منشأ النسيج السكلرنكيمي :-

1- منشأ ابتدائي كالكامبيوم الاولي Procambium في حالة وجوده ضمن الانسجة الوعائية كالألياف في الخشب واللحاء
2- تحول خلايا بالغة كالخلايا البرنكيمية متمايزة تمايزا جزئيا الى خلايا اكثر تخصصا كالخلايا السكلرنكيمية عن طريق تلكنن جدران الخلايا البرنكيمية وتغلظ جدرانها ثم تموت الخلية وتدعى هذه العملية Redifferentiation كالسكلريدات .

تصنف الانسجة السكلرنكيمية تبعا لأشكالها الى :-

1- الالياف Fibers
2- السكلريدات Sclereids

الالياف Fibers :-

خلايا طويلة ونحيفة ذات نهايات مستدقة غير متفرعة تتداخل نهاياتها المستدقة مع بعضها فتكسب الاجزاء التي توجد فيها قوة ومتانة كما تتصف جدرانها بخاصية المطاطية او القابلية على التمدد elasticity مما يجعلها قادرة على استرجاع شكلها بعد مطها فهي عناصر ميكانيكية ملائمة للأعضاء المسنة . في المقطع المستعرض تبدو الالياف على شكل مضلع خماسي او سداسي في الغالب . غير ان شكلها يميل الى الاستدارة عندما تكون جدرانها سميكة جدا . تحتوي الالياف على نقر من النوع البسيط .

تقسم الالياف حسب مناطق وجودها الى

1- الياف الخشبية Xylem Fibers وتشمل
a- الالياف القصيبية Tracheid Fiber
b- الالياف عالية التخصص Libriform Fiber
c- الالياف الجيلاتينية Gelatinous Fiber
2- الياف خارج الخشب Extraxylary Fiber وتشمل
a- الياف اللحاء Phloem Fiber
b- الياف الدائرة المحيطية Pericycle Fiber
c- الياف القشرة Cortical Fiber
d- الياف تحت البشرة Hypodermal Fiber
e- الياف حول وعائية Perivascular Fiber
f- الياف قبعة الحزمة Bundle cup Fiber
g- الياف غمد الحزمة Bundle sheath Fiber

وتعتبر الالياف المقترنة باللحاء المصدر الرئيسي للألياف التجارية وتعزل عما يجاورها من انسجة اخرى بطريقة التعطين retting

من المواصفات الجيدة للألياف الصناعية هي

1- زيادة طول الليفة
2- امتلاكها لقوة شد عالية
3- انتظام سمكها
4- نحافتها ومرونتها

تصنف الالياف الصناعية الى :-

1- الالياف السطحية او القصيرة Surface or short Fiber: كألياف القطن وهي عبارة عن شعيرات البشرة لبذور القطن
2- الالياف الناعمة Soft Fiber : وتشمل الياف اللحاء Phloem Fiber والياف الدائرة المحيطية Pericycle Fiber والياف القشرة Cortex Fiber وتعتبر اهم الالياف المستعملة في الصناعة كما في الياف نبات الكتان , القنب والجوت .
3- الالياف الخشنة hard Fiber : وتشمل الياف غير نقية مع انسجة اخرى وتستعمل في صناعة الانسجة الخشنة كالحبال .

Plant Anatomy

السكلريدات Sclereides

انواع من خلايا متباينة الشكل وتتميز بوجود جدران ثانوية سميكة ملكننة وحاوية على نقر بسيطة وتحيط بفراغ يدعى تجويف الخلية Cell lumen . توجد السكلريدات في معظم الاعضاء النباتية كالسيقان والاوراق والجذور والثمار.

وتقسم السكلريدات حسب اشكالها الى الانواع التالية :-

1. **الخلايا القنوية او الحجرية Stone cell or Brachy Sclereids** :

وهي شبيهة الى حد كبير بالخلايا البرنكيمية غير انها تختلف عنها بجدرانها الثانوية السميكة الملكننة. وتتميز بأنها تميل الى الشكل المتساوي الابعاد وبوجود النقر المتشعبةRamiform pit تنشأ الخلايا الصخرية عن طريق تصلب Sclerification جدران الخلايا البرنكيمية وتكون جدران ثانوية ملكننة . توجد الخلايا الحجرية في نبات الكمثرى *Pyrus communis*

2. **السكلريدات العصوية او الكبيرة Macrosclereids** :

تتميز بشكلها الاسطواني الشبيه بالخلايا العمادية كما في الخلايا التي تشكل غلاف بذور نبات الفاصولياء *Phaseolus Vulgaris* والبازليا *Pisum sativum*

3. **السكريدات العظمية Bone shaped or Osteosclereids**

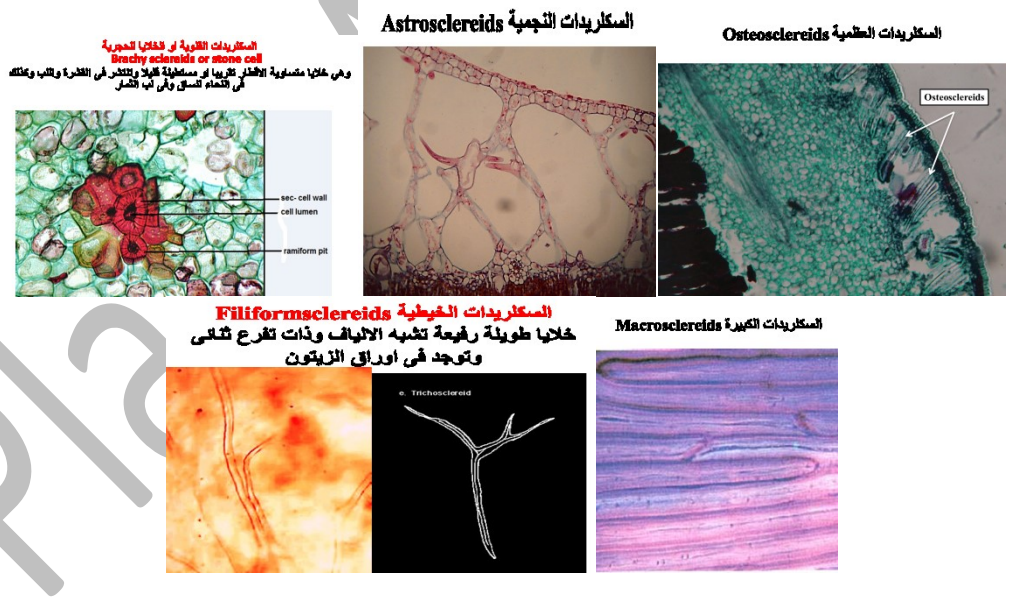
وهي تشبه السكلريدات العصوية غير انها تتميز باتساع نهاياتها مما يكسبها شكلا شبيها بالعظام . ومن الامثلة عليها تلك التي توجد في الطبقة الواقعة تحت البشرة في بذور نبات الفاصولياء والبزاليا وفول الصويا وفي ثمار نخيل التمر .

4. **السكلريدات الخيطية Trichosclereids or Filiforms**

وهي خلايا نحيفة وقد تكون متفرعة على شكل Y او L كتلك الموجودة في النسيج المتوسط لأوراق نبات الزيتون *Olea europeae*

5. **السكلريدات النجمية Astrosclereids or star shaped**

تتميز بكونها كثيرة التشعب وتوجد في اعناق واتصال الاوراق نبات زنبق الماء *Nymphaeae*



Plant anatomy

الانسجة الناقلة (Conducting (Vascular وتشمل

Xylem -a
Phloem -b

يعتبر نسيجي الخشب واللحاء انسجة معقدة توجد معا في الحزم الوعائية، تصنف النباتات على اساس وجود الحزم الوعائية الى نباتات وعائية Vascular plant ونباتات لا وعائية Non Vascular plant.

الخشب Xylem

نسيج معقد وظيفته الرئيسية نقل الماء والاملاح المعدنية الممتصة من التربة إضافة الى وظيفه التدعيم حيث لا يبقى الخشب ناقلا طوال الحياة في النبات فبمرور الوقت يفقد وظيفة النقل ويتحول الى عنصر تدعيم إضافة الى وجود عناصر ميكانيكية كالالياف ضمن خلاياه. يتركب نسيج الخشب في معظم مغطاة البذور من قصيبات Tracheid واوعية Vessels وتدعى العناصر الناقلة Conducting elements ويتركب كذلك من الالياف Fibers وخلايا برنكيمية Parenchyma tissue اما في عاريات البذور فيتركب من قصيبات وتعتبر العناصر الناقلة الوحيدة إضافة الى الالياف البرنكيمية.

1. القصيبات Tracheid

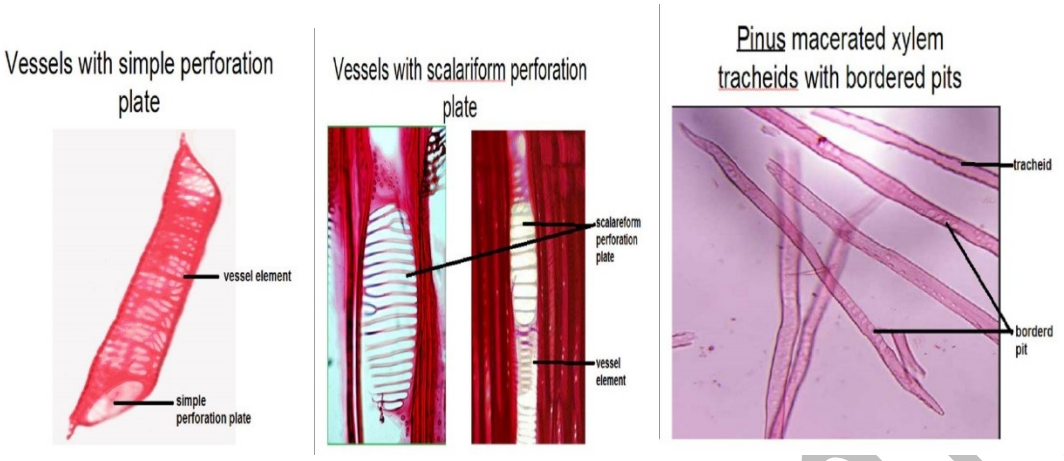
وهي خلايا ذات جدار ثانوي حاوي على النقر Pits وهي عنصر طويل مسدود النهاية ضيقة وليست مستدقة يتم انتقال الماء والمواد المذابة فيها من قصيبة الى اخرى عن طريق النقر الموجودة في الجدران الفاصلة بينها، تتغلظ جدران القصيبات بصورة مختلفة كالتغلظ الحلقي Annular والحلزوني Spiral والشبكي Reticular والسلمي Scalariform وكذلك النقري Pitted وتعتبر القصيبات العنصر الناقل الوحيد في نباتات عاريات البذور وبعض النباتات الواطئة.

2. **أوعية الخشب Vessels**

يمثل الوعاء تركيبا انبوبيا متعدد الخلايا يتكون من سلسلة من الخلايا متصلة مع بعضها البعض عند نهايتها كل خلية يطلق عليها وحدة الوعاء Vessel element وترتبط وحدات الوعاء مع بعضها عن طريق الجدران النهائية والتي تكون مثقبة Perforated او ذائبة بصورة كلية وتدعى هذه النهايات بالصفائح المثقبة Perforation Plates، تمر العصارة ضمن الوعاء الواحد من خلال هذه الثقوب بحرية بينما تنتقل من وعاء الى اخر عن طريق النقر الموجود في الجدران.

توصف الصفائح المثقبة بكونها بسيطة Simple perforation plate عندما تكون حاوية على ثقب واحد ومركبة Compound عندما يوجد بها اكثر من ثقب واحد وتبعا لأشكال الثقوب وطريقة تركيبها فأنها تصنف الى سلمية Scalariform أو شبكية Reticulate أو دائرية Foraminate . تتكون الثقوب خلال فترة نشوء الوعاء بفعل انزيمات يفرزها البروتوبلاست مما يؤدي الى اذابة الجدار الابتدائي والصفيحة الوسطى في المواقع من الجدار التي لم يضف عليها جدار ثانوي، يعتبر الوعاء صفة مميزة لنباتات مغطاة البذور اما عاريات البذور والنباتات الواطئة فلا وجود للاوعية في خشبها ويشذ عن ذلك بعض المجاميع الراقية من عاريات البذور كما في رتبة النيتلات Gnetales أو في نبات تريديوم *Pteridium*

Plant Anatomy



مقارنة بين القصيبات والاوعية

Tracheid	Vesseles
تمثل كل قصيبة خلية مستقلة ذات نهاية مسدودة	تمثل تركيب أنبوبي متعدد الخلايا يطلق على كل خلية وحدة وعائية
لا تحتوي على الصفائح المثقبة	تكون الجدران النهائية المستعرضة لوحدات الوعاء مثقبة او ذائبة بصورة كلية
يتم انتقال المواد من قصيبة الى اخرى عن طريق	يتم انتقال المواد عبر الصفائح المثقبة في النقر الموجودة في الجدران الفاصلة بينها الوعاء الواحد او من خلال النقر بين وعاء وآخر
تمثل القصيبة العنصر الناقل الوحيد في خشب عاريات البذور والنباتات الواطئة ولا يوجد في عاريات البذور	يمثل عناصر النقل في مغطاة البذور
تعتبر اقل رقيا من الاوعية	تعتبر اكثر رقيا من القصيبات

برنكيما الخشب Xylem parenchyma

خلايا برنكيمية مقترنة بنسيج الخشب وظيفتها الرئيسية هي الخزن وتقوم بعضها ايضا بالنقل لمسافات قصيرة خاصة بالاتجاه الشعاعي وتختلف طبيعة المواد المخزونة في الخلايا البرنكيمية للخشب فبلإضافة الى الماء قد تختزن الخلايا البرنكيمية النشا او الزيوت او غير ذلك من المواد الايضية كما ان المواد الدباغية tanniferous compound والبلورات تعتبر من المحتويات المألوفة في برنكيما الخشب.

يكون وجود الخلايا البرنكيمية بنسبة اوفر في الخشب الابتدائي منها في الخشب الثانوي كما انها تكون في الخشب الثانوي متواجدة بجموعات منسقة في نظامين هما:

- **المحوري (العمودي) Axial or vertical system**
- **النظام الشعاعي (الافقي) Radial or horizontal system**

Plant Anatomy

الخشب الثانوي Secondary xylem:

يتكون اساسا من نظامين هما:

1. المحوري (العمودي) Axial or vertical system : وتمتد عناصره بمحاذات المحور الرئيسي للعضو النباتي وتتكون عناصره من عناصر وعائية هي قصيبات واوعية بالإضافة الى الالياف والخلايا البرنكيمية الموازية لها. وتنتج البرنكيما المحورية عن اصول كمبيومية مغزلية
2. النظام الشعاعي (الافقي) Radial or horizontal system : وتمتد عناصره متعامدة مع عناصر النظام المحوري وتتكون عناصره من اشعة الخشب Xylem Ray والتي تتكون أساسا من خلايا برنكيمية وقد تشترك في هذا النظام عناصر ناقلة كما في الصنوبريات Conifers حيث توجد القصيبات الشعاعية فيها Ray tracheid تنتج البرنكيما الشعاعية عن الاصول الشعاعية التي تكون عادة قصيرة نسبيا

تقوم برنكيما الخشب بصفة عامة بخزن بعض المواد كالنشا والدهون والمواد الدباغية والبلورات وغير ذلك .

يتكون الخشب الابتدائي من نوعين هما الخشب الاولي والخشب التالي:

الخشب الاولى Protoxylem	الخشب التالى Metaxylem
يتم تميزه من الكامبيوم الاولي في الفترة التي لايزال فيها العضو النباتي في حالة تمدد	يتم تميزه من الكامبيوم الاولي في وقت متأخر ولا يتم نضجه الا بعد اكتمال تمدد العضو النباتي
لا يحتوي على الالياف	قد يحتوي على الالياف
ان عناصره الناقلة يسود فيها التغلظ الحلقي والحلزوني التي لا تقاوم كثيرا قوة الشد	تظهر عناصره الناقلة التغلظ من النوع الحلزوني والسلمي والشبكي ثم النقري
بعض عناصره تفشل في مواكبة التمدد	يبقى عادة محتفظا بكيانه التركيبي ومؤديا لوظيفته النقل لفترة اطول

مقارنة بين الخشب الابتدائي والثانوي

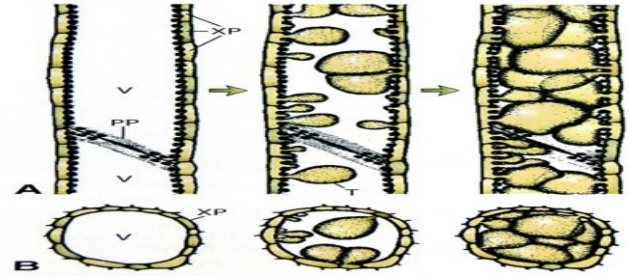
Primary Xylem الخشب الابتدائي	Secondary Xylem الخشب الثانوي
ينشأ من الكامبيوم الاولي Procambium خلال فترة النمو الابتدائي	ينشأ من الكامبيوم الوعائي خلال فترة النمو الثانوي
لا تنتظم الخلايا البرنكيمية في الخشب الابتدائي وفي حالة وجودها في هذا الشكل يطلق عليها الاشعة الكاذبة False Rays	تنتظم الخلايا البرنكيمية في الخشب الثانوي على هيئة اشعة منتظمة ويطلق عليها الاشعة الحقيقية Xylem Ray
تتميز الى خشب اول Protoxylem وخشب تالي Metaxylem	لا يمكن تميزه الى خشب اولي وتالي
قد يخلو من الألياف و ان تواجدت فتوجد في نظام واحد باتجاه المحور الطولي	الألياف تعتبر من المكونات الرئيسية و توجد في نظامين طولي ومستعرض Axial and Radial

<u>التايلوسات Tyloses</u>

عبارة عن اجسام مثانية الشكل تظهر في داخل الاوعية والقصيبات في الخشب الابتدائي والثانوي الا انها اكثر شيوعا في الخشب الثانوي لاسيما في مغطاة البذور . تتكون التيلوزات من انتفاخ جدران خلايا برنكيما الخشب او برنكيما شعاعية مجاورة لوعاء او لقصيبة من خلال النقرة الى فراغ ذلك الوعاء او تلك القصيبة . ويحدث بصورة طبيعية عندما يصبح الخشب خاملا او عند اصابته

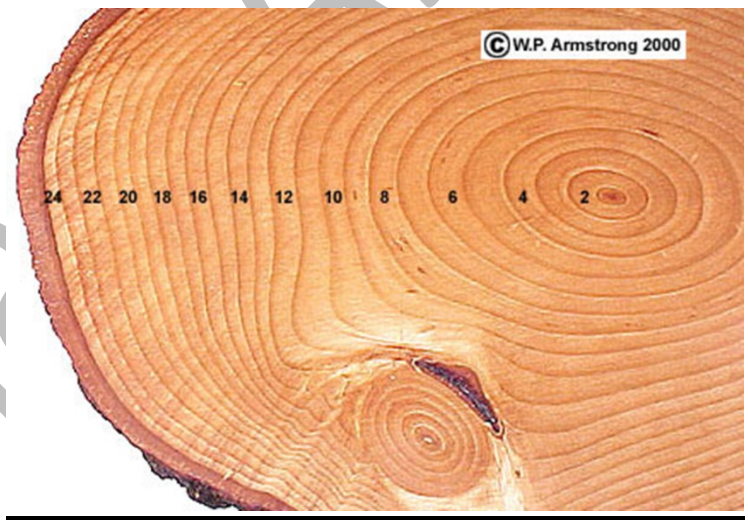
Plant Anatomy

بضرر وقد يدخل الى التيلوزة جزء من بروتوبلاست ونواة الخلية البرنكيمية . وقد تكون التيلوزة كبيرة تسد القصيبة او صغيرة . قد تتضخم الخلايا الطلائية المحيطة بالقنواة الراتنجية Resin duct الشائعة في المخروطيات بشكل تشبه التيلوزات Tylosoids كما يطلق هذا الاسم ايضا على امتداد الخلايا البرنكيمية داخل قصيبات او اوعية الخشب الأول خلال الأجزاء الضعيفة أو المتمزقة



الحلقات السنوية في الخشب Annual Ring in Xylem

في النباتات الخشبية المعمرة يقوم الكامبيوم بنشاطه طول حياة النبات ولا يكون نشاطه منتظما على مدار السنة حيث يكون نشاطه موسميا تبعا للتغيرات المناخية فتتكون نتيجة لذلك حلقات متوالية من الخشب يطلق عليها الحلقات السنوية Annual Rings بحيث يمكن تقدير عمر النبات ولو تقديرا تقريبيا بواسطتها تكون عناصر الخشب المتكون في فصل الربيع ومستهل الصيف Spring wood (early wood) واسعة رقيقة الجدران نسبيا و معظمها على هيئة اوعية اما عناصر الخشب المتكون في أواخر موسم الصيف Summer wood (Late wood) فتكون معظمها بصورة الياف اما الاوعية فتكون قليلة ضيقة سميكة الجدران . يعزى الاختلاف في تكوين هذه العناصر الى اختلاف حاجة النبات مع تغير الموسم اذ تزداد الحاجة في الربيع الى عناصر خشبية واسعة تزيد من كفاءة النبات لنقل الماء و الأملاح و تساعد في تكوين الأوراق و الفروع الجديدة اما في الصيف فتزداد الحاجة الى عناصر خشبية تساعد على تدعيم النبات الا انه قد يحدث احيانا ان تتكون حلقات سنوية كاذبة False annual ring ينتج عنها ان تفوق عدد الحلقات السنوية العمر الحقيقي يحدث ذلك مثلا عند اضطراب النمو الموسمي في حالة تعرض النبات لظروف مناخية سيئة او اصابته بمرض معين.



الخشب المنتشر المسام و الحلقي المسام Diffuse and ring porous wood

تنتظم الأوعية خلال الخشب الثانوي في ذوات الفلقتين بطريقة خاصة يتميز بها النوع فقد يكون متساوي الأقطار تقريبا و موزعة توزيعا منتظما تسمى حينئذ خشب منتشر المسام Diffuse porous wood من امثلة هذا النوع من الخشب ما يلاحظ في نبات الزيتون و اليوكالبتوس اما اذا احتوى الخشب على اوعية متباينة الأقطار بحيث تظهر الأوعية المتكونة في مستهل الموسم اكبر بصورة واضحة عن تلك المتكونة في الخشب المتأخر فحينئذ يقال للخشب انه حلقي المسام Ring porous wood ومن امثلة ذلك

Plant Anatomy