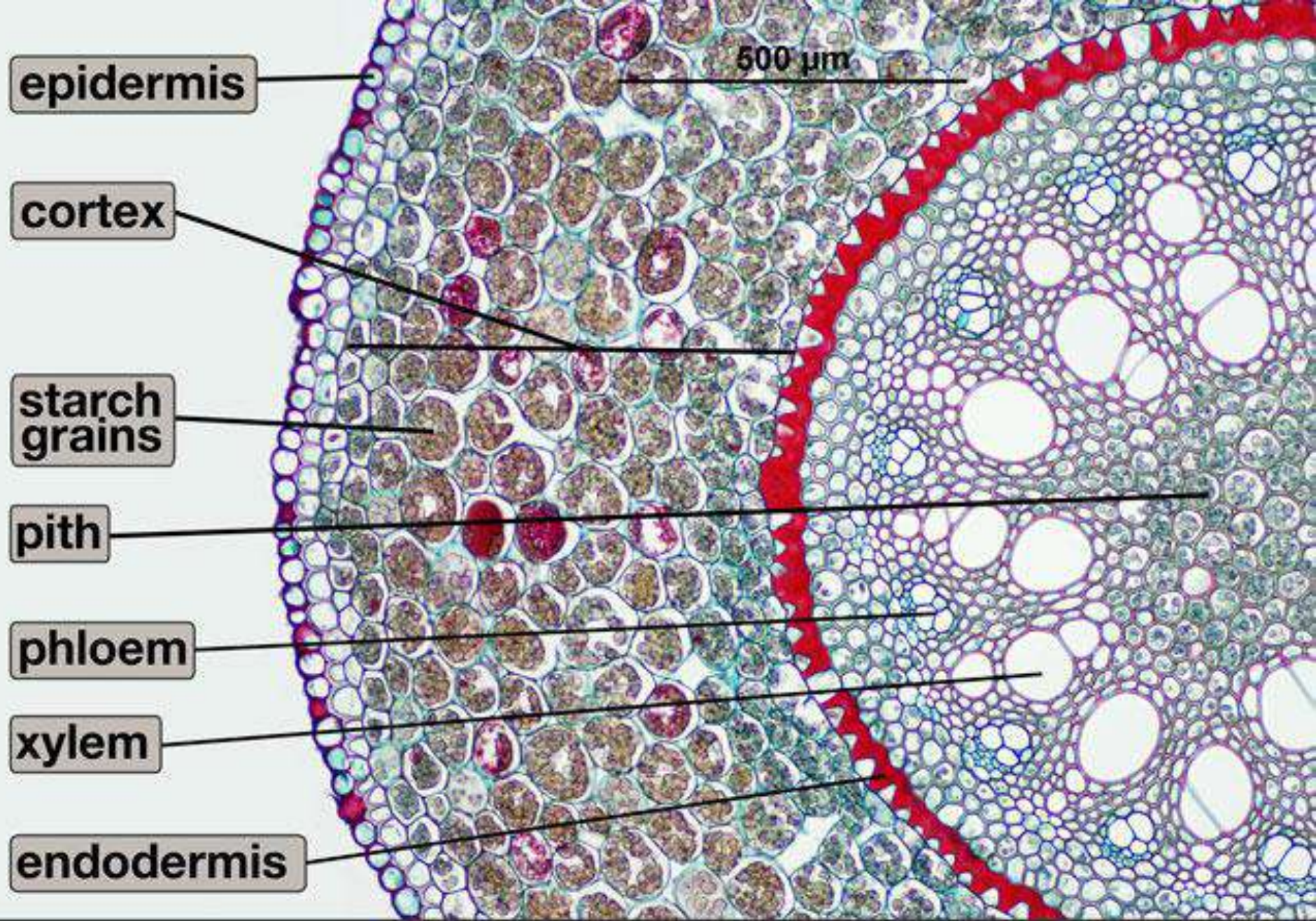




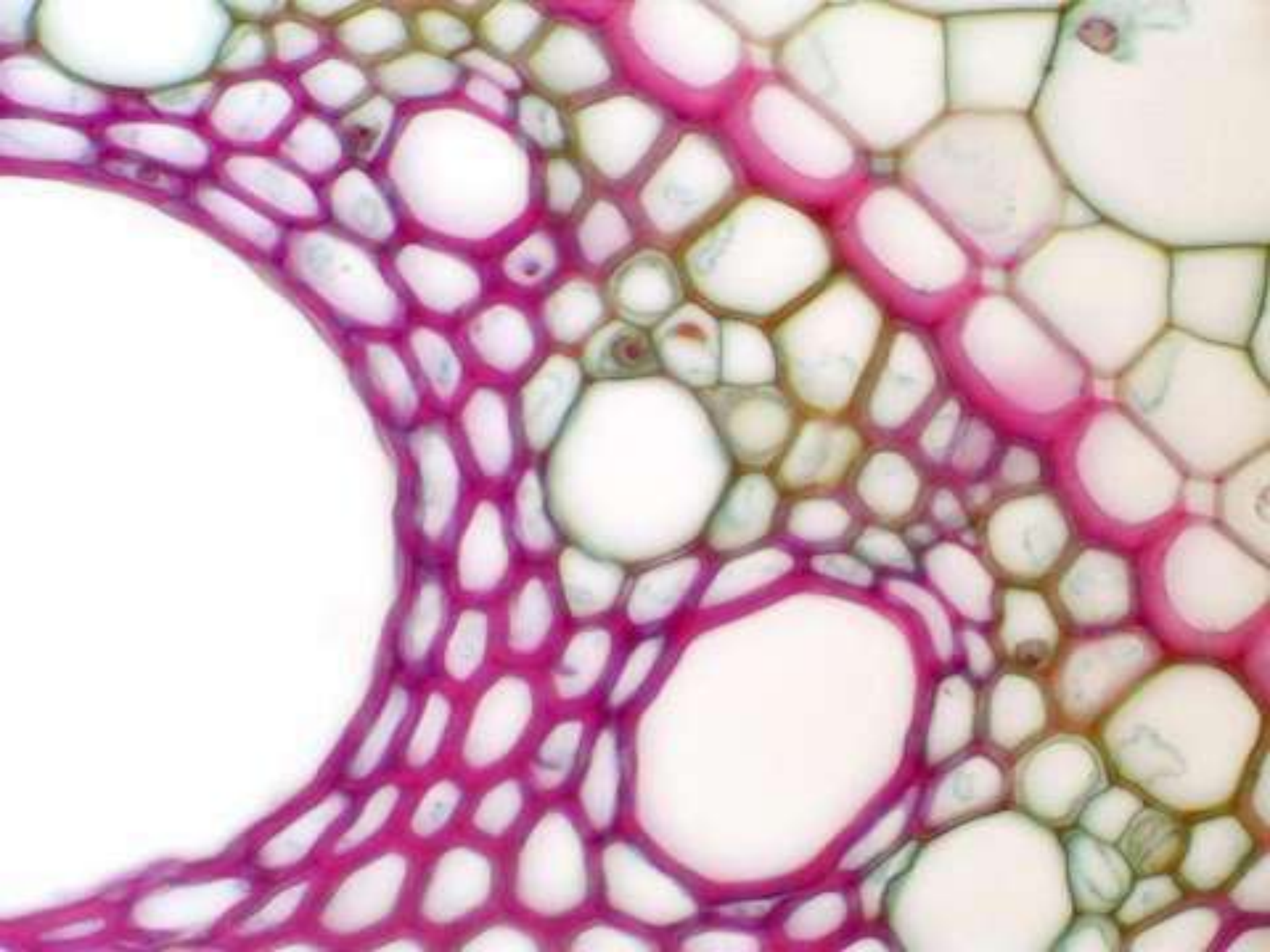
*Casparian Strip*

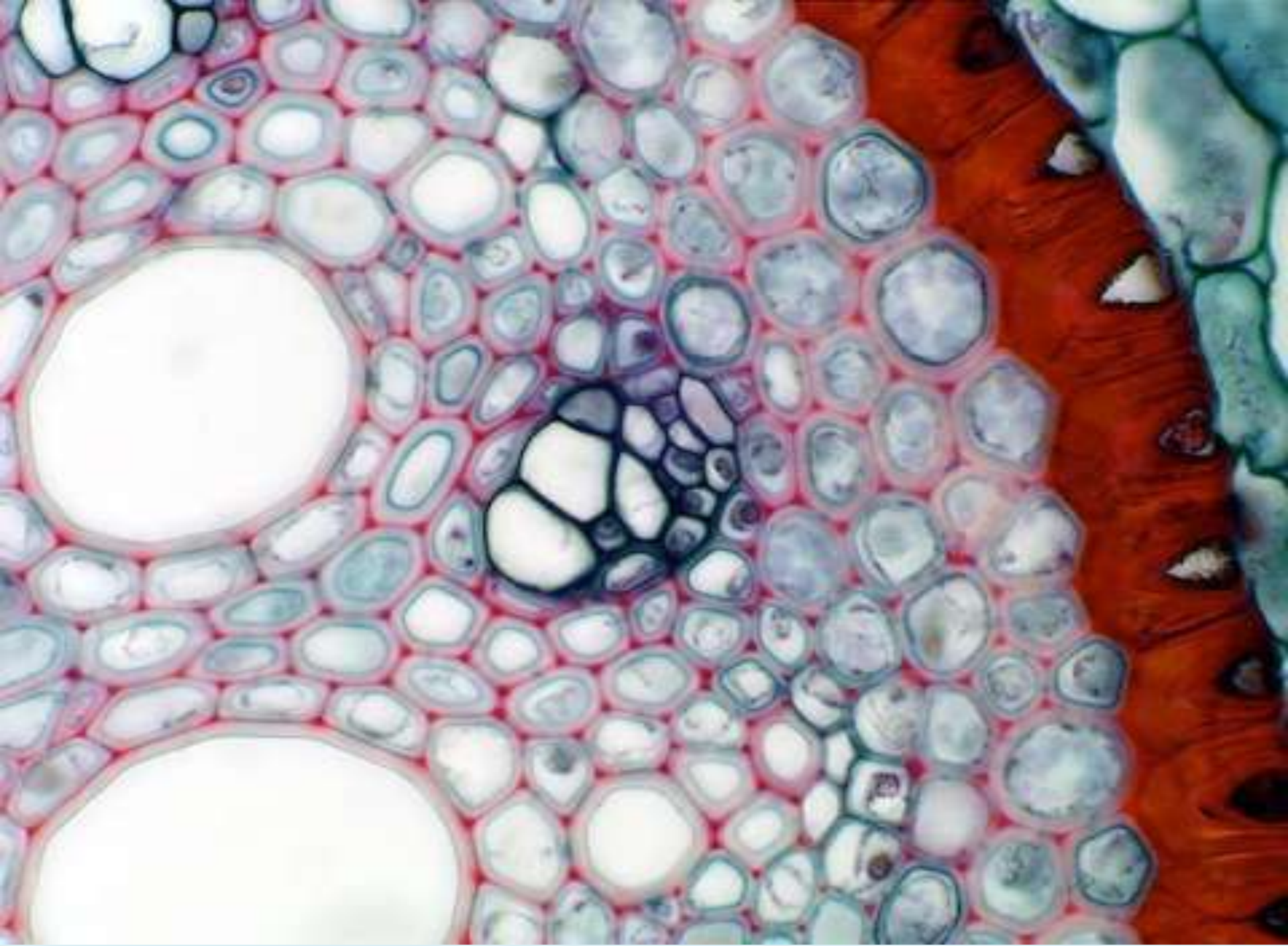






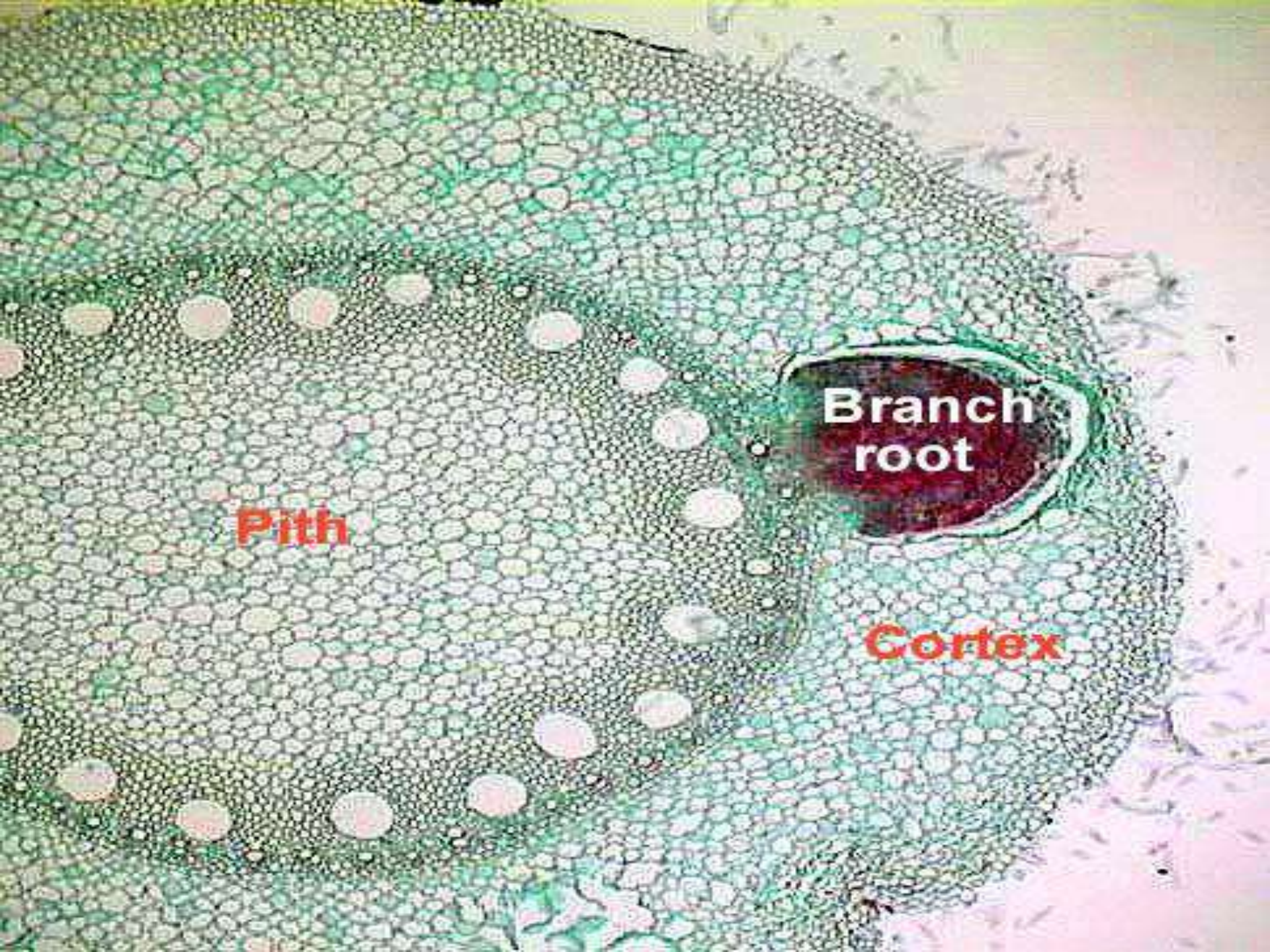
***Smilax* root c.s.**





# نشآت الجذور الجانبية والعرضية

تنشأ الجذور الجانبية من أنسجة بالغة في المنطقة الدائمة من الجذر غالباً ما تكون البريسيكل وقد تشترك معها طبقة الأندودرمس ، وتعتبر الجذور الجانبية **داخلية المنشأ** ، بعكس أفرع السيقان والأوراق التي تنشأ من أنسجة سطحية وتوصف بأنها **خارجية المنشأ**



**Pith**

**Branch  
root**

**Cortex**

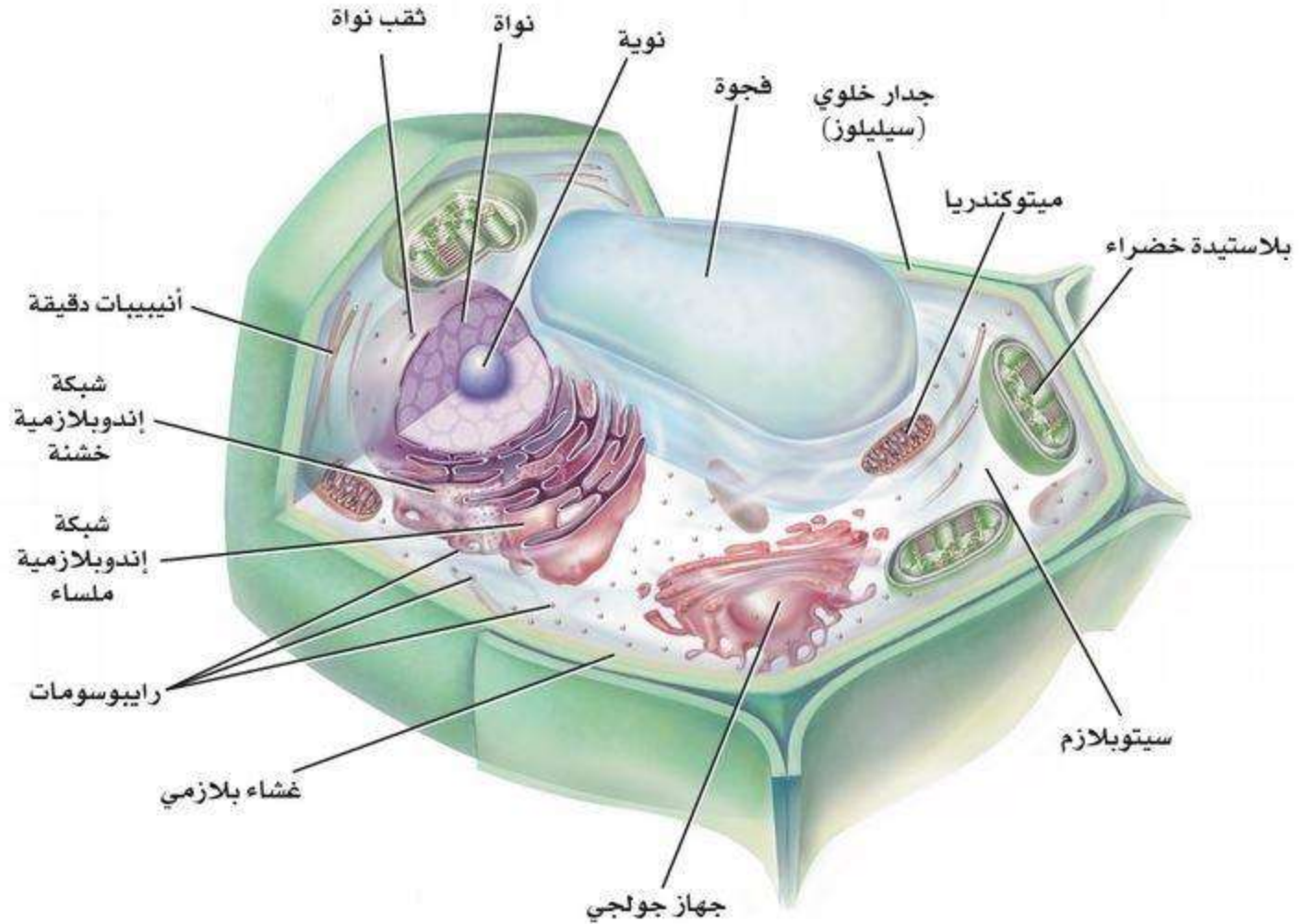


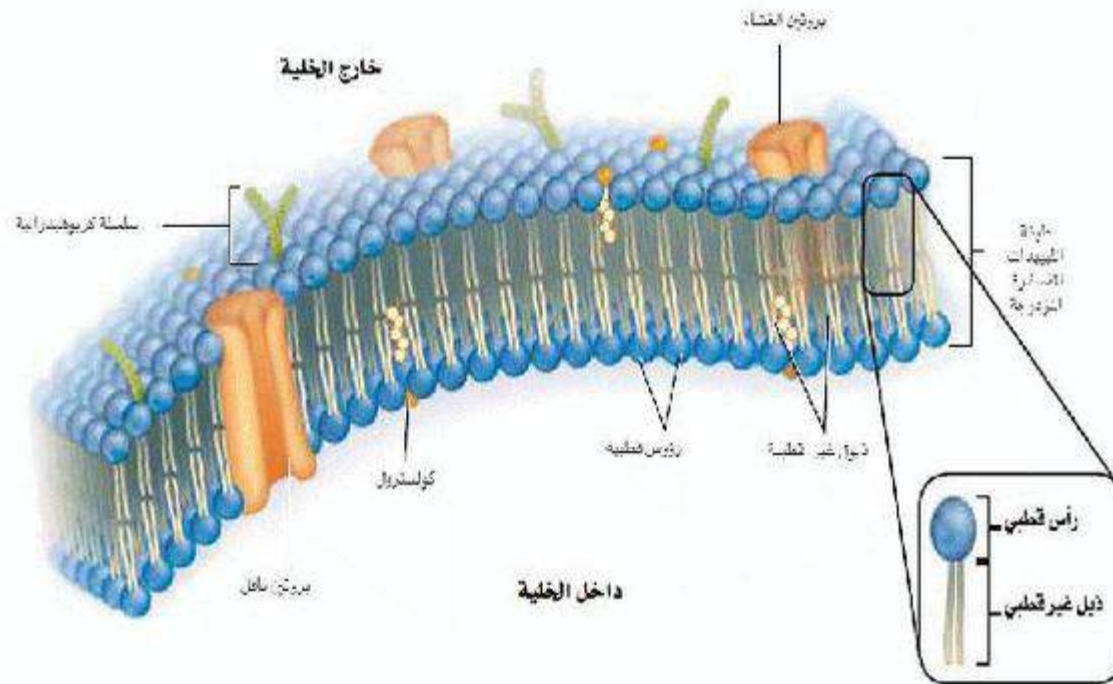
شكراً  
لإصغائكم



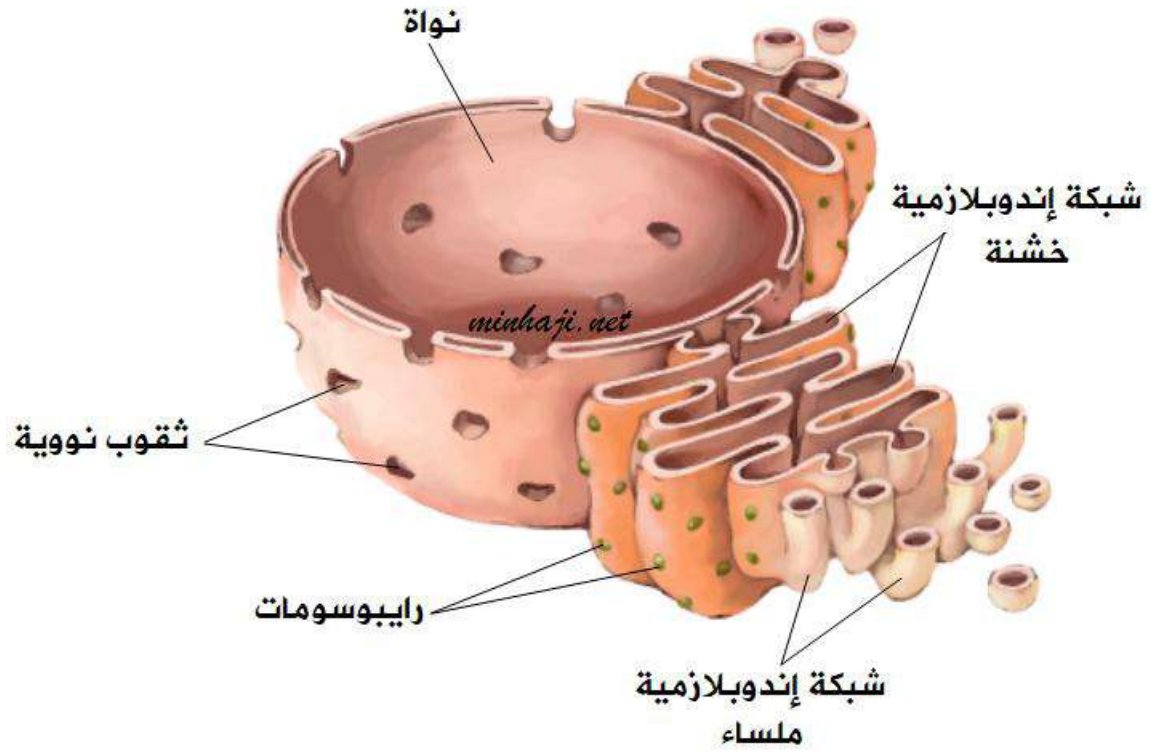
# المحتويات الحية في الخلية النباتية

## خلية نباتية



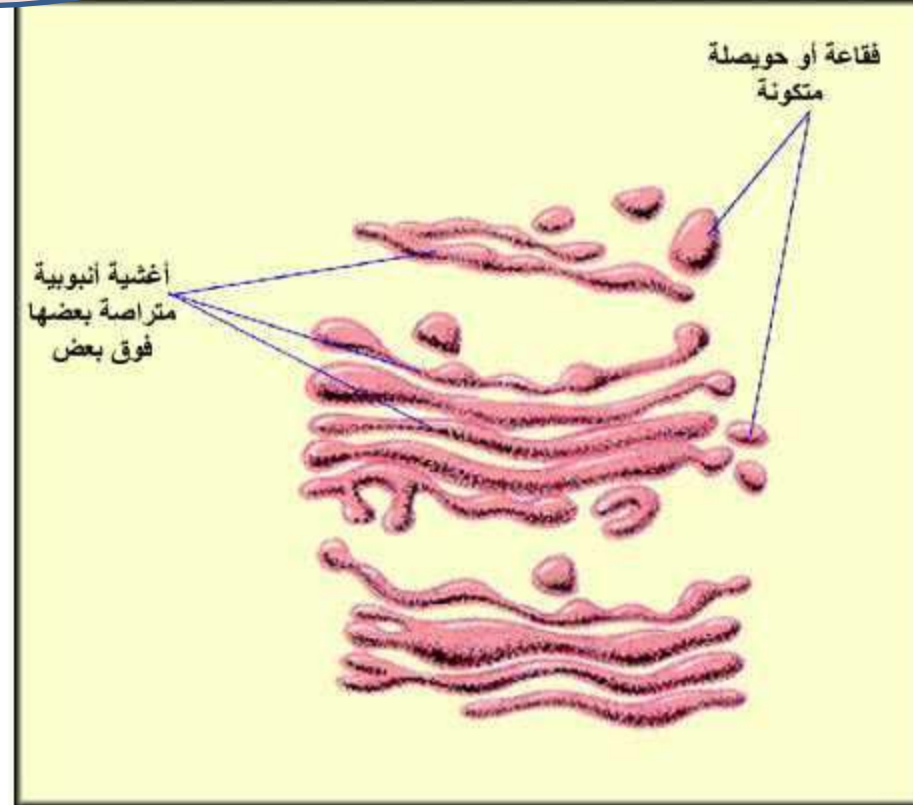
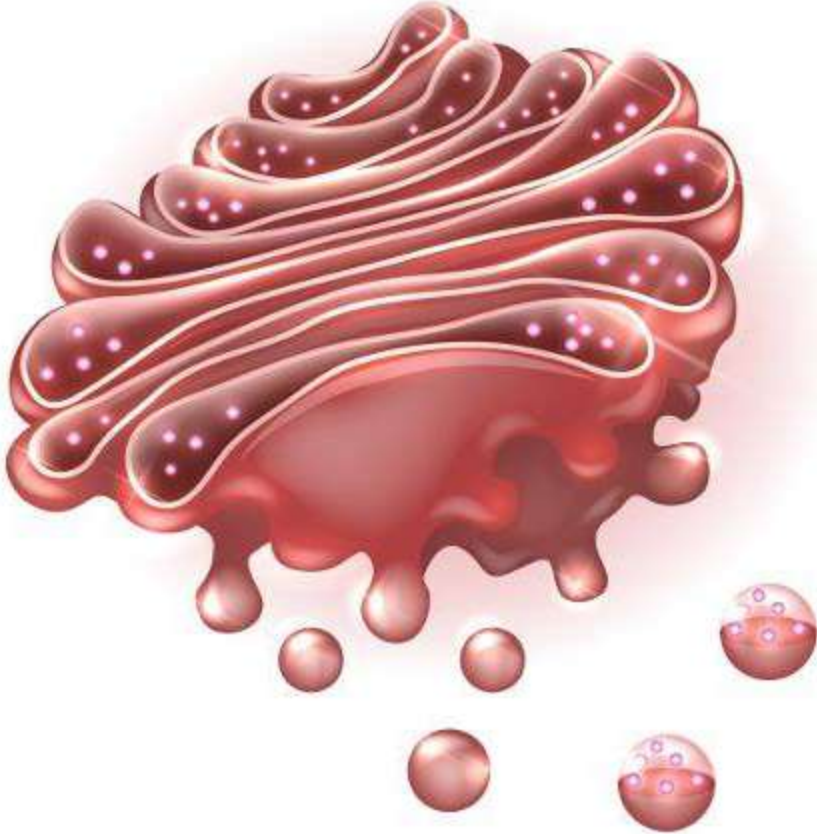


## التركيب الدقيق للغشاء البلازمي



## الشبكة الاندوبلازمية

# جهاز كولجي



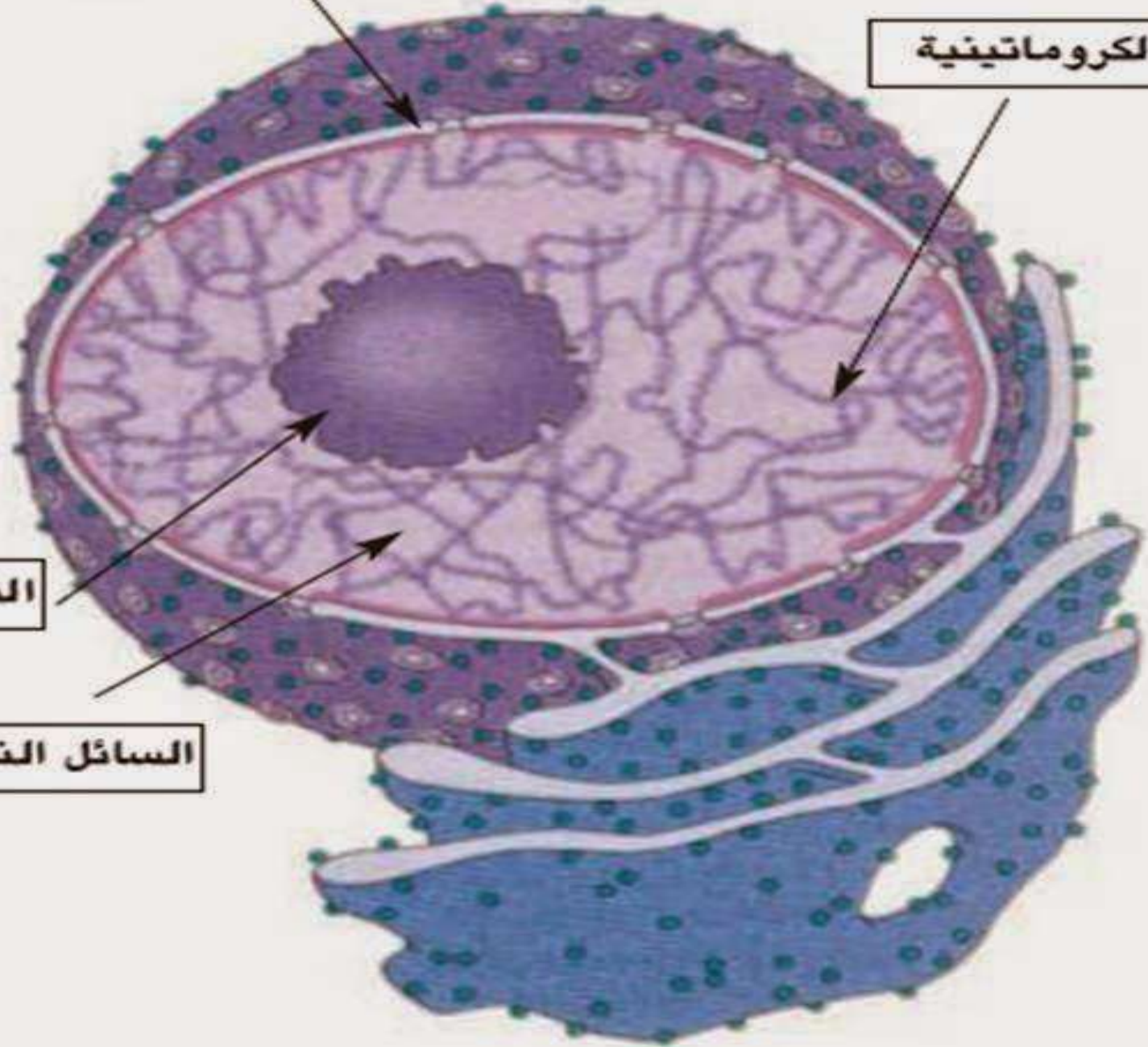
أجسام جولجي

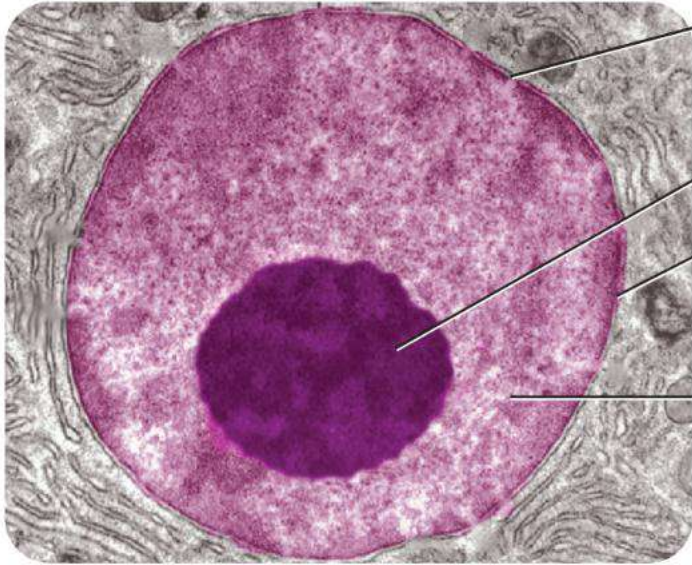
الغشاء النووي

الشبكة الكروماتينية

النوية

السائل النووي



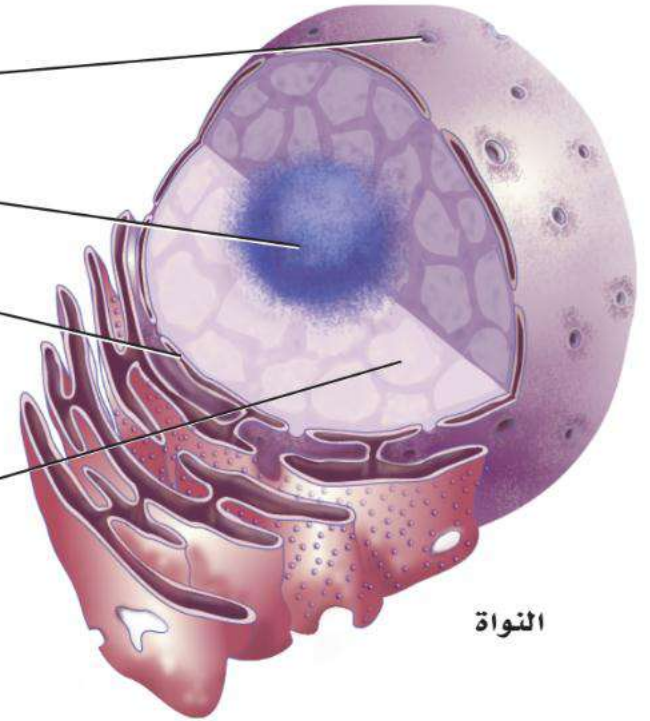


ثقب نووي

النوية

الغلاف النووي

مادة كروماتينية

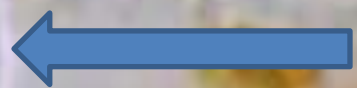


النواة

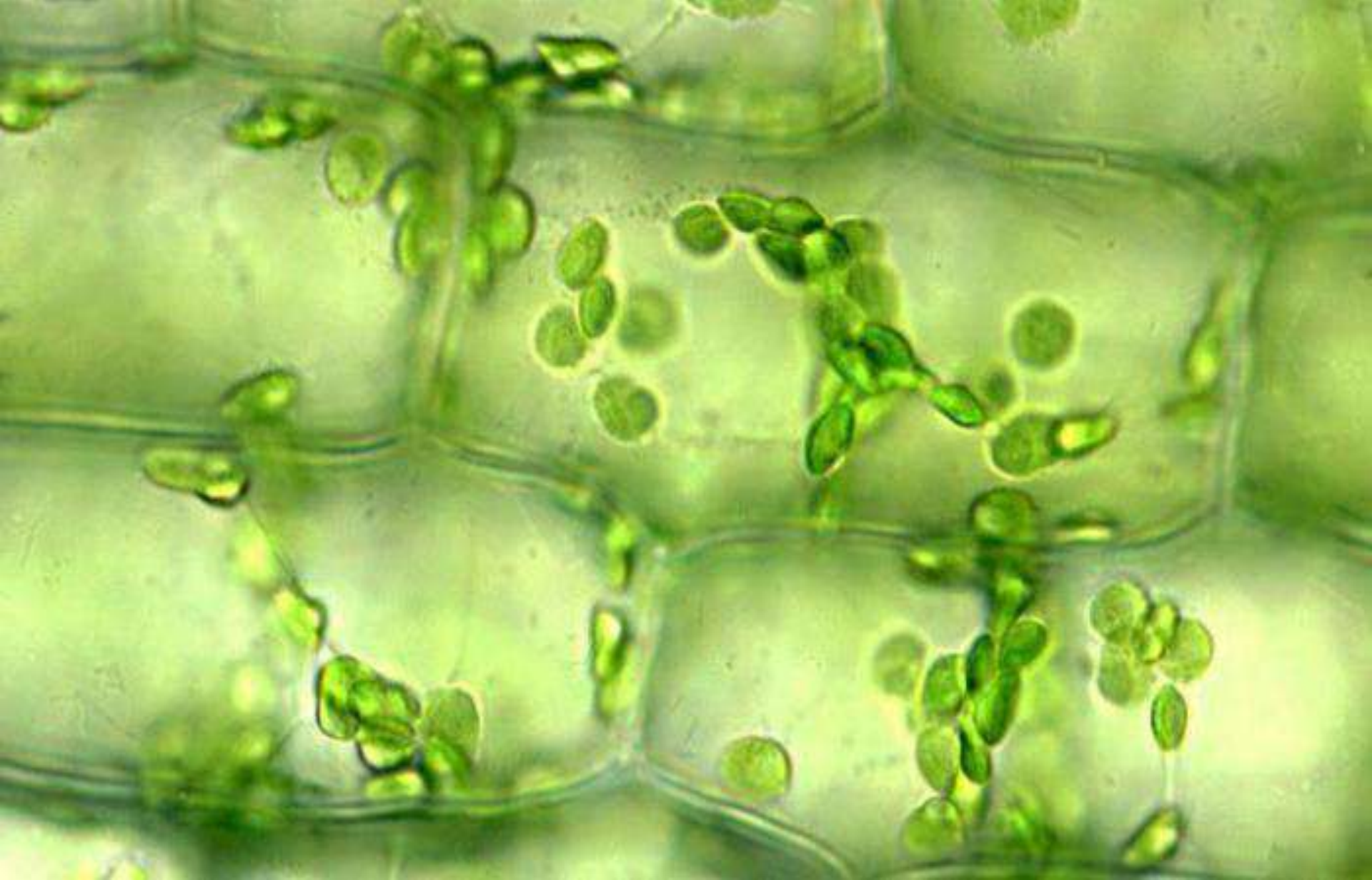




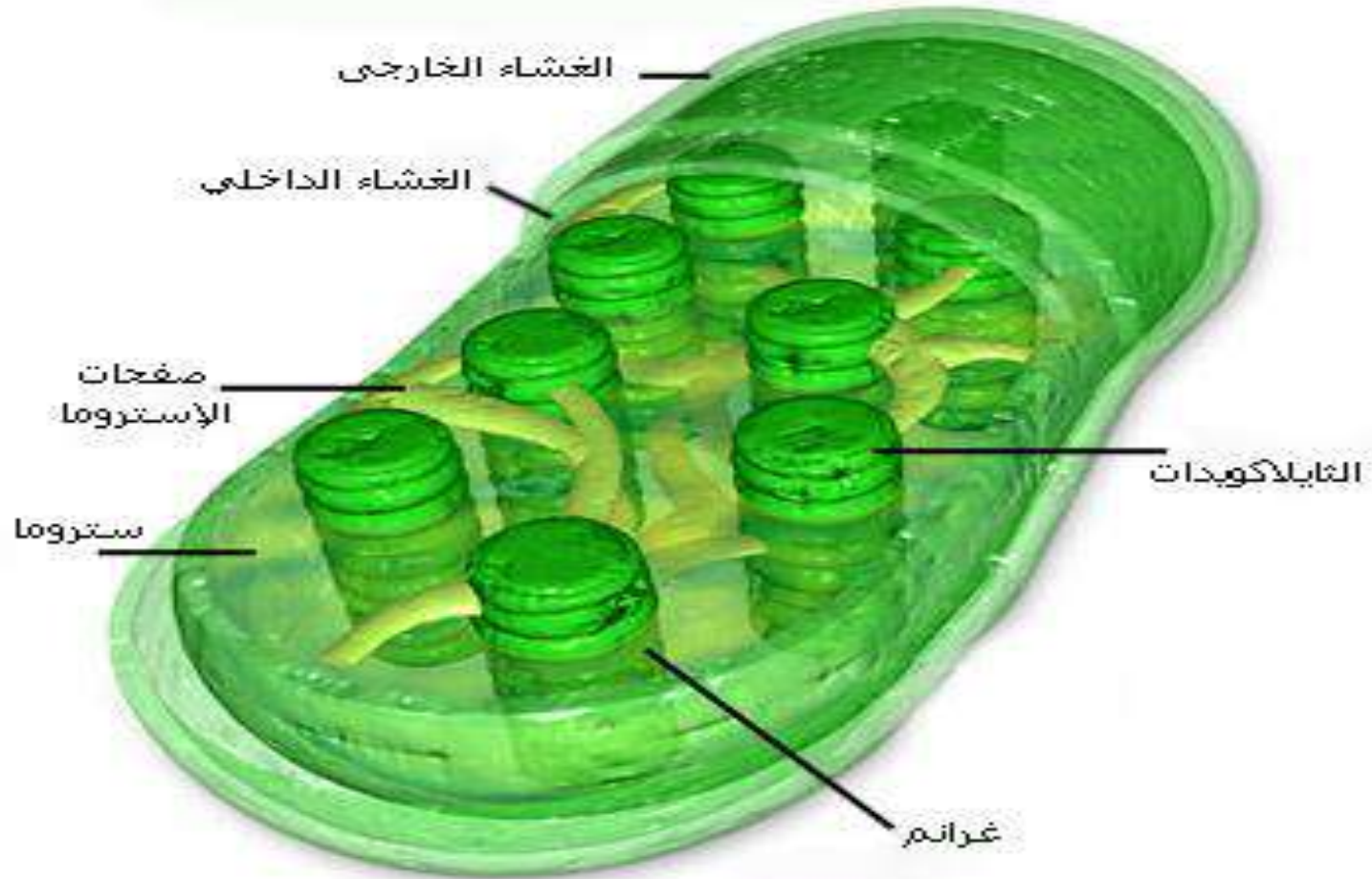
النواة وداخلها النوية



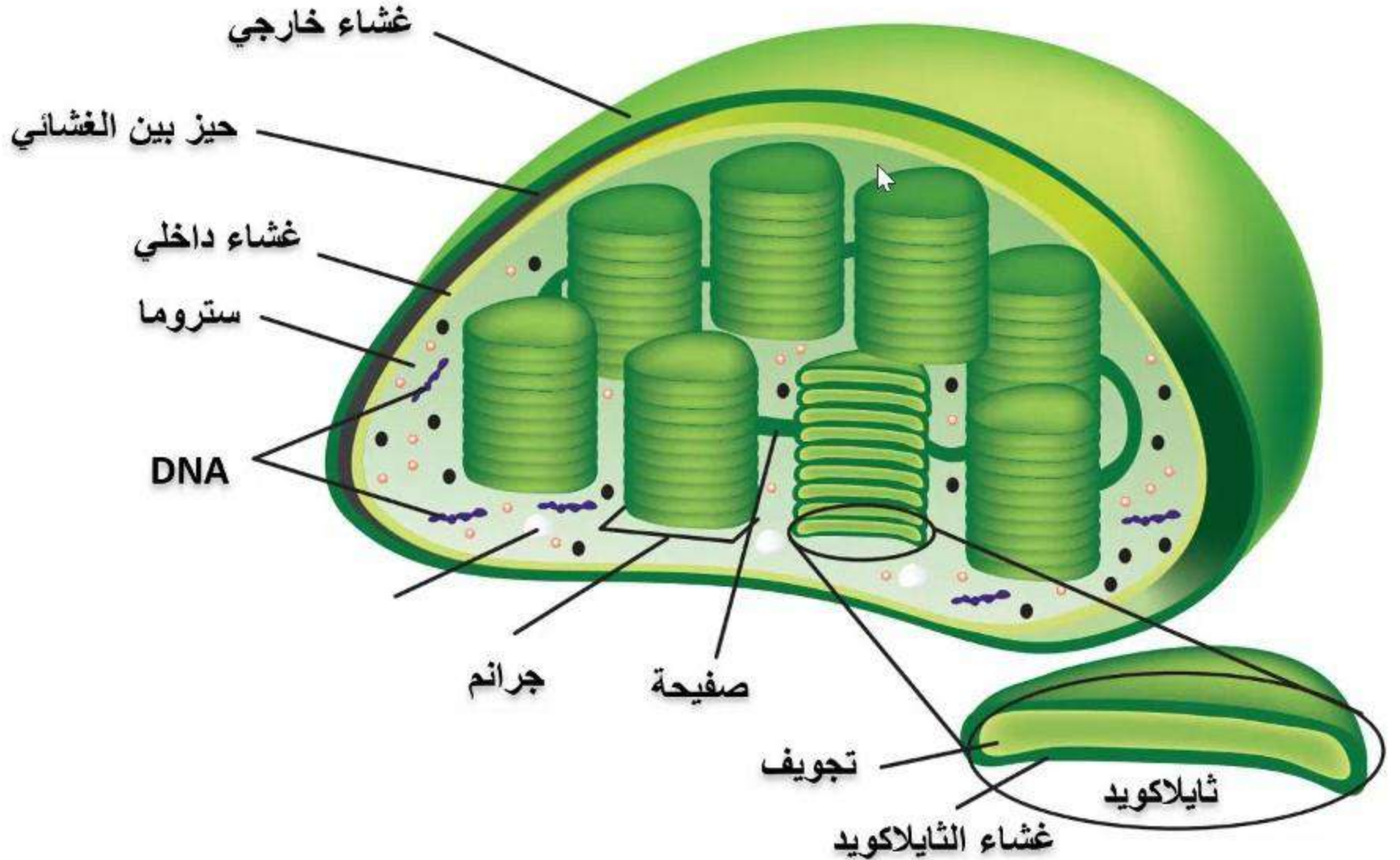
## البلاستيدات الخضراء



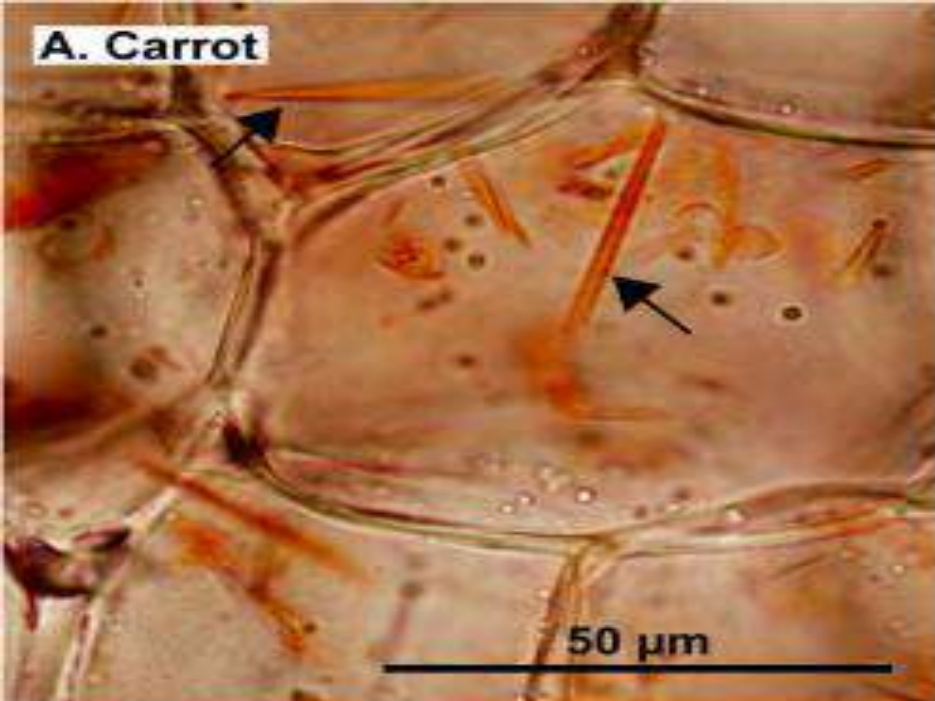
# البلاستيدات



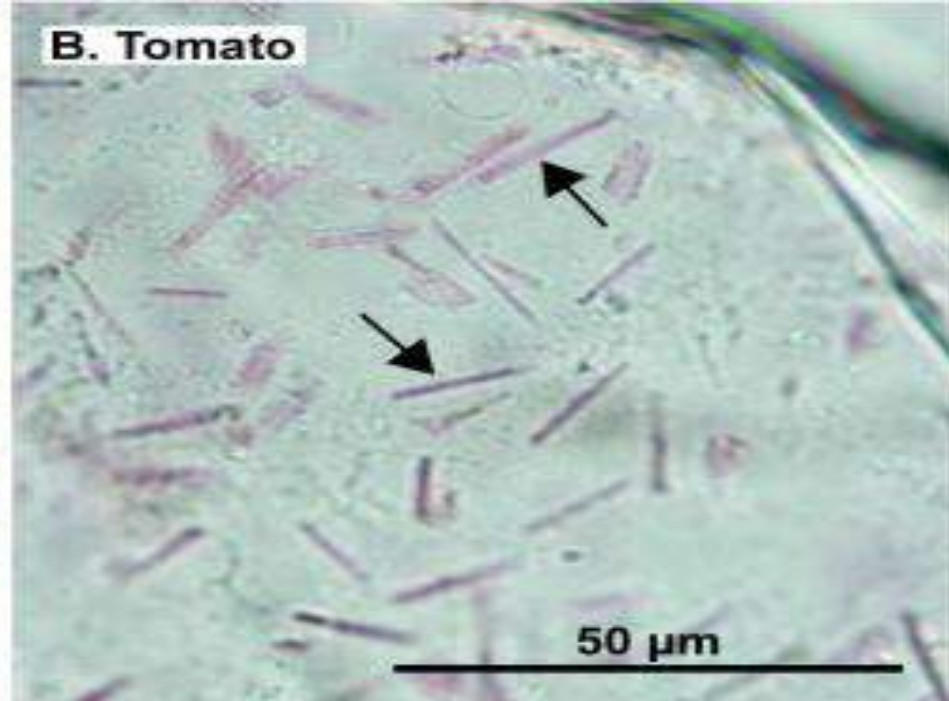
# تركيب البلاستيدة الخضراء؟



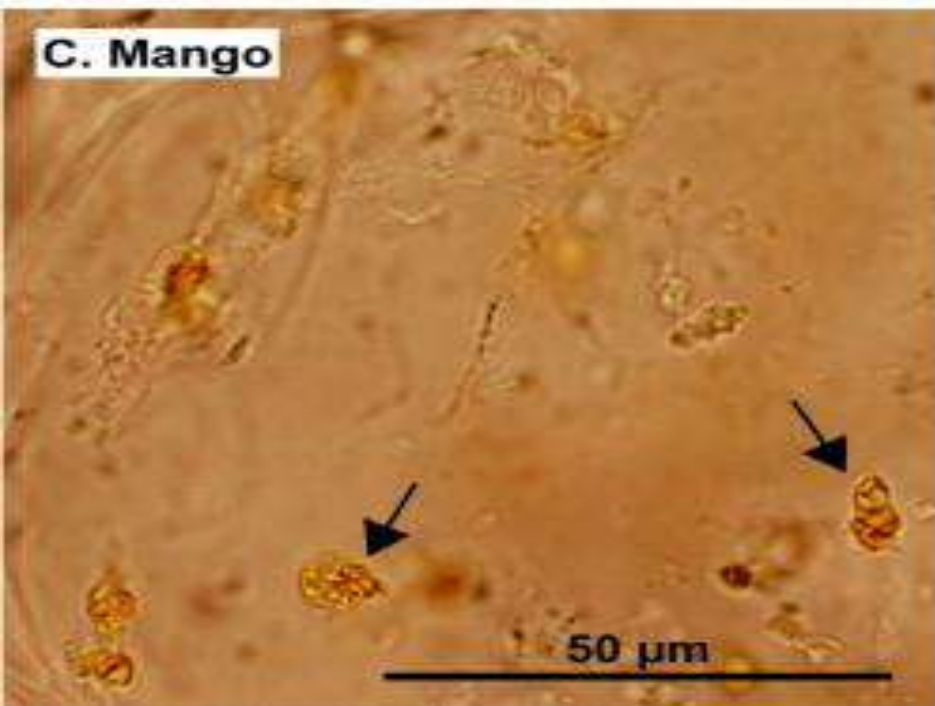
**A. Carrot**



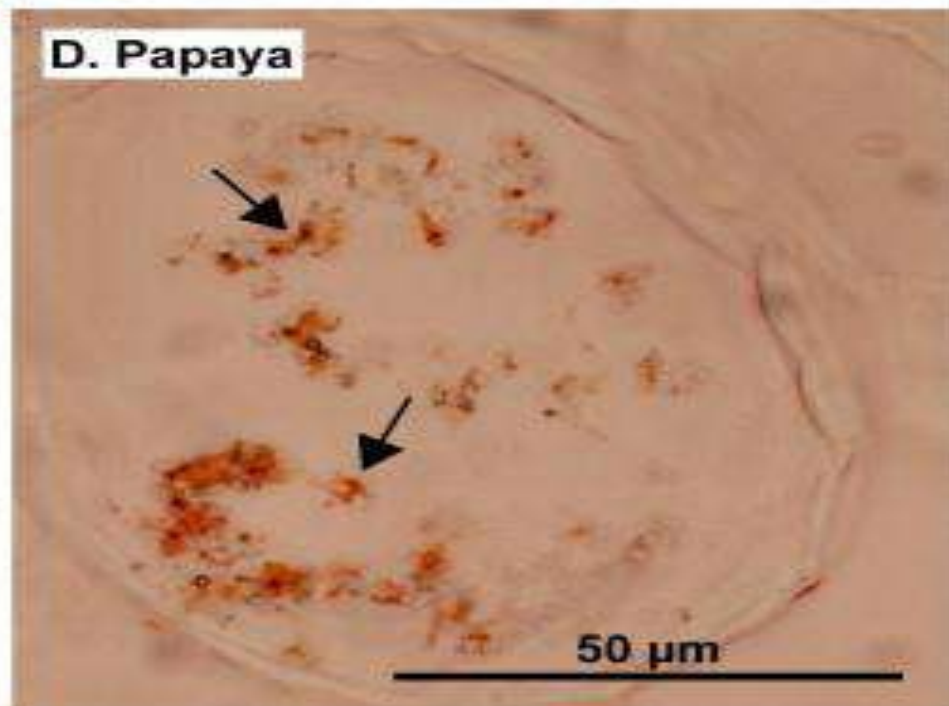
**B. Tomato**



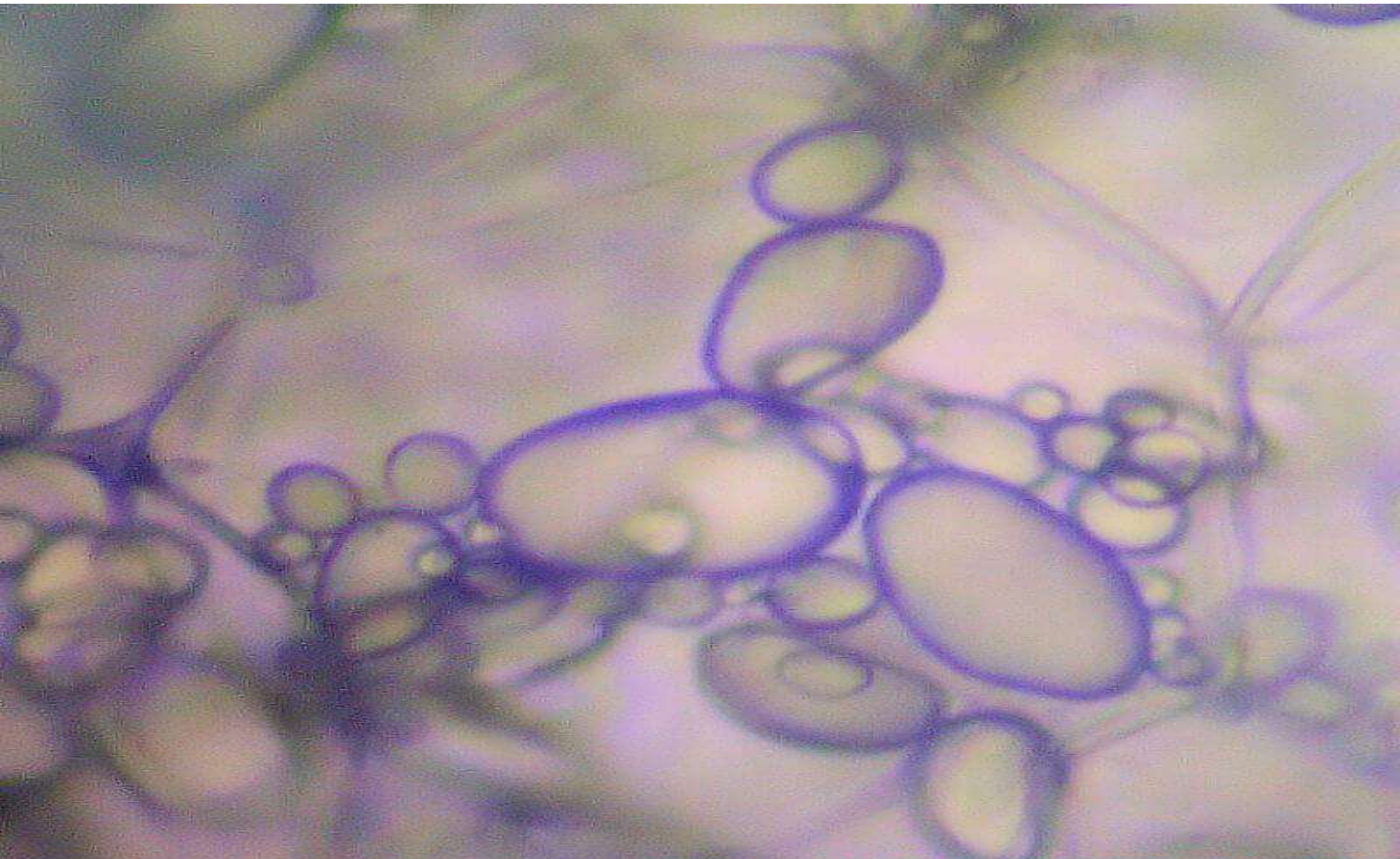
**C. Mango**



**D. Papaya**



## البلاستيدات عديمة اللون



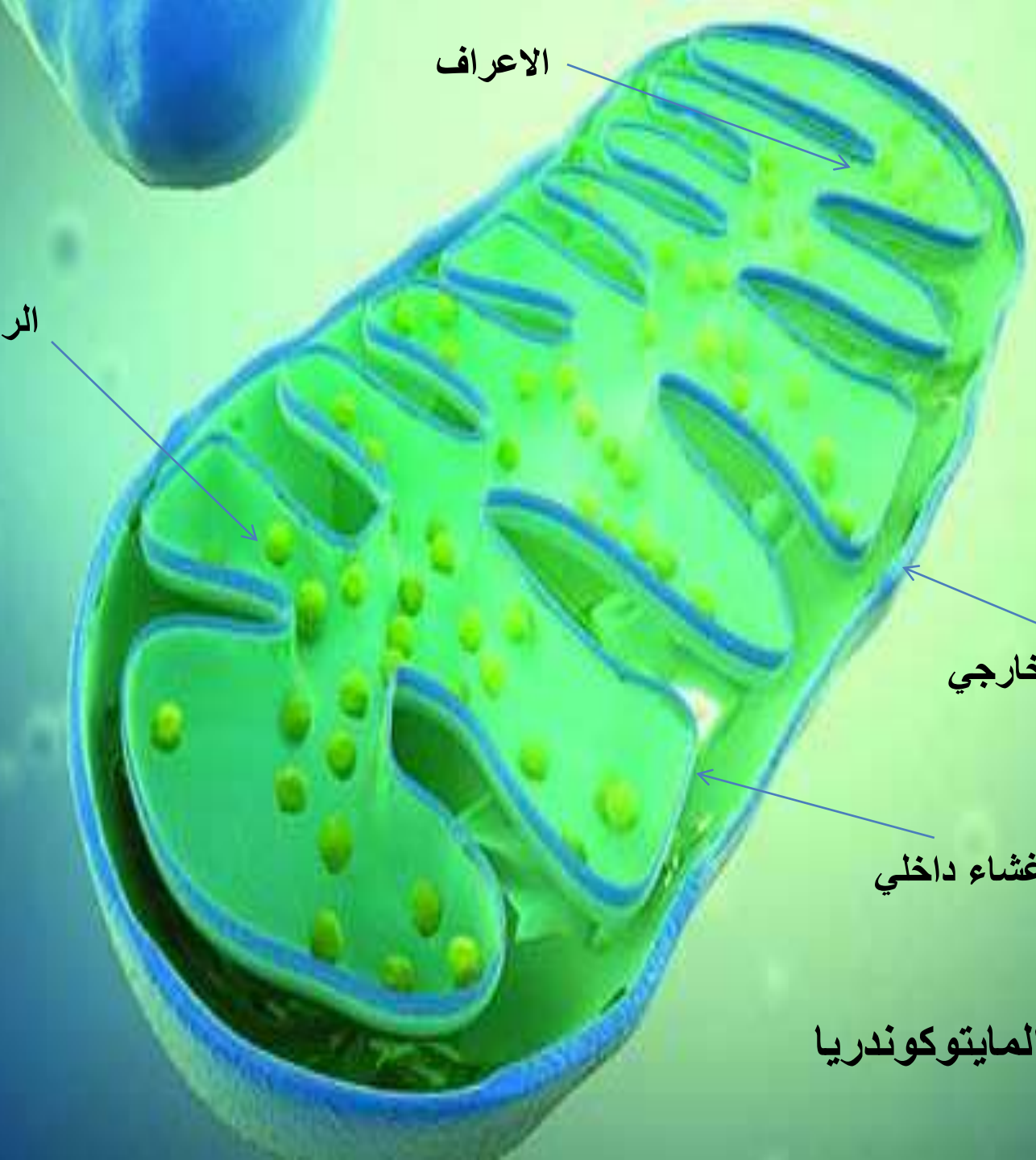
الرايبوسومات

الاعراف

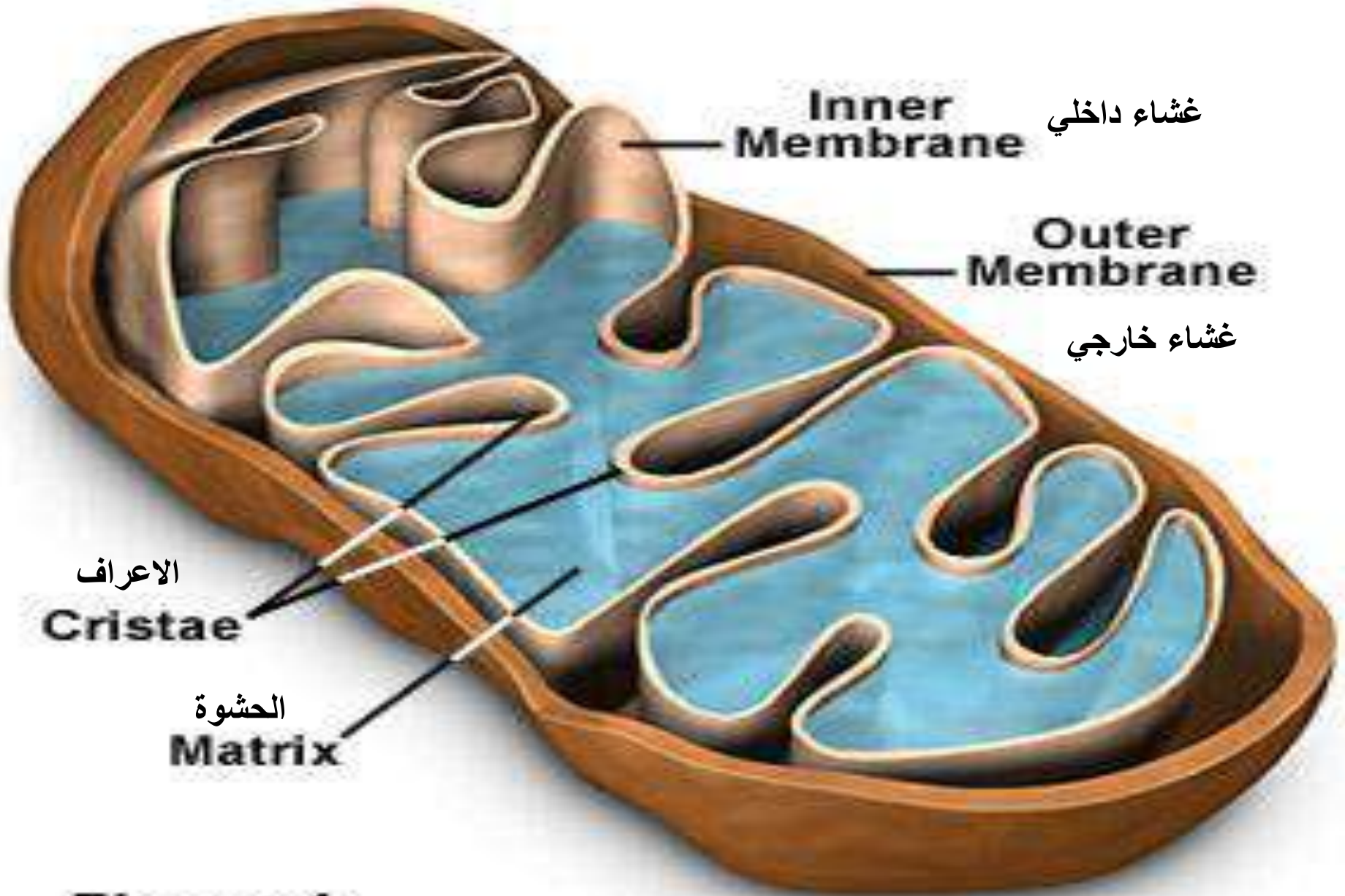
غشاء خارجي

غشاء داخلي

الميتوكوندريا



# Mitochondria Structural Features



**Figure 1**



الرايبوسومات

الاجسام الكروية

الاجسام الدقيقة

الاناييب الدقيقة

الخلية النباتية

**Plant Cell**

# الخلية النباتية

الاختلافات بين الخلايا النباتية

مميزات الانسجة النباتية

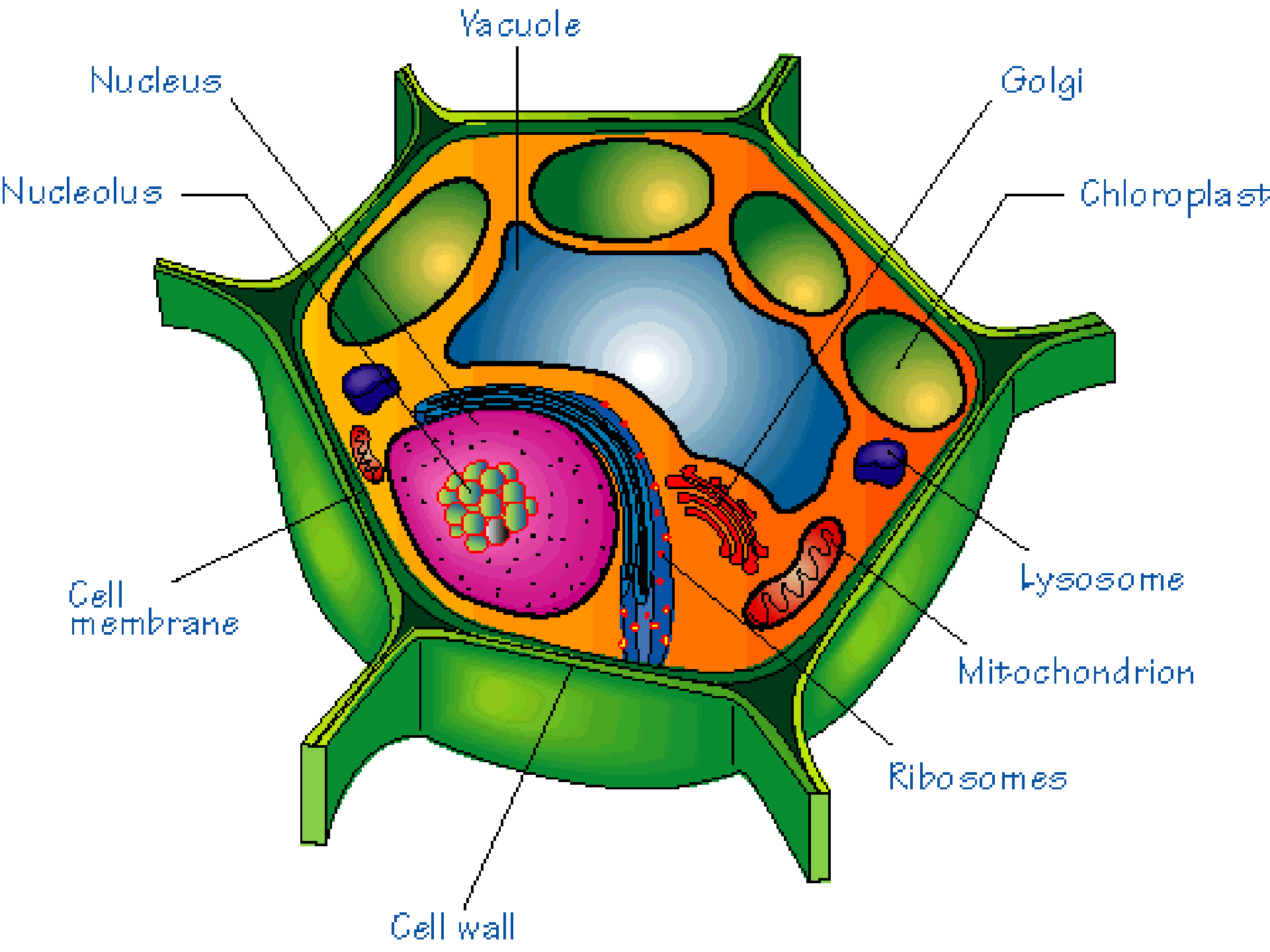
الشكل

الحجم

الوظيفة

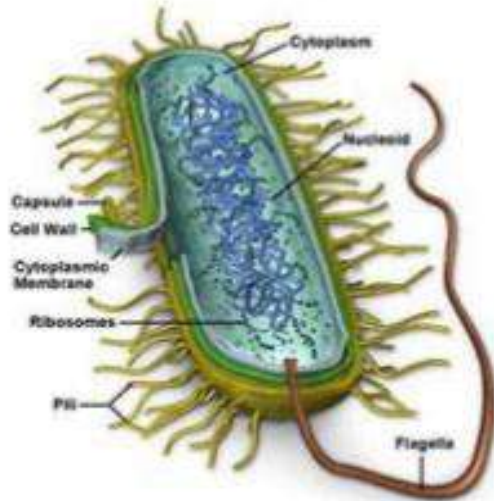
نوع الخلايا





# الفرق بين الخلايا البدائية الانوية وحقيقية الانوية

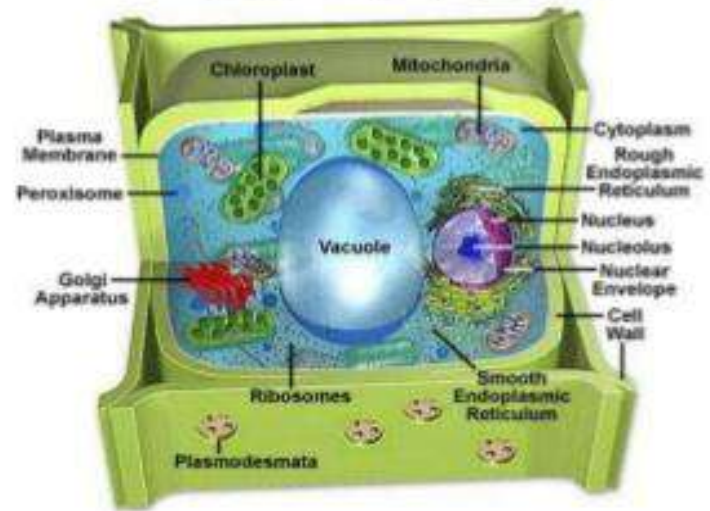
## Prokaryotic vs.



### Examples:

Bacteria

## Eukaryotic



### Examples:

Plant cells

Animal cells

Fungi

Protists

# تركيب الخلية النباتية

تركب الخلية النباتية من

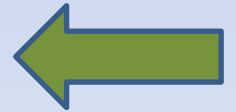
يتكون من  
الصفحة الوسطى - الجدار الابتدائي - الجدار الثانوي

الجدار الخلوي

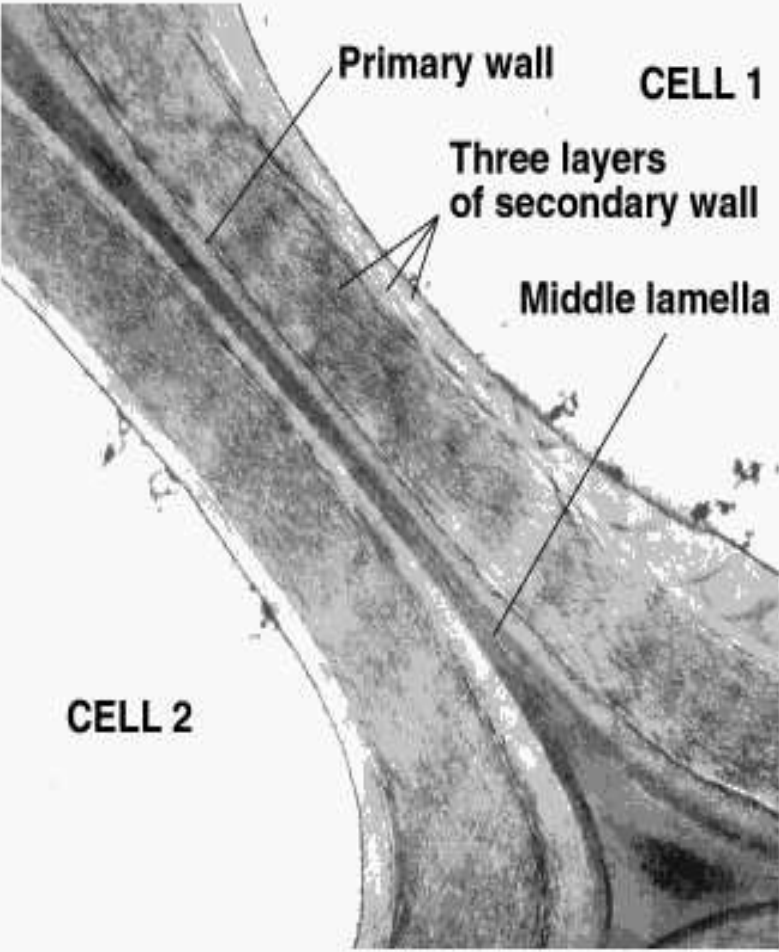
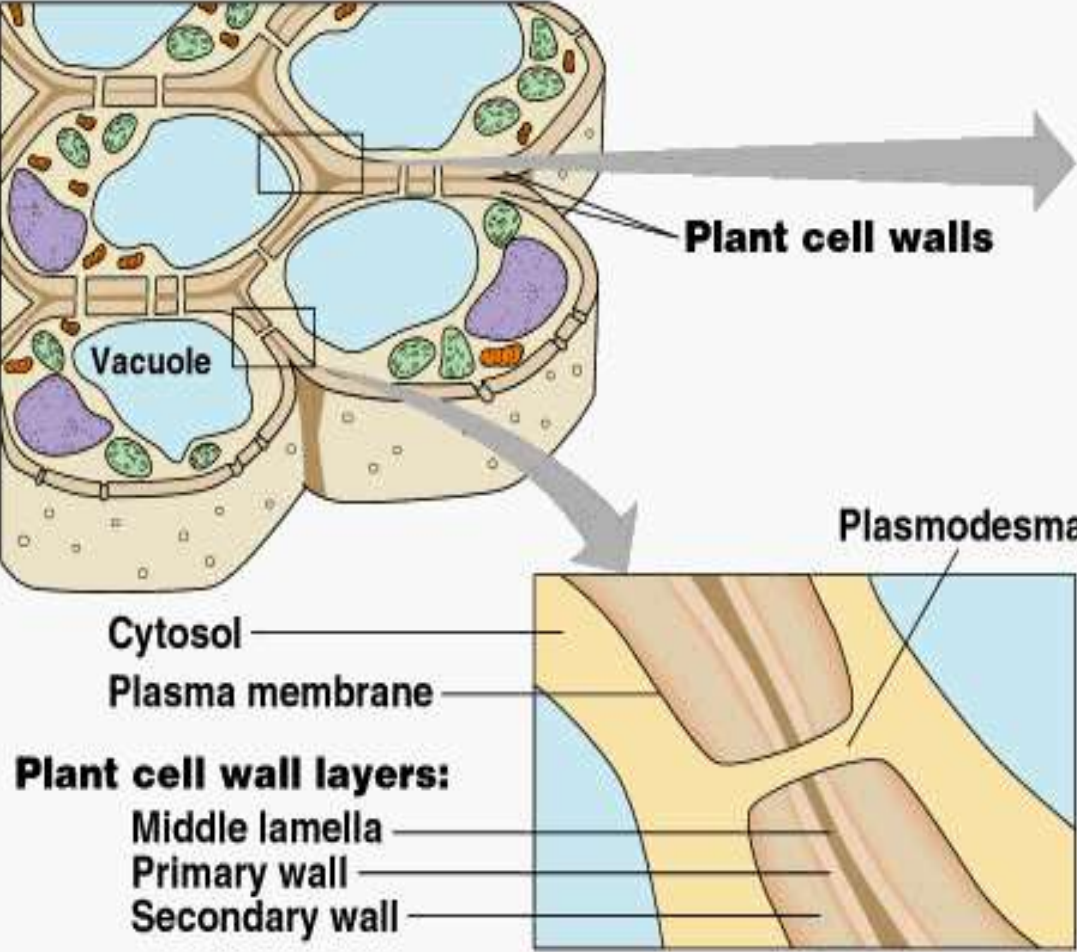


يتكون من  
المحتويات البروتوبلازمية الحية  
والمحتويات غير الحية

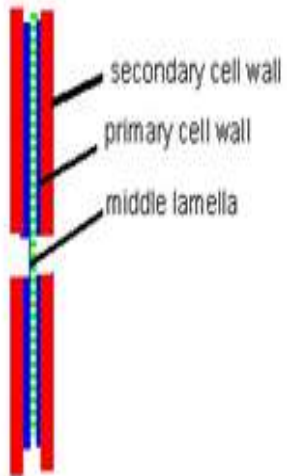
البروتوبلاست



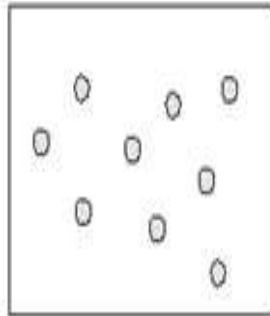
# الجدار الخلوي



## SIMPLE PITS (middle lamella + thin primary cell wall)



### simple pits in cell wall



النقر البسيطة

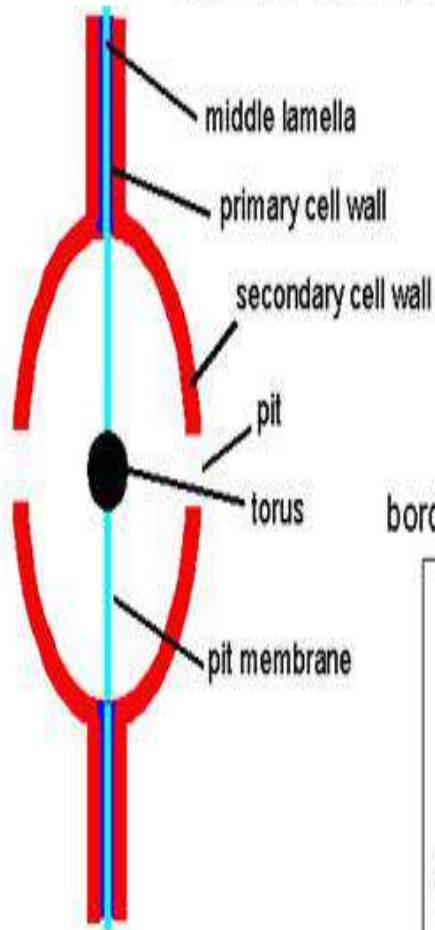




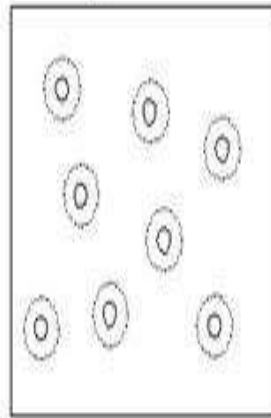
[muhadharaty.com](http://muhadharaty.com)

الخلية الصخرية

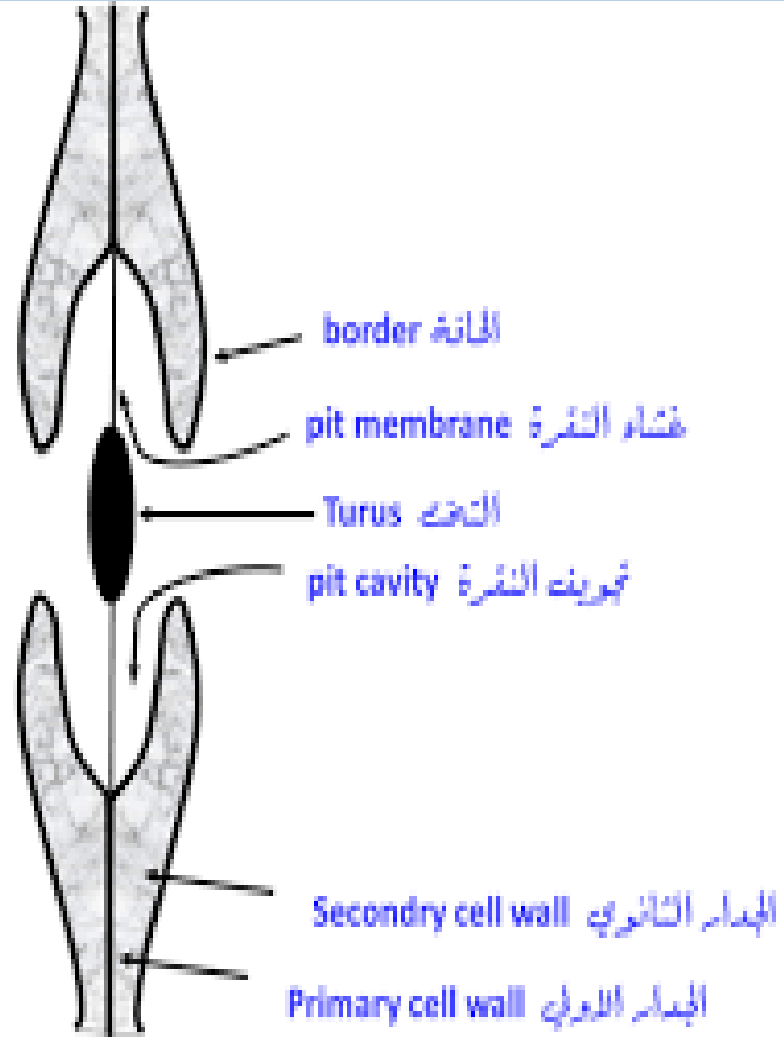
# BORDERED PITS



bordered pits in a cell wall

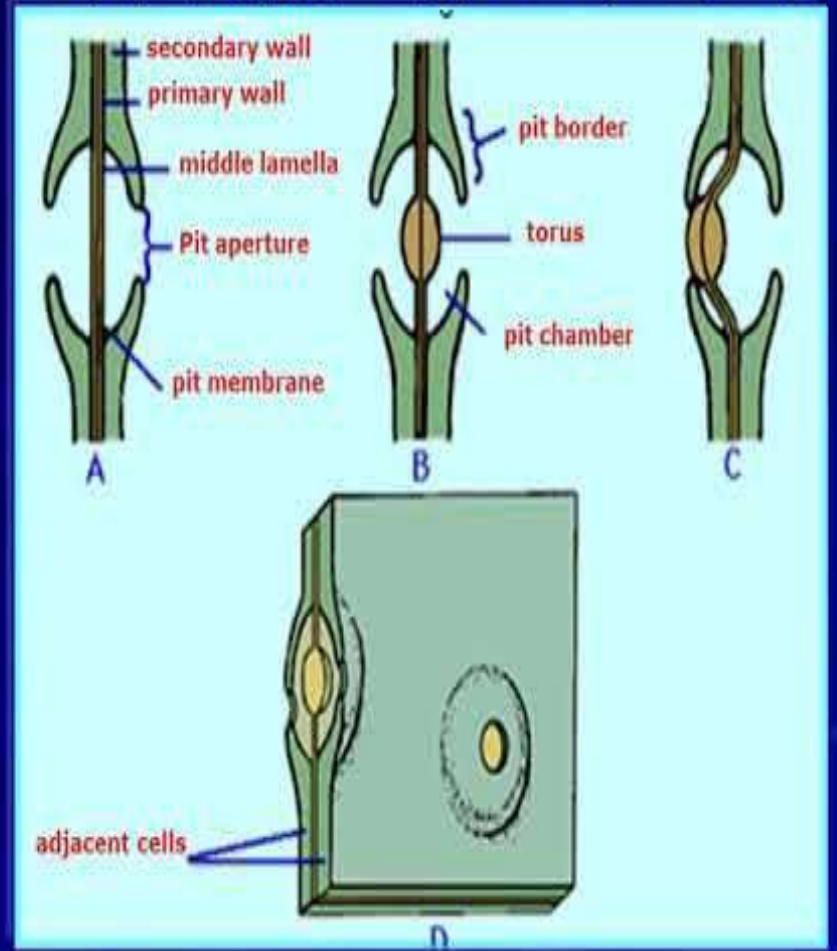
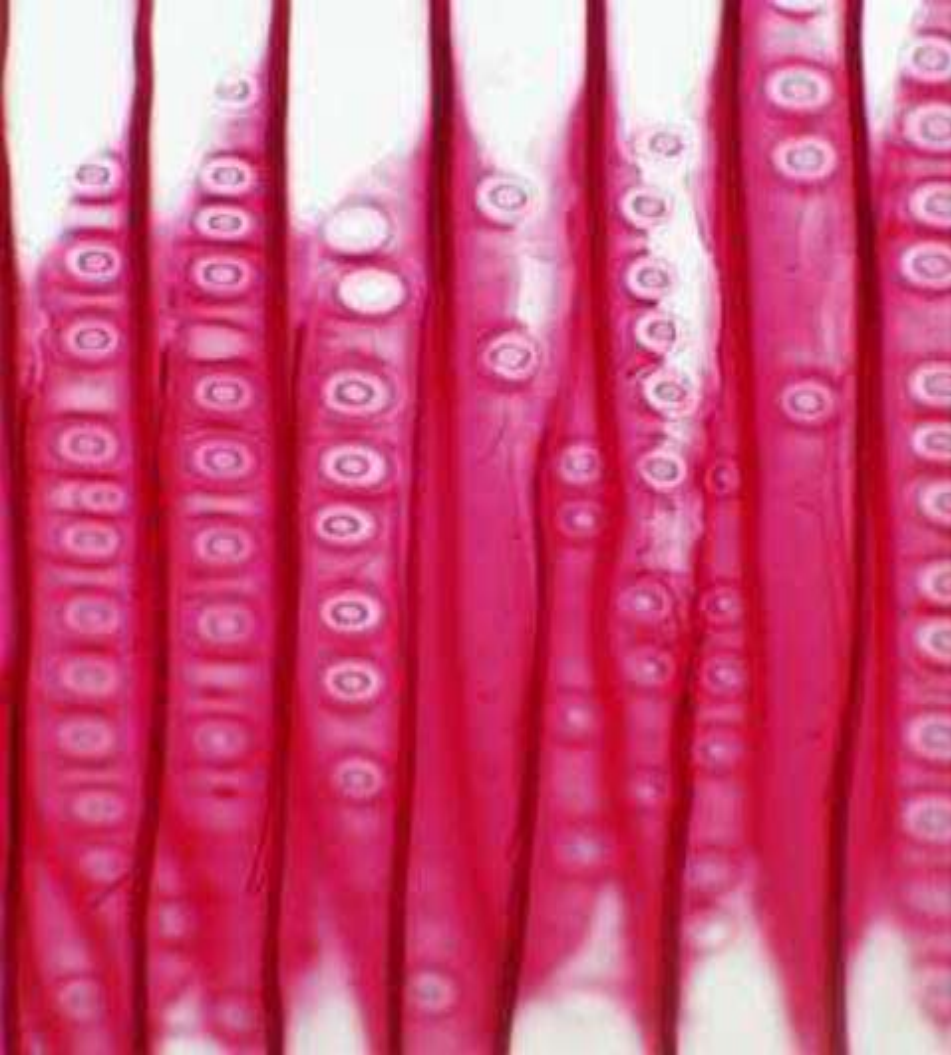


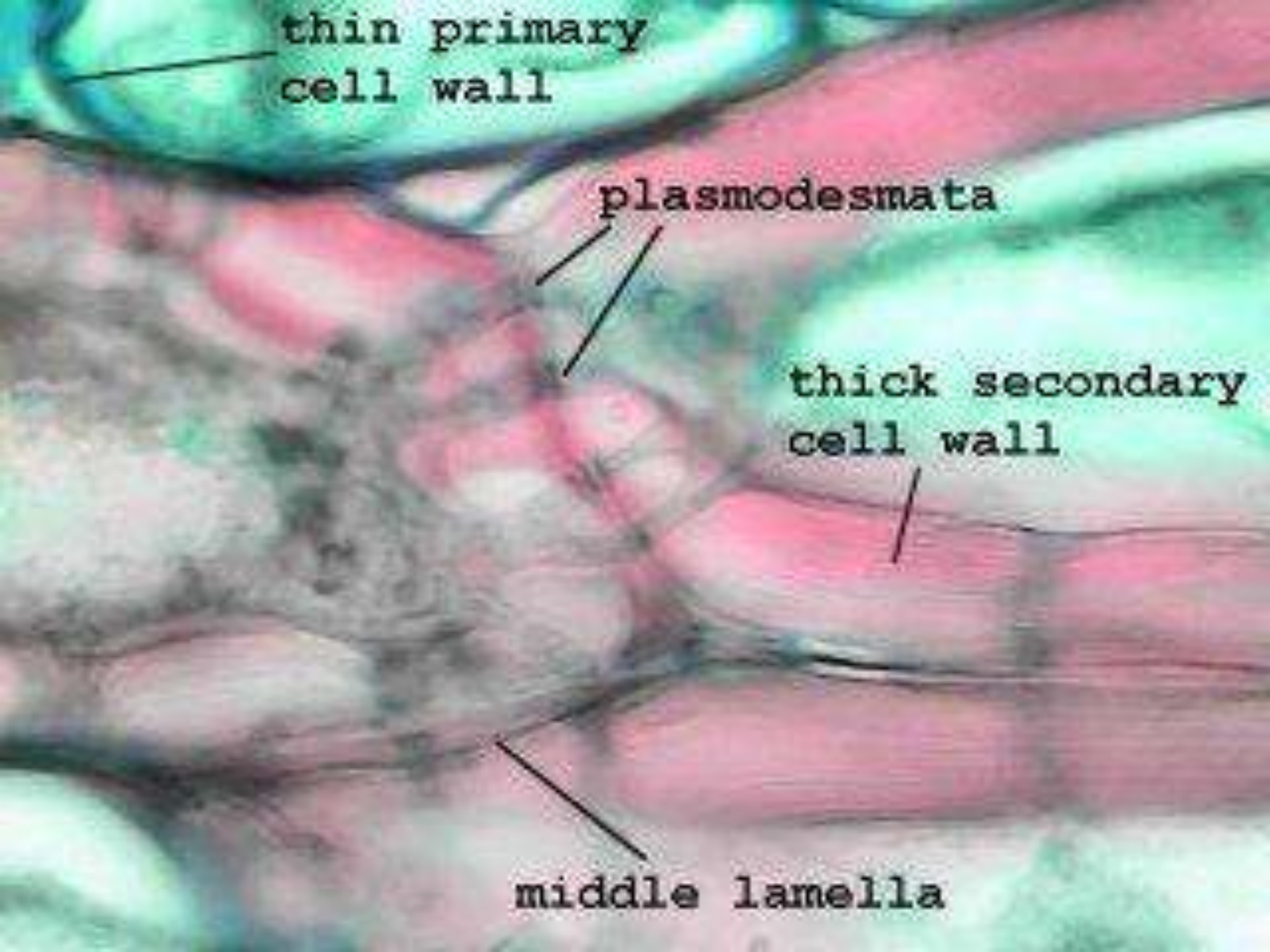
PIT PAIR



رسم بين الفتور المضطوفة في الجدار الخلوي لخلاية نباتية

٢- النقر المضفوفة Bordered pits وتوجد عادة في أزواج وتسمى bordered pit-pair





A micrograph showing plant tissue with various cell wall structures. The image is divided into several regions: a top-left region with thin primary cell walls, a central region with thick secondary cell walls and plasmodesmata, and a bottom region with middle lamella. Labels with lines pointing to the respective structures are present.

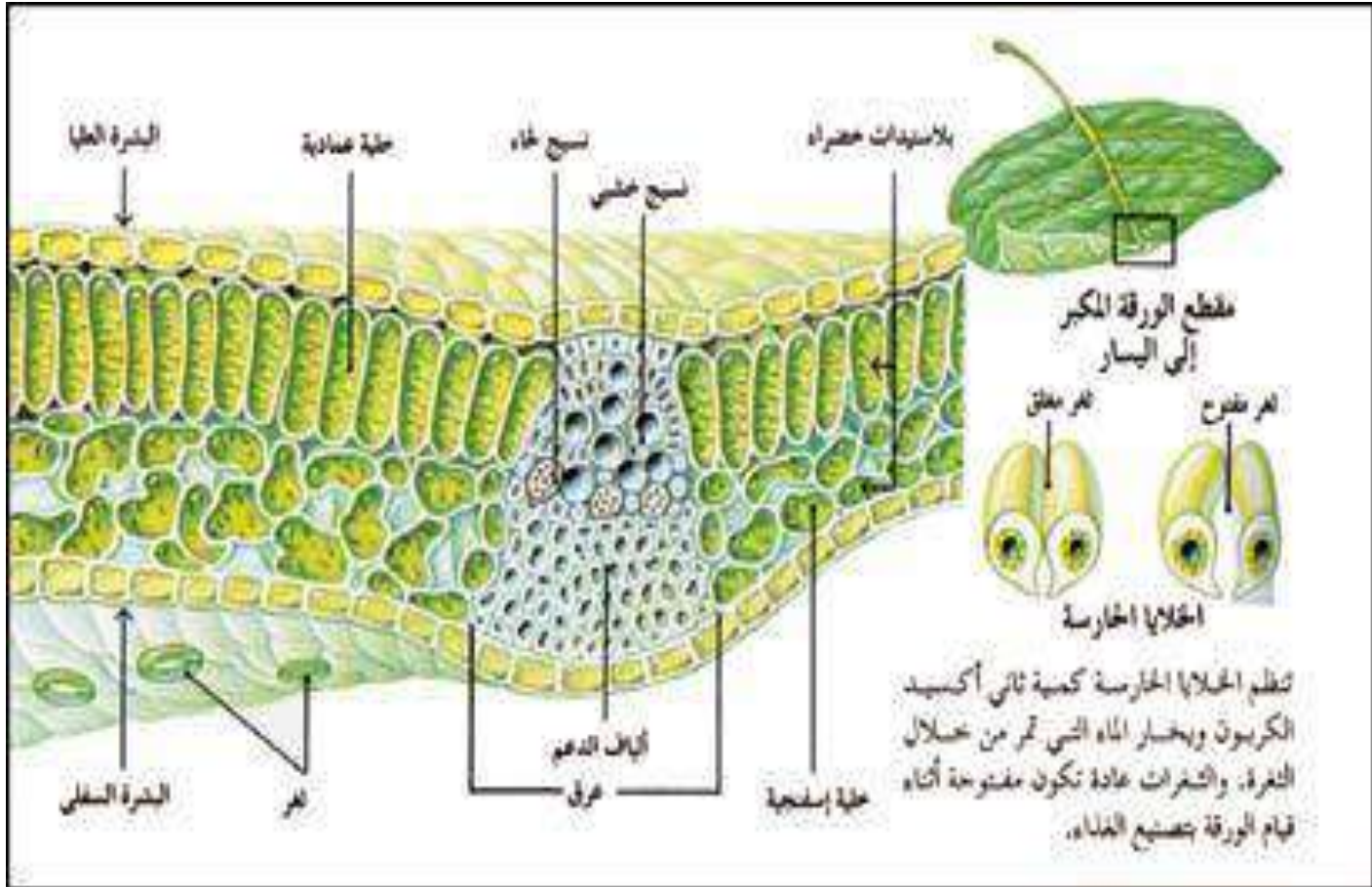
thin primary  
cell wall

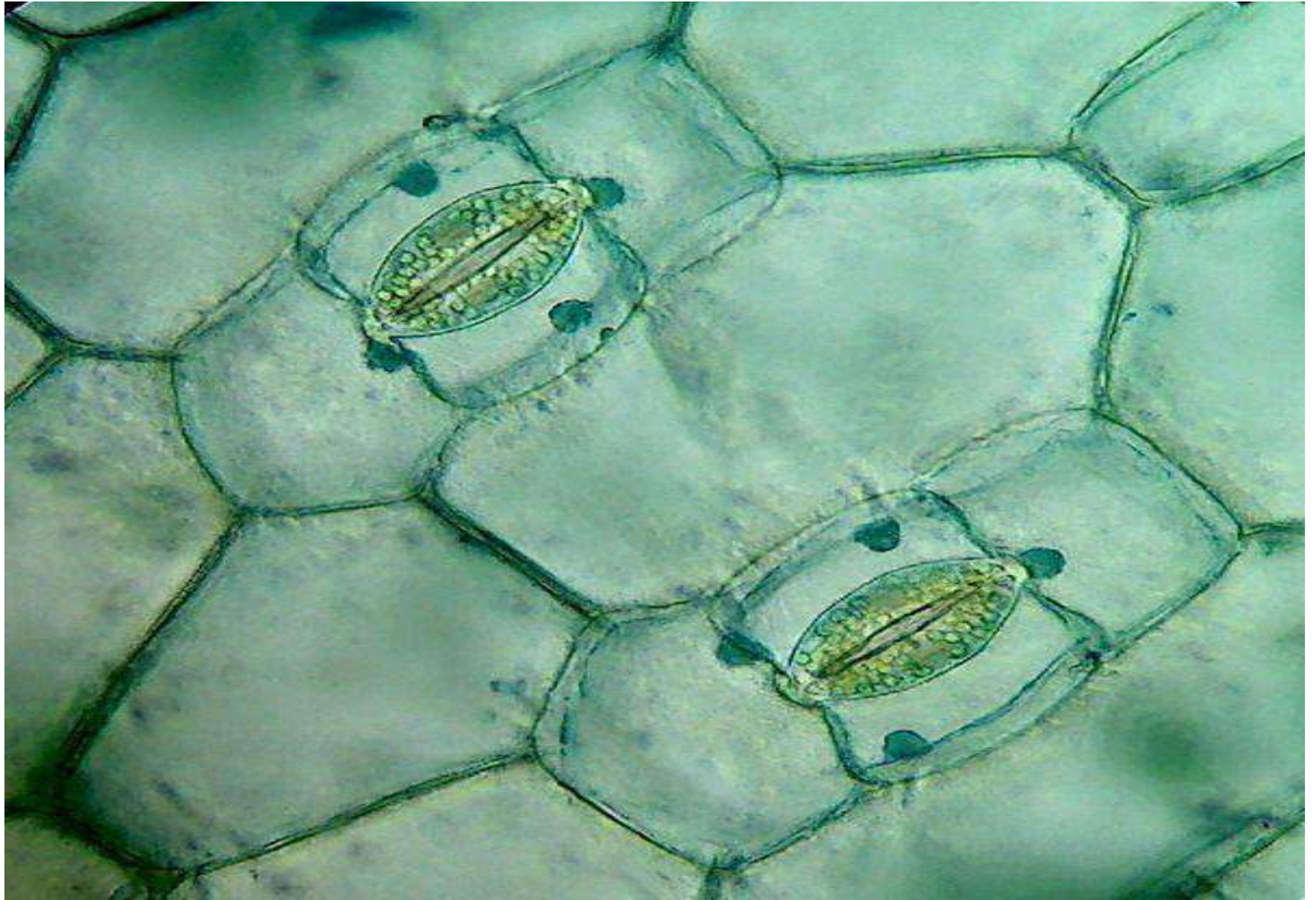
plasmodesmata

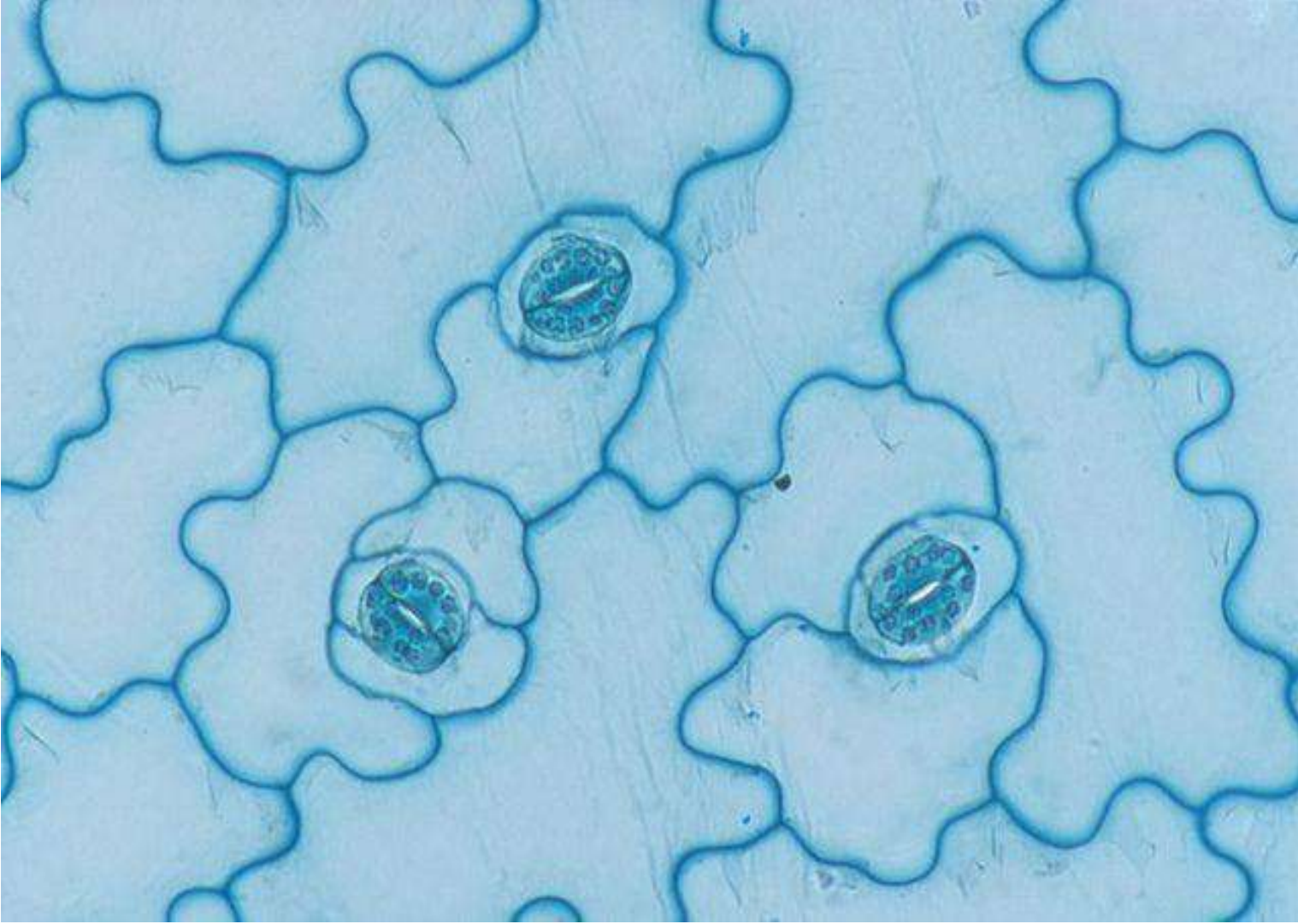
thick secondary  
cell wall

middle lamella

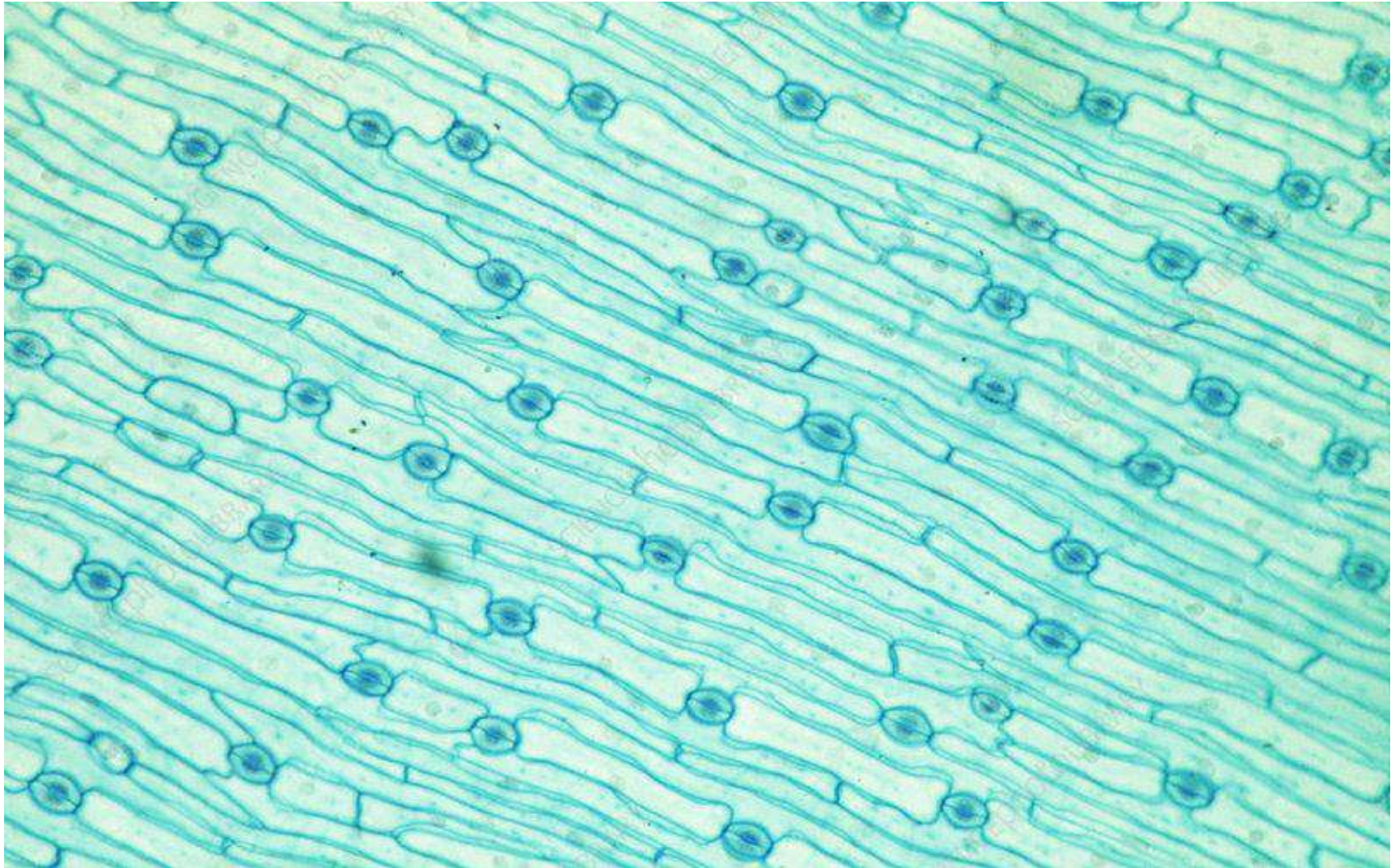
البشرة



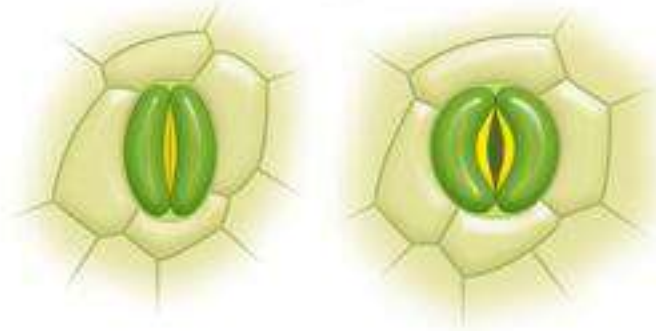




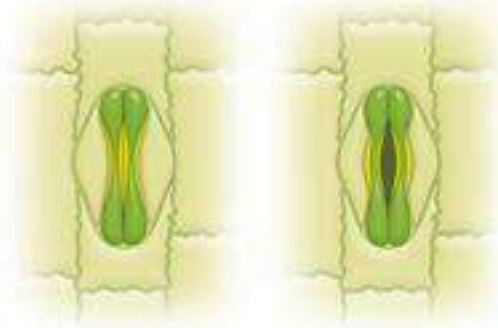


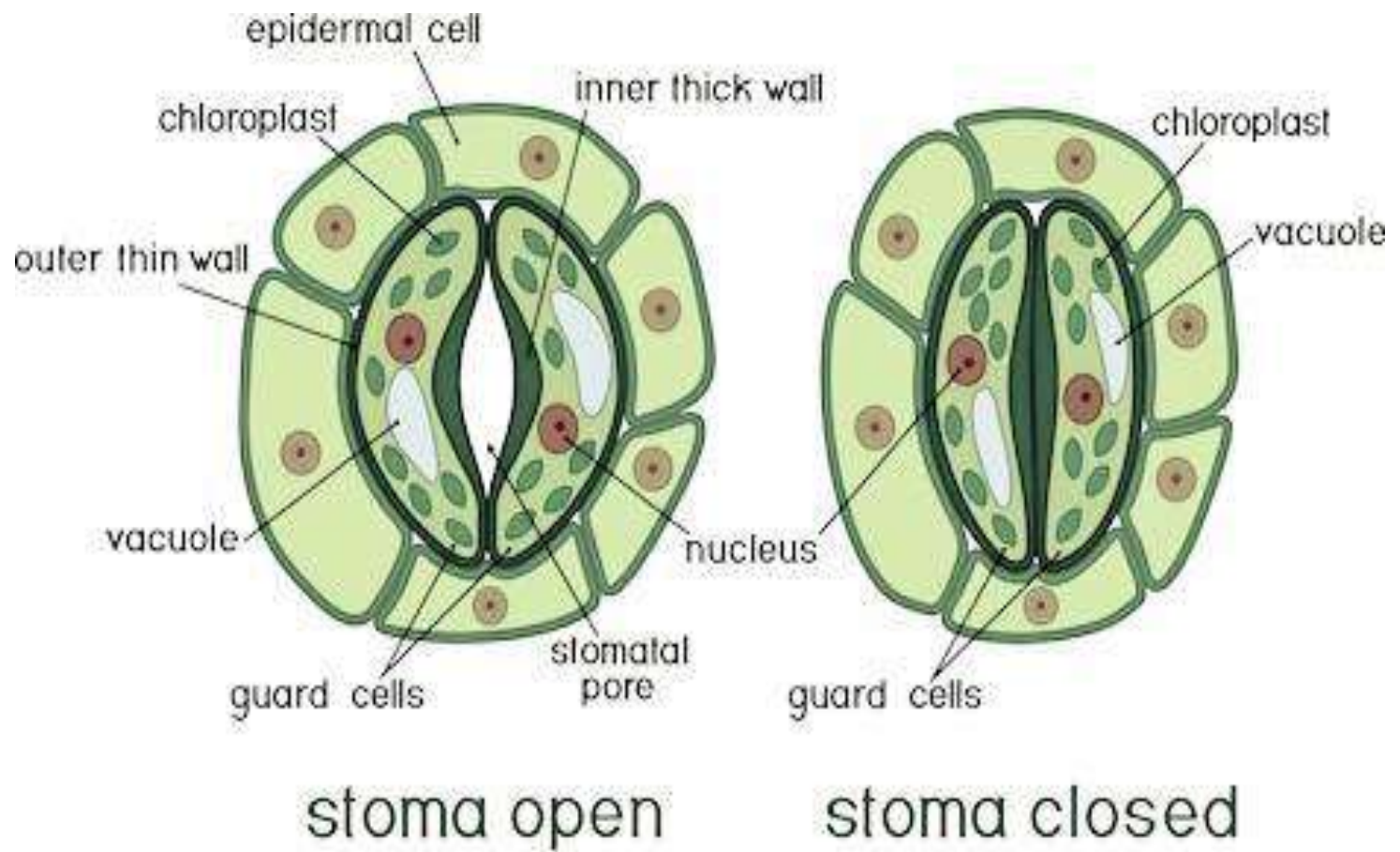


DICOT



MONOCOT



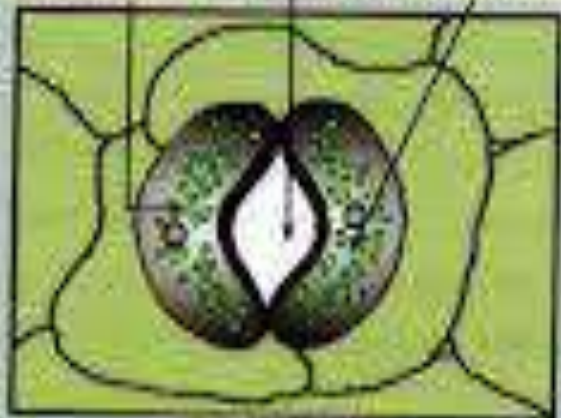




خلايا حارمية  
(Guard cell)

الثغر  
(Stoma)

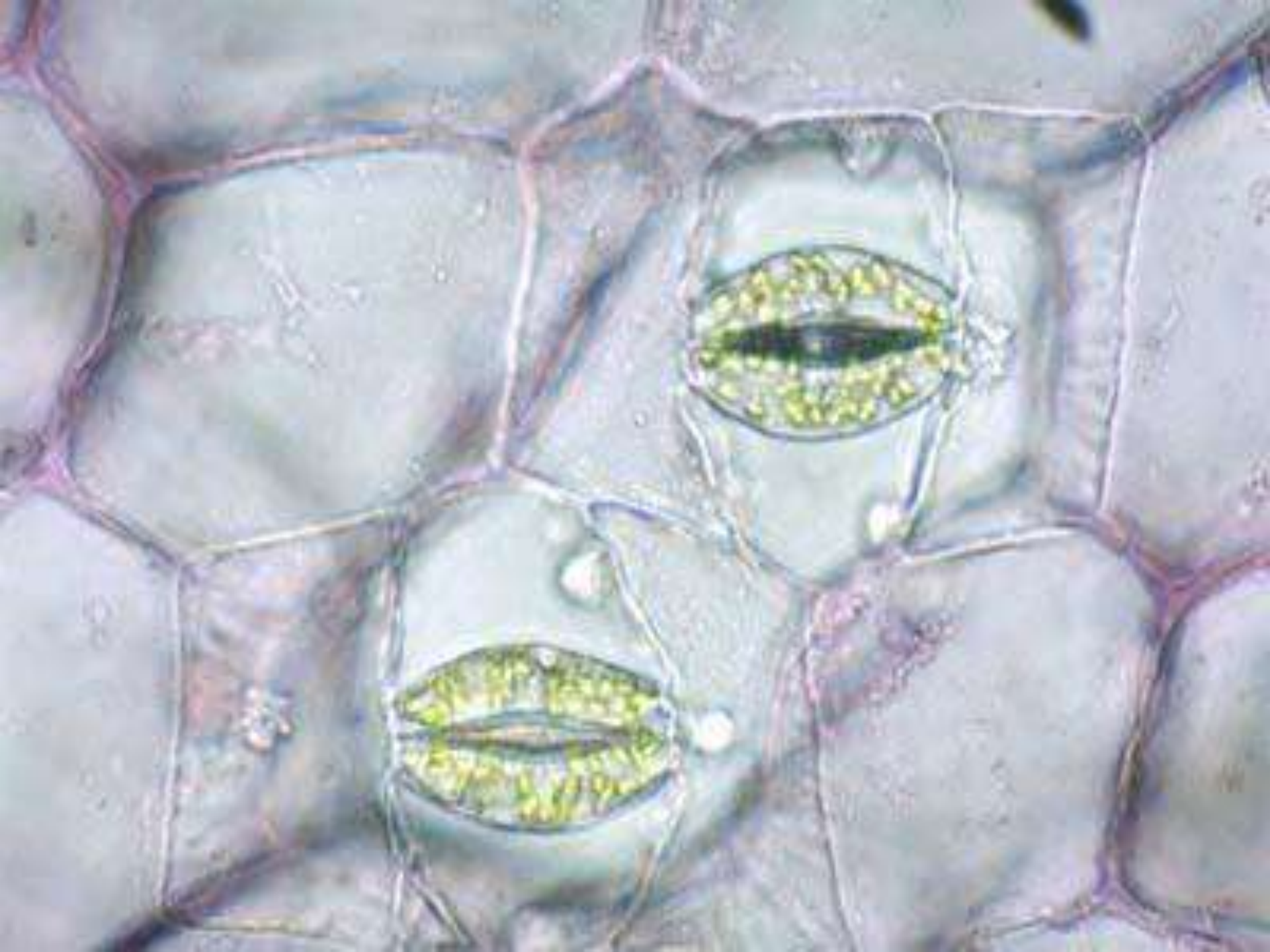
بلاستيدات  
(Chloroplasts)

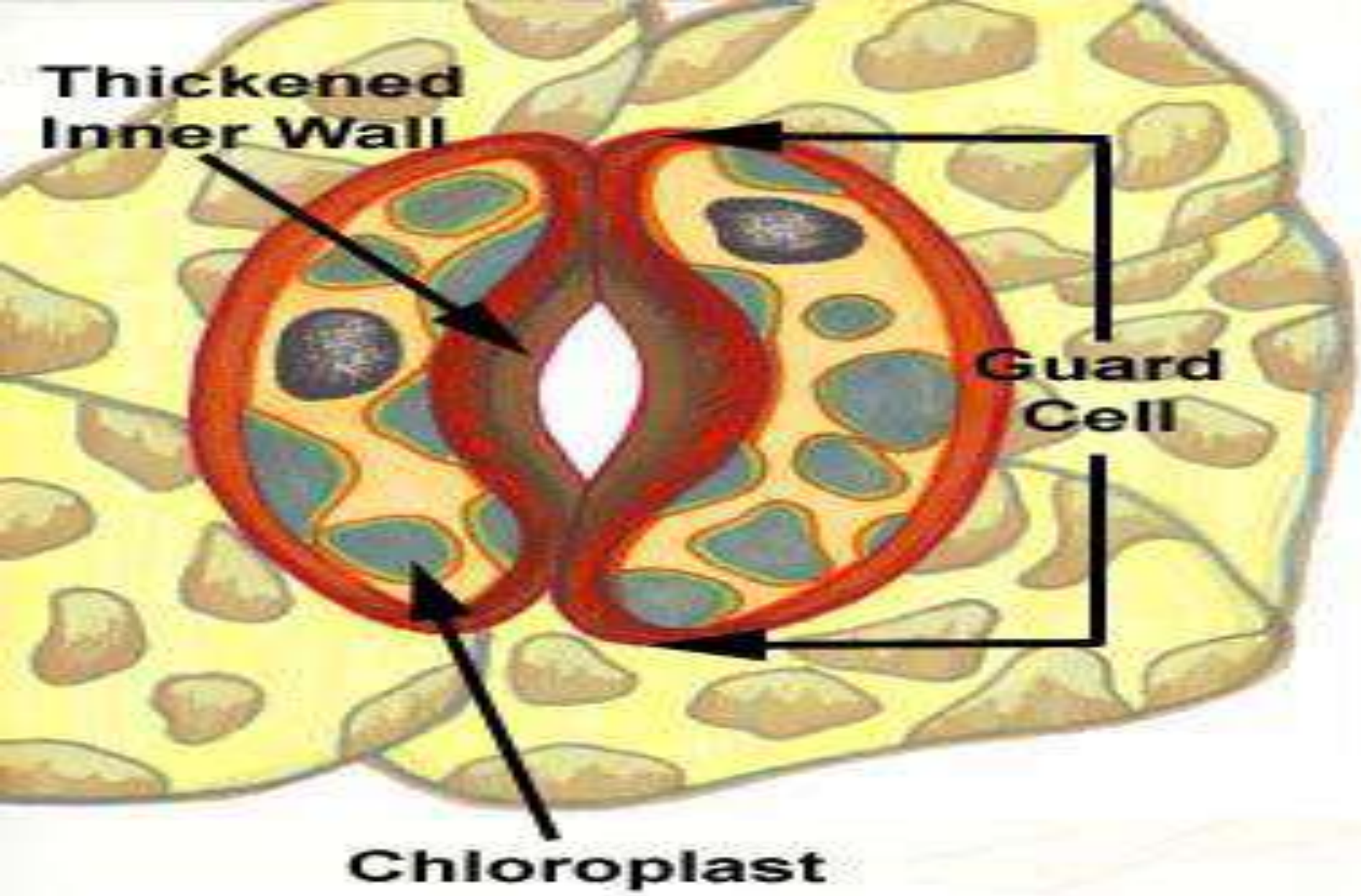


الثغر مفتوح



الثغر مغلق

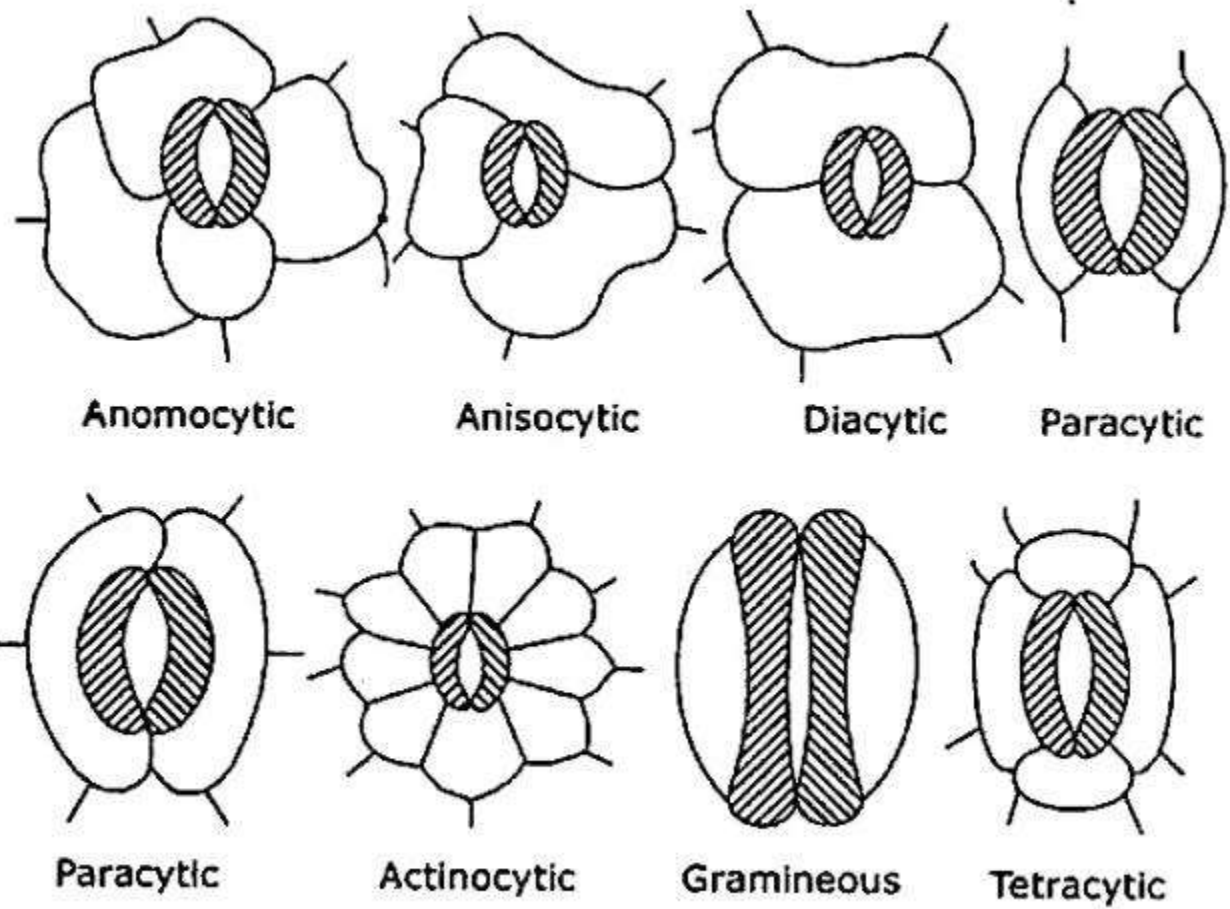




**Thickened Inner Wall**

**Guard Cell**

**Chloroplast**



**Figure 12.9**

---

شكرا لإصغائكم

