6- الأنسجة الإفرازية Secretory tissues

هى أنسجة تقوم بإفراز أو إخراج مواد خاصة.

يقصد بالإفرازات Secretions مجموع المركبات التى ينتجها السيتوبلازم أثناء عمليات التحول الغذائى, وقد تستخدم إستخدامات خاصة ذات فائدة للنبات فتدخل فى دورات التحول الغذائى مثل الإنزيمات أو تؤثر على نمو النبات مثل الهرمونات، أو تكون عديمة الفائدة للنبات مثل اللبن النباتى

*الإفراز Secretion هو إنتاج مركبات مفيدة للنبات

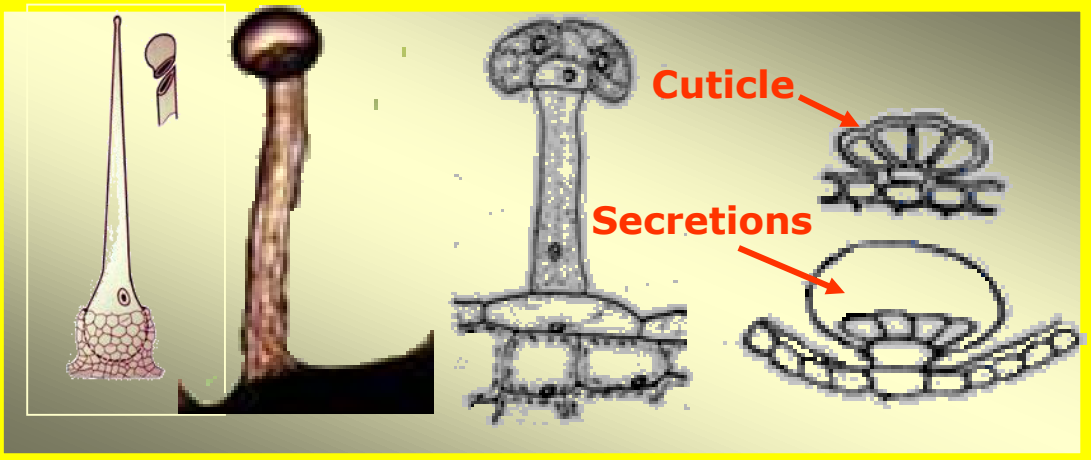
*الإخراج Excretion هو إنتاج مركبات غير مفيدة للنبات

تصنيف الأنسجة الإفرازية

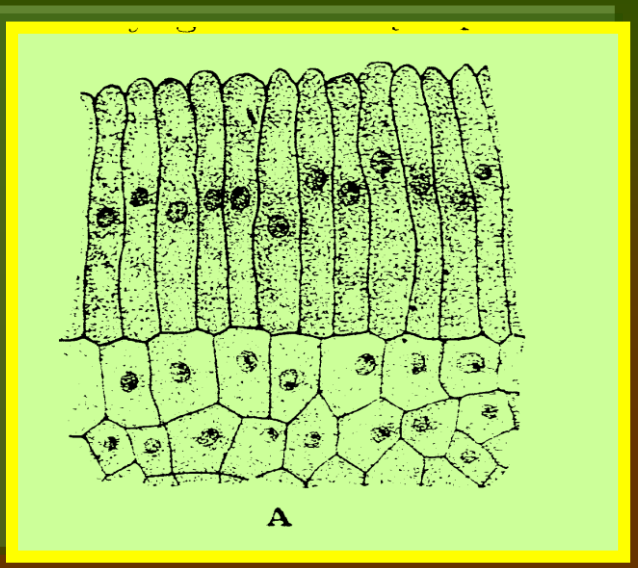
أولا- تراكيب الإفرازية الخارجية External secretory structures

وهى قد تتركب من بعض خلايا البشرة فقط وهنا تعتبر من زوائد البشرة وقد تشمل معها بضعة طبقات من الخلايا الموجودة أسفل البشرة , ومن أنواعها ما يأتى:-

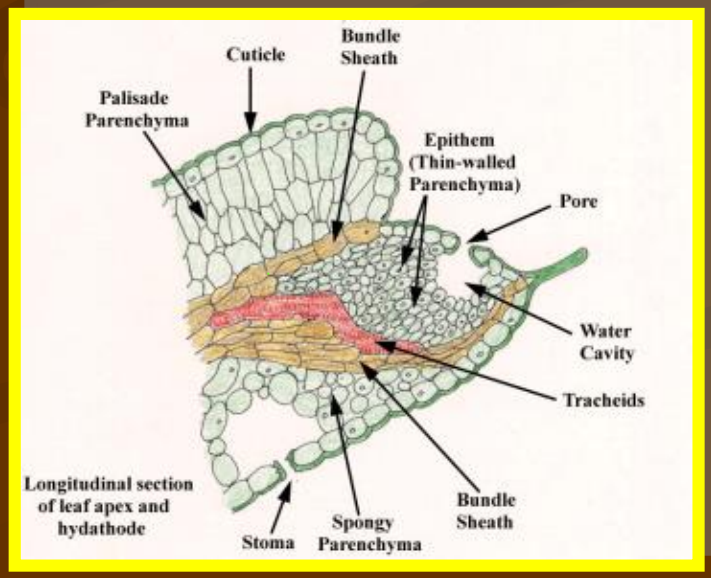
1- الشعيرات الغدية Glandular hairs



2 - الغدد الرحيقية Nectaries

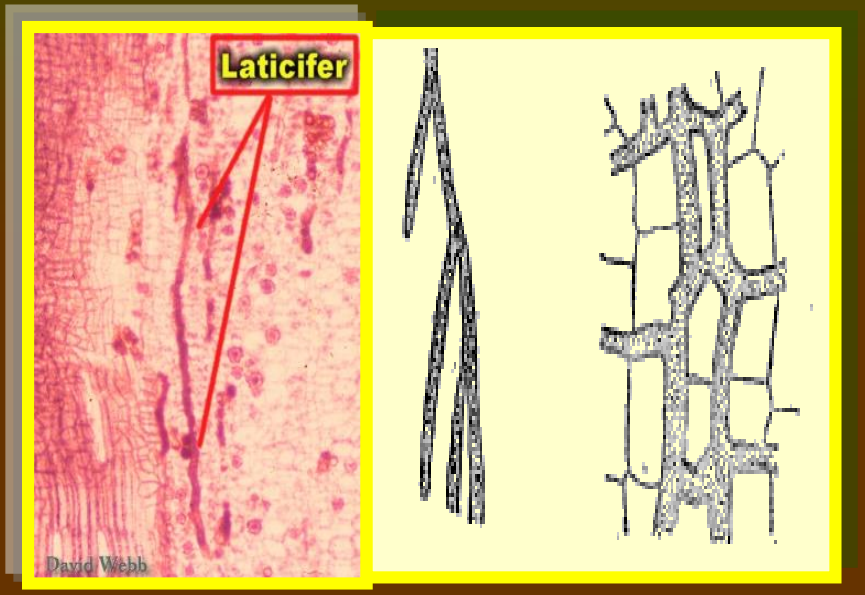


3- الثغور المائية Hydathodes



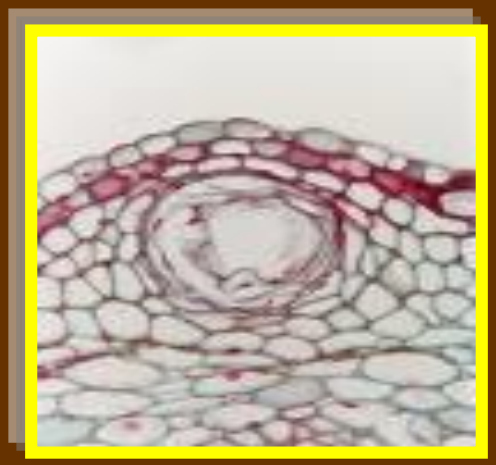
ثانيا- التراكيب الإفرازية الداخلية Internal secretory structures

تتكون التراكيب الإفرازية الداخلية من خلايا غير غدية (وهى خلايا تقوم بافراز مواد تتجمع بداخلها كما فى القنوات اللبنية) أو خلايا غدية (وهى تقوم بافراز مواد تتجمع فى تجاويف تقع خارجها كما فى القنوات الإفرازية.



1- القنوات اللبنية Laticiferous ducts

2- الفجوات الإفرازية Secretory cavities



7- نسيج الخشب Xylem tissue

هو نسيج مركب يتألف من عدة أنواع من الخلايا بعضها حى والبعض الأخر ميت ولكنها مقترنة معا وجميعها نشأت من نفس الأصل (البروكامبيوم) فهو يتكون فى النباتات معراة البذور من قصيبات وألياف خشب وبارنكيما الخشب بينما يتكون فى النباتات مغطاة البذور من أوعية وقصيبات وألياف الخشب وبارنكيما الخشب

وظائف نسيج الخشب

1- تدعيم جسم النبات وتقويته

2- نقل الماء وما به من أملاح ذائبة من الجذر إلى بقية أجزاء النبات بواسطة العناصر الناقلة (الأوعية والقصيبات)

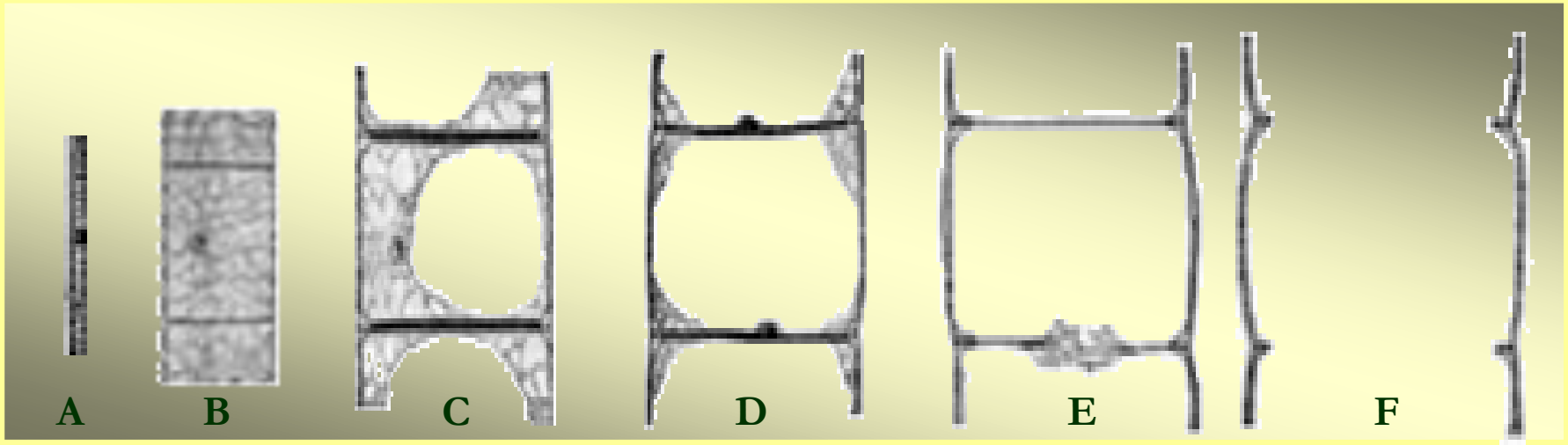
3- تقوم ألياف الخشب بمهمة تدعيمية كما ان وجودها مع نسيج الخشب يكسبه بعض المرونة.

4- تقوم بارنكيما الخشب بوظيفة تخزين بعض المواد الغذائية الزائدة أو المساهمة فى توصيل العصارة النيئة من خلالها وقد تكون مقسمة بجدر مستعرضة على عدة غرف وتحتوى كل غرفة منها على بلورة واحدة عادة .

1- أوعية الخشب Xylem vessels

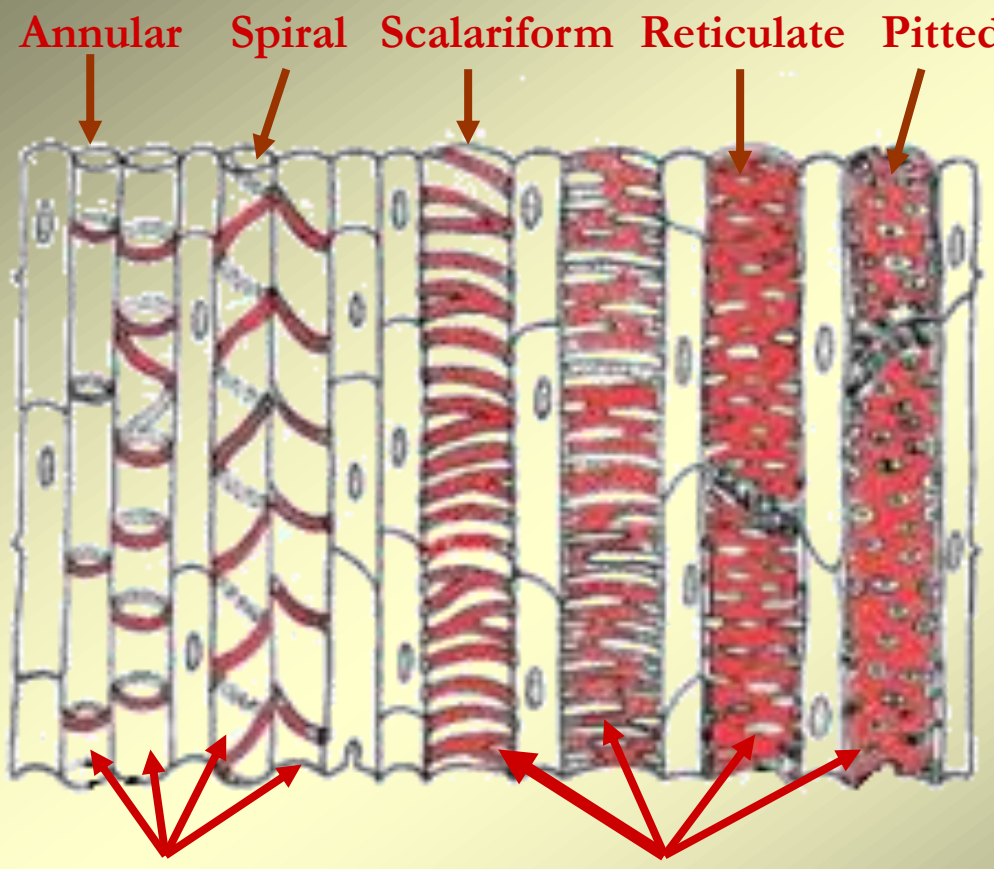
نمو وتشكل الوعاء الخشبى

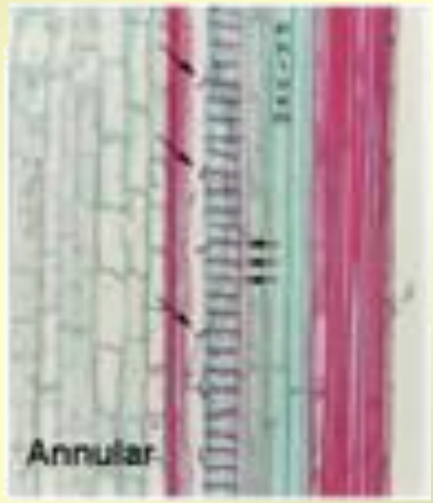
ينشأ الوعاء الخشبى من صف رأسى من الخلايا الناتجة من إنقسام خلايا البروكامبيوم(فى حالة الخشب الإبتدائى) أو الكامبيوم الوعائى (فى حالة الخشب الثانوى) والتى تنمو إلى أن تصل إلى الشكل والحجم النهائى لها ثم تتشكل مكونه وعاء خشبى بأن يترسب على جدرها الإبتدائية جدار ثانوى من السليلوز واللجنين يأخذ أشكال مختلفة, ويذوب الجدار الإبتدائى والصفيحة الوسطى فى أماكن تكوين الثقوب فى الجدر المستعرضة بواسطة الإنزيمات الموجودة فى البرتوبلاست وتسمى حينئذ بالصفائح المثقبة , كما يتحلل البروتوبلاست ذاته لوجود الإسفيروسومات والفجوات العصارية الملتقمة وبذلك تصبح خلايا الوعاء الخشبى خلايا ميتة عند نضجها وتكون تجاويف هذه الخلايا متصلة ببعضها البعض عن طريق الثقوب الموجودة بالجدر المستعرضة مما يسمح للماء والمواد الذائبة فيه بالمرور خلال الوعاء فى الإتجاه الرأسى دون أى عائق كما أن وجود النقر فى الجدر الجانبية لوحدات الوعاء يسمح للماء بما فيه من مواد ذائبة بالإنتشار الجانبى .



رسم مجسم يوضح تركيب الوعاء الخشبى , أنواع الصفائح المثقبة

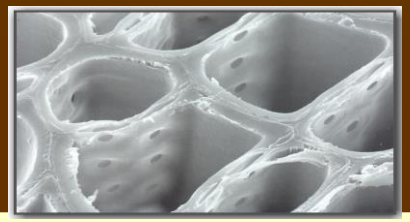
تركيب الجدار الثانوى ونظم ترسيبه فى اوعية الخشب

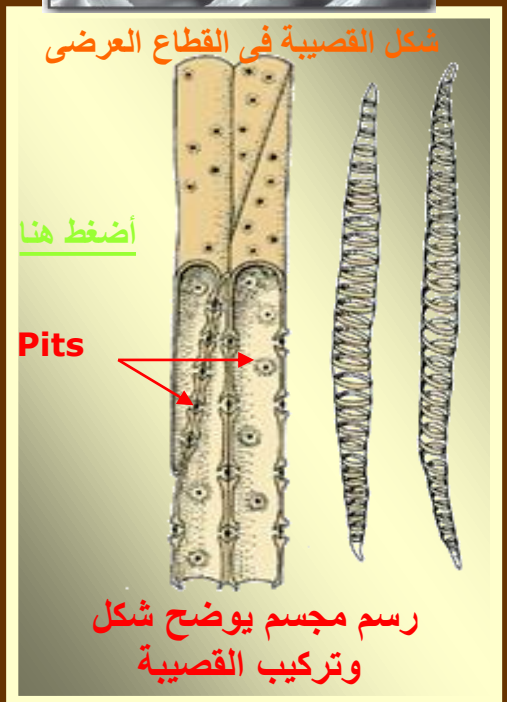




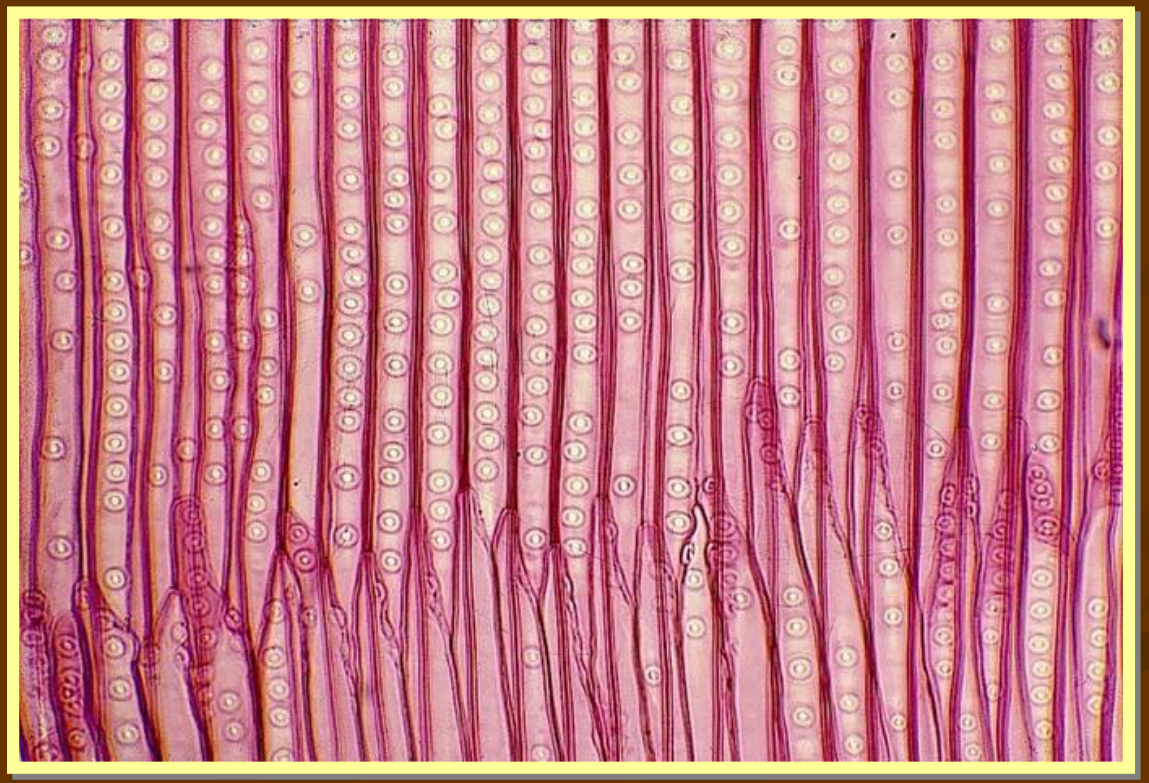
2- القصيبات Tracheids

تتركب القصيبة من خلية واحدة تصبح ميتة عند النضج, وهى متطاولة نوعا , ذات جدر ثانوية سميكة ملجننة , مقطعها العرضى مضلع عادة , وأطرافها مستدقة وغير مثقبة . تترتب القصيبات فى صفوف طولية مثل وحدات الأوعية عن طريق تراكب أطرافها فوق بعضها البعض حيث تكثر النقر المضفوفة الزوجية عند أطراف القصيبات لإنعدام الثقوب فيها ولذا فأن الماء يمر من قصيبة إلى أخرى عبر أغشية النقر, كما توجد نقر أيضا على الجدر الجانبية لتسمح بالإنتشار الجانبى للماء والأملاح الذائبة.

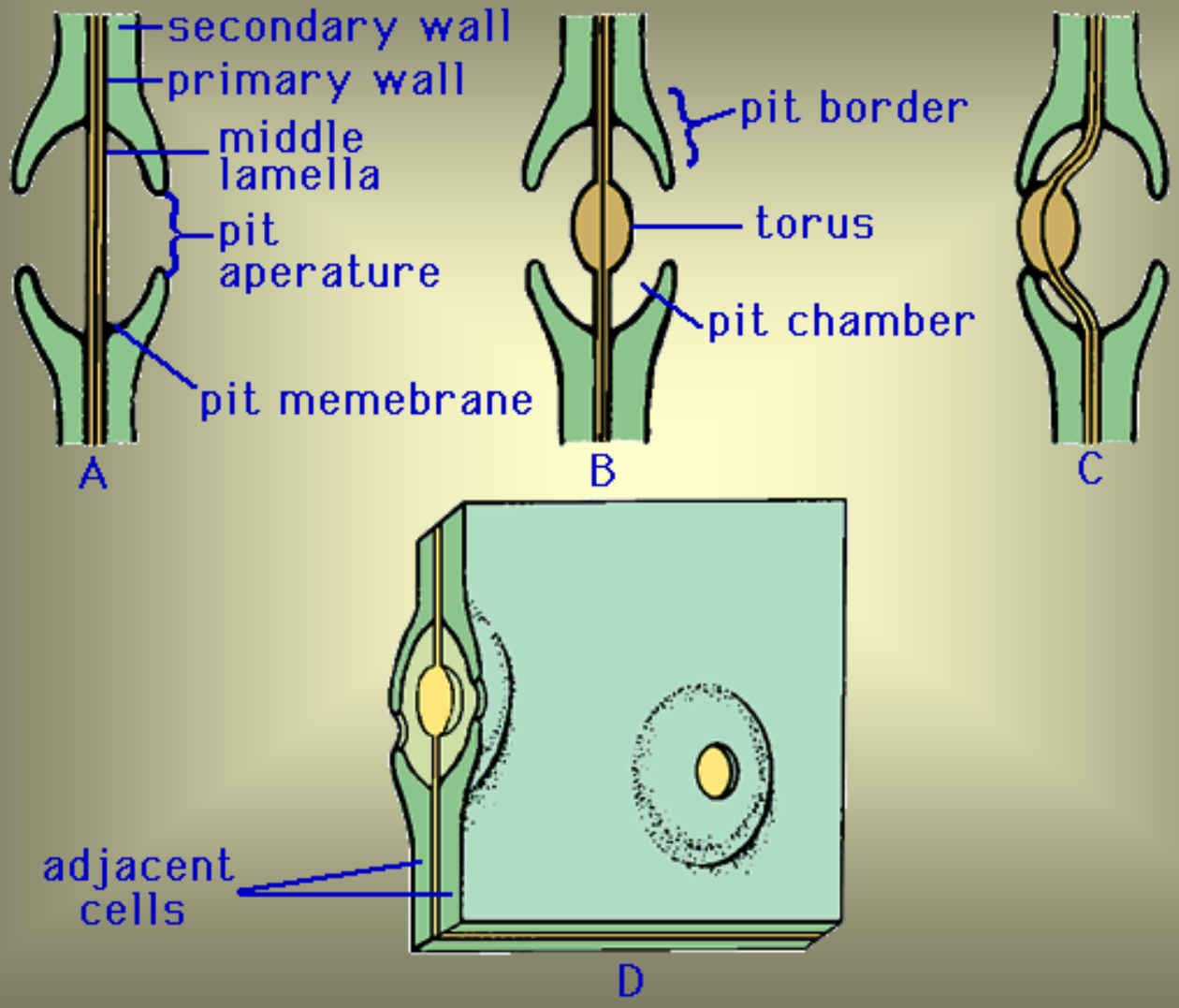




رسم مجسم يوضح شكل وتركيب القصيبة



قطاع طولى فى نسيج الخشب للصنوبر يوضح كيفية اتصال الصيبات فى صفوف طولية وانتشار النقر المضفوفة فى جدرها.


secondary wall
primary wall
middle lamella
pit aperature
pit memebrane
A
pit border
torus
pit chamber
B
C
adjacent cells
D

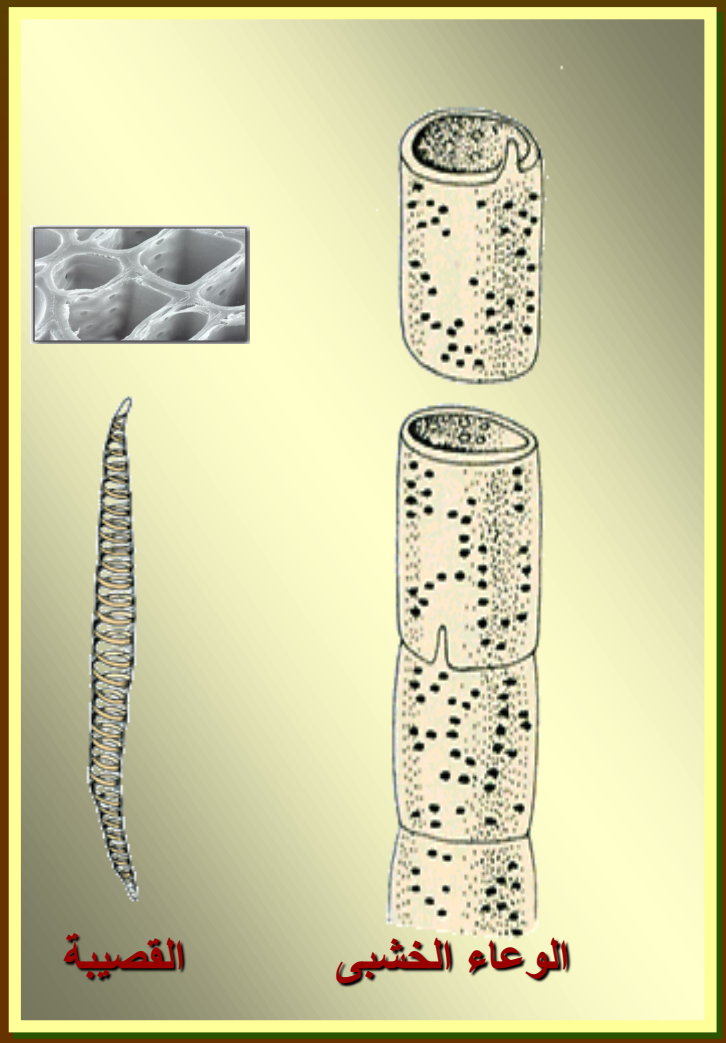
التشابه والاختلاف بين القصيبة والوعاء الخشبى

أولا: أوجه الشبه

1- كلاهما عبارة عن خلايا ميتة

2- نظم ترسيب الجدار الثانوى فى كل منهما

3- الوظيفة

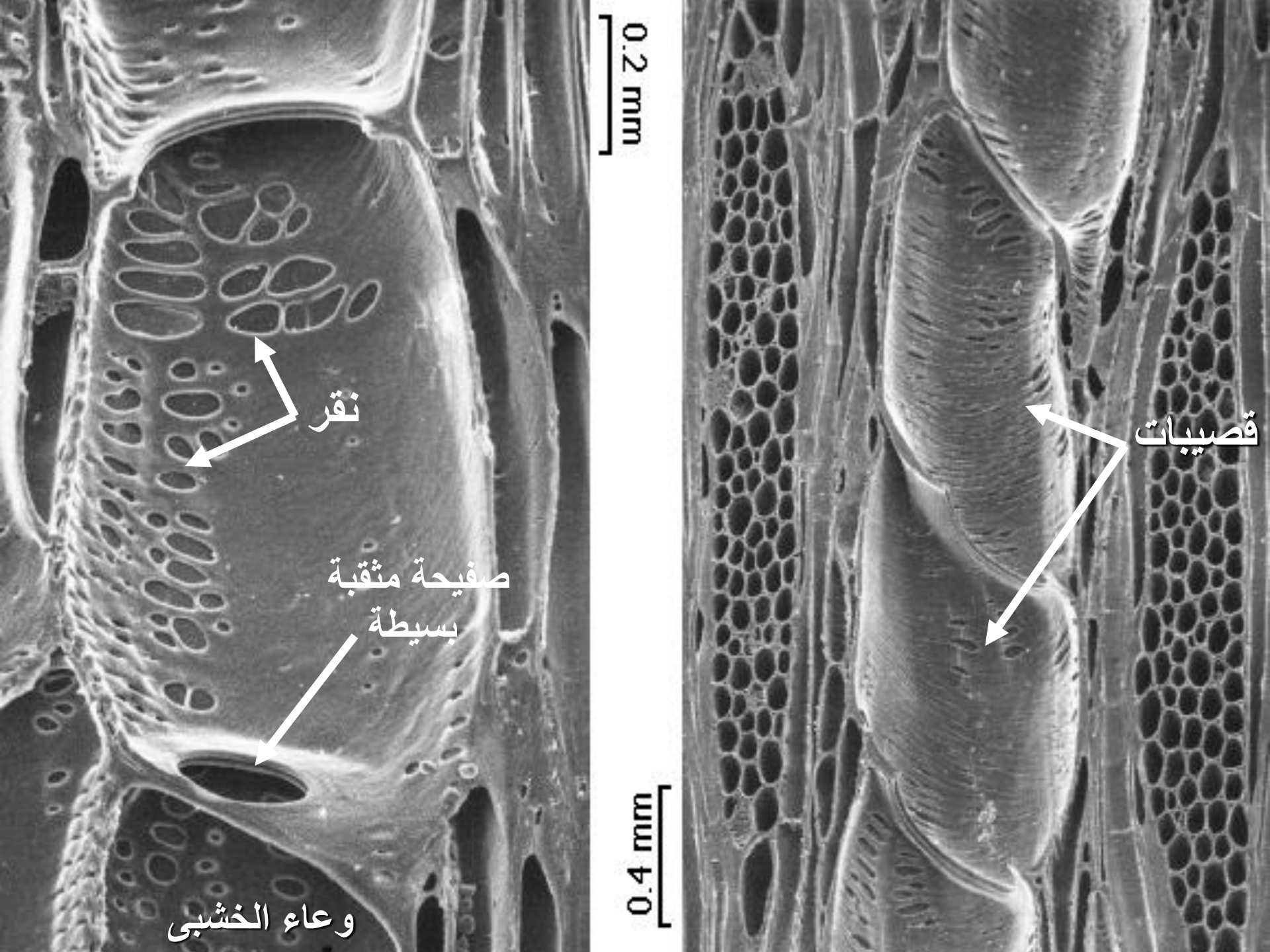


ثانيا: أوجه الاختلاف

1- الوعاء الخشبى يتركب من صف طولى من الخلايا الميتة بينما تتركب القصيبة من خلية واحدة ميتة

2- المقطع العرضى للوعاء الخشبى مستدير فى حين ان المقطع العرضى للقصيبة مضلع

3- التجويف الداخلى للوعاء الخشبى واسع فى حين ان التجويف الداخلى للقصيبة ضيق

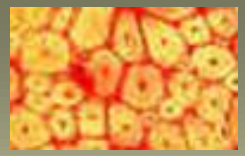

0.2 mm
نقر
صفيحة مثقبة
بسيطة
وعاء الخشبى
0.4 mm
قصيبات

التشابه والاختلاف بين القصيبة وخلية الألياف

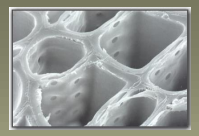
أولا: أوجه الشبه

1- كلاهما عبارة عن خلايا واحدة ميتة مغزلية الشكل

2- المقطع العرضى لكلاهما مضلع



ق. ع



ق. ع

ثانيا: أوجه الاختلاف

1- خلية الألياف اطول من القصيبة

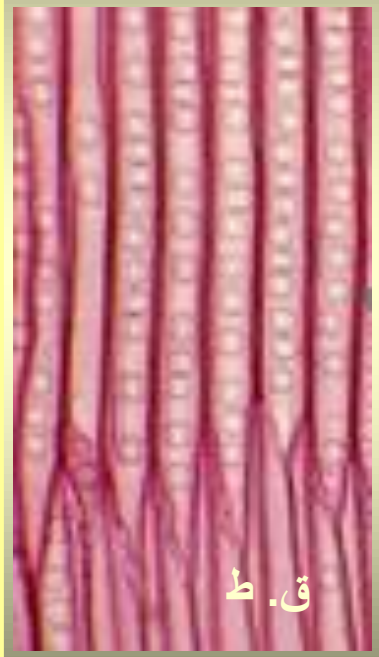
2- جدار خلية الألياف اسمك من جدار القصيبة

3- التجويف الداخلى لخلية الألياف ضيق وقد يتلاشى كليا او جزئيا فى حين يكون التجويف الداخلى للقصيبة اكثر اتساع منه

4- تقوم الألياف بوظيفة التدعيم والتقوية اما القصيبات فتقوم بوظيفة التدعيم والتقوبة الى جانب وظيفة نقل الماء والذائبات من الجذر الى باقى اجزاء النبات

ق. ط

الالياف



ق. ط

القصيبات

3- ألياف الخشب Xylem fibers

يكثر وجود الألياف فى كل من الخشب الإبتدائى والثانوى إلا أن كميته تكون قليلة فى الخشب الابتدائى, وألياف الخشب تشبه الألياف العادية وهى تقوم أساسا بوظيفة التدعيم كما أن وجودها مع نسيج الخشب يعطى له بعض المرونة .

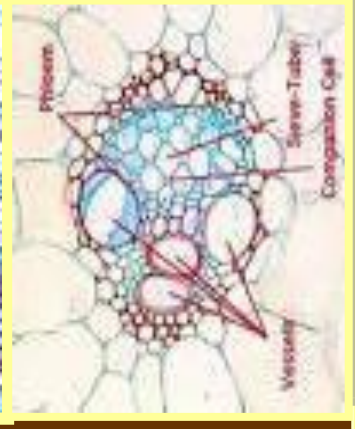
4- بارنكيما الخشب Xylem parenchyma

هى خلايا بارنكيما توجد فى كل من الخشب الإبتدائى والخشب الثانوى وهى تشبه البارنكيما العادية إلا أنها تميل إلى الإستطالة وهى ذات جدر إبتدائية رقيقة فى الخشب الإبتدائى ولكنها كثير ما تكون ذات جدر سميكة ملجننة فى الخشب الثانوى , وبارنكيما الخشب تظل حية طالما كان الخشب بقوم بوظيفة توصيل العصارة . وتقوم بارنكيما الخشب بوظيفة تخزين بعض المواد الغذائية الزائدة أو المساهمة فى توصيل العصارة النيئة من خلالها وقد تكون مقسمة بجدر مستعرضة على عدة غرف وتحتوى كل غرفة منها على بلورة واحدة عادة. كما تقوم بتكوين التيلوزات التى تساهم فى غلق اوعية الخشب المسن وايقافها عن نقل العصارة.

الخشب الإبتدائى Primary xylem

هو نسيج الخشب الذى ينشأ من البروكامبيوم Procambium خلال فترة النمو الإبتدائى للنباتات الوعائية وهو يتضمن نوعين من الخشب

1- الخشب الأول Protoxylem



هو الجزء من الخشب الإبتدائى الذى يتكشف عند بداية تميز الأنسجة الوعائية فى الجسم الإبتدائى يبدأ تكوينه أثناء إستطالة العضو النباتى وقبل أن يستكمل العضو طوله النهائى يتم تكشفه , وتتميز أوعية الخشب الأول بأنها ضيقه ذات تغليظ حلقى أو حلزونى حتى لا تعوق إستطالة العضو النباتى فكلما إستطال العضو النباتى إستطال معه الوعاء عن طريق تمدد الأجزاء الرقيقة من الجدار ولكن فى بعض الأحيان تكون إستطالة العضو النباتى أسرع من إستطالة الوعاء مما يؤدى إلى تمزق بعض هذه الأوعية ويتكون عن كل منها فجوه تسمى فجوة الخشب الأول كما فى سيقان وأوراق كثير من النباتات ذات الفلقة الواحد

2- الخشب التالى Metaxylem

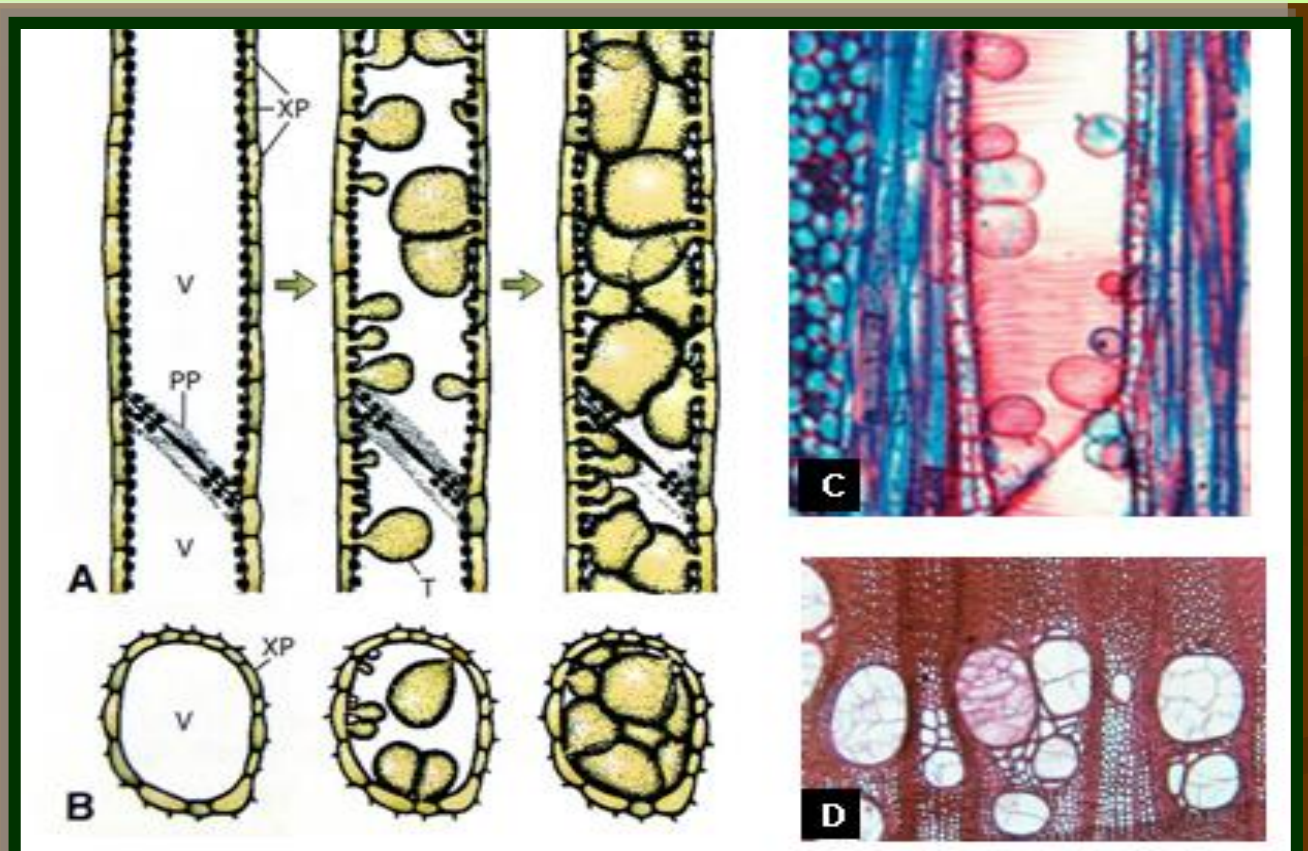
وهو الجزء من الخشب الإبتدائى الذى يتكون بعد الخشب الأول حينما تقل إستطالة العضو النباتى إلا أنه ينضج بعد أن تكتمل إستطالة العضو النباتى وهو يتكون من أوعيه أكثر اتساعا من أوعية الخشب الأول وذات تغليظ شبكى أو سلمى أو منقر, كما أنها تبقى دون أن تتمزق بعد إستكمال النمو الإبتدائى

الخشب الثانوى Secondary xylem

هو الخشب الاضافى الذى يتكون نتيجة نشاط الكامبيوم الوعائى فى جذور وسوق النباتات التى تزداد فى السمك وتكون عناصر الخشب فيه منتظمة ومرتبه فى صفوف قطريه عادة وهو يتكون من أوعية وقصيبات وبارنكيما الخشب وألياف الخشب بالإضافة إلى أشعة الخشب الثانوية (صفوف قطريه ضيقه من خلايا بارنكيمية تمتد داخل نسيج الخشب الثانوى) .

التيلوزات Tyloses

عبارة عن تراكيب كروية أو كمثرية الشكل توجد داخل تجاويف وحدات الأوعية الخشبية , تتكون التيلوزات عند توقف وحدات الأوعية عن القيام بوظيفتها أو حدوث جرح فى نسيج الخشب أو فى حالة وجود مسببات مرضية , وتنشأ التيلوزات نتيجة تمدد جدر الخلايا البارنكيمية الملاصقة للأوعية الخشبية ونفاذها عبر تجاويف النقر إلى تجاويف وحدات الأوعية الخشبية .



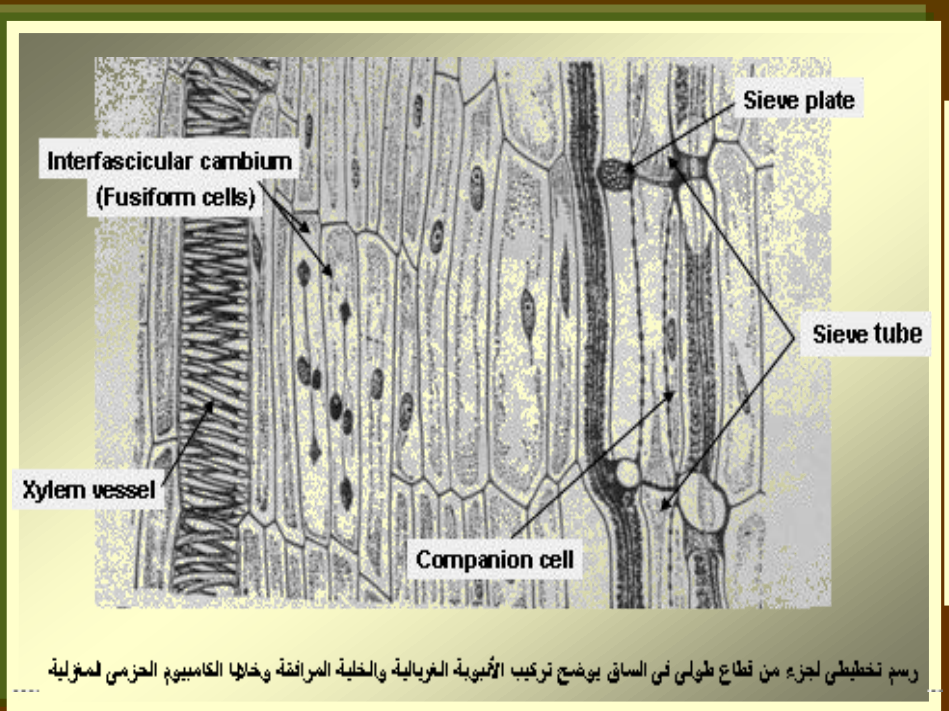
رسومات وصور توضح كيفية تكوين التيلوزات (A & C) قطاعات طولية ، (B & D) قطاعات عرضية .

V= Vessel , PP= Perforated Plates , XP= Xylem Parenchyma and T= Tyloses

8- نسيج اللحاء Phloem tissue

هو النسيج الرئيسى الناقل للغذاء المجهز فى جسم النبات الوعائى حيث يقوم بنقل الغذاء العضوى المجهز من الأوراق إلى أماكن إستهلاكه أم تخزينه فى جسم النبات

تركيب نسيج اللحاء



رسم تخطيطى لجزء من قطاع طولى فى الساق يوضح تركيب الأنبوبة الغربالية والخلية المرافقة وخلايا الكامبيوم الحزمى لمغزلية

اللحاء هو نسيج مركب فهو يتكون فى النباتات الزهرية (مغطاة البذور) من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وبارنكيما اللحاء وألياف اللحاء وقد يحتوى على إسكلريدات وتراكيب إفرازية تفرز اللبن النباتى فى بعض النباتات, بينما يتكون فى النباتات معراة البذورمن أنابيب غربالية وبارنكيما اللحاء وألياف اللحاء ولا توجد فيه خلايا مرافقة ولذلك تظل كل وحدة أنبوبة غربالية محتفظة بنواتها

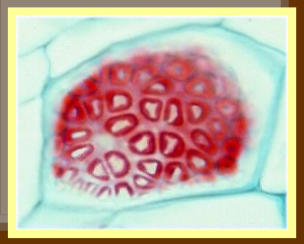
وظائف نسيج اللحاء

1- الوظيفة الأساسية لنسيج اللحاء هى نقل الغذاء العضوى المجهز من الأوراق إلى باقى أجزاء النبات بواسطة الأنابيب الغربالية تشاركها الخلايا المرافقة التى تنظم عمل الأنبوبة الغربالية لاحتوائها على النواة

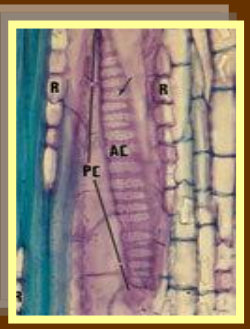
2- تقوم ألياف اللحاء بالتدعيم وبارنكيما اللحاء بالتخزين

1- الأنابيب الغر بالية Sieve tube

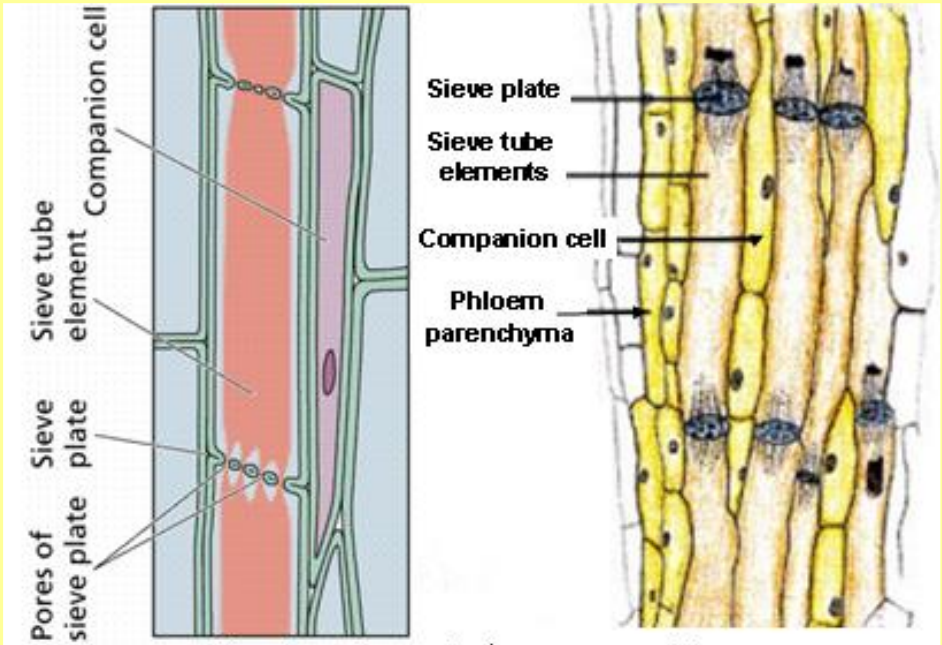
تتركب الأنبوبة الغربالية من صف رأسى من خلايا حية إسطوانية تسمى كل منها وحدة أو عنصر الأنبوبة الغربالية Sieve tube member or element وهى ذات جدر إبتدائية رقيقة , الجدر العرضية الفاصلة بين وحدات الأنبوبة الغربالية تكون مثقبة وتسمى بالصفائح الغربالية Sieve plates وهذه الصفائح قد تكون مركبة وذلك إذا إحتوت على عدة مساحات غربالية Sieve areasتفصلها مساحات أخرى غير مثقبة, والمساحة الغربالية هى مساحة من الصفيحة الغربالية بها ثقوب عديدة, عادة تكون الصفائح الغربالية المركبة فى وضع مائل على المحور الطولى للأنبوبة الغربالية كما فى سيقان العنب. وقد تكون الصفيحة الغربالية بسيطة وذلك إذا احتوت على مساحة غربالية واحدة وعادة تكون الصفائح الغربالية البسيطة فى وضع عمودى على المحور الطولى للأنبوبة الغربالية كما فى سيقان اللوف والقرع . توجد المساحات الغربالية أيضا على الجدر الجانبية لوحدات الأنابيب الغربالية إلا أن ثقوبها تكون أضيق من تلك الموجودة بالصفائح الغربالية. تمر من خلال ثقوب المساحات الغربالية خيوط سيتوبلازمية تصل بروتوبلاست وحدات الأنبوبة الغربالية ببعضها وبالخلايا المجاورة وتسمى بالخيوط الموصلة وعادة تكون الخيوط السيتوبلازمية التى تخترق الصفيحة الغربالية أسمك من تلك التى تمر خلال المساحات الغربالية الجانبية



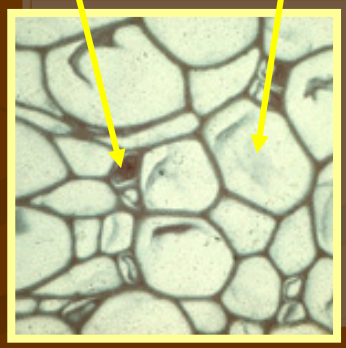
صفيحة غربالية بسيطة



صفيحة غربالية مركبة



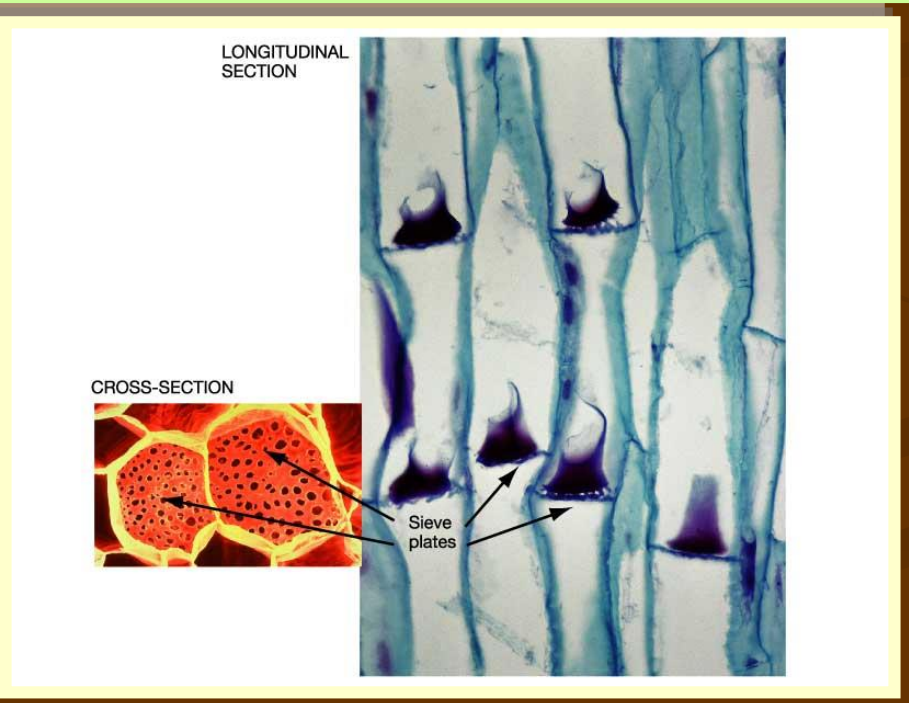
رسم تخطيطى يوضح تركيب الأنبوبة الغربالية والخلية المرافقة



ق. ع فى نسيج اللحاء

توقف الأنابيب الغربالية عن العمل

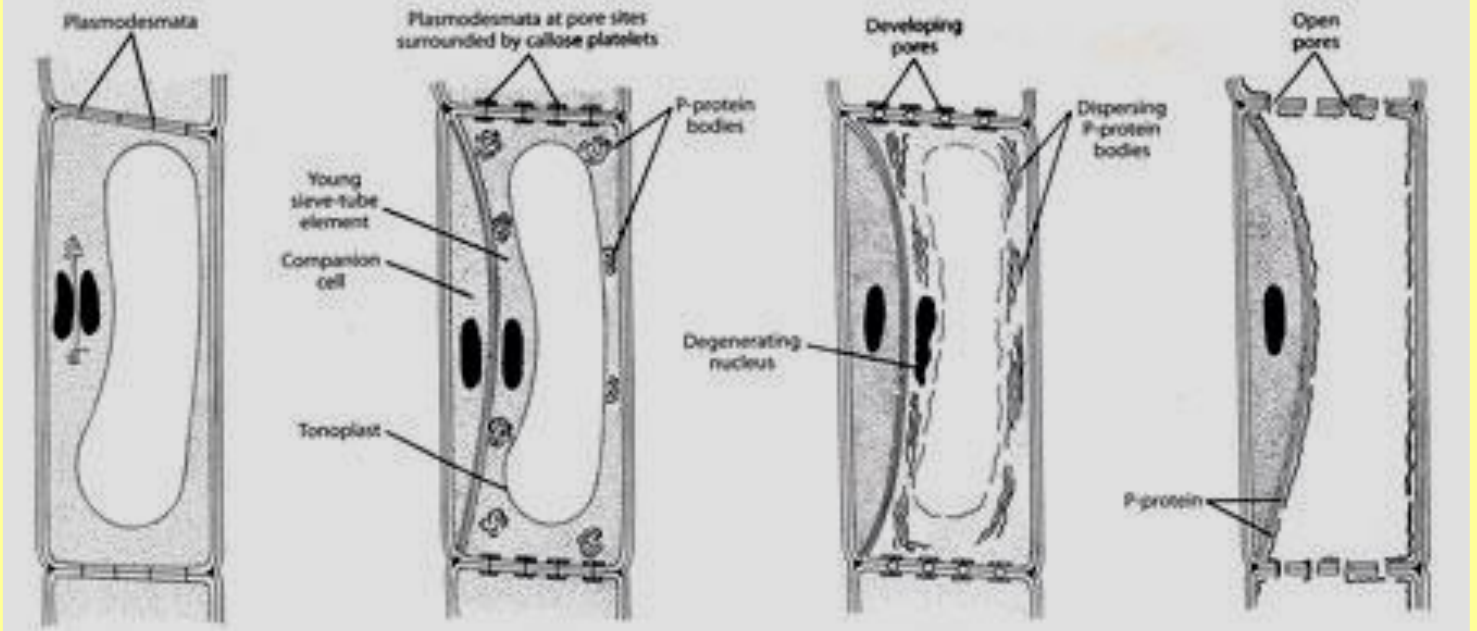
عادة تؤدى الأنابيب الغربالية وظيفتها لمدة موسم واحد من موسم النشاط الخضرى ثم تتوقف عن العمل بترسيب الكالوز على صفائحها الغربالية وهذا لا يمثل أى مشكلة فى النباتات الحولية التى تتم دورة حياتها فى موسم نمو واحد أما فى النباتات المعمرة التى تعيش عشرات السنين فعند حلول فصل الربيع التالى يتكون اللحاء الثانوى نتيجة لنشاط الكامبيوم الوعائى ويحتوى هذا اللحاء على العديد من الأنابيب الغربالية النشطة التى تقوم بنقل العصارة, وقد تستأنف بعض الأنابيب الموقوفة عن العمل نشاطها تبعا لاحتياجات النبات ويكون ذلك عن طريق إذابة الكالوس الموجود على صفائحها الغربالية وتكوين الخيوط السيتوبلازمية من جديد ثم فى نهاية موسم النشاط الخضرى يعاد تكوين الكالوز على صفائحها الغربالية مرة أخرى ويكون ذلك إيذانا بتوقف تلك الأنابيب الغربالية عن العمل للأبد.



2- الخلايا المرافقة Companion cells

هى خلايا بارنكيمية متخصصة توجد فى نسيج اللحاء للنباتات الزهرية فقط وتكون مرافقة لوحدات الأنبوبة الغربالية , وتوجد علاقة وثيقة بين كل وحدة أنبوبة غربالية وخلية مرافقة واحدة أو أكثر وذلك من حيث النشأة والوظيفة . حيث تنشأ الخلية المرافقة من نفس الخلية الأم التى تنشأ منها وحدة الأنبوبة الغربالية الملاصقة لها وذلك نتيجة إنقسام الخلية الأم طوليا إلى خليتين غير متماثلتين فى الحجم , تتكشف الكبرى إلى وحدة غربالية بينما تتكشف الصغرى خلية مرافقة , أحيانا قد تنقسم الخلية الصغرى أثناء تكشفها عرضيا مرة واحدة أو أكثر وبذلك تصبح كل وحدة غربالية تجاورها خليتين مرافقتين أو أكثر . وتقوم الخلايا المرافقة بتنظيم عمل الأنبوبة الغربالية نظرا لاحتوائها على النواة .

رسم يوضح خطوات تشكل وحدة الانبوبة الغربالية والخلية المرافقة



3- بارنكيما اللحاء Phloem parenchyma

يحتوى نسيج اللحاء فى النباتات الزهرية خاصة ذات الفلقتين على خلايا بارنكيمية بخلاف الخلايا المرافقة تسمى بارنكيما اللحاء بينما لا توجد بارنكيما اللحاء فى كثير من النباتات ذوات الفلقة الواحدة. تقوم بارنكيما اللحاء بتخزين مواد مختلفة مثل حبيبات النشا والدهون والأصباغ والمواد الراتنجية والمواد المخاطية واللبن النباتى والبلورات وغيرها .

4- ألياف اللحاء Phloem fibers

فى معظم النباتات الزهرية تكون الألياف واضحة فى كل من اللحاء الإبتدائى واللحاء الثانوى , فى اللحاء الإبتدائى توجد الألياف على هيئة كتل على السطح الخارجى لهذا النسيج بينما فى اللحاء الثانوى تكون الألياف موزعة بنظم مختلفة فيما بين الأنواع الأخرى من الخلايا . وقد تكون ألياف اللحاء مقسمة أو غير مقسمة كما قد تكون حية أو ميتة عند النضج.

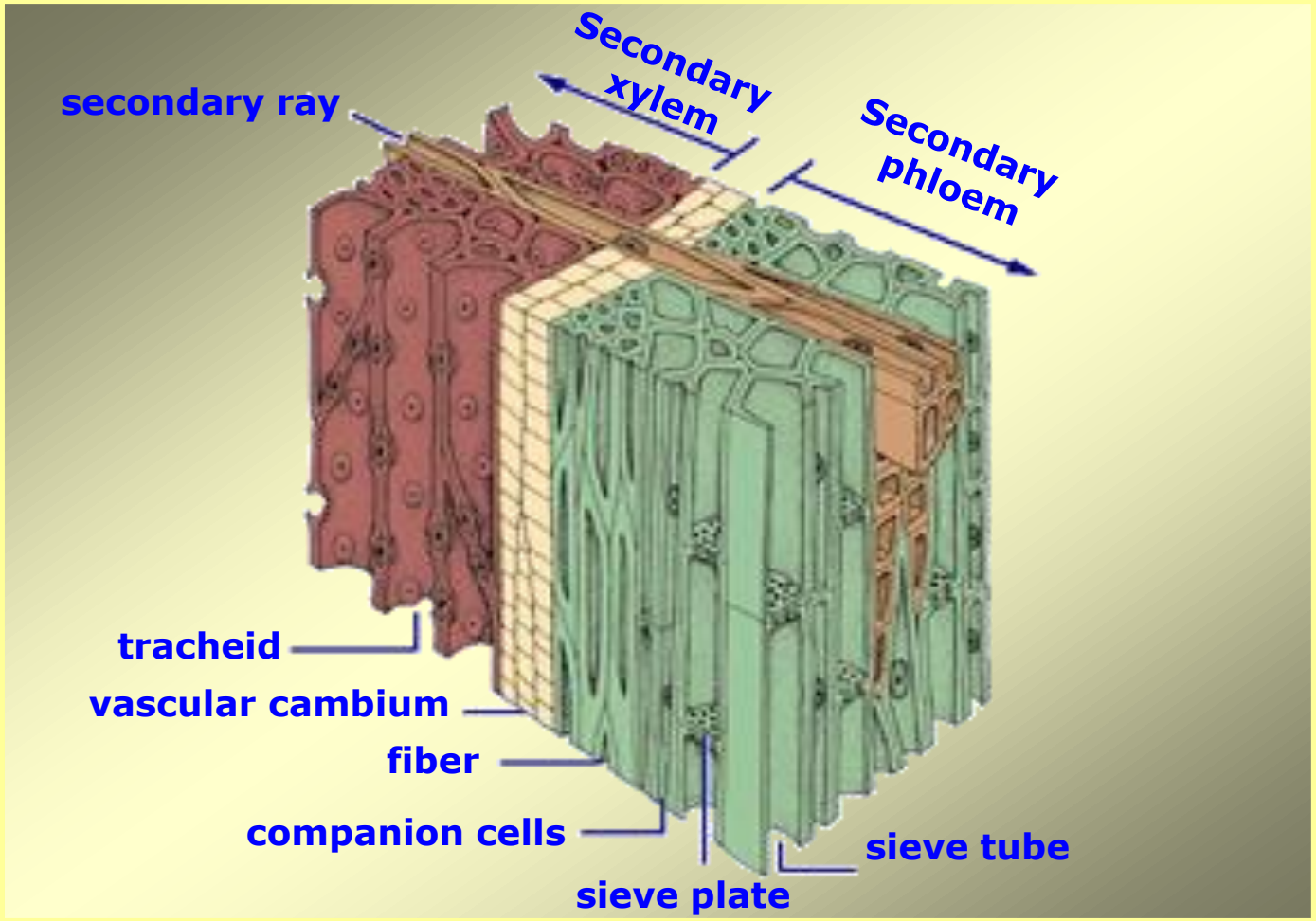
اللحاء الإبتدائى Primary phloem

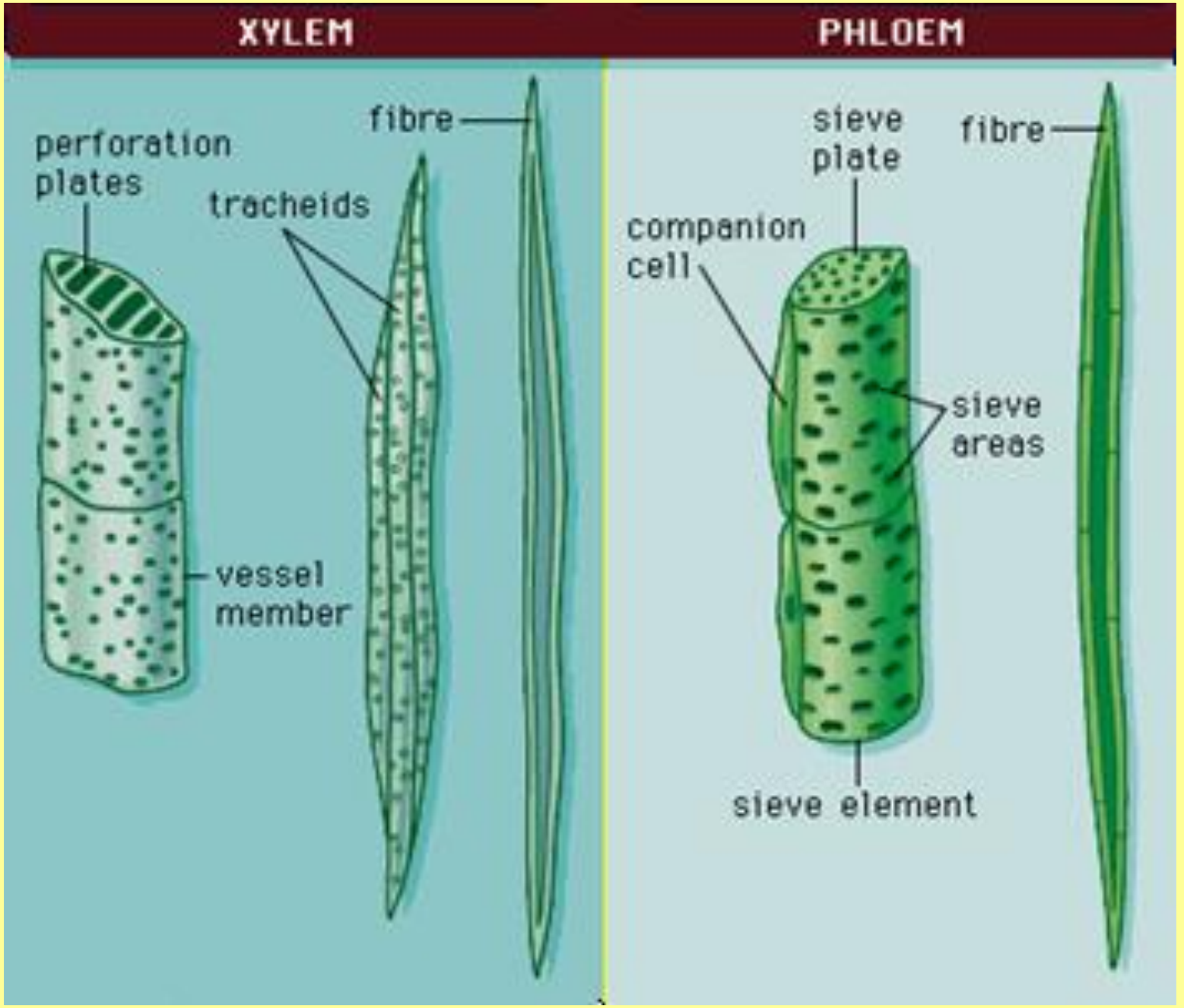
ينشأ اللحاء الإبتدائى من البروكامبيوم ويتميز إلى لحاء أول Protophloem ولحاء تالى Metaphloem ولكن يتعذر وضع حدود فاصلة دقيقة بين اللحاء الأول واللحاء التالى . يعتبر اللحاء الأول هو أول ما يتكشف من اللحاء الإبتدائى بجسم النبات الإبتدائى وينشأ فى مرحلة مبكرة أثناء نمو العضو النباتى فى الطول (حيث تكون الإستطالة سريعة) مما يؤدى إلى تحطمه وتوقفه عن القيام بوظيفته بعد فترة قصيرة من تكوينه, أما اللحاء التالى فهو بتكون فى نهاية مرحلة النمو فى الطول ويتم نضجه بعد توقف إستطالة العضو النباتى . يتكون اللحاء التالى من أنابيب غربالية أكثر أتساعا مما فى اللحاء الأول وخلايا مرافقة وألياف اللحاء وإسكلرانكيما اللحاء فى صورة ألياف وأحيانا إسكلريدات , ويتحطم اللحاء التالى ويمتص أمام ضغط اللحاء الثانوى فى النباتات التى يحدث بها نمو ثانوى .

Secondary phloem اللحاء الثانوى

ينشأ اللحاء الثانوى من الكامبيوم الوعائى اثناء نمو العضو النباتى فى السمك (النمو الثانوى) ويتكون من انابيب غربالية – خلايا مرافقة – بارنكيما اللحاء – الياف اللجاء وقد توجد اسكلريدات , بالإضافة الى اشعة اللحاء الثانوية

رسم مجسم يوضح نشأة وتشكل نسيجى الخشب واللحاء الثانويين من الكامبيوم الوعائى

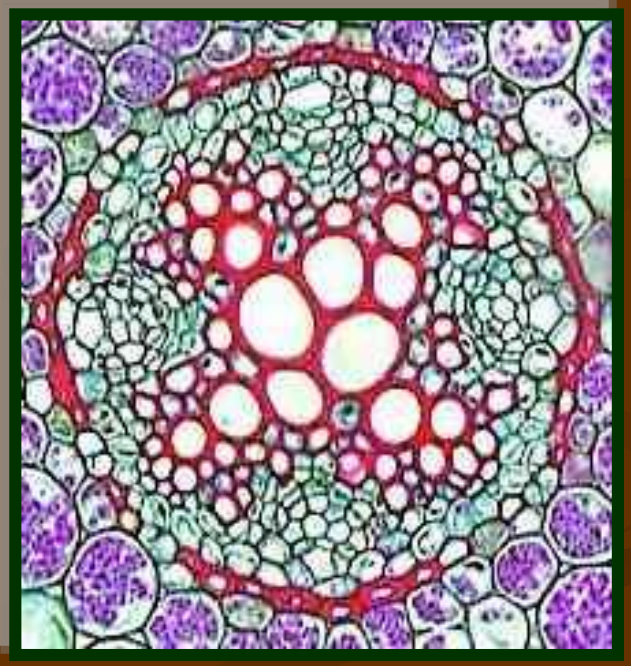



XYLEM
PHLOEM
perforation plates
fibre
tracheids
vessel member
sieve plate
fibre
companion cell
sieve areas
sieve element

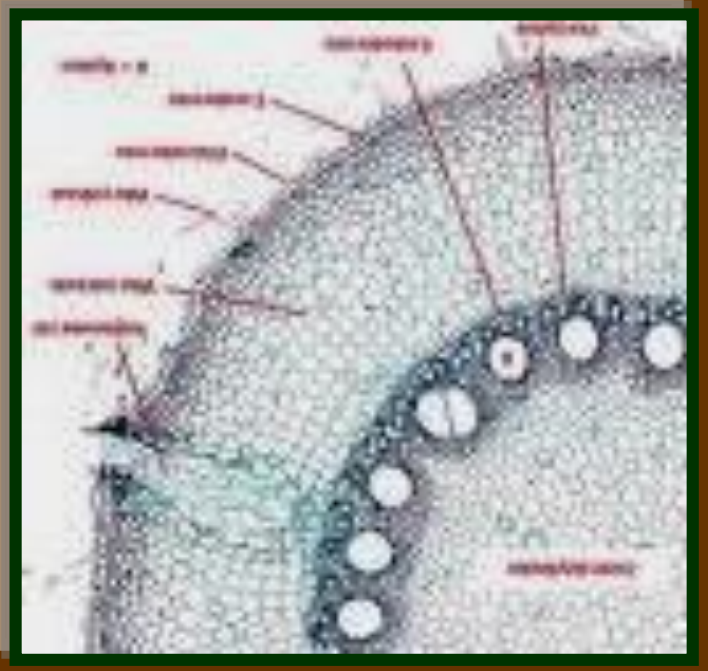
الحزم الوعائية Vascular bundles

تتركب الحزمة الوعائية من كتلة لحاء + ذراع خشب, ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية من الحزم الوعائية تختلف من حيث وضع الخشب واللحاء بالنسبة لبعضهما البعض فى الحزمة الوعائية وهذه الأنواع هى :

1- الحزم القطرية Radial bundles: وفى هذا النوع من الحزم الوعائية توجد كتل اللحاء وأذرع الخشب على أنصاف أقطار متبادلة مثل الحزم الوعائية للجذور فى معظم النباتات الزهرية وتتكون الحزمة الوعائية فيها من كتلة لحاء على نصف قطر وذراع الخشب الموجود على نصف القطر المجاور لها.



الأسطوانة الوعائية فى جذر من ذوات الفلقتين



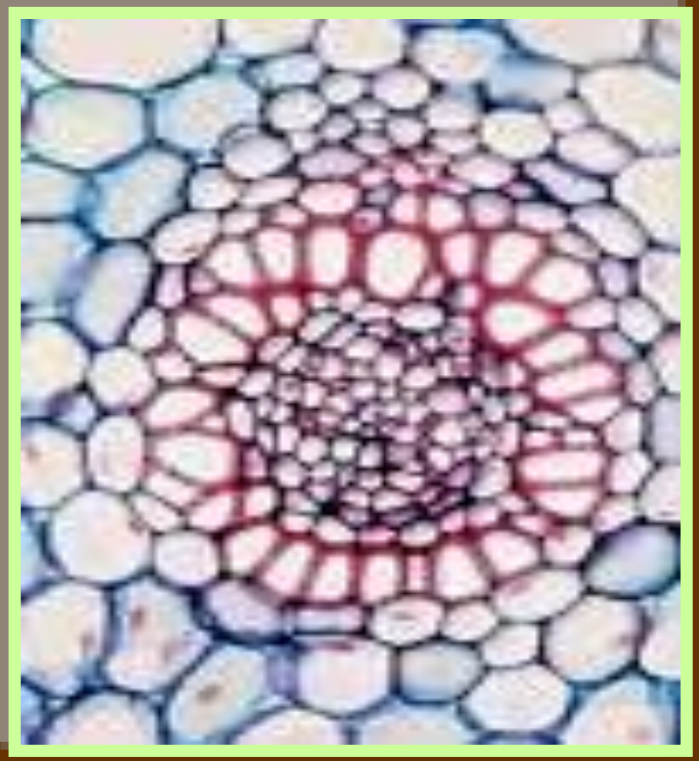
جزء من الأسطوانة الوعائية فى جذر من ذوات الفلقة الواحدة

2- الحزم المركزية Concentric bundles : وفيها يكون أحد النسيجين الوعائيين فى مركز الحزمة والنسيج الأخر محيط به تماما ويوجد منها نوعان هما :

أ- حزم مركزية اللحاء Amphivasal: وفيها يكون اللحاء فى مركز الحزمة ويحيط به الخشب من الخارج كما فى ساق الدراسينا .

ب- حزم مركزية الخشب Amphicribal: وفيها يكون الخشب فى مركز الحزمة ويحيط به اللحاء من الخارج كما فى السيقان الريزومية لكسبرة البئر .

حزم مركزية الخشب Amphicribal



حزم مركزية اللحاء Amphivasal

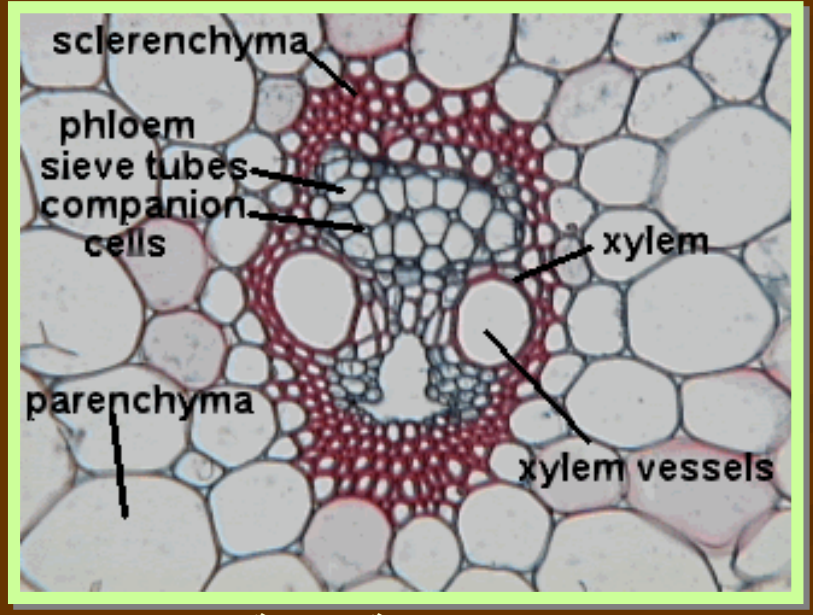
3- الحزم الجانبية Collateral bundles: وفيها توجد يوجد كل من اللحاء والخشب على نصف قطر واحد كما هو الحال فى حزم السيقان ويوجد منها ثلاثة أنواع هى :-

أ- حزم جانبية مفتوحة Opened collateral bundles : وفيها يوجد نسيج كامبيوم حزمى فيما بين الخشب واللحاء كما فى سيقان النباتات ذات الفلقتين .

ب- حزم جانبية مقفولة Closed collateral bundles: وفيها لا يوجد نسيج كامبيوم حزمى يفصل بين الخشب واللحاء كما فى سيقان النباتات ذات الفلقة الواحدة .

ج- حزم وعائية ذات جانبين (ذات لحائين) Bicollateral bundles: وفيها يوجد الخشب بين لحائين أحدهما خارجى وقد يفصله عن الخشب كامبيوم حزمى والأخر داخلى ولا يفصله عن الخشب كامبيوم وتشاهد هذه الحزم فى سيقان القرع واللوف وبعض نباتات العائلة القرعية والباذنجانية

حزم وعائية ذات جانبين



حزم جانبية مقفولة

حزم جانبية مفتوحة