



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم علوم الغابات

المرحلة الثالثة

**مادة علوم الاخشاب**

**Wood Science**

**إعداد مدرس المادة**

**الدكتور**

**هايس صايل الجواري**

**قسم علوم الغابات**

(1) - علوم أخشاب

صفات الخشب:

هناك العديد من الصفات يتميز بها الخشب ومنها:

- 1- يعد الخشب مادة عضوية تتكون من انواع مختلفة من الخلايا (الياف وأوعية وبرنكيمة في الاخشاب الصلدة وقصييات وبرنكيمة في الاخشاب الرخوة)، مكونة جدرها من السليلوز والهيميسليلوز واللكتين، ويترسب على جدرها المستخلصات، ويشكل الكربون 50% من الخشب.
- 2- الخشب مادة غير متماثلة، لا من حيث التركيب التشريحي ولا الكيميائي ولا الفيزيائي (نتيجة للتباين التشريحي والكيميائي) ، كما انه غير متماثل في الواجه (عرضي، شعاعي، مماسي).
- 3- الخشب مادة هايدروسكوبية اي له القدرة على اخذ الماء بسهولة وفقده بسهولة ايضا (يقسم الماء الموجود في الخشب الى مرتبظ وحر) .
- 4- الخشب مادة ناتجة من كائن حي مكون من انواع الخلايا ذات الاشكال والوظائف المتباينة.
- 5- الخشب مادة قابلة للإصابة بالكائنات الحية مثل الفطريات والبكتريا والحشرات التي تتغذى على المواد المكونة لجدر الخلايا والمواد المخزونة فيها ايضا.
- 6- الخشب مادة قابلة للاحتراق لذا يعد مصدرا جيدا للوقود، لكنه يتباين في كمية الطاقة التي يعطيها باختلاف الانواع والكثافة ونسبة الكنتين فيها.
- 7- الخشب مادة ذات PH حامضي، لذا فهو يقاوم تأثير الحوامض لكنه يتأثر بشدة بواسطة القواعد وقد يقاوم القواعد الضعيفة.

8- للخشب القدرة على الاستدامة لفترات طويلة، خاصة اذا كانت نسبة المستخلصات فيه عالية لأنها تعد مركبات دفاعية ضد الكائنات الحية التي تتغذى على الخشب فضلا عن العوامل البيئية.

9- يعد الخشب مادة غير موصلة للحرارة والكهرباء والصوت اذا كان جافا (لان الخشب ذاته مادة عازلة ولوجود الفراغات كتجاويف للخلايا او بين الخلايا)، لكن بوجود الرطوبة يزداد توصيلة الكهربائي والحراري بزيادة محتواه الرطوبي (لان الماء قطبي فهو موصل للكهرباء).

تقسم الاخشاب حسب نوعية الخشب الى نوعين:

1- الاخشاب الصلدة Hard Wood

2- الاخشاب الرخوة Soft Wood

### **الاشخاب الصلدة Hard Wood :**

وتسمى ايضا متساقطة الاوراق او مغطات البذور او عريضة الاوراق او ذات الفلقتين.

### **الاشخاب الرخوة Soft Wood :**

وتدعى ايضا دائمة الخضرة او عاريات البذور او ابرية او حرشفية الاوراق او عديدات الفلق.

الاشجار من ذوات الفلقتين وعديدات الفلق هي التي تعطي الخشب لأنها تحوي على الكامبيوم الوعائي الذي يعطي الخشب للداخل واللحاء للخارج.

اما ذوات الفلقة الواحدة فلا تعطي الخشب لان حزمها الوعائية مبعثرة، وعلى سبيل المثال فان سيقان اشجار النخيل تكون مسنودة بقواعد السعف.

## الخشب كمادة انشائية:

يتوفر الخشب عالميا بأشكال وإحجام وأنواع مختلفة اذ يستخدم كمادة انشائية وفي صناعة الاثاث وأعمدة نقل الطاقة الكهربائية، ويشكل هذا التنوع الكبير تحديا جديا لكل من المصممين والمستخدمين، وذلك لتنوع صفات وخصائص الخشب، ومن هذه الخصائص:

- 1- يمكن تصنيع الخشب واستخدامه بواسطة ادوات يدوية بسيطة او بواسطة مكائن تعمل بالطاقة بمختلف انواعها.
- 2- يتمتع الخشب بقوة ومتانة عالية بالمقارنة مع وزنه (اي خفيف لكنه قوي).
- 3- يمكن تصميم تراكيب خشبية يمكنها تحمل ضعف الحمل في الحالة الاعتيادية.
- 4- يتمتع الخشب بثباتية الابعاد مع ارتفاع درجات الحرارة، اذ يكون التباين غير معنوي بالمقارنة مع المواد الانشائية الاخرى مثل المعادن.
- 5- يعد الخشب نو اصل نباتي، ولكن ليس جميع النباتات يمكنها ان تنتج خشبا صالح للاستخدام كمواد انشائية.

### يمكن تمييز النباتات الخشبية عن غير الخشبية بواسطة النقاط التالية:

- 1- النباتات الخشبية يجب ان تكون حاوية على الكامبيوم الوعائي الذي ينتج كل من الخشب واللحاء، ويكون خشب النباتات الناضجة ملكنن، اما النباتات التي لا تحتوي على كامبيوم وعائي فإنها لا تنتج خشبا.
- 2- النباتات الخشبية يجب ان تكون معمرة.
- 3- النباتات الخشبية يجب ان تكون ذات ساق دائم.

4- تحوي الاشجار الخشبية المثالية على تثخنت ثانوية، مثل تثخن الساق نتيجة النموات القطرية المتعاقبة (الامر الذي يؤدي الى زيادة في قطر الساق او الافرع او الجذور).

### انواع النباتات الخشبية:

هنالك ثلاث انواع وهي:

1- الشجرة Trees

3- الشجيرة Shrubs

4- المتسلقات Vines

1- الشجرة Trees:



نبات خشبي معمر ذو ساق خشبي مستقيم وجذر وتاج وعادة ما يكون لها ساق واحد لا يقل ارتفاعه عن 20 قدم عند النضج ، كاشجار اليوكالبتوس والصنوبر والكازوارينا.....الخ

## 2- الشجيرة Shrubs :



نبات خشبي معمر  
نادرا ما يصل ارتفاعه  
الى 20 قدم في بعض  
المواقع، ويحوي احيانا  
(ليس دائما) على اكثر  
من ساق، كالزيتون  
والفستق والثويا....الخ

## 3- المتسلقات Vines :

نباتات خشبية متسلقة تتسلق عن طريق الالتفاف ولها جذور هوائية  
وهي من نباتات الغابات الاستوائية المطرية في العديد من مناطق العالم.  
مثل الياسمين الازرق واللبلاب ونبات الكنارية....الخ



## الاخشاب الرخوة والأخشاب الصلدة:

بشكل عام تقع الأشجار المنتجة للخشب ضمن مجموعتين وهما:

### 1- الاخشاب الرخوة Soft wood :

وتدعى ايضا بالمخروطيات او دائمة الخضرة او عديدات الفلق او ابرية الاوراق او حرشفية او عاريات البذور، وتعد المصدر الاكبر للألواح الخشبية.



### 2- الاخشاب الصلدة Hard Wood :

وتدعى ايضا بمتساقطات الاوراق او عريضة الاوراق او نوات الفلقتين او مغطاة البذور.



تحتل الاخشاب الرخوة مكانا متميزا في السوق الاقتصادية للخشب للأسباب التالية:

- 1- تتواجد في مشاجر و غابات نفية وتغطي مساحات واسعة.
- 2- تقع غاباتها في المناطق المعتدلة بالقرب من المناطق الصناعية الكبيرة التي خشبها للاغراض الصناعية.
- 3- الخشبية-تمتلك الاخشاب الرخوة ساق طويل ومستقيم وقليل الاستدقاق وصالح لصناعة اللاواح.
- 4- يعد خشبها متجانسا في خصائصه مقارنة بالاخشاب الصلدة.

### الساق Stem:

ويسمى ايضا بالجذع او العمود وهو جزء الشجرة الواقع فوق سطح الارض.





### فوائد الساق:

- 1- يقدم الدعم والإسناد للأفرع والأغصان.
- 2- يقدم الدعم الميكانيكي للتاج بشكل عام.
- 3- يعمل كممر لنقل الماء ومغذيات التربة من الجذور الى التاج.
- 4- يقوم احيانا بخزن كميات مناسبة من المواد الغذائية.

### تكون الساق:

يتكون الساق من خلال العمليات التالية:

- 1- النمو الطولي ويحدث بواسطة المرستيم القمي.
- 2- النمو القطري ويتم بواسطة الكامبيوم الوعائي.

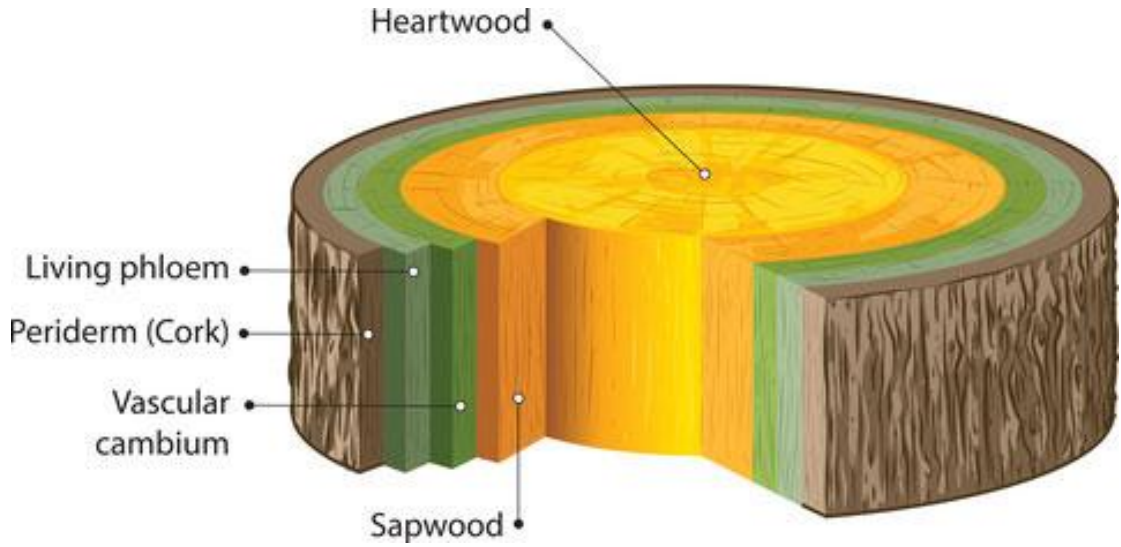
### المرستيم القمي Apical meristem:

عبارة عن خلايا مولدة وهي نسيج اولي ويعطي انسجة اولية ايضا اذ تعمل انقسامات الخلايا على زيادة النمو الطولي لجميع النهايات اي للساق والافرع والجذور.

### اما الكامبيوم الوعائي Vacuolar cambium:

محاضرات علوم أخشاب/ المرحلة الثالثة- قسم علوم الغابات/الفصل الثاني د. هابس صايل الجواري

فهو نسيج ثانوي ويعطي انسجة ثانوية ويقوم بإعطاء كل من الخشب واللحاء مؤديا الى زيادة في القطر لكل من الساق والأفرع والجذور.



### انواع الانسجة:

- 1- الانسجة الناقلة مثل الاوعية في الاخشاب الصلدة.
- 2- الانسجة الساندة مثل الالياف في الاخشاب الصلدة.
- 3- الانسجة الناقلة الساندة مثل القصيبات في الاخشاب الرخوة.
- 4- الانسجة الخازنة مثل البرنكيمة في كل من الاخشاب الصلدة والرخوة.
- 5- الانسجة المولدة (المرستيمية) وهي الخلايا التي تساهم في تكوين خلايا جديدة مثل المرستيم القمي.

### المرستيم القمي (القمة النامية):

تتكون القمة النامية من التيونكا والكوربص في الاخشاب الصلدة Tunica

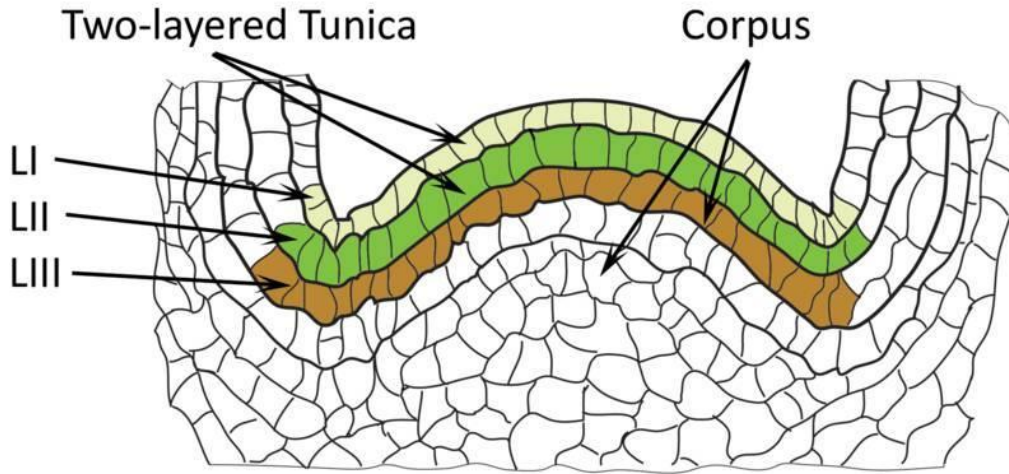
:and corpus

### خلايا التيونكا Tunica:

وتتكون من صفين الى خمسة صفوف من الخلايا السطحية التي تنقسم عموديا لتكوين خلايا جديدة لزيادة المساحة السطحية للقمم.

### خلايا الكوربص corpus :

وهي مجموعة من الخلايا اسفل التيونيكات تنقسم في جميع الاتجاهات لتعمل على زيادة الحجم لغرض النمو.



اما في الاخشاب الرخوة فتتكون القمة النامية من ثلاثة انواع من الخلايا وهي

1- خلايا سطحية في القمة.

2- خلايا طرفية في الجوانب.

3- الخلايا الام في الداخل،

ينقسم المرستيم الاولي ليعطي:

1- البشرة الاولية وهي التي تعطي البشرة.

2- الكامبيوم الاولي وهو الذي يعطي الكامبيوم الوعائي ويعطي الكامبيوم

الوعائي كل من الخشب واللحاء.

### 3- المرستيم الاساس وهو الذي يعطي اللب.

#### الكامبيوم الوعائي:

ان الزيادة في القطر والتي ينجم عنها اتساع المحيط بالنسبة للنباتات تنتج بشكل رئيسي عن انقسام خلايا الكامبيوم الوعائي والذي يدعى ايضا بكامبيوم الخشب او الكامبيوم الجانبي.

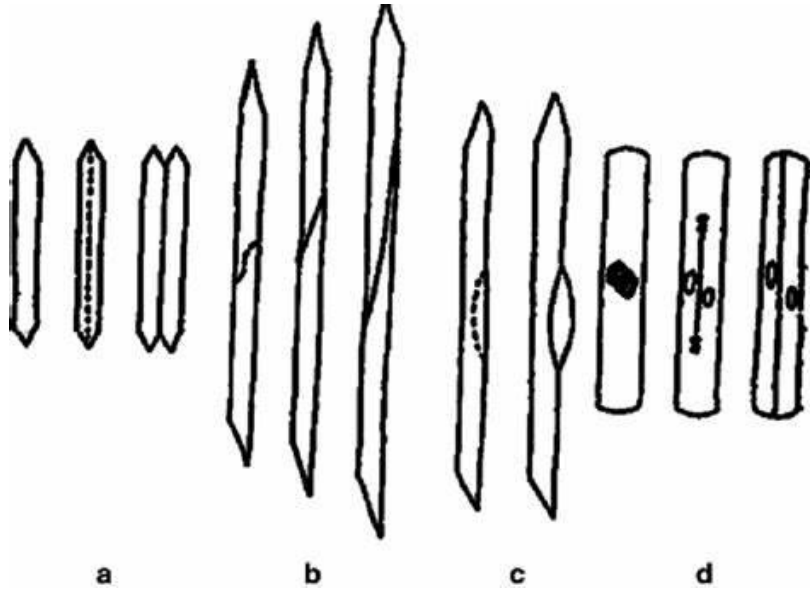
يقع الكامبيوم الوعائي بين اللحاء الثانوي والخشب الثانوي، وهو عبارة عن غمد من الخلايا المولدة التي تدعى بداءات الكامبيوم.

خلايا الكامبيوم الوعائي:

يتكون الكامبيوم الوعائي من نوعين من الخلايا وهي:

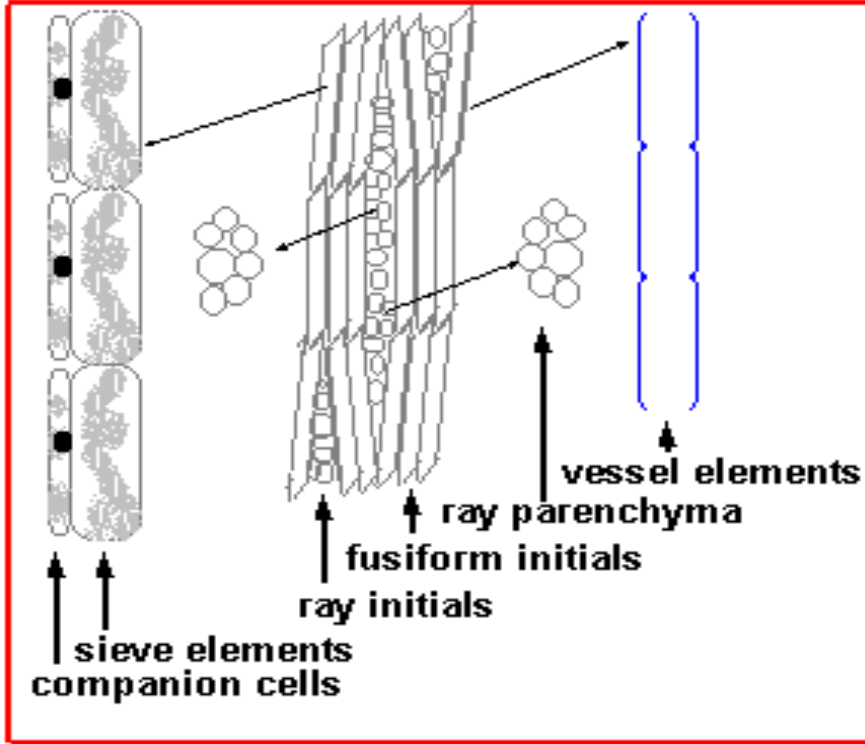
#### 1- البداءات المغزلية:

وهي التي تعطي جميع الخلايا الموجودة في المحور الطولي في اللحاء والخشب.



## 2-بداءات الاشعة اللبية:

وهي التي ينشأ عنها خلايا الاشعة اللبية المتواجدة في كل من اللحاء والخشب.



تقسيم النباتات:

تقسم النباتات الى اربعة اقسام رئيسة في المملكة النباتية وهي:

1- الثالوسيات ----- مثل الفطريات والبكتريا.

2- الحزازيات ----- مثل الطحالب والاشنات.

3- السرخسيات ----- مثل

4- البذريات ----- جميع النباتات البذرية.

ويقسم كل منها الى الصفوف والرتب والعوائل والأجناس ثم الانواع.

## مراحل نمو خلايا الكامبيوم الوعائي:

تمر الخلايا الناتجة عن انقسام الكامبيوم الوعائي (اي بعد ولادتها) بعدة مراحل وهي:

1- مرحلة الاستطالة.

2- مرحلة تكون الجدار الثانوي (تثخن جدار الخلية).

3- مرحلة التلكنن.

4- مرحلة الموت المبرمج.

### 1-مرحلة الاستطالة:

و تشمل مرحلتين:

المرحلة الاولى:

وهي الزيادة في قطر الخلية، وهي واضحة جدا في القصيبات الموجودة في الاخشاب الرخوة وعناصر الاوعية الموجودة في الاخشاب الصلدة، اذ يزداد القطر الشعاعي فقط للقصيبات، اما في عناصر الاوعية تحدث زيادة في كل من القطر الشعاعي والمماسي، ام بالنسبة للخلايا الاخرى مثل الالياف والبرنكيمة فان الزيادة في القطر تكون قليلة، وقد لا تحصل زيادة في البرنكيمة.

### المرحلة الثانية للاستطالة:

وهي الزيادة في طول الخلايا في المحور الطولي، اذ يزداد طول كل من القصيبات الطولية في الاخشاب الرخوة والالياف في الاخشاب الصلدة بشكل كبير، اما بقية الخلايا ( عناصر اوعية وبرنكيمة) فان الزيادة في الطول تكون قليلة.

يكون طول البداءات المغزلية المكونة للقصبيات اطول بكثير من البداءات المغزلية المكونة للالياف اذ تكون قصيرة جدا جدا، وتكون الزيادة في الطول بالنسبة للألياف 500%، اما الزيادة في طول القصبيات فتكون 20%، ومع ذلك تبقى القصبيات هي الاطول، بسبب طول البداءات المغزلية الناشئة عنها.

## 2- مرحلة تكون لجدار الثانوي ( اي تثخن الجدر):

تبدأ عملية التثخن بعد انتهاء عملية الاستطالة مباشرة، اذ تبدأ من منتصف الخلية ثم يتقدم التثخن نحو النهايات حتى يكتمل، وتعرف عملية التثخن هذه بتكون الجدار الثانوي.

اثناء هذه المرحلة تحدث تطورات اخرى في الخلايا الناضجة مثل:

- 1- تكون النقر (في جدر الخلايا، لتسهيل انتقال السوائل بين الخلايا).
- 2- التثخانات الحزونية (على سطح التجويف الداخلي للخلية، لغرض التقوية).
- 3- الصفائح المثقبة (في نهايت عناصر الاوعية، لغرض خلق توتر في الماء لمنع تكون الفقاعات وبالتالي غلق الوعاء وفشله في نقل الماء).

## 3-مرحلة التلكنن:

بعد انتهاء تكون الجدار الثانوي في القصبيات والالياف وعناصر الاوعية تبدأ مباشرة عملية التلكنن؛ اذ يضاف اللكنين في زوايا الخلية اولا ثم يمتد لغطي كامل جدار الخلية (لتوفير الحماية الميكانيكية والكيميائية للسليولوز، فضلا عن كونه كاره للماء مما يسهل تسريع عملية النقل الى الأعلى في كل من عناصر الاوعية والقصبيات).

#### 4-مرحلة الموت المبرمج للخلايا:

و تعقب عملية التلكنن، اذ تفقد الخلايا جميع محتوياتها الحية، باستثناء الخلايا البرنكيمية في الخشب العصاري، فإنها تبقى حية؛ اذ لم يحصل لجدرها عملية تلكنن.

تكون هذه المراحل سابقة الذكر مستمرة ومتداخلة مع بعضها البعض وقد تستغرق هذه المراحل 18-20 يوم.

#### الخشب العصاري والخشب القلبي:

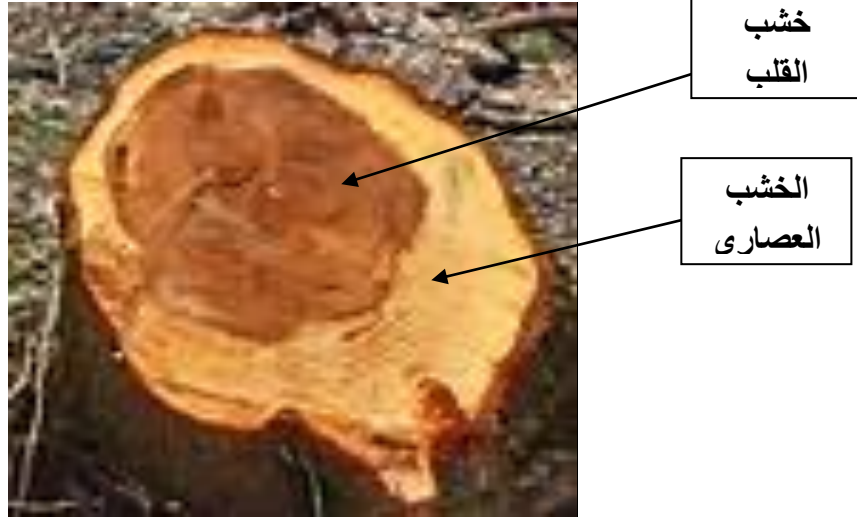
##### الخشب العصاري:

هو الخشب القريب من الكامبيوم الوعائي، وهو نشط فسلجيا، اذ يحوي على خلايا برنكيمية حية، ويقوم بنقل الماء ومغذيات التربة من الجذور الى التاج فضلا عن قيامه بعملية الدعم والاسناد للتاج (لذا يجب ان لا يقل عرضه عن ثلث نصف قطر الساق، وغالبا ما يكون ذو لون فاتح، لعدم احتوائه على المستخلصات) ويسمى ايضا بالخشب الناضج.

##### الخشب القلبي:

وهو الخشب الواقع في اللب وهو خشب ميت بالكامل وغالبا ما يكون ملون (ليس دائما) بسبب وجود المستخلصات فيه ويدعي ايضا الخشب الفتى.





### كيف يتكون الخشب القلبي؟

يتم تحويل الخشب العصاري الى خشب قلبي بفعل اوامر تصدر من جينات معينة، فيتم فرز انزيمات تقوم بقتل الخلايا البرنكيميية الحية، وتحويل محتوياتها الغذائية الى ما يسمى بالمستخلصات، وهي التي تعطي الخشب القلبي لونه، كما تقوم بحماية الخشب ضد الفطريات والحشرات لأنها تعمل كمضادات، وعند تكون الخشب القلبي تتوقف الاوعية (في الاخشاب الصلدة) عن نقل الماء ومغذيات التربة مما يؤدي لحدوث تخلخل في الضغط في تجاويها، ويؤدي ذلك الى سحب بروتوبلازم الخلايا البرنكيميية المجاورة له الى داخل التجاوي عن طريق النقر، مسببا غلق كامل او جزئي للوعاء بسبب تكون ما يدعى التايلوسز Tyloses.

### عمليا يمكن تمييز الاشجار وفقا لتكون الخشب القلبي الى:

- 1- اشجار لا تكون خشب قلبي مثل السرو والعرعر (نظرا لقلّة الخلايا البرنكيميية في الخشب).
- 2- اشجار تكون خشب قلبي لكنه لا يتميز عن الخشب العصاري من حيث اللون مثل الجنار (لان المستخلصات التي فيه غير ملونة).
- 3- اشجار تكون خشب قلبي ملون واضح ومنتظم (دائري او بيضوي او مربع او مستطيل او مثلث او نجمي) مثل الصنوبر.

4- اشجار تكون خشب قلبي ملون واضح لكنه غير منتظم.

يعتمد لون الخشب القلبي على لون المستخلصات المتواجدة فيه.

يعتمد شكل الخشب القلبي على طريقة توزيع الخلايا البرنكيمية في ذلك النوع.

انواع الخلايا المكونة للأخشاب الرخوة:

تمتلك الاخشاب الرخوة عدد قليل من الخلايا لذلك يكون خشبها متجانس  
اذ تشكل القصيبات نسبة 92-94% من الخشب الرخو.

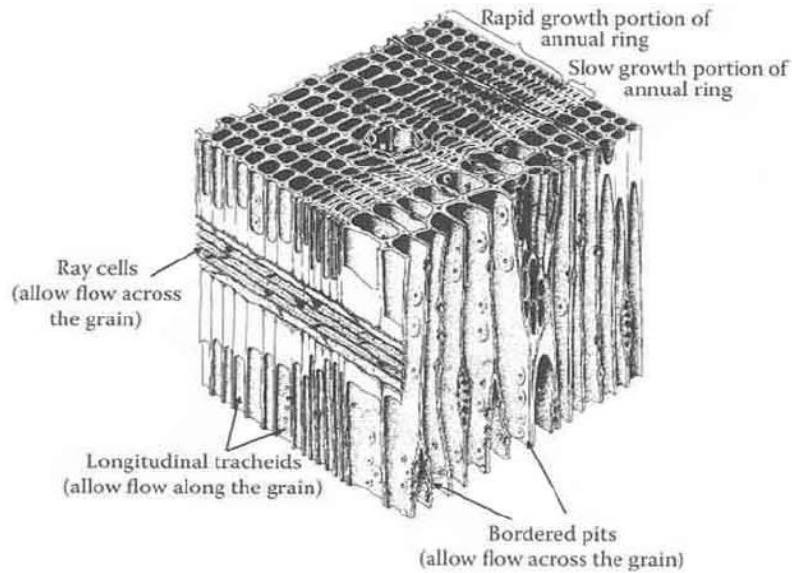
الخلايا المتواجدة في المحور الطولي للأخشاب الرخوة:

1- القصيبات: وهي على اشكال

أ- القصيبات الطولية.

ب- قصيبات الاشعة اللبية.

ج- قصيبات راتنجية.



## 2- الخلايا البرنكيميية: وهي على اشكال

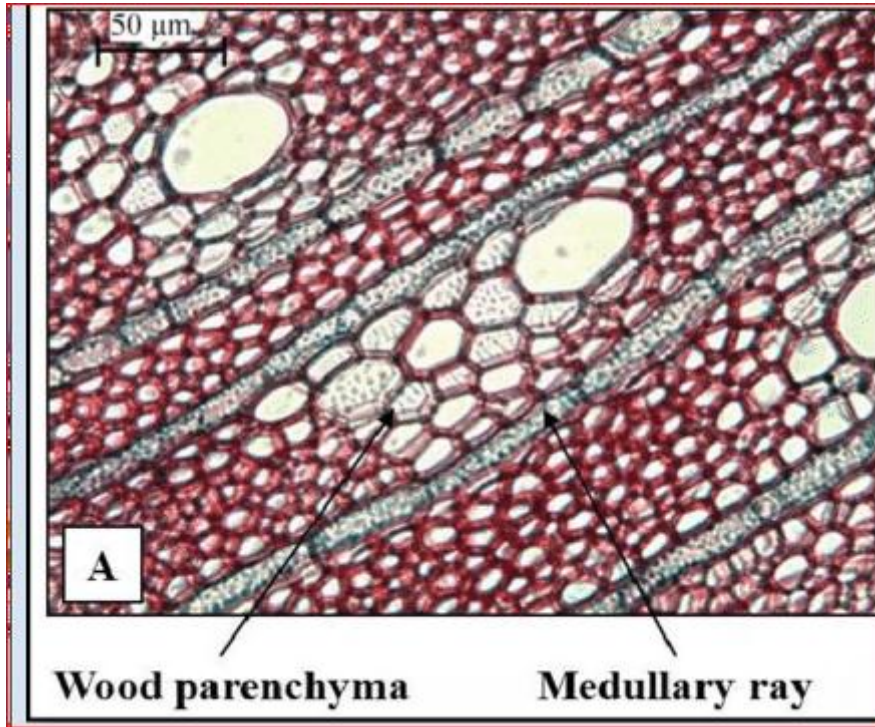
أ-خلايا البرنكيميية في المحور الطولي.

ب- خلايا البرنكيميية في الاشعة اللبية.

ج- الخلايا الطلائية المبطنة للقنوات الراتنجية.

تعد القصيبات من الانسجة الساندة والناقلة.

في حين تعد الخلايا البرنكيميية خلايا خازنة.



الخلايا المتواجدة في المحور الشعاعي للأخشاب الرخوة:

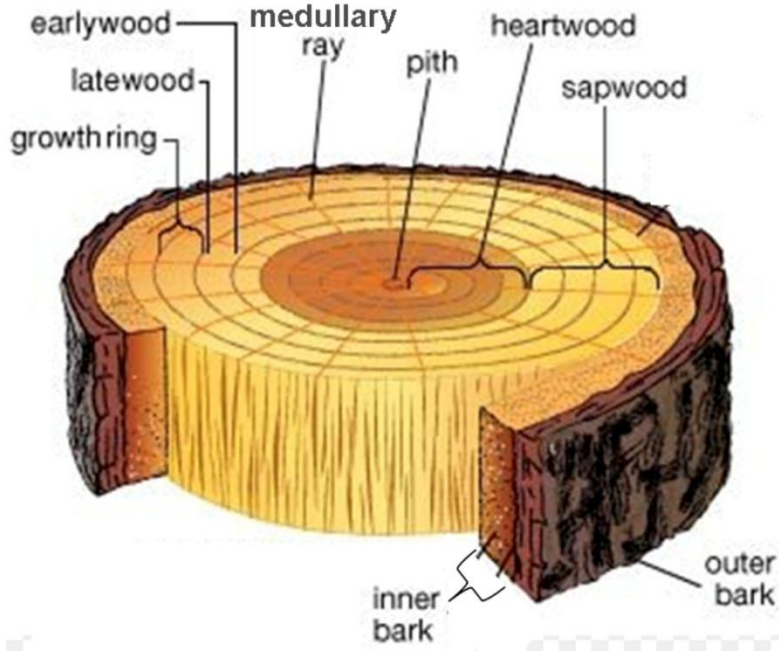
1- قصيبات الاشعة اللبية.

2- برنكية الاشعة اللبية.

3- الخلايا الطلائية المبطنة للقنوات الراتنجية.

برنكيميية الاشعة اللبية خلايا خازنة، اما الخلايا الطلائية المبطنة للقنوات

الراتنجية فهي تفرز الراتنج.



### انواع الاشعة اللبية في الاخشاب الرخوة:

من حيث نوع الخلايا المكونة لها:

1- اشعة لبية متجانسة الخلايا:

وهي الاشعة المكونة من نوع واحد من الخلايا اما قصيبات فقط او برنكيمة فقط.

2- اشعة لبية غير متجانسة:

وهي الاشعة اللبية التي تحوي نوعين من الخلايا مثل برنكيمة الاشعة اللبية وقصيبات الاشعة اللبية.

اما في الاخشاب الصلدة فتتكون من نوعين من الخلايا البرنكيمية وهما المنبטحة والواقفة.

3- الاشعة اللبية المغزلية:

اذ تبدو في المقطع المماسي ذات شكل مغزلي وتحوي على قناة راتنجية في الوسط وخلايا طلائية وقصيبيات تحيط بها.

من حيث عدد الصفوف المكوتة للاشعة

4-اشعة لبية ذات صف واحد من الخلايا:

اذ تبدو في المقطع المماسي للخشب مكونة من صف واحد من الخلايا.

5-اشعة لبية ذات صفين من الخلايا:

اذ تبدو في المقطع المماسي للخشب مكونة من صفين من الخلايا.

6-اشعة لبية متعددة الصفوف:

اذ تبدو في المقطع المماسي للخشب مكونة من اكثر من صفين من الخلايا.

القصيبيات الطولية (القصيبيات المتواجدة في المحور الطولي للشجرة):

خلايا طويلة اذ يبلغ معدل طولها 3-5 ملم او اكثر، لها اربعة اضلاع اوستة اضلاع احيانا، لذا يبدو مقطعها العرضي مستطيل (في الخشب المتأخر، لان الضلع الشعاعي اطول من الضلع المماسي) او مضلع (في الخشب المبكر، بسبب التزامم بين الخلايا)، وهي ذات نهايات مغلقة (تبدو مستديرة النهايات في المقطع الشعاعي للخشب، وتبدو مدببة النهايات في المقطع المماسي للخشب، لان الضلع الشعاعي اوسع من الضلع المماسي).

تبلغ نسبة القصيبيات الى حجم الخشب في مختلف انواع الاخشاب الرخوة 90-94%، لذلك تبدو الاخشاب الرخوة متجانسة.

تحوي جدر القصيبيات الطولية على:

1-النقر:

تعمل النقر في نقل الماء ومغذيات التربة بين الخلايا، فضلا عن عمله لخلق توتر دائم في الماء يعيق تكون الفقاعات الهوائية التي تؤدي الى توقف نقل الماء.

وهي من نوع النقر المصفوفة، وتحوي على السرة والغشاء، اذ تعمل السرة على غلق النقرة في حالة حدوث اي طارئ، لمنع تكون الفقاعات الهوائية المؤدية الى قطع امدادات الماء.

ويمكن مشاهدة ازواج النقر وكما يلي:

أ-ازواح النقر بين القصيبات الطولية المتجاورة.

ب-ازواح النقر بين القصيبات الطولية وقصيبات الاشعة اللبية.

ج-ازواح النقر بين القصيبات الطولية وبرنكيمة الاشعة اللبية.

اما النقر التي لا تلتقي بنقر اخرى تقابلها فتدعى بالنقر العمياء.

## 2-الكراسيولا:

وهي عبارة عن مناطق غامقة اللون توجد اعلى وأسفل صفوف النقر في الوجه الشعاعي للقصيبات، وقد تدعى ايضا بسلم سانينو، وهي عبارة عن مستخلصات مترسبة بين صفوف النقر.

## 3-التثخانات الحلزونية:

وهي عبارة عن ترسبات من الماكروفايبرلات السليلوزية على سطح التجويف (الجهة الخارجية لطبقة S3)، وقد تكون هذه الترسبات متقطعة (اما في نهايات القصيبات فقط او في النهايات والوسط)، او مستمرة، وقد يكون التحلزن من اليمين الى اليسار او بالعكس او كلاهما، ويكون التحلزن

محاضرات علوم أخشاب/ المرحلة الثالثة- قسم علوم الغابات/الفصل الثاني د. هابس صايل الجواري

بشكل حرف (Z) في القصيبات الطويلة وبشكل حرف (S) في القصيبات القصيرة، والغض منها التقوية.

4- التراكيولي:

وهي عبارة عن قضبان سليلوزية تمتد عبر الجدر المماسية للقصيبات، لغرض التقوية، وتظهر فقط عند إصابة الكامبيوم الوعائي بالفطريات او الجروح.

(5) علوم اخشاب/ثالث غابات/ 2021

القصيبات الطولية الراتنجية:

عند تحول الخشب العصاري الى خشب قلبي يترسب الراتنج داخل تجويف الخلايا الطولية الملاصقة لخلايا الاشعة اللبية (برنكيمة) ويكون لون هذه الترسبات قهوائي محمر او مائل للسواد.

القصيبات الطولية الشريطية:

تترتب بشكل اشربة مستطيلة الشكل وتختلف عن بقية القصيبات الطولية بانها اقصر منها وتكون احدي النهايات او كلاهما ذات زاوية قائمة وتحوي على النقر المصفوفة كما تتواجد هذه النقر ايضا في جدرها الشعاعية (اذ تكون انهايات اما مدببة او مستديرة ومغلقة للقصيبات الاعتيادية).

خلايا البرنكيمة الطولية:

تتواجد في بعض انواع المخروطيات، وتكون بشكل اشربة ممتدة مع التعريق (اي موازية للمحور الطولي)، وهي ذات جدر نحيفة بالمقارنة مع

القصيبيات المجاورة لها، وتحوي جدرها على نقر بسيطة، وهي خلايا خازنة.

برنكيمة الاشعة اللبية:

تكون جدر الخلايا البرنكيمة للاشعة اللبية نحيفة وتحوي على نقر بسيطة، ولدى تقاطع خلايا برنكيمة الاشعة اللبية مع القصبيات الطولية، تدعى منطقة التقاطع بحقل التقاطع، ويختلف شكل وحجم وترتيب النقر في حقل التقاطع باختلاف انواع الاخشاب الرخوة، ويستعمل ذلك لتشخيص الجنس او النوع.

يمكن تشخيص خمسة انواع من النقر في حقل التقاطع:

1- الشبيهة بالشباك:

يوجد في حقل التقاطع نقرة واحدة (او اثنتين) ذات فتحة كبيرة، كما في الصنوبريات الرخوة.

2-الشبيهه بالصنوبر:

يوجد في حقل التقاطع 3-4 نقر واسعة الفتحة، لكنها اضيق من سابقتها، كما في الصنوبريات الصلدة مثل الصنوبر.

3-الشبيهه بالتاكسوديوم:

تكون النقر في حقل التقاطع بيضوية الشكل وذات فتحات واسعة، مثل التاكسوديوم.

4-الشبيهه بالسرو:

تكون النقر في حقل التقاطع بيضوية الشكل وذات فتحات ضيقة، مثل السرو.



## 5-الشبيهه بالبيسيا:

تكون النقر في حقل التقاطع بيضوية الشكل وذات فتحات على شكل هلال، مثل البيسيا.

قصيبات الاشعة اللبية:

تتواجد في بعض الاخشاب الرخوة، وتحتوي على نقر مضافوفة صغيرة، وهي قصيرة الطول بالمقارنة مع القصيبات المحورية وذات نهايات عمودية، وتكون جدرها الداخلية مسننة في الصنوبريات الصلدة ولذلك تدعى قصيبات الاشعة اللبية المسننة، اما في بقية الصنوبريات فتكون جدرها الداخلية ملساء.

القنوات الراتنجية في الاخشاب الرخوة:

تعد هذه القنوات صفة ثابتة في كل من الصنوبريات والاركس والتسوكا الكاذب، تتواجد هذه القنوات في كل من المحور الطولي والعرضي لهذه الاشجار.

تتباين القنوات الراتنجية تبعال:

1-لموقع تواجدها، اذ تكون في المحور الطولي اكبر منها في المحور العرضي.

2-وفقا للجنس والنوع.

3-وفقا لعمر الشجرة.

4-وفقا لسرعة نمو الشجرة.

تقسم القنوات الراتنجية الى:

1- قنوات راتنجية طبيعية:

محاضرات علوم أخشاب/ المرحلة الثالثة- قسم علوم الغابات/الفصل الثاني د. هايس صايل الجواري

وهي التي تتواجد بشكل طبيعي، اذ تتواجد عادة في الخشب المتأخر أكثر من تواجدها في الخشب المبكر، نظرا لوفرة المواد الغذائية في الخريف، اذ يتم استهلاك اغلب المواد الغذائية في عملية النمو في الربيع.

2-قنوات راتنجية رضية (او جرحية):

تتواجد في الخشب بعد الاصابة بالجروح، وتتواجد عادة في الخشب العصاري وبالقرب من القشرة وفي المقطع المماسي الذي يتعرض للاصابة بالجروح من الخارج.

(6) علوم اخشاب/ثالث غابات/2021

الاخشاب الصلدة:

قد تحوي انواع الاخشاب الصلدة على الانسجة والخلايا التالية:

أ- في المحور الطولي 10الاتجاه الطولي):

1-الانسجة الساندة:

أ-عناصر الاوعية.

ب-القصبيات الوعائية المركزية.

ج-القصبيات الوعائية

د-الالياف: 1-الالياف الشفوية. 2-القصبيات الليفية.

2-الانسجة البرنكيميا:

1-البرنكيمة المحورية وتسمى ايضا الطولية او العمودية.

2-البرنكيمة الشريطية (لانها بشكل شرائط مستطيلة).

3-البرنكيمة المغزلية.

4-الخلايا الطلائية، وهي خلايا (برنكيمية خازنة) تبطن القنوات الصمغية الطولية (وهي التي تفرز الصمغ، في بعض الاشجار الاستوائية).

ب- في الاتجاه العرضي، وقد تتواجد الخلايا التالية:

1-لا توجد خلايا او انسجة سائدة في الاتجاه القطري للاخشاب الصلدة.

2-الانسجة او الخلايا البرنكيمية:

1-برنكينة الاشعة اللبية: أمنبطة. ب- قائمة. ج-كلاهما.

2-الخلايا الطلائية، وهي خلايا (برنكيمية خازنة) تبطن القنوات الصمغية الطولية.

الفرق بين التركيب التشريحي بين الاخشاب الصلدة والاشخاب الرخوة:

1-تحوي الاخشاب الصلدة على عناصر الاوعية (التي تقوم بنقل الماء ومغذيات التربة) ولا توجد في الاخشاب الرخوة.

2-تحوي الاخشاب الرخوة على القصيبات،التي تقوم بنقل الماء ومغذيات التربة، كما تقوم بالدعم والاسناد، في حين تحوي الاخشاب الصلدة على الالياف التي تقوم بوظيفة الدعم والاسناد فقط.

3-بشكل عام تكون الاشعة اللبية في الاخشاب الصلدة اكبر منها في الاخشاب الرخوة.

4-تتكون الاشعة اللبية في الاخشاب الصلدة من خلايا برنكيمية فقط، سواء كانت منبطة او قائمة او كلاهما، في حين في الاخشاب قد تتكون الاشعة اللبية من خلايا برنكيمية فقط، او من قصيبات الاشعة اللبية فقط او من كلاهما(برنكيمية وقصيبات الاشعة اللبية).

انواع الاشعة اللبية في الاخشاب الصلدة:

أوفقا لنوع الخلايا المكونة للأشعة اللبية:

1-اشعة لبية متجانسة:

وهي الأشعة المكونة من نوع واحد من الخلايا البرنكيميية (اما قائمة او منبطة).

2-اشعة لبية غير متجانسة:

وهي الأشعة المكونة من كلا النوعين من الخلايا البرنكيميية للأشعة اللبية، اي القائمة والمنبطة معا.

ب-وفقا لعدد الصفوف (صفوف الخلايا) المكونة للأشعة اللبية:

1-اشعة لبية مكونة من صف واحد من الخلايا (عدة خلايا مرتبة بشكل صف واحد).

2-اشعة لبية مكونة من صفين من الخلايا.

3-اشعة لبية مكونة من عدة صفوف من الخلايا (اكثر من صفين من الخلايا).

4-اشعة لبية غمدية:

تتواجد هذه الأشعة في بعض الاشجار الاستوائية للأخشاب الصلدة، عند النظر لهذه الأشعة في المقطع المماسي نرى الخلايا القائمة تحيط بالخلايا المنبطة بشكل كامل (كما يحيط الغمد بالسيف).

(7) علوم اخشاب/ثالث غابات/2021

عناصر الاوعية:

محاضرات علوم أخشاب/ المرحلة الثالثة- قسم علوم الغابات/الفصل الثاني د. هابس صايل الجواري

تراكيب اسطوانية او بيضيه الشكل، تحوي في نهاياتها ما يسمى بالذيل، يختلف حجمها ضمن حلقات النمو، اذ تكون قصيرة وواسعة القطر في الخشب المبكر وطويلة ضيقة القطر في الخشب المتأخر (نظرا لتوفر الماء في الربيع وقلته في الخريف)، يدعى مقطعها العرضي بالثغر (وجمعته الثغور)، وقد تبدو الثغور منفردة او ثنائية او مجتمعة، دائرية او بيضوية، مفتوحة بالكامل او تحوي صفائح مثقبة (متقابلة الثقوب او سلمية).

تقسم الاخشاب الصلدة وفقا لحجم الثغور وطريقة توزيعها ضمن حلقة النمو الى:

#### 1-اخشاب حلقيه الثغور:

اذ يكون قطر عناصر الاوعية (الثغور) في الخشب المبكر اوسع منه في الخشب المتأخر لنفس العام (اي يكون الفر في القطر واسع جدا، بحيث يكون الانتقال بالقطر مفاجئ بين الخشب المبكر والمتأخر).

#### 2-اخشاب منتشرة الثغور:

اذ تكون الثغور في كل من الخشب المبكر والمتأخر ذات اقطار متساوية تقريبا ومنتشرة ضمن حلقة النمو (لا يوجد فرق واضح في القطر بين الخشب المبكر والمتأخر).

#### 3-اخشاب شبه حلقيه الثغور أو شبه منتشرة الثغور:

اذ يكون الانتقال في القطر تدريجي من الخشب المبكر الى الخشب المتأخر، ويصعب القول انها حلقيه او منتشرة الثغور، فهي حالة وسطية بين الاثنين.

ويمكن مشاهدة الامور التالية في عناصر الاوعية:

#### 1-النقر:

محاضرات علوم أخشاب/ المرحلة الثالثة- قسم علوم الغابات/الفصل الثاني د. هابس صايل الجواري

تحوي عناصر الاوعية نقرا بدون سررة، اذ تتواجد النقر على جدر  
عنصر الوعاء، ويكون تواجدها بثلاثة اشكال:

أ-النقر المتبادلة:

اذ تتواجد النقر على جدر عناصر الاوعية بشكل متبادل مع بعضها  
البعض.

ب-النقر المتقابلة:

اذ تتواجد النقر على جدر عناصر الاوعية بشكل متقابل مع بعضها.

ج-النقر السلمية:

اذ تختلف النقر في احجامها لكن فتحاتها تكون متطولة، ولذلك يبدو  
شكلها مثل درج السلم.

الصفائح المنقبة:

وتتواجد بشكلين:

أ-الصفائح البسيطة:

اذ تحوي الصفيحة على فتحة واحدة فقط في كلا النهايتين.

ب-الصفائح السلمية:

تحوي الصفيحة على عدة فتحات متطولة بشكل سلمي في كلا النهايتين  
لعنصر الوعاء.

3- التثخانات الحلزونية:

عبرة عن قضبان سليلوزية (مايكروفايبرلات سليلوزية) تتكون على  
سطح الجدار الداخلي لعنصر الوعاء (في تجويف عنصر الوعاء)، ويكون

التحلزن اما لجهة اليمين او اليسار او لكلاهما، ياخذ التحلزن شكل حرف S في عناصر الاوعية القصيرة، اما في العناصر الطويلة فياخذ شكل حرف Z (وذلك لغرض التقوية، اذ تحتاج العناصر الطويلة الى تقوية اكبر من القصيرة)، وقد يتواجد التحلزن في النهايات فقط، او في الوسط والنهايات، او في جميع السطح الداخلي لعنصر الوعاء (حسب حاجة العنصر للتقوية).

#### 4- التايلوسز:

يتكون التايلوسز داخل تجاويف عناصر الاوعية بسبب دخول بروتوبلازم الخلايا البرنكيمية المجاورة لها عبر النقر مؤديا الى غلق عنصر الوعاء كليا اوجزئيا، ويحدث ذلك عندما يتوقف عنصر الوعاء عن العمل بسبب تحول الخشب العصاري الى خشب قلبي.

#### قصيبات الاخشاب الصلدة:

يمكن تشخيص نوعين من القصيبات في الاخشاب الصلدة:

#### 1-القصيبات الوعائية:

وهي عبارة عن قصيبات تشبه عناصر الاوعية في حجمها وشكلها وموقعها في الخشب المتأخر، الا انها ذات نهايات مثقبة (عكس القصيبات ذات النهايات المغلقة).

#### 2-القصيبات المركزية:

وهي خلايا صغيرة غير منتظمة الشكل ذات نهايات مغلقة مدببة او مستديرة تجاور عناصر الاوعية في الخشب المبكر وترافق البرنكيمية المحورية.

#### الياف الاخشاب الصلدة:

محاضرات علوم أخشاب/ المرحلة الثالثة- قسم علوم الغابات/الفصل الثاني د. هابس صايل الجواري

خلايا طويلة ضيقة ذات نهايات مغلقة مدببة، ويمكن تشخيص نوعين من الالياف:

أ-الالياف القصيبية:

وهي عبارة عن الياف سميكة الجدر ذات نهايات مغلقة ومدببة لكنها تحوي على نقر مضمفوفة. (اي تجمع بين صفات الالياف والقصبيات).

ب- الالياف الشفوية:

وهي خلايا طويلة ذات اشكال تختلف عن الالياف وتكون مجاورة للخلايا البرنكيميية، وقد تعمل على خزن الماد الغذائية فيها.

قد يتواجد هذان النوعان من الخلايا في خشب الاشجار الاستوائية.

الالياف الجيلاتينية:

تتواجد في خشب الشد الذي يتكون في الاخشاب الصلدة المائلة، في الجهة العليا من الخشب المائل (وهو خشب غير طبيعي) وتختلف عن الالياف الاعتيادية بسمك جدرها الثانوية (سميكة جدا) وبعدد طبقاتها وبمواصفاتها الفيزيائية والكيميائية الخاصة بها.

اذ قد يتكون جدار الليف الجيلاتيني من الطبقات التالية:

1- الجدار الاولي + S1 + S2+ S3+ G

2- الجدار الاولي + S1 + S2+ G

سمي بخشب الشد لأنه يعمل على شد الخشب المائل لغرض اعادته الى الوضع الطبيعي اي الاستقامة.

وهو خشب غير طبيعي ، لذا يعد من عيوب الخشب، لانه ذو كثافة عالية جدا، مما يؤدي الى حصول انكماش او انتفاخ كبير مؤديا الى تشقق او انفلاق الخشب.



انواع البرنكيمة الطولية:

1-البرنكيمة الطولية الشريطية: وهي الاشهر والاعم.

2-البرنكيمة المغزلية.

3-البرنكيمة المحورية.

تترتب البرنكيمة الطولية الشريطية كما يلي:

1-البرنكيمة البعيدة عن الاوعية: اذ تتواجد البرنكيمة بعيدا عن الاوعية:

أ-المنتشرة بشكل منفرد: وهي خلايا منفردة تتوزع بشكل غير منتظم بين الالياف.

ب-المنتشرة بشكل مجاميع: وهي خلايا تميل للتجمع في مجاميع صغيرة في الخطوط المماسية.

2- القريبة من الاوعية: وهي مرنبطة بالاووعية او القصبيات الوعائى.

أ- متناثرة حول الوعاء: اذ تتوزع الخلايا لبرنكيمية حول الوعاء بشكل متفرق.

بشكل غمد حول الوعاء: اذ تحيط الخلايا البرنكيمية بالوعاء بشكل كامل مثل الغمد الذي يحيط بالسيف، وهي مكونة من طبقة واحدة من الخلايا او اكثر.

ج-بشكل جناح حول الوعاء: اذ تمتد الخلايا البرنكيمية بشكل جناح حول الوعاء، وقد يكون هذا الجناح منتظم او غير منتظم.

د-بشكل نصف جناح حول الوعاء: اذ تمتد الخلايا البرنكيمية بشكل نصف جناح حول الوعاء، وقد يكون بشكل منتظم او غير منتظم.

3-برنكيمة بشكل حزم : وقد تكون قريبة او بعيدة عن الاوعية، وقد يتواجد كلاهما في نفس القطعة، وقد تكون هذه الحزم شعاعية او مماسية.

وقد توجد حزم بشكل اللهب، او حزم بشكل اسنان.

4- البرنكيمة المتواجدة في حافات حلقات النمو: وقد تكون بشكل خلايا منفردة، او طبقة من اكثر من خلية تتواجد في حافات حلقات النمو.

## (8) علوم اخشاب/ الثالث غابات/2021

### الطبيعة الفيزيائية للخشب

تعود الخواص الفيزيائية للخشب الى العامل الوراثي الذي يتحكم في تركيب وتنظيم الخلايا المكونة للخشب، ومن هذه العوامل:

1-كمية المادة الخشبية المتواجدة في جدر الخلايا لقطعة الخشب (مثل سمك الجدار وطول الخلية ونسب تواجدها).

2-ترتيب واتجاه المواد الموجودة في جدر الخلايا لقطعة الخشب.

3-التركيب الكيميائي لمكونات جدر الخلية.

### المحتوى الرطوبي للخشب

الخشب مادة هايكروسكوبية:

محاضرات علوم أخشاب/ المرحلة الثالثة- قسم علوم الغابات/الفصل الثاني د. هابس صايل الجواري

اي له القدرة على اخذ الماء(سائل او بخار) وفقده بسهولة، ويعتمد ذلك على درجة الحرارة والرطوبة للمكان الذي يتواجد به الخشب، اي ان الخشب رطوبة الخشب تتغير بتغير الظروف المحيطة به، كما تتاثر جميع الخواص الفيزيائية للخشب بقوة بتغير محتواه الرطوبي.

تقدير المحتوى الرطوبي للخشب:

المحتوى الرطوبي لقطعة من الخشب هو كمية الماء (سائل او بخار) الموجود في قطعة الخشب، وتحسب كنسبة مئوية من الحجم الجاف للخشب.

المحتوى الرطوبي للخشب % = 100 (الوزن الرطب للخشب - الوزن الجاف بالفرن للخشب)/الوزن الجاف بالفرن

مواقع تواجد الماء في الخشب:

يتواجد الماء او غيره من السوائل القطبية في الخشب بشكلين مختلفين:

1- الماء المرتبط: الذي يرتبط بجدار الخلية الخشبية.

2- الماء الحر: الماء الموجود في تجاويف الخلايا وفي الفراغات الموجودة بين الخلايا.

عند ارتباط الماء بجدار الخلية باصرة هيدروجينية يحتاج ذلك الى طاقة، وهي نفس الطاقة اللازمة لكسر هذه اللاواصر عند تجفيف الخشب.

نقطة تشبع الالياف F.S.P. :

يصل الخشب الى نقطة تشبع الالياف عند تشبع جدر خلاياه بالماء (الماء المرتبط)، الا ان تجاوزيف الخلايا تكون خالية من الماء تماما (الماء الحر).

ولدى الوصول الى F.S.P تكون جدر الخلايا قد وصلت الى اعلى انتفاخ لها (اي اقصى زيادة في الحجم)، ويؤدي ذلك الى تغير كبير في خواص الخشب الفيزيائية، وتختلف F.S.P باختلاف انواع الخشب، وبصورة عامة فانها تقع ضمن 25-30%، وقد تكون اقل او اكثر.

تغير الابعاد في الخشب:

ان اكتساب الخشب للماء او اي سائل قطبي دون F.S.P، سيؤدي الى انتفاخ الخشب في تلك المنطقة، اعتمادا على كمية الماء الذي ارتبط بالخشب، اذ ان الماء سيرتبط بالمايكروفايبرلات الموجودة في المنطقة الرخوة (غير المتبلورة) ويؤدي الى تباعدها وبالتالي الانتفاخ، ويستمر الانتفاخ الى ان يصل الى F.S.P اذ ان اكتساب المزيد من الماء بعد F.S.P لا يؤدي الى انتفاخ الخشب بل يزيد من وزن الخشب فقط (ويدعى هذا الماء بالحر لأنه يتواجد في تجاوزيف الخشب وغير مرتبط به).

تركيب جدار الخلية:

تركيب المايكروفايبرلات

تترتب جزيئات السليلوز في حزم تدعى المايكروفايبرلات.

هنالك ثلاث خصائص تجعل جزيئات السليلوز تترتب بشكل فايبرلات:

1-شكل الجزيئة رايبون منتظم في الصف الخارجي.

2-اصرة الكربون كربون تجعلها ذات صلابة عالية.

3-وجود اعداد كبيرة من مجاميع الهايدروكسيل على طول السلسلة لغرض الارتباط الجانبي.

تدعى المنطقة التي تحوي على سلاسل متوازية ومرتبطة بالمنطقة البلورية، والتي قد تتكون من 100 او اكثر من السلاسل السليلوزية.

تتبادل المناطق المتبلورة للسليلوز مع مناطق اخرى غير متبلورة (لان عدد السلاسل فيها قليل وغير منتظمة).

التراكيب التي يمكن تشخيصها في المجهر الالكتروني:

#### 1-الجدار الاولي للخلية:

وهو بسمك 0.1-0.3 مايكرون، وتتوزع المايكروفبرلات فيه بشكل عشوائي باستثناء المنطقة القريبة من طبقة S1 للجدار الثانوي اذ تتجه بشكل موازي تقريبا لمحور الخلية.

#### 2- الجدار الثانوي للخلية:

ويتكون من ثلاث طبقات

أ-الطبقة الخارجية S1 وهي طبقة رقيقة بسمك 0.1-0.2 مايكرون، وتكون زاوية المايكرو فايبرلات 50-70 درجة.

ب-الطبقة الوسطى S2 وهي الطبقة الاسمك في الجدار الثانوي ، اذ يبلغ سمكها من 10-30 مايكرون.

ج-الطبقة الداخلية S3 وهي الطبقة الانحف وتكون زاوية المايكرو فبرلات 60-90 درجة (وهي الطبقة التي تواجه تجويف الخلية).

المكونات الكيميائية للخشب

#### 1-المكونات الاساسية التركيبية:

محاضرات علوم أخشاب/ المرحلة الثالثة- قسم علوم الغابات/الفصل الثاني د. هايس صايل الجواري

وهي المواد التي يتكون منها جدار الخلية الخشبية مثل السليلوز والهيميسليلوز واللكتين، وهي التي تعطي الخلية شكلها والخواص الفيزيائية والكيميائية للخشب.

## 2-المكونات غير الاساسية (المستخلصات):

وهي مركبات لا تدخل في تركيب الخشب او جدار الخلية بل تترسب عليه، لذا تتواجد في الجوانب الخارجية والداخلية من جدر الخلايا وظيفتها توفير الحماية واعطاء اللون والطعم والرائحة، وهي تشمل مدى واسع من المركبات الكيميائية ذات الوزن الجزيئي الواطئ، وقسما منها بشكل بوليمرات.

## 3-الرماد:

مركبات غير عضوية (معادن) توجد بكميات قليلة جدا اقل من 1%، وتنتج من حرق الخشب بالكامل.

النسب المئوية للمكونات الكيميائية لجدار الخلية الخشبية:

1- الهولوسليلوز أي (السليلوز + الهيميسليلوز) وتشكل نسبة 60-70%.

2-السليلوز 40-50%.

3-الهيميسليلوز 20-30%

4-اللكتين 20-35%

5-المستخلصات 1-10%

6-الرماد اقل من 1%

المكونات الاساسية التركيبية لجدار الخلية الخشبية:

## 1- السليلوز:

وهو المركب الاساسي الاول لجدار الخلية الخشبية اي العمود الفقري، وهو بوليمر خطي الوحدة الاولية له هي سكر الكليكوز، اذ ترتبط جزيئة كليكوز مع اخرى بعد ان تستدير بزاوية 180 درجة ترتبطان باصرة بيتا 1-4 ، وبذلك تتشكل الوحدة الاساسية المسماة (سلي باي اوز) اي وحدة من جزيئتان من سكر، وتعد هذه الوحدة الاساس الذي يتكون منه السليلوز اذ تتكرر الاف المرات بشكل خطي لتكوين السليلوز، ويدعى عدد هذه الوحدات بدرجة البلورة اذ كلما زاد العدد زادت خواص القوة، يتكون السليلون من مناطق متبلورة تتبادل مع اخرى غير متبلورة، وتبلغ نسب المناطق المتبلورة 70% في حين تبلغ نسبة المناطق غي المتبلورة 30% من السليلوز، وتدعى نسب المناطق المتبلورة الى غير المتبلورة بدرجة البلورة، وكلما زادت درجة البلورة كان الخشب قويا والعكس صحيح، وتكون هذه النسب قليلة في الشتلات والاعصان الفتية، لذلك تكون غضة لا تتكسر ومع تقدم العمر تزداد درجة البلورة ليصبح الخشب قويا غير قابل للثني.

## 2- الهميسليلوز:

اي شبيه السليلوز، وهي سكريات ذات درجة بلورة واطئة واوزان جزيئية مختلفة ايضا وتقسم عادتا حسب نوع السكر الرئيسي فيها.

نقاط الاختلاف بين الهميسليلوز والسليلوز:

1-كونها بوليمرات غير متجانسة (اي تتكون من اكثر من سكر 2-3) في حين يتكون السليلون من سكر واحد هو الكليكوز.

2-هيكلها الاساسي خطي ويحوي على تفرعات، اما السليلوز فهو خطي غير متفرع.

- 3-مجاميع الهيدروكسيل في السكر تستبدل بمجاميع الخلات.
- 4-درجة بلمرتها واطئة قد لا تتجاوز 200، اما السليلوز فعدة الاف.
- 5-غير متبلورة، اما السليلوز 70% منه متبلور.
- 6-كونها بوليمرات متفرعة وغير متجانسة، اما السليلوز فهو خطي ومتجانس،  
وقد تختلف الهيميسليلوزات باختلاف الانواع والاجناس.

#### خشب التفاعل:

خشب غير طبيعي ينتج عن تفاعل الشجرة مع ظروف غير طبيعية مثل انحاء الساق الامر الذي يدفع بالشجرة الى انتاج خشب يلائم هذا الوضع غير الطبيعي من اجل البقاء.

1-خشب الضغط (في الاخشاب الرخوة). 2-خشب الشد (في الاخشاب الصلدة).

مواصفات خشب الضغط: يقع في الجهة السفلى من الساق المائل، ويحاول تحمل ضغط الساق المائل ودفعه الى الاعلى لإعادته الى الاستقامة او على الاقل منعه من الانكسار والسقوط.

- 1-المقطع العرضي للقصبية مستدير.
- 2-ظهر الفراغات بين الخلايا في المقطع العرضي.
- 3-سمك جدار القصبية ضعف الطبيعي.
- 4-يقل سمك الجدار الثانوي (بسبب غياب طبقة S3).



- 5-زاوية المايكرو فايبرل 45 درجة (اي اكثر من الطبيعي).
  - 6-قصيبات خشب الضغط قصيرة (اقصر من الطبيعية بنسبة 10-40%).
  - 7-زيادة في نسبة اللكتين بنسبة 20-30% عن الخشب الطبيعي.
  - 8-انخفاض نسبة السليلوز بنسبة 20% عن الطبيعي.
  - 9-ارتفاع في قيمة الوز النوعي عن الطبيعي.
  - 10-ارتفع نسبة الانكماش والانتفاخ في الاتجاه الطولي بمقدار عشرة اضعاف الطبيعي.
  - 11-انخفاض نسبة الانكماش والانتفاخ ال النصف في كل من الاتجاه الشعاعي والمماسي.
- في الوضع الطبيعي تكون نسبة الانكماش في المقطع المماس ضعفها في المقطع الشعاعي، في حين تكون بسيطة جدا وغير معنوية في الاتجاه الطولي.
- مواصفات خشب الشد: يقع في الجهة العليا من الساق المائل، ويحاول شد الساق الى الاعلى لإعادته الى الاستقامة او على الاقل منعه من الانكسار والسقوط.
- 1-تبدو الألواح المنشورة الحاوية على خشب الشد خضراء.
  - 2-وجود الالياف الجيلاتينية.
  - 3-قيمة زاوية المايكرو فايبرل في الالياف الجيلاتينية 5 درجة على المحور الطولي.
  - 4-سمك الجدار اكبر من الطبيعي.
  - 5-نقص في نسبة الكنين في خشب الشد.
  - 6-زيادة في نسبة السليلوز.
  - 7-زيادة في نسبة الرماد.

8-درجة البلورة اعلى من الخشب الطبيعي.

9-قلة اللكين في الجدار الثانوي للالياف.

10-الانكماش والانتفاخ طبيعي.