



مورفولوجيا وتثريح النبات



إعداد

أ.د/ أحمد لطفى ونس

مستأذ علم النبات

كلية الزراعة

جامعة دمياط

٦- 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

أولاً- 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:

١- الشعيرات الغدية Glandular hairs

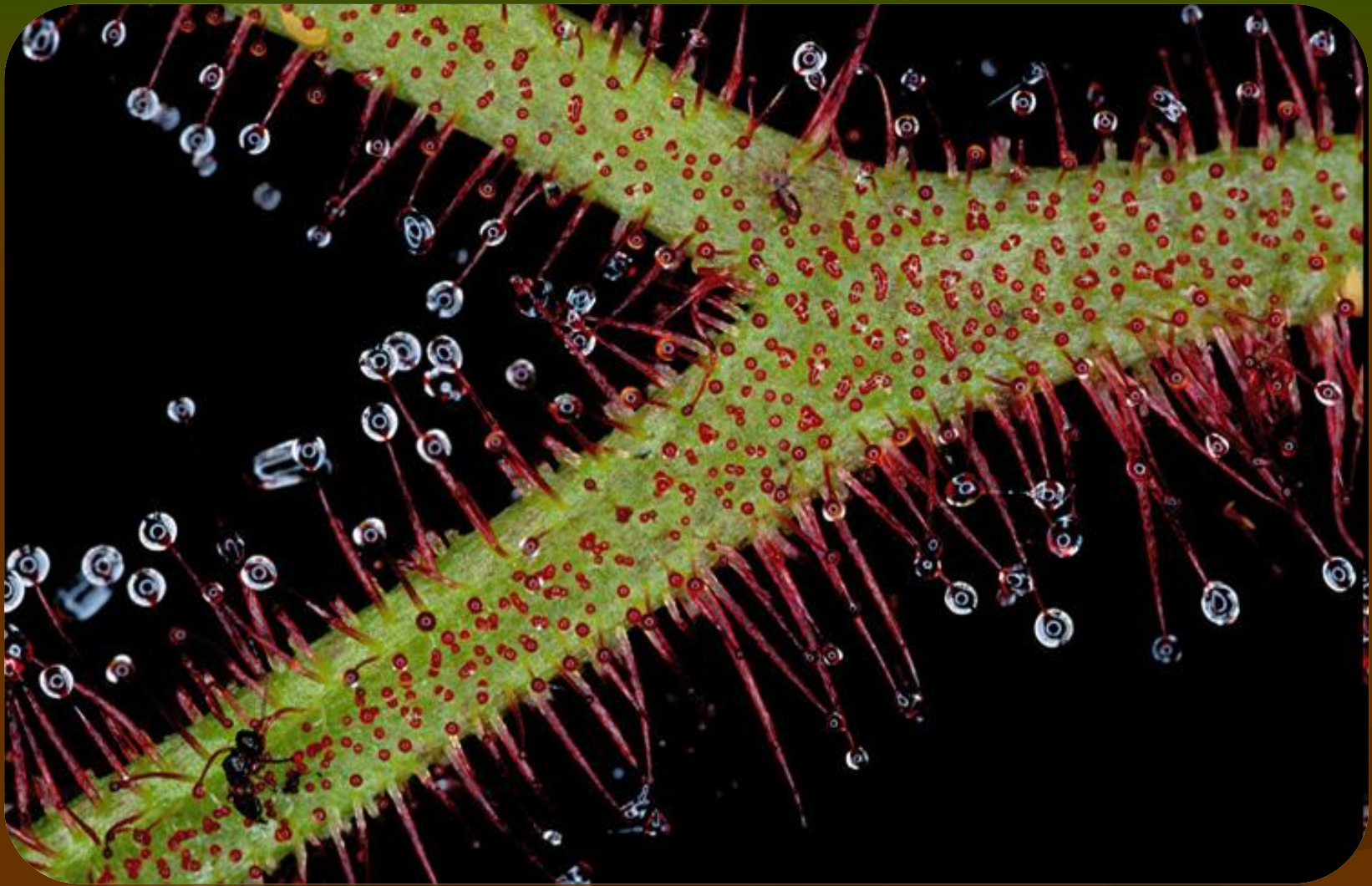


شاهد المحاضرة فيديو على الروابط التالية:

<https://youtu.be/rGGNPHmt8zc>

<https://youtu.be/517ZJ8cRBSc>

<https://youtu.be/u4ArG2nZXNI>

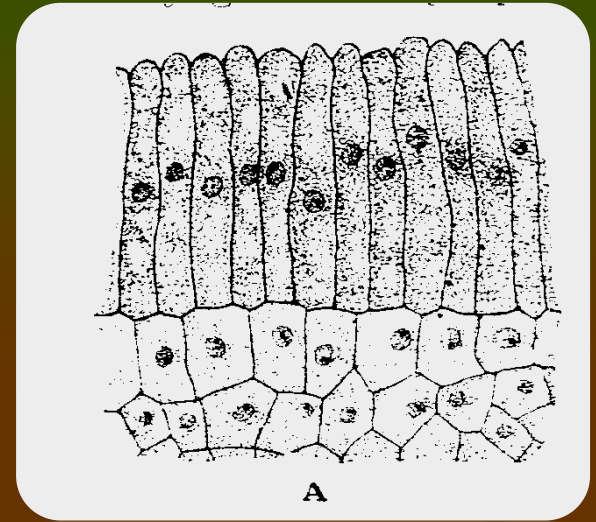
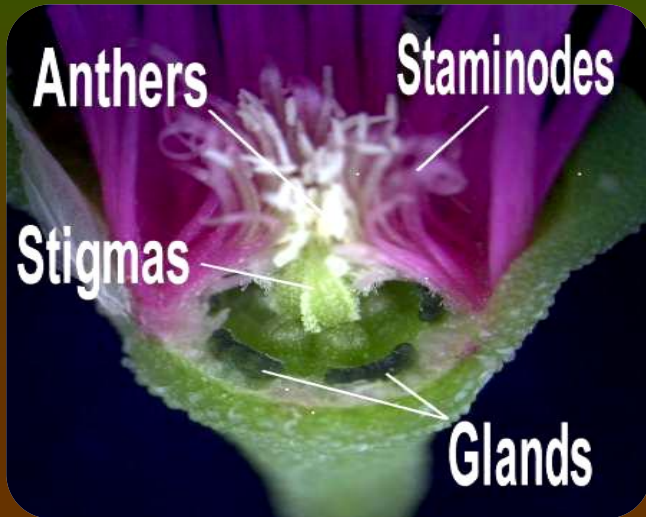


Prof. Ahmed Lotfy Wanas

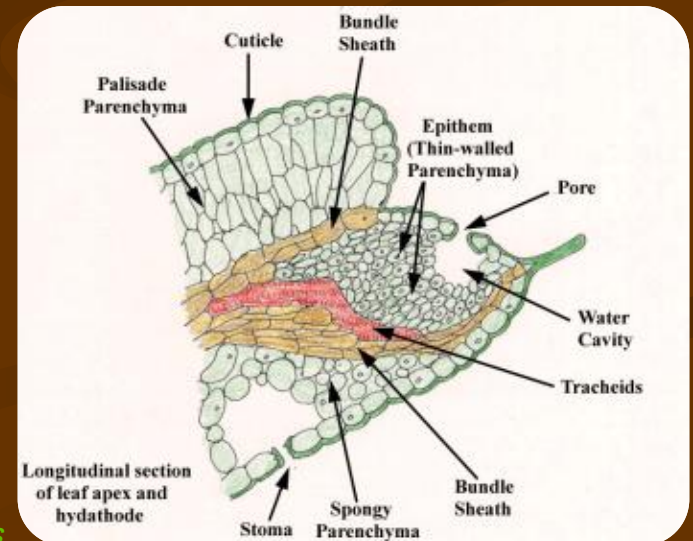


Prof. Ahmed Lotfy Wanas

٢ - الغدد الرحيقية Nectaries

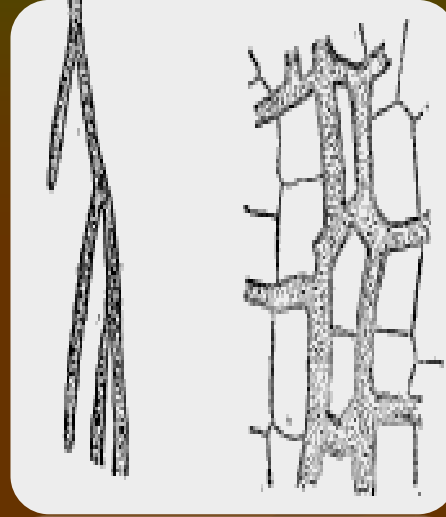
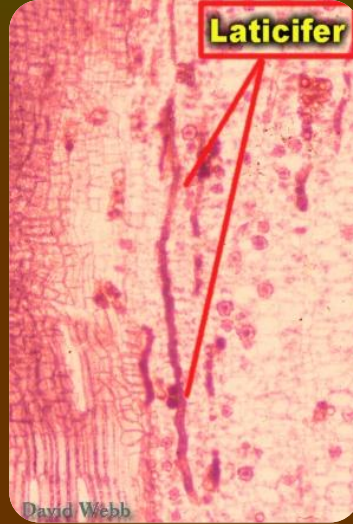


٣ - الثغور المائية Hydathodes



ثانيا- التراكيب الإفرازية الداخلية Internal secretory structures

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

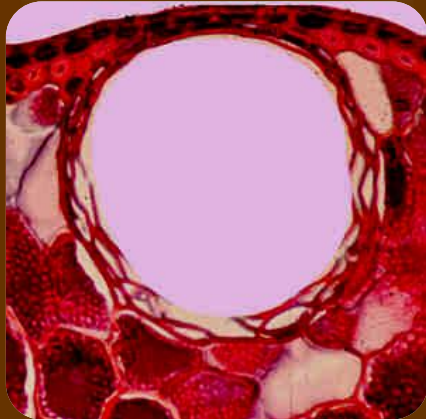


١- القنوات اللبنية
Laticiferous ducts

٢- الفجوات الإفرازية

Secretory cavities

Prof. Ahmed Lotfy Wanas



٧- نسيج الخشب Xylem tissue

هو نسيج مركب يتألف من عدة أنواع من الخلايا بعضها حى والبعض الآخر ميت ولكنها مقترنة معا وجميعها نشأت من نفس الأصل (البروكامبيوم فى حالة الخشب الإبتدائى أو الكامبيوم الوعائى فى حالة الخشب الثانوى) يتكون نسيج الخشب 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

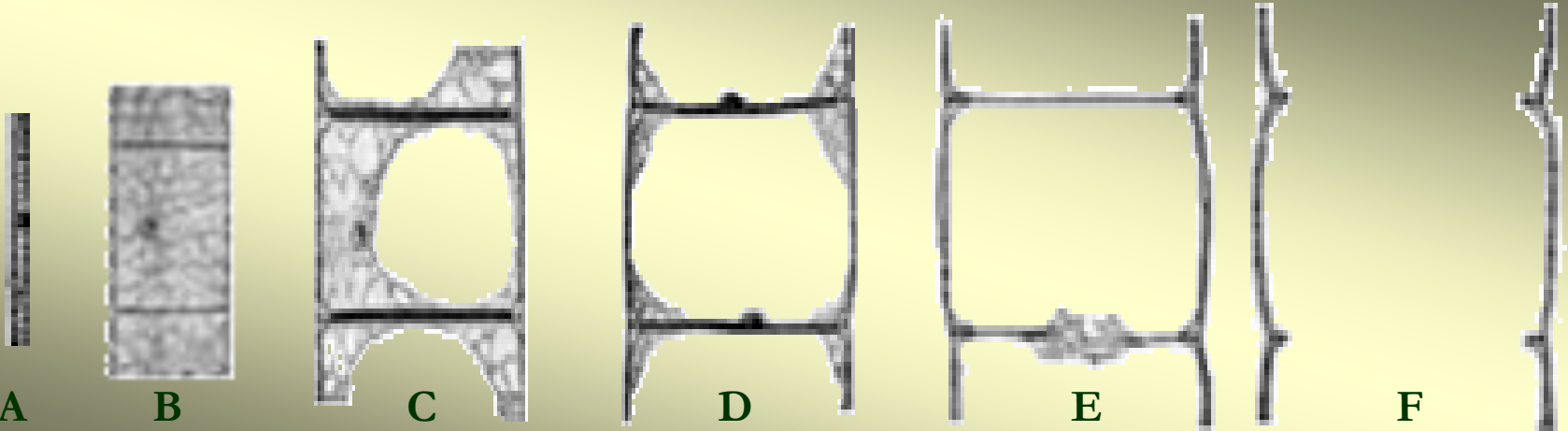
- ١- تدعيم جسم النبات وتقويته
- ٢- نقل الماء وما به من أملاح ذائبة من الجذر إلى باقى أجزاء النبات بواسطة العناصر الناقلة (الأوعية والقصيبات)
- ٣- تقوم ألياف الخشب بمهمة تدعيمية كما ان وجودها مع نسيج الخشب يكسبه بعض المرونة.
- ٤- تقوم بارنكيما الخشب بوظيفة تخزين بعض المواد الغذائية الزائدة أو المساهمة فى توصيل العصارة النيئة من خلالها وقد تكون مقسمة بجدر مستعرضة على عدة غرف وتحتوى كل غرفة منها على بلورة واحدة عادة .

١- أوعية الخشب Xylem vessels

نمو وتشكل الوعاء الخشبي

Prof. Ahmed Lotfy Wanas

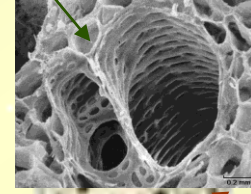
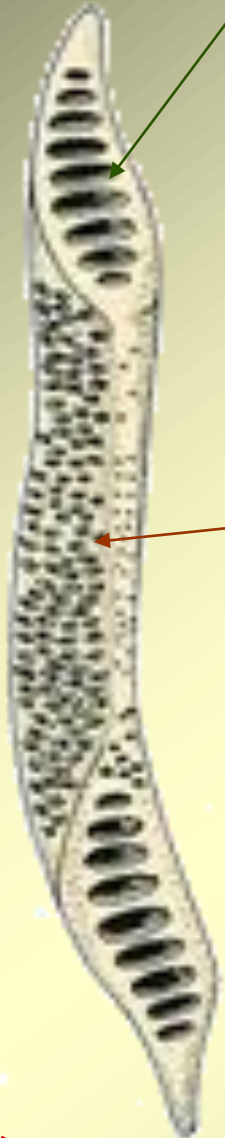
ينشأ الوعاء الخشبي من صف رأسى من الخلايا الناتجة من إنقسام خلايا البروكامبيوم (فى حالة الخشب الإبتدائى) أو الكامبيوم الوعائى (فى حالة الخشب الثانوى) والتي تنمو إلى أن تصل إلى الحجم النهائى لها ثم تتشكل مكونه وعاء خشبى بأن يترسب على جدرها الإبتدائية جدار ثانوى من السليلوز واللجنين يأخذ أشكال مختلفة، ويذوب الجدار الإبتدائى والصفحة 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 الخشبي خلايا ميتة عند نضجها وتكون تجاوير 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 بالانتشار الجانبى.



الصفائح المثقبة

صفحة مركبة

صفحة بسيطة



وحدة
وعاء خشبي

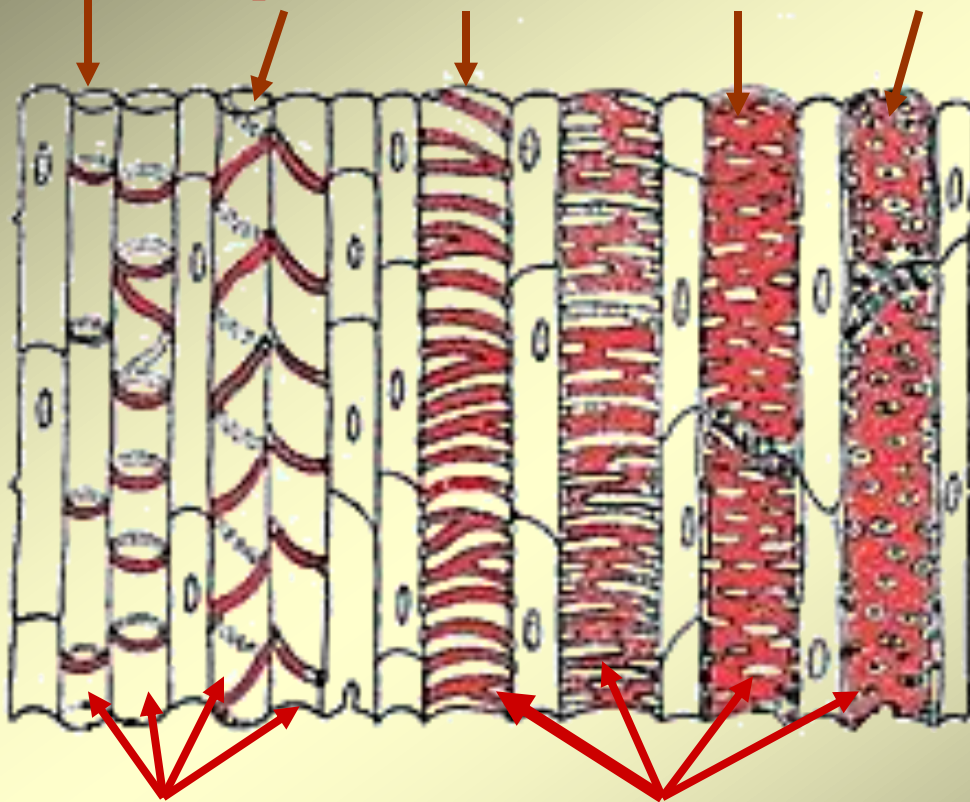
وحدة و
بي

وعاء خشبي

رسم مجسم يوضح تركيب الوعاء الخشبي ، أنواع الصفائح المثقبة

تركيب الجدار الثانوى ونظم ترسيبه فى اوعية الخشب

Annular Spiral Scalariform Reticulate Pitted



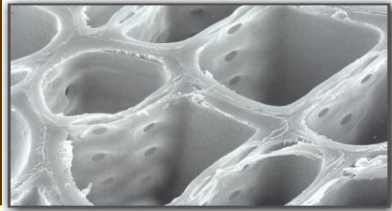
Protoxylem vessels

Metaxylem vessels



٢- القصيبات Tracheids

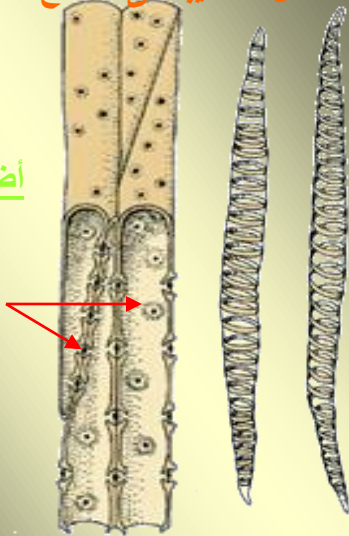
تتركب القصيبة من خلية واحدة تصبح ميتة عند النضج، وهي متطاولة نوعا ، ذات جدر ثانوية سميكة ملجننة ، مقطعا العرضي مضع عادة ، وأطرافها مستدقة وغير مثقبة. تترتب القصيبات فى صفوف طولية مثل وحدات الأوعية عن طريق تراكب أطرافها فوق بعضها البعض حيث تكثر النقر المصفوفة الزوجية عند أطراف القصيبات لإعدام الثقوب فيها ولذا فإن الماء يمر من قصيبة إلى أخرى عبر أغشية النقر، كما توجد نقر أيضا على الجدر الجانبية لتسمح بالانتشار الجانبى للماء والأملاح الذائبة.



شكل القصيبة فى القطاع العرضي

أضغط هنا

Pits

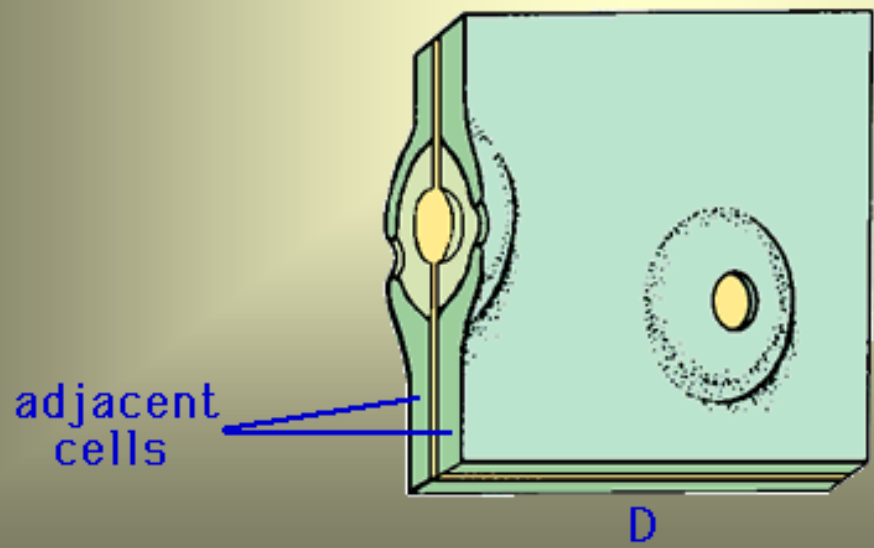
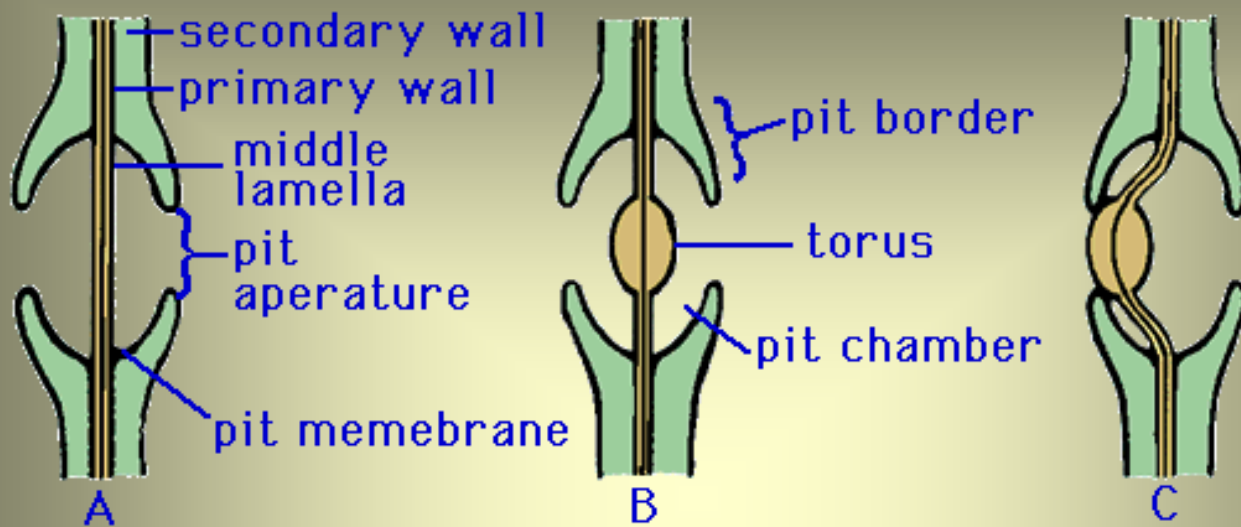


رسم مجسم يوضح شكل وتركيب القصيبة



Prof. Ahmed Lofly Wanas

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



التشابه والاختلاف بين القصيبة والوعاء الخشبي

أولاً: أوجه الشبه

١- كلاهما عبارة عن خلايا ميتة

٢- نظم ترسيب الجدار الثانوي في كل منهما

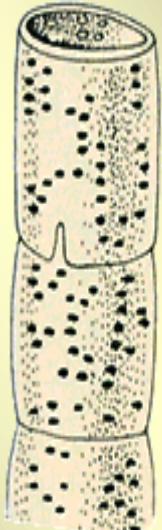
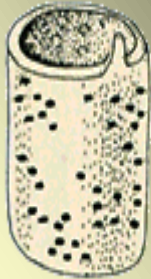
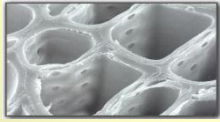
٣- الوظيفة

ثانياً: أوجه الاختلاف

١- الوعاء الخشبي يتربك من صف طولى من الخلايا الميتة بينما تتربك القصيبة من خلية واحدة ميتة

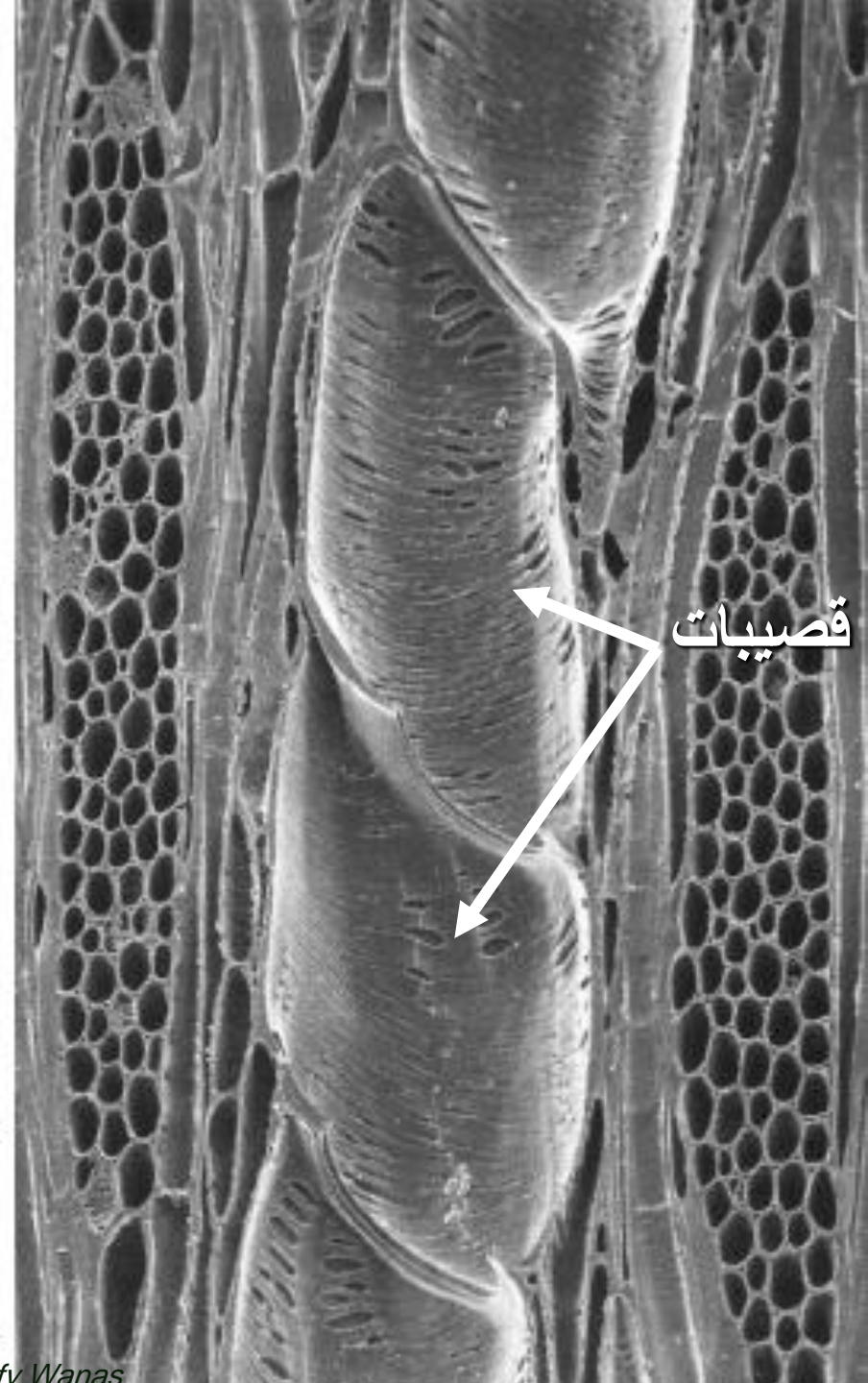
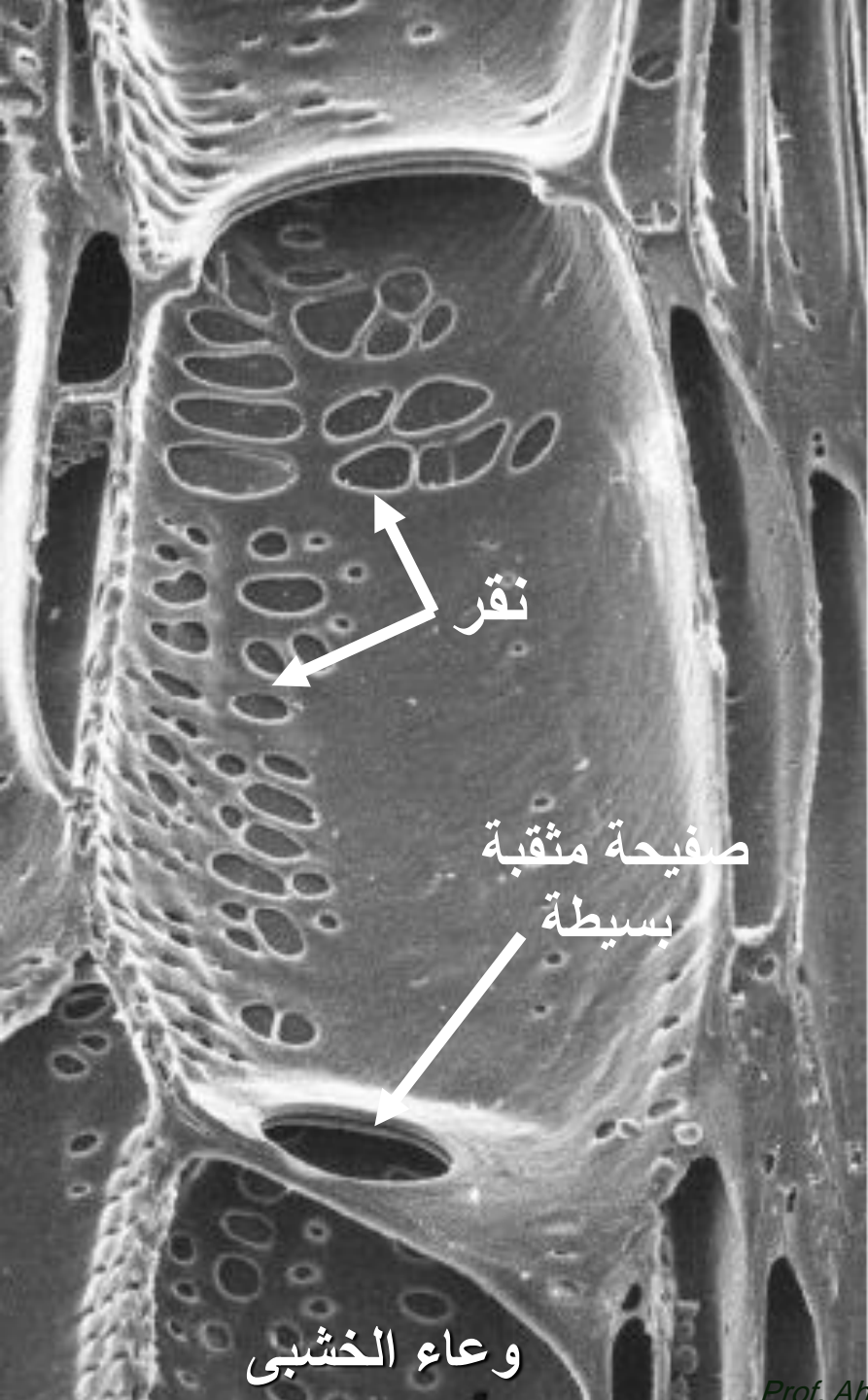
٢- المقطع العرضى للوعاء الخشبي مستدير فى حين ان المقطع العرضى للقصيبة مضلع

٣- التجويف الداخلى للوعاء الخشبي واسع فى حين ان التجويف الداخلى للقصيبة ضيق



القصيبة

الوعاء الخشبي

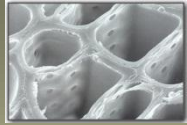


التشابه والاختلاف بين القصيبة وخلية الألياف

أولاً: أوجه الشبه

١- كلاهما عبارة عن خلايا واحدة ممتدة مغزلية الشكل

٢- المقطع العرضي لكلاهما مضلع



ق. ع

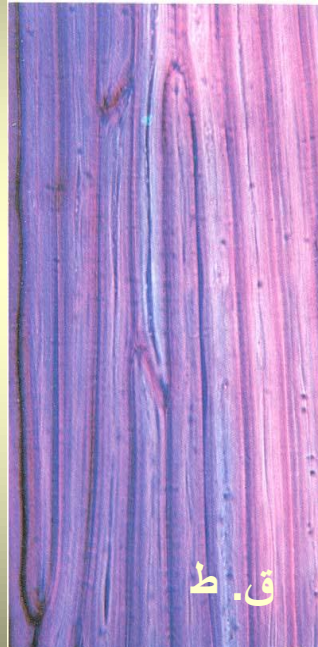


ق. ع



ق. ط

القصيبات



ق. ط

الألياف

ثانياً: أوجه الاختلاف

١- خلية الألياف أطول من القصيبة

٢- جدار خلية الألياف أسمك من جدار القصيبة

٣- التجويف الداخلي لخلية الألياف ضيق وقد يتلاشى

كلياً أو جزئياً في حين يكون التجويف الداخلي

للقصيبة أكثر اتساعاً منه

٤- تقوم الألياف بوظيفة التدعيم والتقوية أما القصيبات

فتقوم بوظيفة التدعيم والتقوية إلى جانب وظيفة نقل

الماء والذائبات من الجذر إلى باقي أجزاء النبات

٣- ألياف الخشب Xylem fibers

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

٤- بارنكيما الخشب Xylem parenchyma

هى خلايا بارنكيما توجد فى كل من الخشب الإبتدائي والخشب الثانوى وهى تشبه البارنكيما العادية إلا أنها تميل إلى الإستطالة وهى ذات جدر إبتدائية رقيقة فى الخشب الإبتدائي ولكنها كثير ما تكون ذات جدر سميكة ملجننة فى الخشب الثانوى، وبارنكيما الخشب تظل حية طالما كان الخشب يقوم 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 أوعية الخشب المسن وإيقافها عن نقل العصارة.

الخشب الإبتدائي Primary xylem

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

١- الخشب الأول Protoxylem

هو الجزء من الخشب الإبتدائي الذى يتكشف عند بداية تميز الأنسجة الوعائية فى الجسم الإبتدائي يبدأ تكوينه أثناء إستطالة العضو النباتي وقبل أن يستكمل العضو طوله النهائي يتم تكشفه، وتتميز أوعية الخشب الأول بأنها ضيقة ذات تغليظ حلقي أو حلزوني حتى لا تعوق إستطالة العضو النباتي فكلما إستطال العضو النباتي إستطال معه الوعاء عن طريق تمدد الأجزاء الرقيقة من الجدار ولكن فى بعض الأحيان تكون إستطالة العضو النباتي أسرع من إستطالة الوعاء مما يؤدي إلى تمزق بعض هذه الأوعية ويتكون عن كل منها فجوة تسمى فجوة الخشب الأول كما فى سيقان وأوراق كثير من النباتات ذات الفلقة الواحدة.



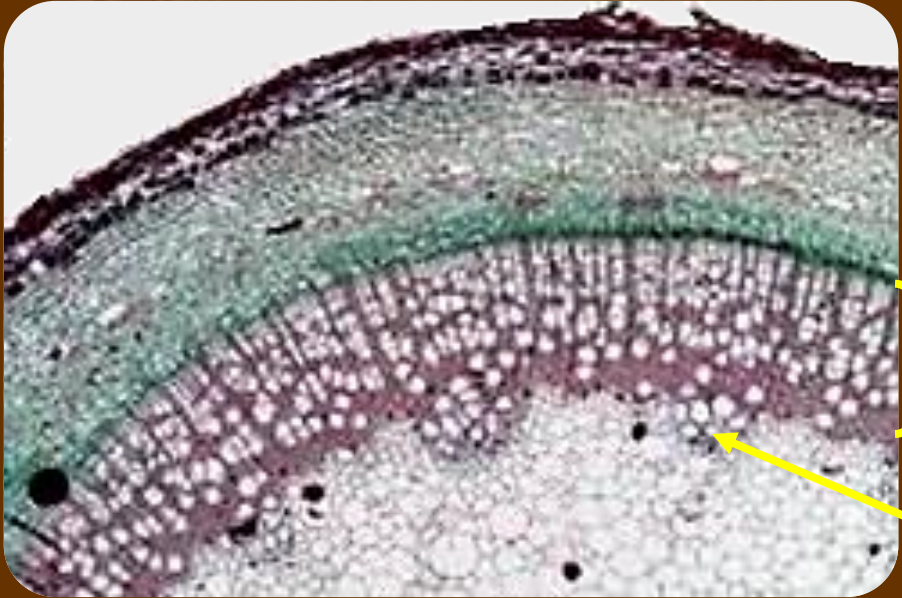
٢- الخشب التالى Metaxylem

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

Prof. Ahmed Lotfy Wanas

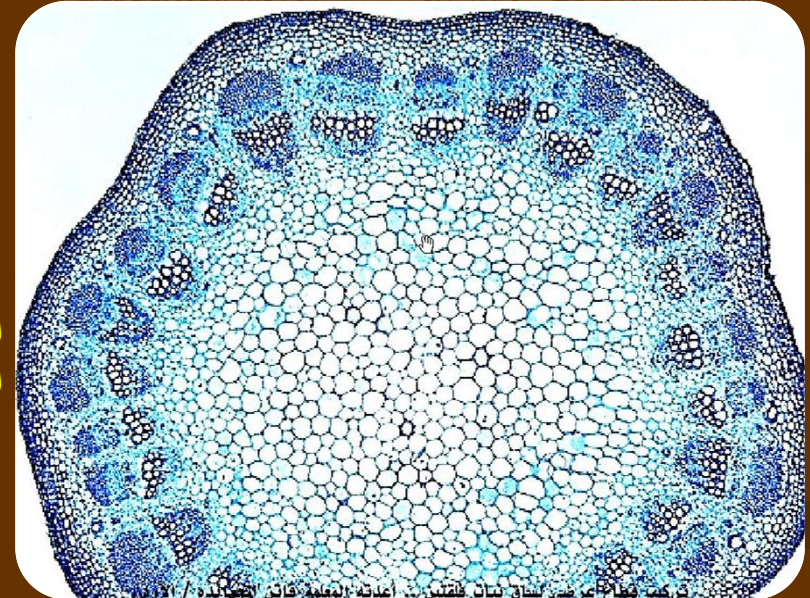
الخشب الثانوى Secondary xylem

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 قطرية عادة وهو يتكون من أوعية وقصيبيات وبارنكيما الخشب وألياف الخشب بالإضافة إلى أشعة الخشب الثانوية (صفوف قطريه ضيقه من خلايا بارنكيميا تمتد داخل نسيج الخشب الثانوى).



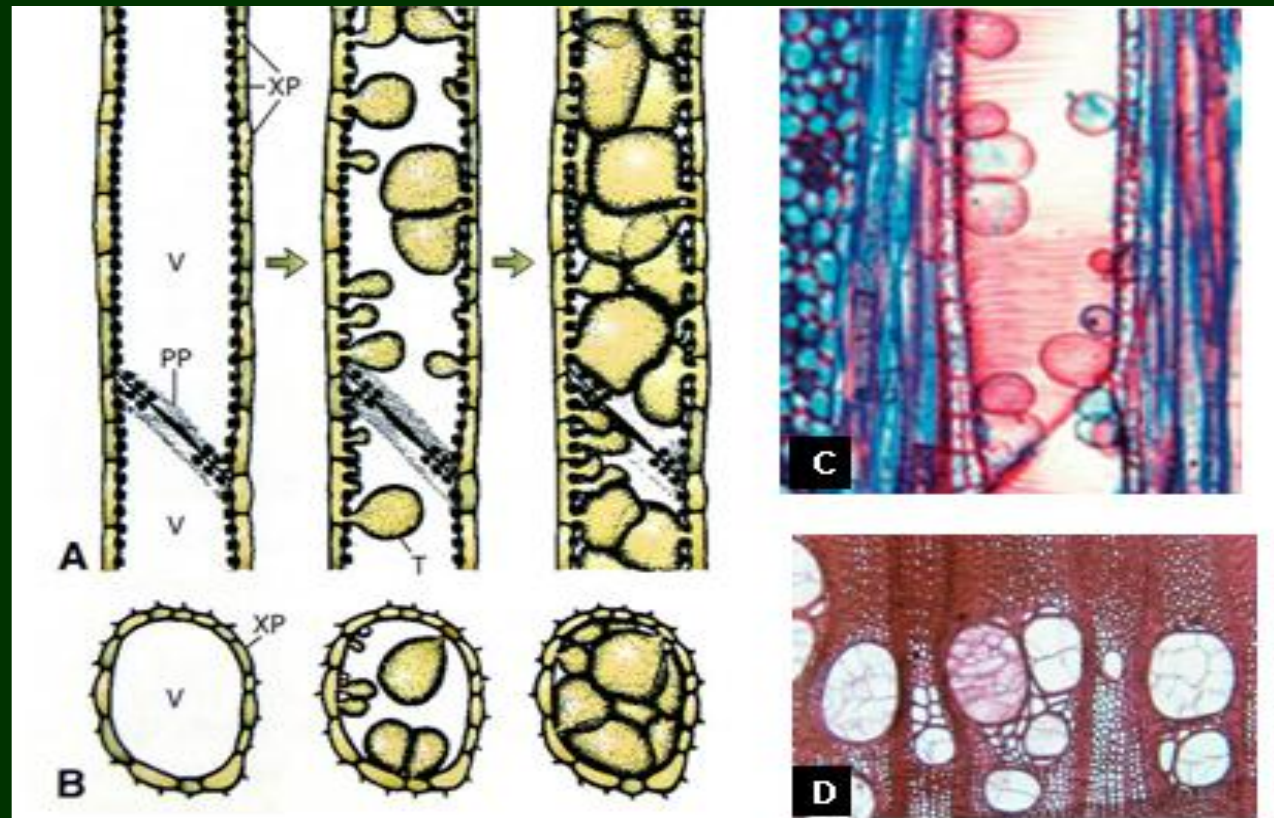
الخشب
الثانوى

الخشب
الابتدائى



التيلوزات Tyloses

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



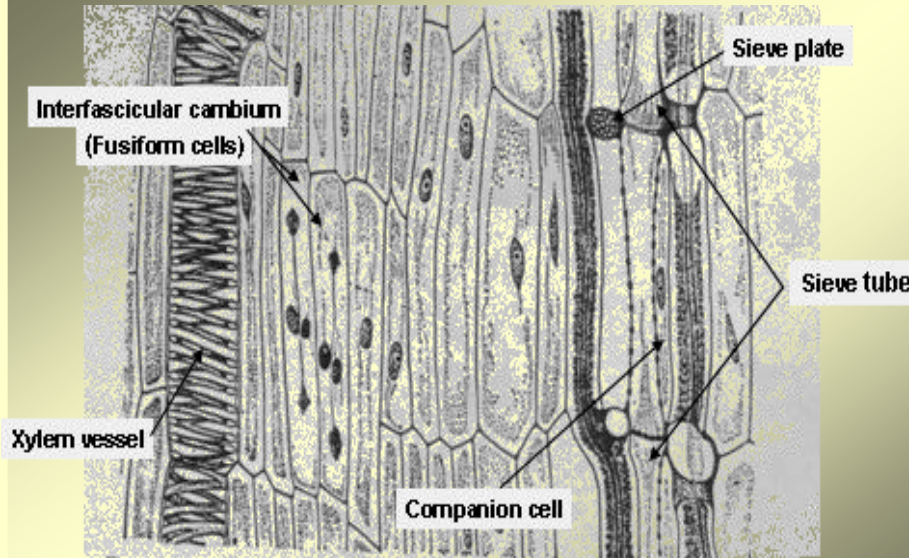
رسومات وصور توضح كيفية تكوين التيلوزات (A & C) مقاطع طولية ، (B & D) مقاطع عرضية .

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

٨- 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 والخلاية المرافقة وخلايا الكامبيوم الحزمى للمسزلية

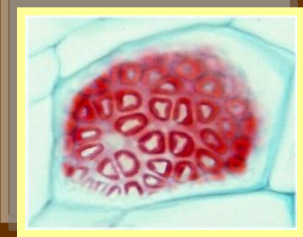
اللحاء هو نسيج مركب فهو يتكون فى النباتات الزهرية (مغطاة البذور) من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وبارنكيما اللحاء وألياف اللحاء وقد يحتوى على إسكريدات وتراكيب إفرازية تفرز اللبن النباتى فى بعض النباتات، بينما يتكون فى النباتات معراة البذور من أنابيب غربالية وبارنكيما اللحاء وألياف اللحاء ولا توجد فيه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

وظائف نسيج اللحاء

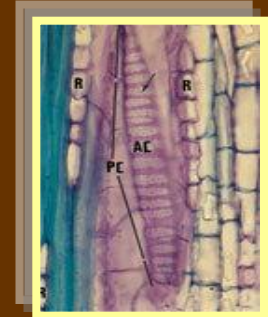
- ١- الوظيفة الأساسية لنسيج اللحاء هى نقل الغذاء العضوى المجهز من الأوراق إلى باقى أجزاء النبات بواسطة الأنابيب الغربالية تشاركها الخلايا المرافقة التى تنظم عمل الأنبوبة الغربالية لاحتوائها على النواة.
- ٢- تقوم ألياف اللحاء بالتدعيم وبارنكيما اللحاء بالتخزين

1- الأنابيب الغربالية Sieve tube

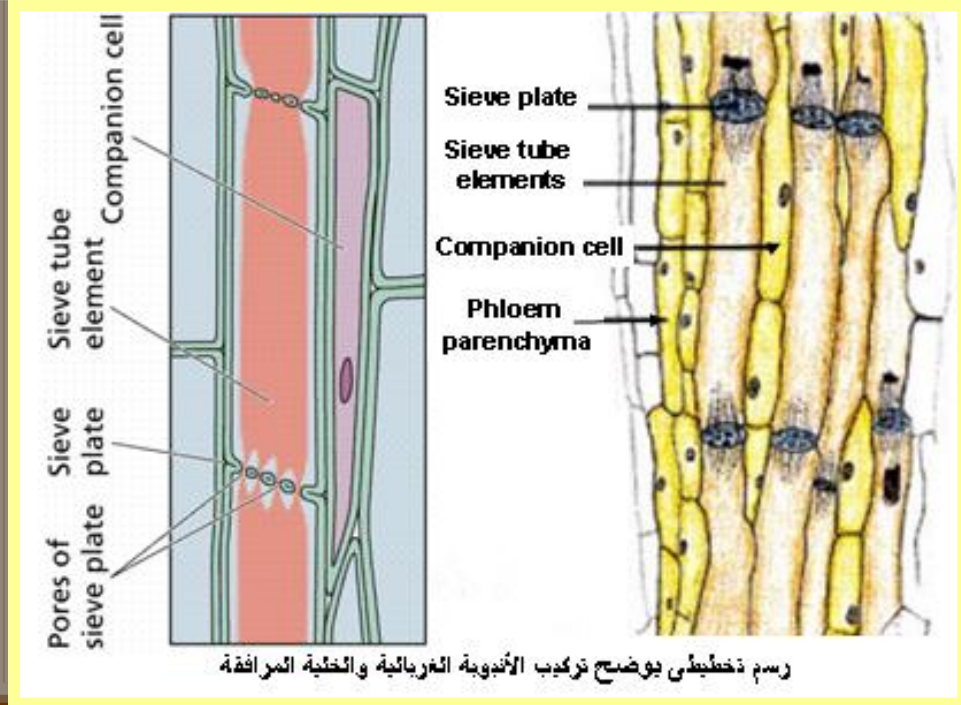
تتركب الأنبوبة الغربالية من صف رأسى من خلايا حية إسطوانية تسمى كل منها وحدة أو عنصر الأنبوبة الغربالية Sieve tube member or element وهى ذات جدر ابتدائية رقيقة، الجدر العرضية الفاصلة بين وحدات الأنبوبة الغربالية تكون مثقبة وتسمى بالصفائح الغربالية Sieve plates وهذه الصفائح قد تكون مركبة وذلك إذا احتوت على عدة مساحات غربالية Sieve areas وتفصلها 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

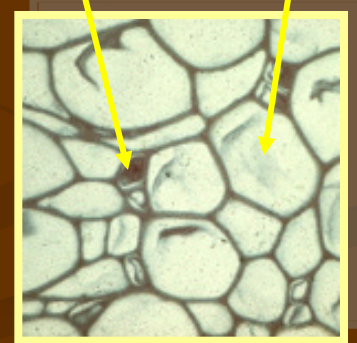


صفيحة غربالية مركبة



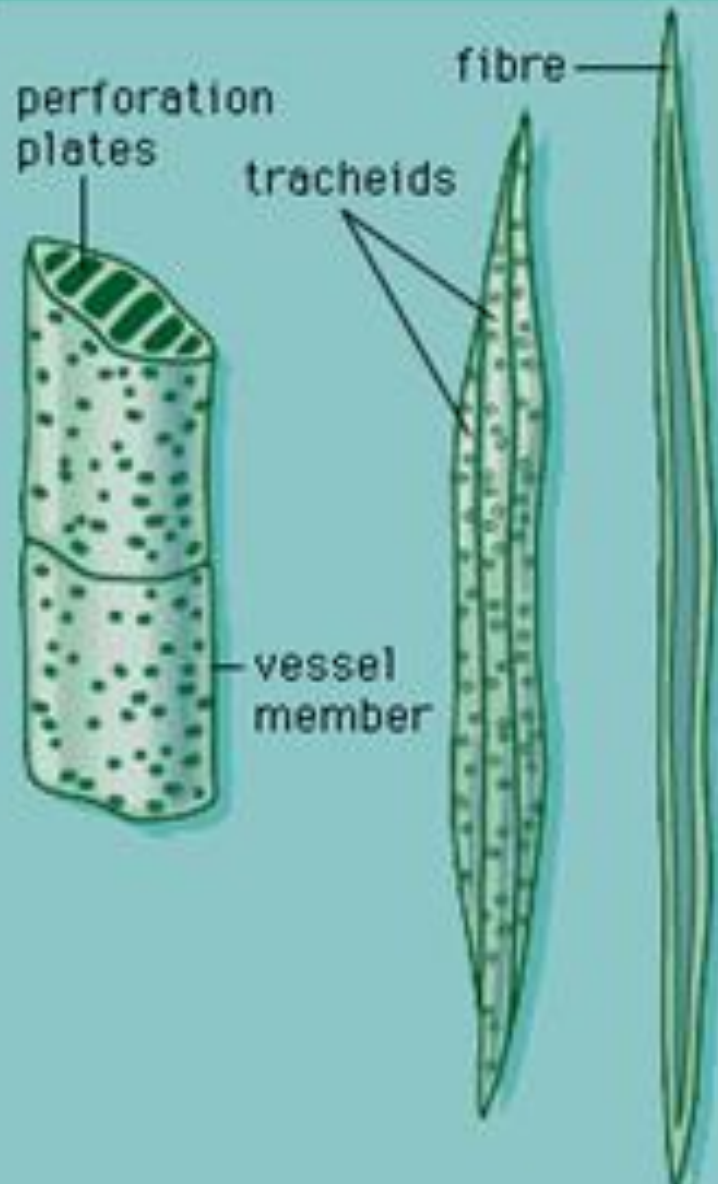
رسم تخطيطى يوضح تركيب الأنبوبة الغربالية والخلية المرافقة

أنبوبة غربالية
خلية مرافقة

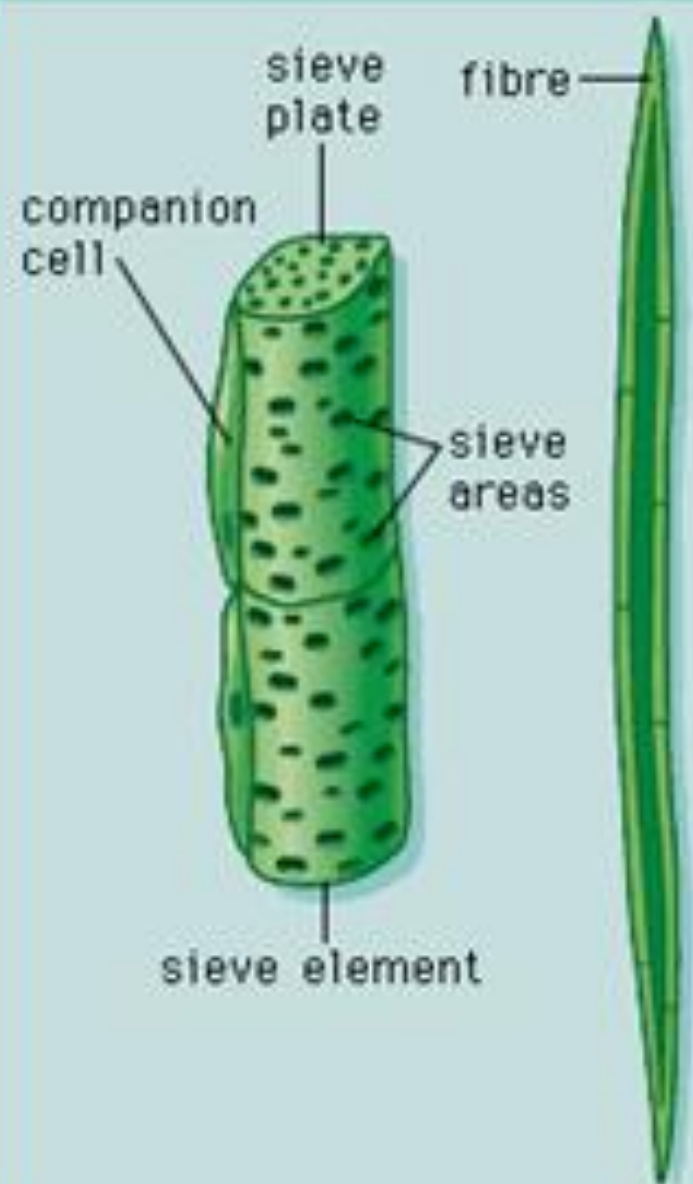


ق. ع فى نسيج اللحاء

XYLEM



PHLOEM

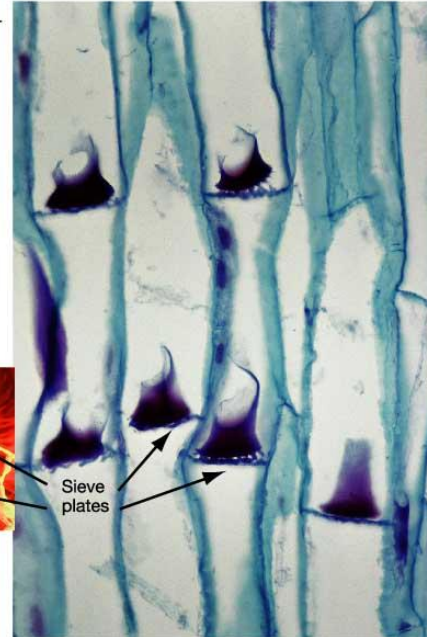


توقف الأنابيب الغربالية عن العمل

عادة تؤدي 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 الكالوز 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.

LONGITUDINAL SECTION

CROSS-SECTION

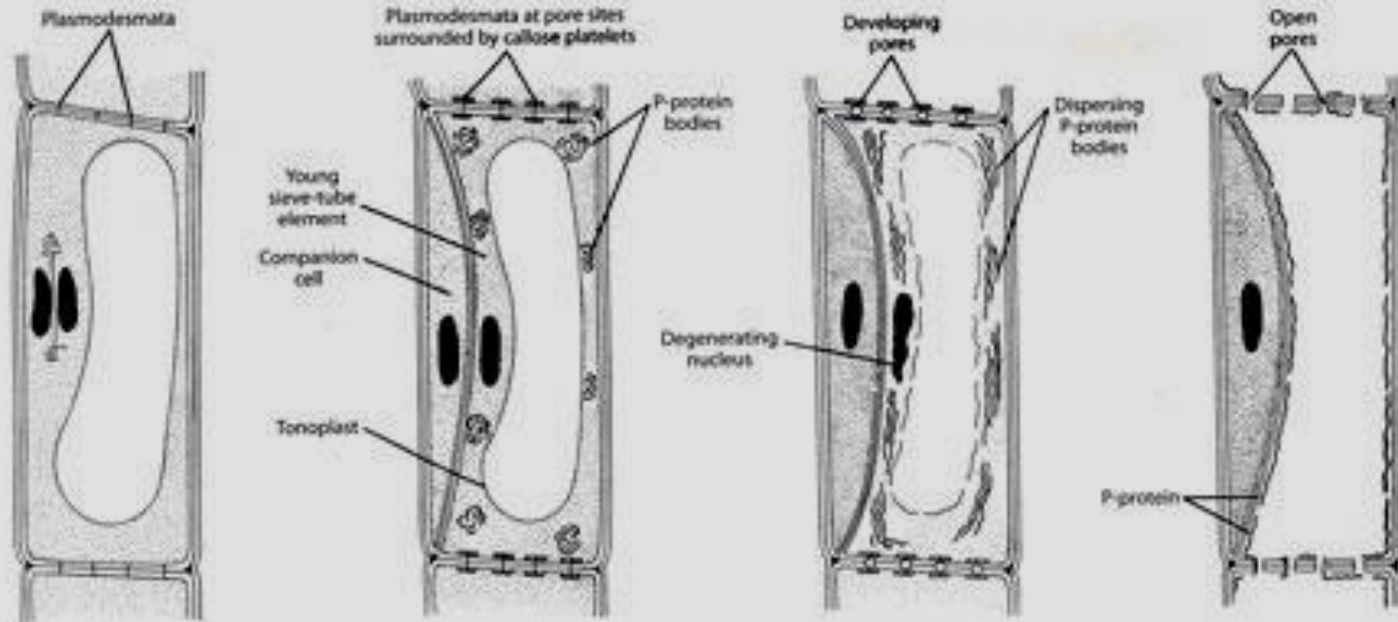


Sieve plates

٢- الخلايا المرافقة Companion cells

هي خلايا بارنكيميية متخصصة توجد في نسيج اللحاء للنباتات الزهرية فقط وتكون مرافقة لوحداث 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 التي تنشأ منها وحدة الأنبوبة الغربالية الملاصقة لها وذلك نتيجة إنقسام الخلية الأم طوليا إلى خليتين غير متماثلتين في 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



٣- 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 والأصبغ والمواد الراتنجية والمواد المخاطية واللبن النباتى والبلورات وغيرها.

٤- 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.

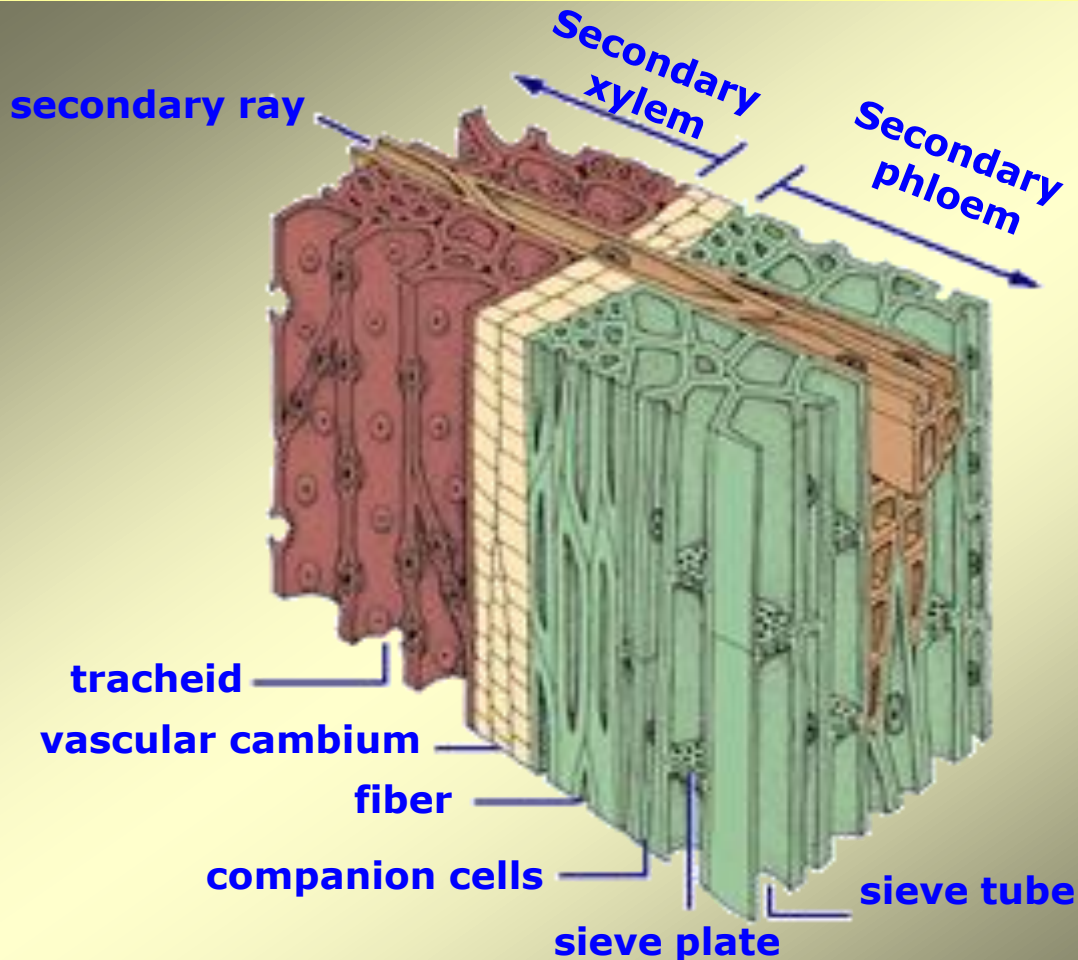
اللحاء الإبتدائى Primary phloem

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 يتكون 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.

اللحاء الثانوى Secondary phloem

ينشأ اللحاء الثانوى من الكامبيوم الوعائى اثناء نمو العضو النباتى فى السمك (النمو الثانوى) ويتكون من انابيب غربالية - خلايا مرافقة - بارنكيما اللحاء - الياف اللحاء وقد توجد اسكريدات، بالإضافة الى اشعة اللحاء الثانوى

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

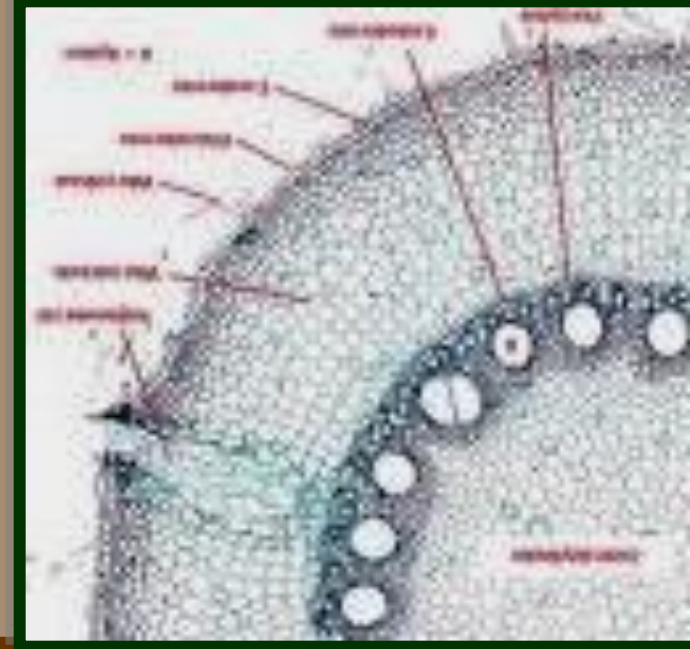


الحزم الوعائية Vascular bundles

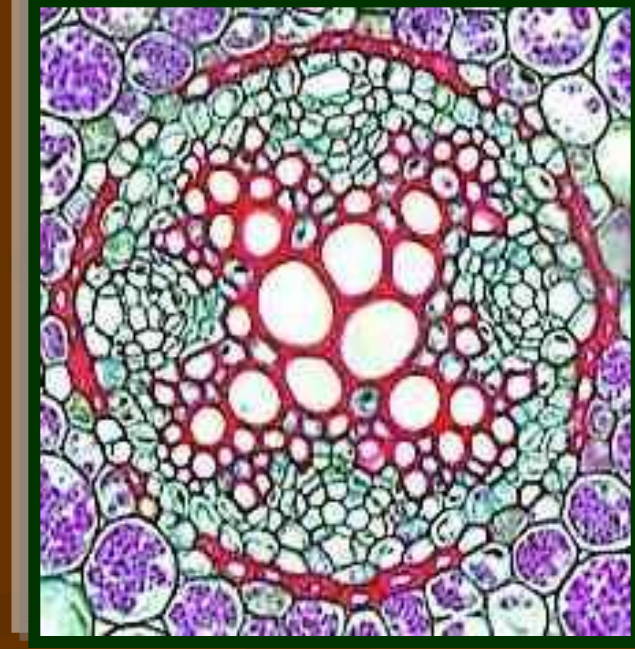
تتركب الحزمة الوعائية من كتلة لحاء + ذراع خشب، ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية من الحزم الوعائية تختلف من حيث وضع الخشب واللحاء بالنسبة لبعضهما البعض في الحزمة الوعائية وهذه الأنواع هي:

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

Prof. Ahmed Lotfy Wanas



جزء من الأسطوانة الوعائية في جذر من ذوات
الفلقة الواحدة



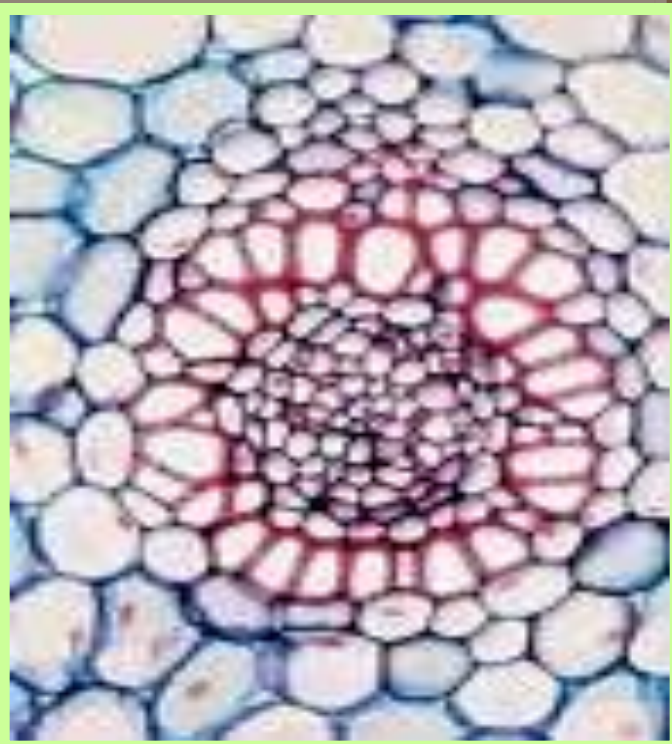
الأسطوانة الوعائية في جذر من ذوات الفلقتين

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

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

Prof. Ahmed Lotty Wanas

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



حزم مركزية اللحاء Amphivasal



حزم مركزية الخشب Amhicribal

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

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

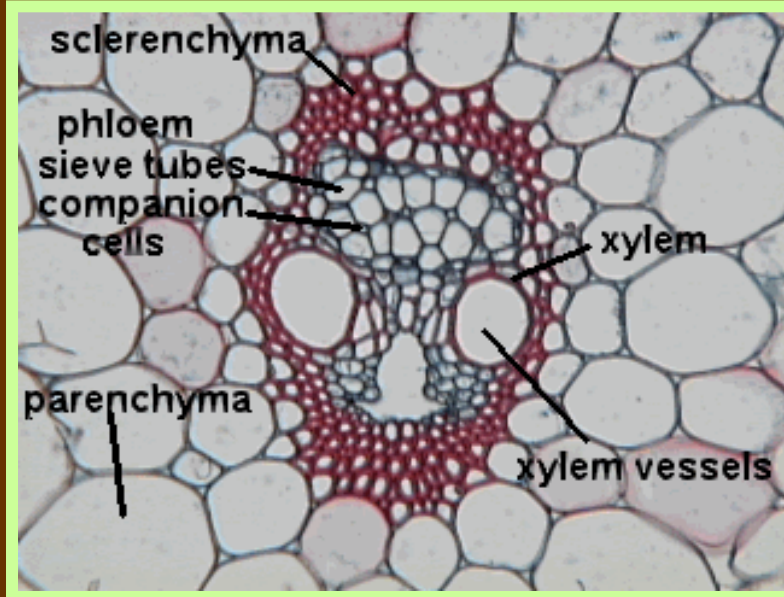
ب- حزم جانبية مقفولة Closed collateral bundles: وفيها لا يوجد نسيج كامبيوم حزمي يفصل بين الخشب واللحاء كما في سيقان النباتات ذات الفلقة الواحدة.

ج- حزم وعائية ذات جانبين (ذات لحائنين) Bicollateral bundles: وفيها يوجد الخشب بين لحائنين أحدهما خارجي وقد يفصله عن الخشب كامبيوم حزمي والأخر داخلي ولا يفصله عن الخشب كامبيوم وتشاهد هذه الحزم في سيقان القرع واللوف وبعض نباتات العائلة القرعية والبادنجانية.

Prof. Ahmed Lotfy Wanas



حزم وعائية ذات جانبين



حزم جانبية مقفولة



حزم جانبية مفتوحة