الانسجة الوعائية او الناقلة Vascular or conducting tissues:

هي تلك الانسجة المعقدة المتخصصة لنقل الماء والمذابات (العضوية ولاعضوية) على مسافات طويلة داخل النبات وتشمل نسيجي الخشب xylem (الناقل للماء والاملاح) واللحاء phloem (النسيج الناقل للغذاء) اللذان يشكلان نظاما وعائيا مستمرا في جميع اجزاء النبات ويعرف بالنظام النسيجي الوعائي vascular tissue system. تقسم الانسجة الوعائية على اساس تكشفي الى.

1- **انسجة وعائية ابتدائية Primary vascular tissues:** ويقصد بالانسجة الوعائية الابتدائية هي تلك الانسجة التي تتميز خلال تكوين جسم النبات الابتدائي (جسم اصله من الجنين) واصلها من مرستيم جنيني يعرف بالكامبيوم الاولي procambium.
2- **انسجة وعائية ثانوية Secondary vascular tissues:** تتكون خلال مرحلة النمو الثانوي اي خلال تكوين جسم النبات الثانوي واصلها من مرستيم ثانوي هو الكامبيوم الوعائي Vascular cambium. تعرف النباتات الحاوية على الانسجة الوعائية بالنباتات الوعائية Vascular plants التي تعد نباتات راقية قياسا بالنباتات الخالية من الانسجة الوعائية والتي توصف بانها بدائية.

نسيج الخشب Xylem :

هو النسيج الناقل للماء والمغذيات الذائبة فيه من الجذور الى بقية اجزاء النبات، على ان الماء المنقول بهذا النسيج يعوض الماء المفقود بالتبخر عن طريق الثغور اضافة الى وظيفة التدعيم، اذ لا يبقى الخشب ناقلاً طوال الحياة في النبات وبمرور الوقت من عمر النبات يفقد وظيفة النقل ويتحول الى عنصر تدعيم اضافة الى وجود عناصر ميكانيكية كالالياف ضمن خلاياه. يوجد نوعان من نسيج الخشب هما الخشب الابتدائي Primary xylem والخشب الثانوي Secondary xylem وينشا الخشب الابتدائي من الكامبيوم الاولي خلال مرحلة النمو الابتدائي ويطلق مصطلح خشب اول Protoxylem على اول خشب ابتدائي يكونه هذا المرستيم ، اما الخشب الابتدائي الذي يعقب ويحل محل الخشب الاول فيعرف بالخشب التالي metaxylem . اما الخشب الثانوي (يسمى عادة بالخشب wood) فينشا من الكامبيوم الوعائي.

وتحصل هذه الظاهرة بصورة خاصة في السيقان الفتية أما في الجذور فلا يتمزق الخشب الأول **Protoxylem** في الغالب لكونه لا ينضج بصورة كاملة الّا بعد انتهاء مرحلة التمدد السريع في الجذر، أما الخشب التالي **Metaxylem** فيبقى عادة محتفظا بكيانه التركيبي ومؤديًا لوظيفة النقل لفترة أطول في معظم الأعضاء النباتية، وفي النباتات التي لا تعاني تغلظًا ثانويًا يبقى الخشب التالي هو الجزء الوحيد الذي يؤدي وظيفة نقل الماء والاملاح المعدنية طيلة حياة النبات، ويخلو الخشب الأول عادة من الألياف بينما قد يحتوى الخشب التالي على بعض الالياف. يتالف نسيج الخشب من عناصر ناقلة تدعى العناصر الناقلة Conducting elements متمثلة **بالاوعية Vessels والقصيبات Tracheid والياف Fibers وخلايا برانكيمية Parenchyma tissue.**

Protoxylem	Metaxylem
1- يتكون في الفترة التي لا زال النبات في حالة تمدد ونمو طولي	1- يتكون ويتم تمييزه بعد اكتمال استطالة العضو النباتي
2- قد تتمزق بعض عناصر الخشب الاول لفشلها في مواكبة النمو الطولي للنبات	2- لا يحدث ذلك
3- لا يتمزق في الجذور لكونه لا ينضج الا بعد اكتمال النمو الطولي	3- كذلك
4- يخلو الخشب الاول من الالياف عادة	4- الالياف موجودة
5- يسود التغلظ الحلقي والحلزوني في عناصره الناقلة والتي لا تستطيع مقاومة الشد الناتج عن التمدد السريع للعضو النباتي	5- التغلظ حلزوني وسلمي وشبكي ومنقر وهذا يمثل التسلسل التطوري لهذه التغلظات
6- العناصر القصبية ضيقة نسبيا وقليلة العدد	6- العناصر القصبية واسعة وكثيرة

العناصر الناقلة في الخشب الثانوي (الاوعية والقصيبات):

تشمل العناصر الناقلة في نسيج الخشب كل من القصيبات والاوعية ويطلق عليها مصطلح (عناصر قصيبية) التي توصف بانها عناصر عالية التخصص ومعنية بنقل الماء والاملاح الذائبة به وانها عناصر طويلة ميتة عند النضج وذات جدران ثانوية ملكننة تظهر انواعا مختلفة من النقر. وتختلف القصيبات عن الاوعية بان القصيبات خلايا غير مثقبة في حين تتركب الاوعية من وحدات تعرف كل منها بوحدة الوعاء vessel member. متراكبة الواحدة فوق الاخرى اي متصلة عند جدرانها النهائية بشكل انبوب وتظهر وحدة الوعاء ثقبا واحدا او اكثر عند كل نهاية فضلا عن ان وحدات الاوعية قد تظهر احيانا وجود الثقوب على جدرانها الجانبية، وتبعا لهذا الوصف فان نقل الماء من قصيبة الى اخرى يتم من خلال النقر في حين يتم النقل بالاوعية من خلال الثقوب.

يطلق على الجزء المثقب من جدران وحدة الوعاء مصطلح الصفيحة المثقبة perforation plate التي قد تكون بسيطة (اي بثقب واحد) او مركبة (اي متعددة الثقوب) اي تظم اكثر من ثقب واحد. تظهر جدران القصيبات والاوعية كل من النقر البسيطة والنقر المضفوفة .

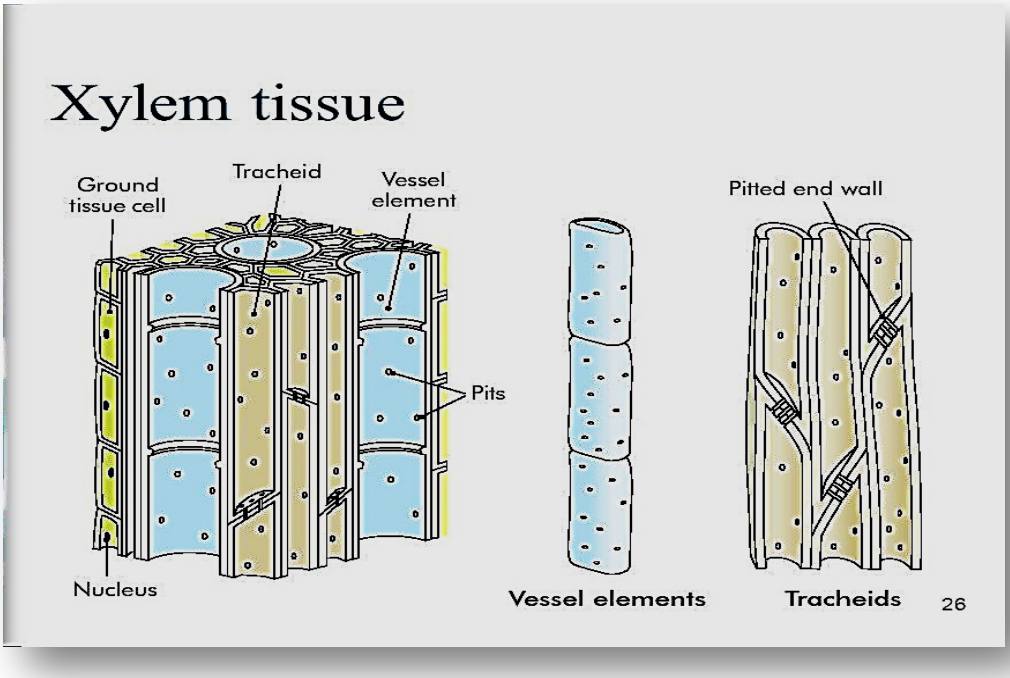
وتبع ذلك توصف النباتات الخالية من الاوعية (اي حاوية على قصيبات فقط) مثل نباتات عارية البذور بانها اقل رقيا من الناحية التطورية من تلك الحاوية على الاوعية مثل (نباتات مغطاة البذور)، ان الغالبية العظمى من عاريات البذور والنباتات الوعائية الواطئة فأن العناصر الناقلة في الخشب فيها مقتصرة على القصيبات عادةً ولا وجود للأوعية في خشبها، ولكن يشذ عن ذلك بعض المجاميع الراقية جداً من عاريات البذور كما في رتبة النيتلات Gnetales اذ توجد في خشبها الأوعية. وتعزى سيادة النباتات الزهرية (او مغطاة البذور) الى كفاءتها العالية في نقل الماء عبر ثقوب الاوعية، ويعتبر وجود الاوعية في الخشب صفة مميزة للنباتات مغطات البذور، ولكن هنالك

حالات نادرة جداً في النباتات الوعائية الواطئة كما في نبات تريديوم Pteridium وهو من النباتات السرخسية الذي يحوي الخشب فيها على الاوعية.

توصف القصيبات ايضا بانها خلايا طويلة ونحيفة (تجويفها ضيق) وذات نهايات مستدقة ومتداخلة بين القصيبات المتجاورة وتتم حركة الماء من قصيبة الى اخرى عبر النقر المضفوفة.

اما وحدات الاوعية فتوصف الواحدة منها في كثير من النباتات بانها برميلية الشكل واقصر واعرض من القصيبات وتتصل الواحدة بالاخرى عند الجدران النهائية التي قد تكون ذائبة كليا (كما في الصفيحة المثقبة البسيطة) او جزئيا (كما في الصفيحة المثقبة المركبة) وبذلك يتشكل تركيب انبوبي طويل يتحرك فيه الماء نحو الاعلى بصورة اسرع مما في القصيبات.

وبالنظر للتشابه الوظيفي للقصيبات والاوعية فأنهُ يطلق على التركيبين معاً مصطلح العناصر القصيبية أو (العناصر الناقلة للخشب) Tracheary elements.



اهم الفروقات بين القصيبات والاوعية:

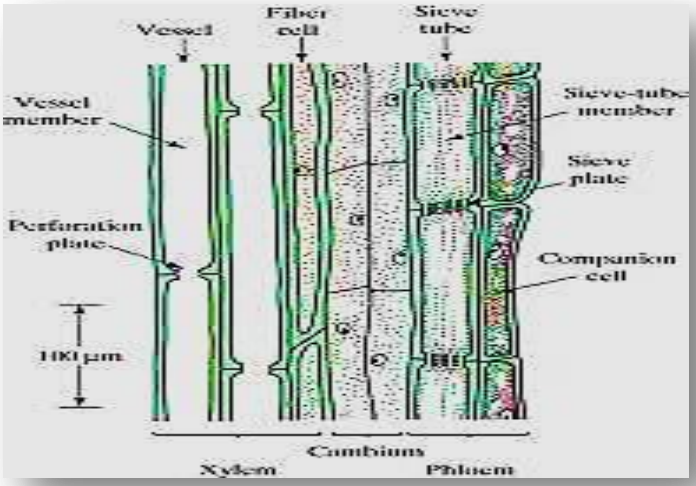
القصيبات tracheids	الاوعية vessels
1) تمثل كل قصيبة خلية مستقلة ذات نهاية مسدودة	1) تمثل تركيب انبوبي متعدد الخلايا يطلق على كل خلية وحدة وعائية
2) لا تحتوي على الصفائح المثقبة	2) تكون الجدران النهائية المستعرضة لوحدات الوعاء مثقبة او ذائبة بصورة كمية

3) يتم انتقال المواد من قصيبة الى اخرى عن طريق النقر الموجودة في الجدران الفاصلة بينهما	3) يتم انتقال المواد عبر الصفائح المثقبة في الوعاء الواحد او من خلال النقر بين وعاء واخر
4) تمثل العنصر الناقل الوحيد في خشب عاريات البذور والنباتات الواطئة	4) يمثل عناصر النقل في مغطاة البذور والنباتات الراقية
5) تعتبر اقل رقيا من الاوعية	5) تعتبر اقل رقيا من القصيبات

الالياف في الخشب الثانوي: Xylem fibers

توصف الياف الخشب بانها خلايا طويلة ذات جدران ثانوية ملكننة، ان جدران الالياف اكثر سمكا من جدران القصيبات في الخشب نفسة، هنالك ثلاث أنواع من الياف الخشب هي:

- **الالياف القصيبية Fiber tracheid:** تتميز بكونها اقل طولاً وأرق جدراناً مقارنة بالألياف العادية لنفس الخشب كما انها ذات نقر مضفوفة من نوع خاص. حيث ان الاضافات الثانوية تستمر فوق ضفاف النقر فتكون بذلك قناة ذات فتحتين.
تتميز القصيبات الليفية عن القيبات الأعتيادية بكون الاولى أكثر طولاً واسمك جدراناً كما ان ردهات النقر المضفوفة فيها تكون مختزلة نسبياً مقارنةً مع نظيراتها في القصيبات وفي بعض القصيبات الليفية قد تبقى البروتوبلاست حية لفترة من الزمن بعد نضج الجدار الثانوي وقد تصل سنوات كما في العنب. توجد هذه الالياف في كثير من النباتات وخاصةً نباتات ذوات الفلقتين.
- **الالياف العادية (المستدقة) Common fibers:** قد تنقسم بجدران مستعرضة فتتكون سلسلة من الخلايا ضمن جدار خلية الام (للقصيبات الليفية) ويطلق على هذا النوع من الألياف مصطلح الألياف المقسمة أو (المحجزة) Septate fibers. وبالنظر للطبيعة الحية للألياف المقسمة فأنها تقوم بوظيفة الخزن اضافة الى وظيفتها الرئيسة هي التدعيم.
- **الألياف الجيلاتينية Gelatinous fibers:** تتميز بجدرانها الثانوية التي ينعدم فيها اللكنين أو الحاوية على كميات قليلة من هذه المادة، بينما تزداد في جدرانها نسبة السليلوز. وسميت هذه الألياف بهذا الاسم لكونها ذات مظهر جيلاتيني، وهي موجودة في الخشب الفعال لبعض نباتات ذوات الفلقتين.

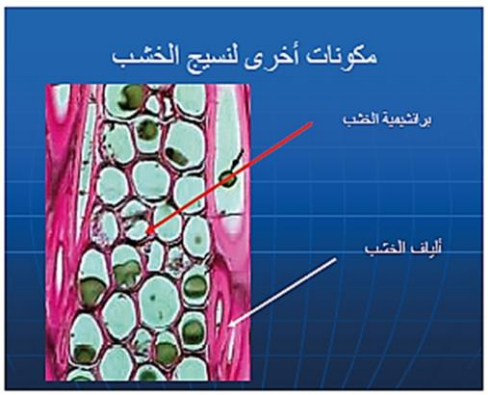


القصيبات Tracheids	الالياف Fibres
1- الجدران اقل تلكننا مما في الالياف	1- الجدران اكثر تلكننا مما في القصيبات
2- النقر المضفوفة موجودة	2- النقر المضفوفة مفقودة
3- فراغ الخلية واسع	3- فراغ الخلية صغير
4- النقر واسعة	4- النقر مختزلة الحجم
القصيبات الليفية Fibre tracheids	القصيبات tracheids
1- اكثر طولا	1- اقل طولا
2- اسمك جدراناً	2- ارق جدرانا
3- ردهات النقر المضفوفة مختزلة	3- ردهات النقر واسعة
4- قد يبقى البروتوبلاست حيا بعد نضج الجدار الثانوي	4- يموت

برنكيما الخشب الثانوي Xylem Parenchyma:

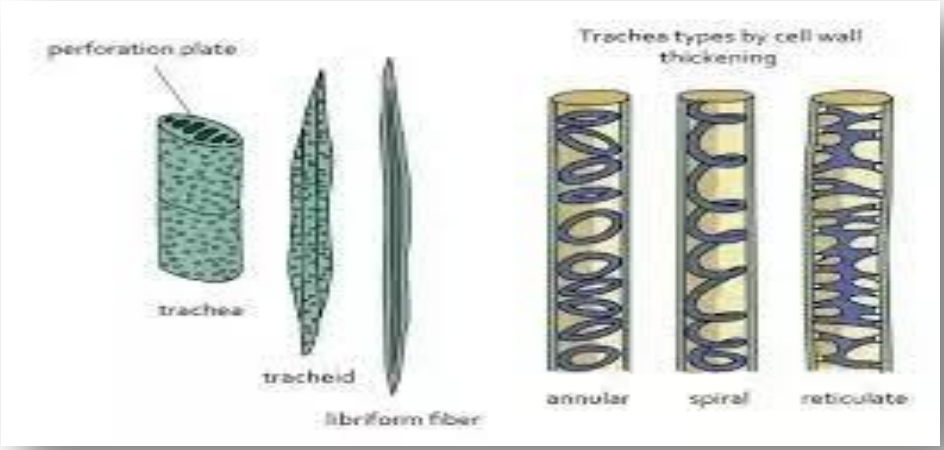
الخلايا البرنكيمية مقترنة بنسيج الخشب وظيفتها الرئيسة الخزن (خزن الماء والنشأ والزيوت) كما ان المواد الدباغية والبلورات تعتبر من المحتويات المألوفة في برنكيما الخشب، وتقوم بوظيفة النقل لمسافات قصيرة بالأتجاه الشعاعي.

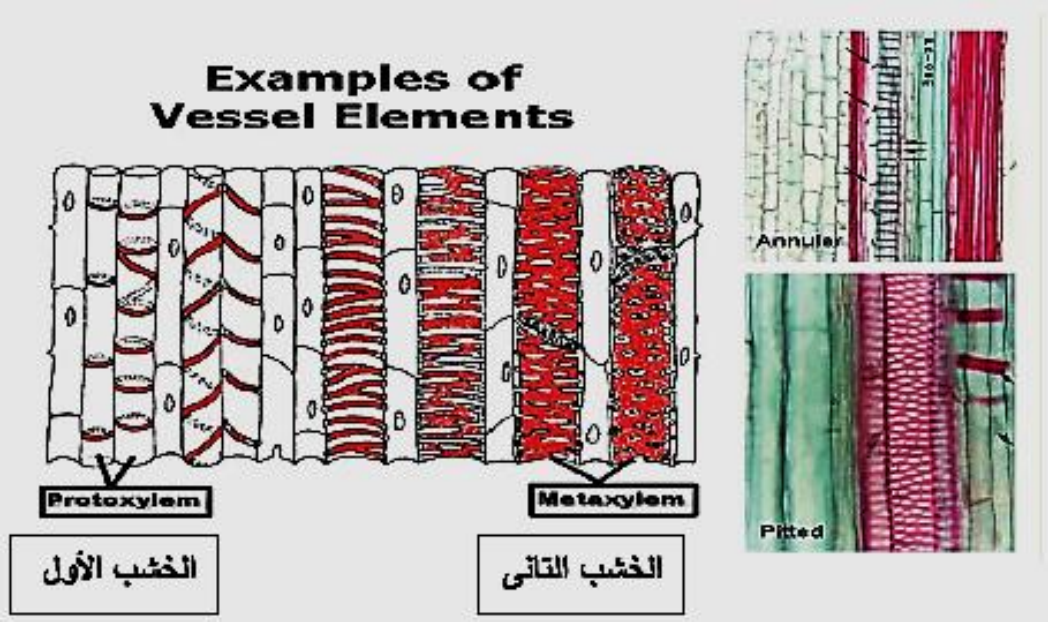
تتوزع البرنكيما في الخشب الثانوي على نظامين المحوري (تعرف بالبرنكيما المحورية) والشعاعي (تعر ف بالبرنكيما الشعاعية)، وقد تتصلب جدارن بعض الخلايا البرنكيمية لتتحول الاخيرة الى سكلريدات (مثال على مفهوم اعادة التميز Redifferentiation) . تنشا البرنكيما المحورية من الاصول المغزلية للكامبيوم اما البرنكيما الشعاعية فتنشا من الاصول الشعاعية للكامبيوم.



التثخنات الثانوية للجدران في الخشب الابتدائي:

تظهر تثخنات الجدار الثانوي بشكل سلسلة نشوئية تطورية متعاقبة تشير الى الزيادة في مساحة الجدار الابتدائي المغطاة بالجدار الثانوي، اذ تكون اضافات مواد الجدار الثانوي على الجدار الابتدائي بشكل حلقات في حال العناصر القصيبية المبكرة وتعرف هذه الاضافات بالتثخنات الحلقية annular التي تكون غير متصلة ببعضها، اما العناصر القصيبية المتكونة لاحقا فتظهر التثخنات الحلزونية spiral والتي تليها العناصر ذات التثخنات السلمية scalariform. ثم العناصر ذات التثخنات الشبكية reticulate واخيرا العناصر المنقرة pitted .





التغلظ الثانوي غير العادي في سيقان ذوات الفلقتين.
. Anomalous secondary growth in dicot stems
عندما يكون التغلظ الثانوي غير اعتيادي يسمى بالتغلظ الشاذ anomalous secondary thickening ويعود سبب ذلك الى:

1. **يكون الكامبيوم الاصلى غير عادي او يتوقف لتحل محله طبقة كامبيومية ثانوية اخرى غير عادية في توزيعها وترتيبها.**

بعض حالات النمو الشاذ : (عدم انتظام نشاط الكامبيوم).

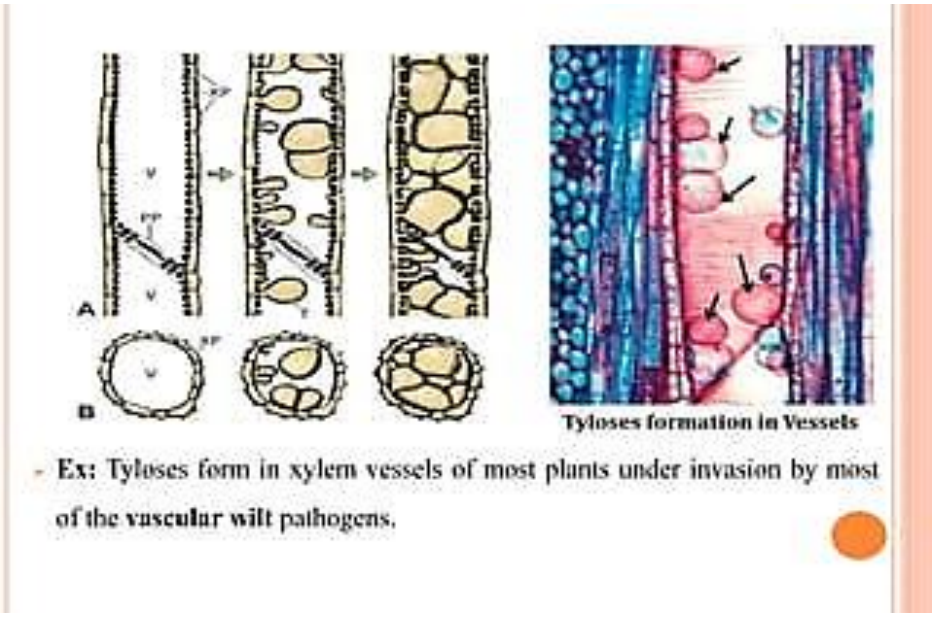
2. ***تنقسم خلايا الكمبيوم انقسامات غير متجانسه اي منطقة تكون خشب اكثر ومنطقة تكون لحاء اكثر كما في Bignonia.***
3. **في نبات خف الجمل تلاحظ ان الكمبيوم ينشط في اماكن معينة ويقل في مناطق اخرى.**
4. **نبات الزراوند بعض اجزاء الكمبيوم تكون برنكيما شعاعية وعند ماتزداد دائرة الكامبيوم تتكون مناطق جديدة تعطي خلايا بارنكيمية مما يؤدي الى تكون اسطوانة وعائية ملتوية ومتعرجه.**

التغلظ غير العادي في الجذور
مثال الشوندر حيث تتكون اشرطة كمبيومية في منطقة الدائرة المحيطية تضيف خشب للداخل ولحاء للخارج وخلايا برنكيمية على الجانبين ثم بعد ذلك تتوقف وتتكون اخرى وهكذا.

التايلوزات Tyloses :

عبارة عن اجسام مثانية الشكل تظهر في داخل الاوعية والقصيبات في الخشب الابتدائي والثانوي الا انها اكثر شيوعاً في الخشب الثانوي لاسيما في مغطاة البذور.

تتكون من انتفاخ جدران أو نموات خارجية من خلايا برنكيما الخشب او برنكيما شعاعية مجاورة لوعاء أو القصيبة من خلال النقرة الى فراغ ذلك الوعاء او تلك القصيبة تسمى بالتايلوزات tyloses (مفردها tylose او tylosis) ، ويحصل بصورة طبيعية عندما يصبح الخشب خاملاً او عند اصابتهُ بضرر وقد يدخل الى التايلوزة جزء من بروتوبلاست ونواة الخلية البارنكيمية، وقد تكون التايلوزة كبيرة لتسد القصيبة أو صغيرة. وتنمو التايلوزات عبر الازواج النقرية التي تربط الخلايا البارنكيمية مع العناصر القصبية وقد تكون كثيرة فتسد الانبوب تماما. وقد تتضخم الخلايا الطلائية المحيطة بالقنوات الراتنجية وتسمى هذه اشباه التيلوزات Tylosoids.



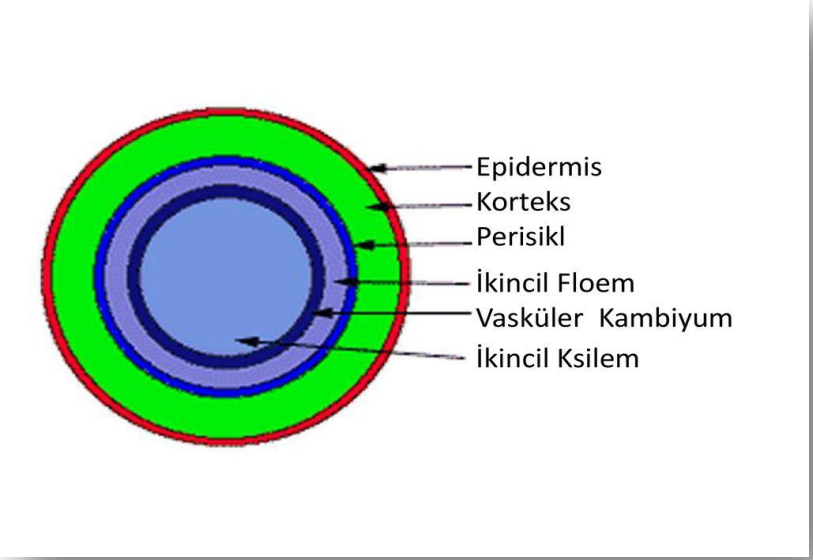
الكامبيوم الوعائي Vascular cambium :

عبر الزمن التطوري طورت النباتات لنفسها نظاما دعاميا ووقائيا يزيد من فرصها في استلام الضوء عن طريق تمكينها من بلوغ ارتفاعات اعلى من النباتات المجاورة ويتضمن هذا النظام تكوين اثنين من المرستيمات الجانبية هما الكامبيوم الوعائي والكامبيوم الفليني اللذان ينتج عن نشاطيها زيادة في سمك العضو النباتي وذلك بعملية تعرف **بالنمو الثانوي**.

يتالف الكامبيوم الوعائي من نوعين من الخلايا هما الاصول الشعاعية ray initial والاصول المغزلية fusiform initials . وتتصف الاصول الشعاعية بانها خلايا صغيرة متساوية الابعاد وتنتظم بصورة عمودية على محور الساق وينتج عن نشاطها تكوين خلايا سكلرنكيمية او اشعة برنكيمية وظيفتها تنقل الماء والمذابات قطريا.

اما الاصول المغزلية فهي خلايا موشورية الشكل وبنهايات مستدقة وتنتظم بصورة موازية لمحور الساق وينتج عن نشاطها تكوين الخشب واللحاء الثانويين وتقوم العناصر الناقلة في هذين النسيجين بنقل الماء والمذابات طوليا.

ينتج الكامبيوم الوعائي كمية من نسيج الخشب تفوق بمرات عدة (4 – 10 مرة) من كمية اللحاء. وفيما يخص نشاط (الكامبيوم الوعائي فقد لوحظ ان الكامبيوم الوعائي يكون غير فعال في فصلي الخريف والشتاء وتكون جدران خلاياه بجدارنها السميكة، اما في فصل الربيع فان الكامبيوم الوعائي سيعاود فعاليته بتخفيف سمك جدران خلاياه وتحفزها على الانقسام.



حلقات النمو او الحلقات السنوية Growth ring or annual ring :

يتكون الخشب الثانوي في النباتات الخشبية من الكامبيوم الوعائي خلال الايام الرطبة من بداية فصل الربيع (موسم النمو) ويعرف هذا الخشب بخشب الربيع spring wood

او الخشب المبكر early wood الذي يمتاز بعناصره الكبيرة رقيقة الجدران. ويتكون في الايام الجافة من نهاية الموسم (فصل الصيف) نوع اخر من الخشب يعرف بخشب الصيف summer wood او الخشب المتاخر late wood الذي يمتاز بعناصره الصغيرة ذات الجدران السميكة.

ويطلق مصطلح حلقة نمو او حلقة سنوية على طبقتي خشب الربيع وخشب الصيف معا. وبتكوين كل حلقة من هذه الحلقات يزداد قطر الشجرة.

تنتج نباتات المناطق المعتدلة (التي تمتاز بوجود الفصول الاربعة) حلقة نمو واحدة كل سنة ومن هنا جاءت تسمية الحلقات السنوية annual rings اما في المناطق الاستوائية (التي لا تظهر الفصول الاربعة) فان النباتات لا تظهر حلقات النمو، في حين تظهر نباتات المناطق الجرداء وشبه الجرداء اكثر من حلقة نمو واحدة في السنة بسبب استمرار الامطار.

تظهر حلقات النمو في المقطع المستعرض بشكل دوائر مشتركة المركز يتراوح عرضها بين 1 – 10 ملم وبسبب المناخ الذي يؤثر وبقوة في تكوين حلقات النمو فان المقطع المستعرض للخشب يمثل مفكرة للتاريخ المناخي للمنطقة المعينة وبواسطته يمكن التعرف على سنوات الجفاف التي مرت بها منطقة ما.

توجد انواع عدة من الخشب، ويمكن تقسيم الخشب على اساس نوع النبات الذي ينتجه الى خشب طري soft wood وخشب صلب hard wood ، كما يمكن تقسيم الخشب على اساس الموقع والوظيفة الى خشب رخو sap wood. وخشب صميمي heart wood .

يوصف الخشب الرخو انه خشب النباتات البذرية اللازهرية (مثل الصنوبر) الذي يمتاز بتجانسه النسبي اذ يخلو من الاوعية vessels ويتالف في معظمه (90%) من القصيبات.

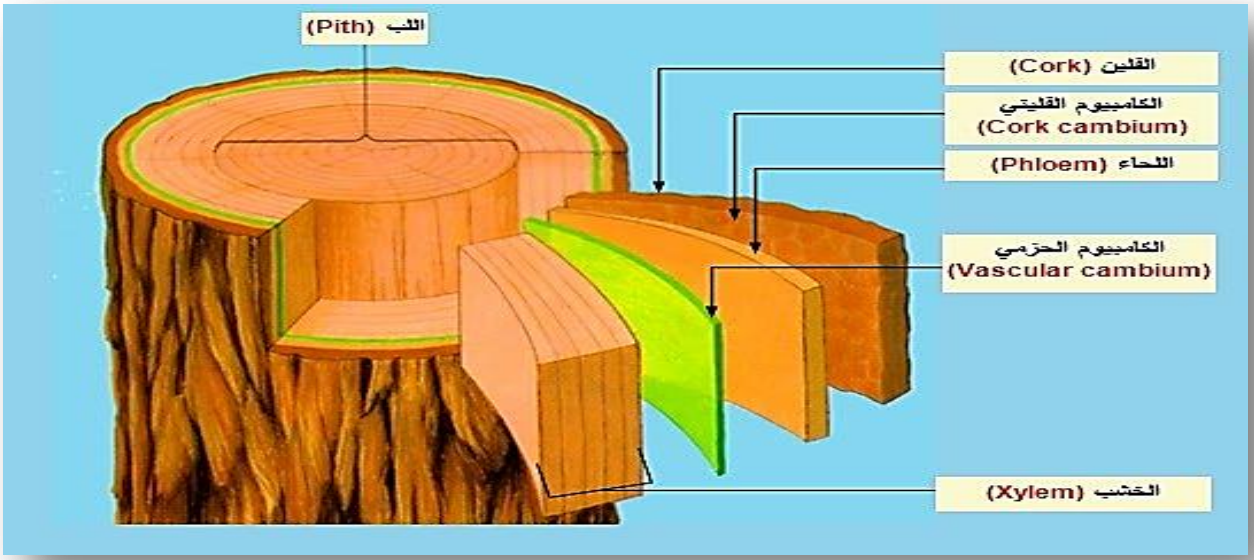
اما الخشب الصلب فيه خشب ذوات الفلقتين النامية في المناطق المعتدلة والاستوائية وهو يختلف عن الخشب الطري(مؤلف من قصيبات وبرنكيما شعاعية) باحتوائه على اوعية وقصيبات والياف وهو اقوى واصلب من الخشب الطري بسبب وجود الالياف.

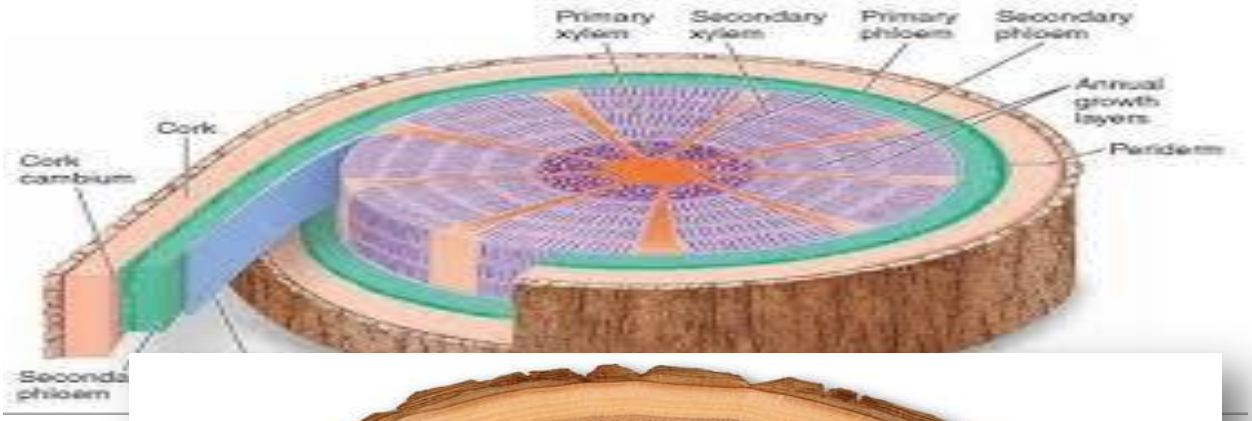
تتمثل العناصر الناقلة في الخشب الصلب بالاوعية والقصيبات ويمكن ملاحظة الاوعية في العين المجردة ويسميها المشتغلون بالأخشاب ثقوب pores يطلق مصطلح خشب حلقي المسام ring porous wood ، عندما يضم الخشب المبكر اوعية واسعة كبيرة في حين يضم الخشب المتاخر اوعية ضيقة وبذلك تسيل عملية التمييز بين حلقات النمو.

اما في معظم نباتات الاشجار فان الخشب الصلب لا يظهر تمايزا واضحا في احجام الثقوب اي تتوزع الاوعية بصورة منتظمة (متساوية الاقطار تقريبا) في حلقة النمو (اي في الخشب المبكر والخشب المتاخر) وفي هذه الحالة يوصف الخشب بانه منتشر المسام diffuse porous wood

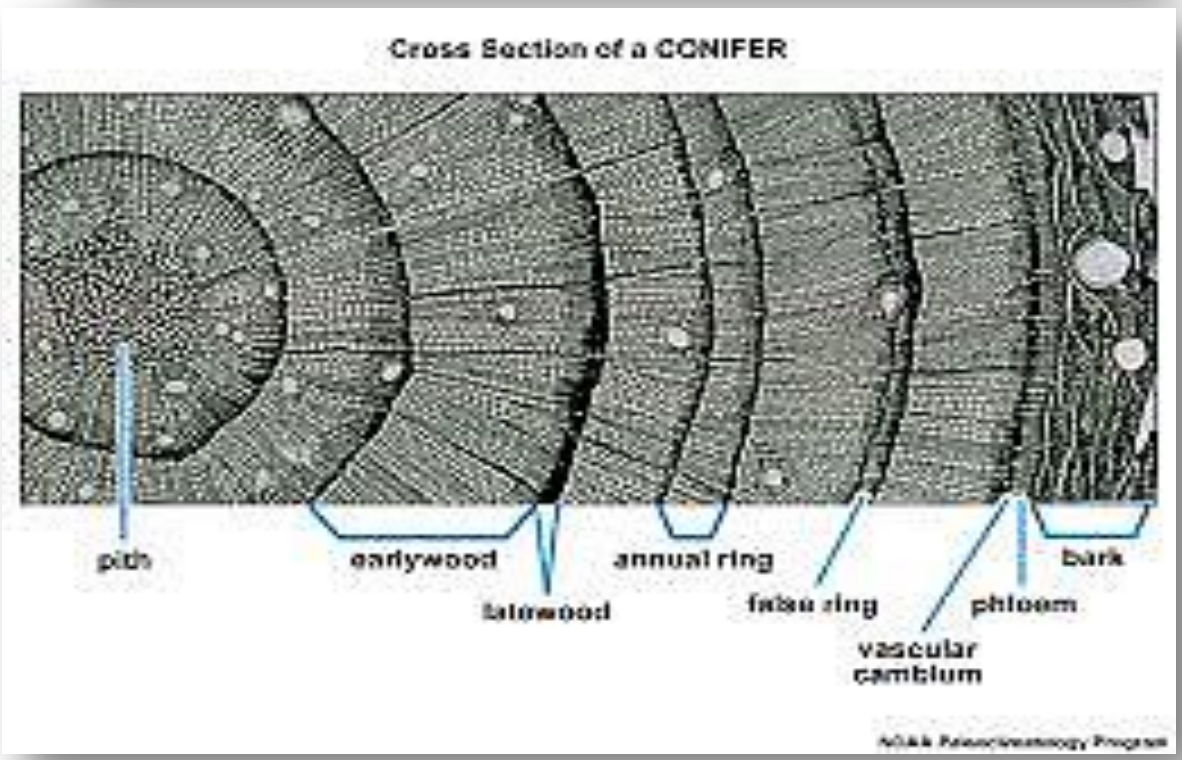
وتجدر الاشارة الى ان خشب عاريات البذور هو خشب غير مسامي non porous wood لخلوه من الاوعية.

وتظهر نباتات ذوات الفلقتين ما يسمى بالتايلوزاتُ tyloses وتظهر عندما تقع الخلايا البرنكيمية بجوار الاوعية وبشكل ذلك امتدادات خارجية ترسلها الخلايا البرنكيمية الى داخل تجاويف الاوعية غير الفعالة عبر النقر وغالبا ما تهاجر النواة وجزء من السايتوبلازم من الخلية البرنكيمية الى هذه الامتدادات . وتخزن التايلوازت مواد غير حية وقد تكون جدران ثانوية فضلا عن كونها قد تتحول الى سكلريدات . ان تكوين التايلوازت يؤدي الى غلق تجاويف الاوعية وهو ما يقلل من نضوحية الخشب الواقع تحت الجروح كما قد تتكون التايلوازت نتيجة الاصابة ببعض الممرضات.




Primary xylem
Secondary xylem
Primary phloem
Secondary phloem
Annual growth layers
Periderm
Cork
Cork cambium

الخشب الصميمي
اللحاء
الخشب المحيطي


Cross Section of a CONIFER
pith
earlywood
latewood
annual ring
false ring
vascular cambium
phloem
bark

تشريح نسيج الخشب الابتدائي والثانوي

ويُشتق نسيج الخشب الأساسي من النسيج الإنشائي الأساسي أي البروكامبيوم، كما إنّه من نوعين وهما البروتوكسيلم والميتاكسيليم، ويتطور البروتوكسيلم أولاً ثم الميتاكسيليم، ويُشتق نسيج الخشب الثانوي من النسيج الإنشائي الجانبي أي الكامبيوم الوعائي أثناء النمو الثانوي على سبيل المثال في جذع الثنائي الفلقة أثناء النمو الثانوي.

1- أنواع نسيج الخشب وفقًا لنشأته

يتميز الخشب تبعًا لنشوئه الى نوعين رئيسين هما:

1- الخشب الابتدائي.

2 -الخشب الثانوي.

يتميز الخشب الابتدائي بنشوئه من الكامبيوم الاولي وذلك خلال فترة النمو الابتدائي للأعضاء النباتية، بينما ينشأ الخشب الثانوي خلال فترة النمو الثانوي حيث تنشأ عناصره المختلفة من الكامبيوم الوعائي، ويتألف الخشب الابتدائي في سائر مغطاة البذور من نفس العناصر العامة للخشب وهي الأوعية والقصيبات والبرنكيميا والألياف، غير أنّ الألياف قد تكون معدومة وتكون العناصر المختلفة للخشب بما في ذلك البرنكيميا غير منسقة في كثير من الأحيان، خلافًا لما هي عليه الحال في الخشب الثانوي الذي تكون مكوناته أكثر تنسيقا.

وغالبًا ما لا تنتظم الخلايا البرنكيمية في الخشب الابتدائي يكون فيها العضو النباتي لا يزال في حالة تمدد أو نمو طولي، وخشب تال (Metaxylem) يتم تميزه من الكامبيوم الأولي في وقت متأخر، ولا يتم نضج عناصره بصورة كاملة الّا بعد اكتمال استطالة العضو النباتي، ويترتب على ذلك أنّ بعض عناصر الخشب الأول (وخاصة الملكننة منها) تفشل في مواكبة التعدد الحاصل في الانسجة المجاورة مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى تمزقها.

وتحصل هذه الظاهرة بصورة خاصة في السيقان الفتية أما في الجذور فلا يتمزق الخشب الأول في الغالب لكونه لا ينضج بصورة كاملة الّا بعد انتهاء مرحلة التمدد السريع في الجذر، أما الخشب التالي فيبقى عادة محتفظا بكيانه التركيبي ومؤديًا لوظيفة النقل لفترة أطول في معظم الأعضاء النباتية، وفي النباتات التي لا تعاني تغلظًا ثانويًا يبقى الخشب التالي هو الجزء الوحيد الذي يؤدي وظيفة نقل الماء والاملاح المعدنية طيلة حياة النبات، ويخلو الخشب الأول عادة من الألياف بينما قد يحتوى الخشب التالي على بعض الالياف.

من المميزات التي يختلف فيها الخشب الأول عن التالي طبيعة التغلظ الحاصل في عناصره الناقلة، حيث تسود في الأول العناصر ذات التغلظ الحلقي والحلزوني التي لا تقاوم كثيرًا قوة الشد الناتجة عن التعدد السريع للعضو النباتي، بينما تظهر العناصر الناقلة في الخشب التالي تغلظات من النوع

الحلزوني والسلمي والشبكي والمنقر، على التوالي وقد توجد هذه الأنواع المختلفة من العناصر الناقلة للخشب بأية نسبة كما قد يوجد نوع واحد منها أو أكثر.

مما تجدر الإشارة إليه أنّ أكثر من نوع واحد من التغلظ يمكن أن يلاحظ في نفس الوعاء أو القصيبة، كما أنّ تسلسل ظهور العناصر الناقلة في الخشب من الحلقي فالحلزوني فالسلمي فالشبكي ثم المنقر الذي يلاحظ في الفترات المتعاقبة من نمو الأعضاء النباتية، يمثل نفس التسلسل التطوري الذي عانته تلك العناصر خلال الأحقاب السالفة من نشوء النباتات الوعائية، وبعبارة أخرى التغلظ الحلقي يعتبر أبسط أنواع التغلظ وأكثرها بدائية بينما يمثل التغلظ المنقر أكثرها رقيًا من الناحية التطورية.