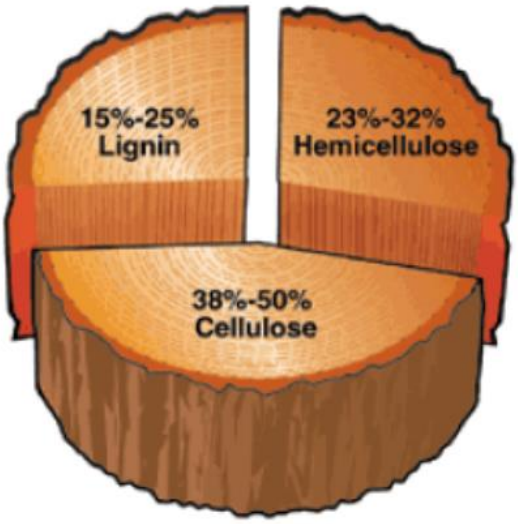
- **صفات الخشب:**

يعد الخشب مادة عضوية تتكون من انواع مختلفة من الخلايا:

ففي الاخشاب الصلدة (Hardwoods) يتكون من 1. الالياف Fiber 2. الأوعية Vessel 3. الخلايا البرنكيمية Paranchyma cells 4. النقر Pits 5. الاشعة Ray .

اما في الاخشاب الرخوة (Softwoods) يتكون من 1. القصيبات Trachids 2. الخلايا البرنكيمية Paranchyma cells 3. النقر Pits 4. الاشعة Ray .

- **يتكون التركيب الكيميائي لجميع انواع الاخشاب من المواد التالية:**



السيليلوز بنسبة (40 _ 50 %) والهيميسيليلوز بنسبة (20 _ 30 %) وترتبطان مع بعضهما البعض بمادة اللكنين بنسبة (25 _ 30 %) , ويترسب على جدران الخلايا الخشبية المستخلصات, ويشكل الكاربون 50 % من مكونات الخشب.

- **يحتوي الخشب على انواع من المقاطع الخشبية وهي :**

أ. المقطع العرضي : وهو المقطع الذي تظهر فيه الحلقات السنوية للخشب بشكل واضح بحيث يكون المقطع عموديا على المحور الطولي للجذع الخشبي.

ب. المقطع القطري : او مايسمى بالمقطع الشعاعي : وهو المقطع الذي يمر من مركز الجذع اي من منطقة اللب. او بموازاة الاشعة في الخشب بحيث يكون المقطع موازيا للمحور الطولي للجذع الخشبي.

ج. المقطع المماسي : وهو المقطع الذي يمر بشكل تماس مع الحلقات السنوية ولا يمر بمنطقة اللب. بحيث يكون المقطع موازيا للمحور الطولي للجذع الخشبي .

ان الخشب مادة غير متماثلة, لا من حيث التركيب التشريحي ولا الكيميائي ولا الفيزيائي , كما انه غير متماثل في الاوجه او المقاطع (العرضي, الشعاعي, المماسي).

يعتبر الخشب مادة هايدروسكوبية اي له القدرة على اخذ الماء بسهولة وفقده بسهولة ايضا (حيث يقسم الماء الموجود في الخشب الى ماء مرتبط وماء حر) . وكذلك فهو مادة ناتجة من كائن حي مكون من انواع عديدة من الخلايا ذات الاشكال والوظائف المتباينة. فهو قابل للإصابة بالكائنات الحية مثل الفطريات

والبكتريا والحشرات التي تتغذى على المواد المكونة لجدر الخلايا والمواد المخزونة فيها ايضا. وبنفس الوقت يمتلك القدرة على الاستدامة والبقاء لفترات طويلة, خاصة اذا كانت نسبة المستخلصات فيه عالية لأنها تعد مركبات دفاعية ضد الكائنات الحية التي تتغذى على الخشب فضلا عن العوامل البيئية.

ويعد الخشب مادة قابلة للاحتراق لذا يعد مصدرا جيدا للوقود, لكنه يتباين في كمية الطاقة التي يعطيها باختلاف الانواع والكثافة ونسبة اللكنين فيها. ويعتبر كمادة ذات PH حامضي, لذا فهو يقاوم تأثير الحوامض لكنه يتأثر بشدة بواسطة القواعد وقد يقاوم القواعد الضعيفة. وهو مادة غير موصلة للحرارة والكهرباء والصوت اذا كان جافا (لان الخشب يعد من المواد العازلة الجيدة لوجود الفراغات وتجاويف الخلايا اوما بين الخلايا), لكن بوجود الرطوبة يزداد توصيلة الكهربائي والحراري بزيادة محتواه الرطوبي (لان الماء قطبي فهو موصل للكهرباء).

- **ان للاخشاب استعمالات وفوائد كبيرة في حياتنا اليومية منها:**

1. **يدخل في صناعة الاثاث والموبيليا (من الالواح الخشبية الصلدة او الحبيبية او المضغوطة او الخشب المعاكس او غيرذلك)**
2. **صناعة الورق والعجينة الورقية.**
3. **بناء الجسور.**
4. **بناء البيوت والسفن .**
5. **صناعة التحفيات والالات الموسيقية .**
6. **للتدفئة والطبخ (اثناء حرق الخشب كالفحم).**
7. **اعمدة التلفونات والكهرباء.**
8. **عوارض سكك الحديد .**

- **تقسم الاخشاب الى:**

1- الاخشاب الصلدة. 2-الاخشاب الرخوة.

1- الاخشاب الصلدة:

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

2-الاخشاب الرخوة:

وتدعى ايضا دائمة الخضرة او عاريات البذور او ابرية او حرشفية الاوراق او عديدة الفلقات.

الاشجار من ذوات الفلقتين وعديدة الفلقات 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.

- **مميزات الخشب:**

1- سهولة تشكيل الخشب واستخدامه بواسطة ادوات يدوية بسيطة او بوساطة المكائن.
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.

- **يمكن تميز 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 دائمي.

3- تحوي الاشجار الخشبية المثالية على تثخنات 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 و 2-الشجيرة و 3-المتسلقات.

1-الشجرة: نبات خشبي معمر ذو ساق خشبي مستقيم لا يقل ارتفاعه عن 8 متر عند النضج كما له جذر وتاج .

2-الشجيرة: نبات خشبي معمر نادرا ما يصل ارتفاعه الى 8 متر عند النضج , وغالبا ما يحتوي على اكثر من ساق.

4- المتسلقات: نباتات خشبية متسلقة , تتسلق عن طريق الالتفاف ولها جذور هوائية وهي من نباتات الغابات الاستوائية المطرية في العديد من مناطق العالم.

تمتلك الاخشاب صفات ظاهرية تساعدنا على التعرف على نوعية الخشب منها:

1. **اللون.**
2. **اللمعان.**
3. **الرائحة.**
4. **الطعم اوالمذاق.**
5. **النسيج والتعريق(اتجاه عناصر الخشب) والشكل.**
6. **الوزن والصلادة.**
7. **الملمس.**
8. **المظهر الخارجي بشكل عام , الخشب الربيعي , الخشب الخريفي . النمو السنوي والحلقات السنوية.**

علوم اخشاب عملي / المرحلة الثالثة / قسم علوم الغابات / المحاضرة الثانية / م.م. حنان غانم العلاف

- **تمتلك الاخشاب صفات ظاهرية تساعدنا على التعرف على نوعية الخشب منها:**

1. **اللون.**
2. **اللمعان.**
3. **الرائحة.**
4. **الطعم اوالمذاق.**
5. **النسيج والتعريق(اتجاه عناصر الخشب) والشكل.**
6. **الوزن والصلادة.**
7. **الملمس.**
8. **المظهر الخارجي بشكل عام , الخشب الربيعي , الخشب الخريفي . النمو السنوي والحلقات السنوية.**

1- اللون:

ان اختلافات اللون قد توجد في النموذج الواحد بين الخشب العصاري والقلبي ، وبين الخشب المبكروالمتأخر او بين نسيج الاشعة والنسيج المحيط بها. ويكون الخشب القلبي ذا تباين كبير من حيث درجة عتمة لونه البني. اما الخشب العصاري فيكون دائما بلون افتح من الخشب القلبي.

ان اللون صفة تميز الانواع المختلفة من الاخشاب ولكن هذه الصفة من الصعب التعبير عنها لفظيا بصورة دقيقة ، كما ان اللون قد يختلف في اخشاب تعود الى نوع واحد ، وهو ايضا قابل للتغيير نتيجة للتعرض الخشب لظروف جوية او معاملات معينة . ويكون التعبير عن اللون بالصورة التي يبدو بها الى العين المجردة او باستعمال طرق تقنية معينة .

و يزداد الخشب اسودادا عند تعرضه للظروف الجوية ، ويكون الخشب العصاري اكثر تأثرا في هذا الجانب من الخشب القلبي . ان هذه التغييرات هي ذات طبيعة كيميائية حيث تنتج من اكسدة المركبات العضوية الموجودة في الخشب .

وقد يحدث هذا التغير باللون بعد اسقاط الاشجار مباشرة بالغابة او بعد تحويل الجذوع الى الواح منشورة . فيتغير لون خشب الألدر مباشرة من اللون الابيض الى اللون الاحمر ثم يتحول الى البني الباهت. ويتحول الخشب الصميمي للروبينيا من الاخضر الفاتح إلى البني المعتم · بينما يصبح خشب الدوكلاس فير احمر اللون. ان التعرض الطويل للاخشاب فاتحة اللون الى اشعة الشمس و بالاخص عند الارتفاعات العالية يؤدي الى تغيير اللون إلى البني ، بينما يؤدى التعرض الى المطر او الرطوبة العالية إلى تغيير اللون الى رمادي

معتم . ان اللون الطبيعي الاسود للخشب يشير الى متانة ومقاومة الخشب ، بصورة عامة فان تلون الخشب

متأتي من وجود المستخلصات (التانين ، اصماغ .... الخ) التي تتركز بصورة رئيسية في الخشب القلبي . واغلب هذه المستخلصات يكون ذا تاثير سمي على الفطريات التي تصيب الخشب ، لذا فان وجودها يعطي مقاومة عالية للخشب كما في خشب السيكويا ، و السرو , والارز , والعرعر , والبلوط والروبينيا.

ولنفس السبب يكون الخشب القلبي لهذه الاشجار ولغيرها كالصنوبر اكثر مقاومة من الخشب العصاري.

وهناك بعض انواع الاخشاب مثل الصفصاف والقوغ تكون مقاومتها قليلة . وأن اللـون الفاتح للخشـب لا يعنـي بالضرورة أن يكون الخشب قليـل المقاومة كما في انواع السرو ، والارز. قد تكون المواد الملونة للخشب كثيرة بحيث يمكـن استخراجها كاصباغ كتلك التي كانت تستخرج من الاخشاب قبل تطور الاصباغ الصناعية . كمـا نلاحظ حدوث نوعا من التفلور (Flurrence) في بعض الانواع كالروبينيا والخروب ويقصد بالتفلور صـفة انتاج اللون باستخدام الاشعة فوق البنفسـجية فيبـدو الخشـب القلبـي بلـون أصـفر لـمـــاع بينمـا يظهـر الخشـب العصاري بلون قريب من الأزرق المعتم.

و قد يكون اللون الطبيعي لبعض الاخشاب جـذابا جـدا بحيـث يسـتخدم معـه تلميـع خفيـف فقـط ، ويغيـر اللـون باضافة بعض الاصباغ او قصر بعض الالوان ، وقد يتم تغير اللون بتأثير المـاء او البخار ، حيت يعامل الزان الاوربي بالبخار ليعطيه لـونـا اكثـر سوادا مما يجعله مرغوبا في أسواق الاثاث . كما أن الجوز يعامل بالبخار لكي يكتسب الخشب العصاري اسودادا فيصبح اكثر تجانسا مع لون الخشب القلبي . وفـي صـناعة الاثـاث مـن الاخشاب غيـر الثمينة تصبغ الانواع قليلة الـثمن بصـورة تجعلهـا تشبــه مــن حيــث اللـون انـواع الاخشـاب الثمينة. ان توزيع المواد الملونة بصورة غير منتظمة يعطي اختلافات موضعية باللون . كما قد تكون تغييرات اللون ناجمة عن الاصابة ببعض الفطريات أو بالبكتريا أو لاسباب اخرى.

2 - اللمعان:

بعض الاخشاب تمتلـك خاصـية اللمعـان الطبيعـي الـذي يتميـز عـن اللمعـان الصـناعي (النـاتج مـن الاصـباغ المضافة) حيث يكون اللمعان الطبيعي ذو عمق بينما يكون الصناعي سطحيا. وبصـورة عامـة تظهـر الاسـطح الشعاعية (الوجه الشعاعي) اكثر لمعانا نتيجة لتعريـض اشـعـة الخشب عند هـذا السـطح , لـهـذا السـبب يسـمي الالمان هذا الوجه بوجه المرآة ، اللمعان يتأثر بزاوية انعكاس الضوء.

ومن الاخشاب المتميزة باللمعان خشب التنوب والدردار والجنـار الغربـي والقـوغ وعلـى العكـس يبـدو بعـض الانواع غير لماع كما في الزيتون والصاج.

3- الرائحة :

ان رائحة الخشب ناجمـة عـن وجـود المستخلصات الطيارة فيه . وعند وجود هذه المواد فانهـا تتركـز بصـورة رئيسية في الخشب القلبي الذي تكون رائحته اكثر شدة نتيجة لذلك وبسبب تطاير هذه المواد فان رائحة الخشب تقل تدريجيا بازدياد تعرضه للظروف البيئية. ولهذا فان الرائحة تكون شديدة في السطوح حديثة القطع.

الرائحة ، كما في اللون ، ليس من السهل توضيحها والتعبير عنهـا بدقـة , يمتلـك خشـب الارز والسـرو رائحـة عطرية بينما يمتلك الصنوبر رائحـة راتنجية.

في حين تتميز أنواع اخرى بروائح غير مقبولة ، وتكون رائحة الخشب القلبي لاشجار الكاتالبـا شـبيهة برائحـة الكيروسين. اما رائحة الاسفندان فانها تشبه رائحة مربى الشليك (الفراولة) وتكون رائحة خشب الصاج شـبيهة بالجلد المحترق .

أن بعض الانواع الاستوائية الاخرى لها روائح مختلفة واعطيت لها اسماء دالة على روائحها ومنهـا (خشـب الكافور ، خشب الثـوم ، خشب مربى الشليك ، خشب العطاس ، الخشب النتن) .

ان لرائحة الخشب محاسن عديدة في استعمالات معينة كما هو الحال عند استعمال خشب الارز الاسباني لعلب السكائر وعند استعمال انواع اخرى من الارز او السرو لصناعة صناديق حفظ الملابس ، بينما تكون الرائحة من جانب أخر صفة غير مستحسنة عندما يراد عمل سلال او اقفاص او صناديق للمواد الغذائية .

من الروائح التي قد تحصل بالخشب هي تلك الروائح الناتجة من تحلل الخشب بفعل الاحياء المجهرية.

4- الطعم او المذاق:

ان مذاق الخشب ناجم عن وجود المواد الطيـــــارة فيه , لذا فان المذاق يكون متميزا بالخشب الحديث القطـع, وهو اكثـر شـدة بالخشب القلبـي ممـا هـو في الخشب العصاري.

ان الاخشاب المحتوية على كميات معينة من التانين مثل البلوط والكستناء يكون لها مذاقا لاذعـا والمـذاق لـيس بالصفة التمييزية المهمـة جـدا الا انه في بعض الحالات يفيد في تمييز الاخشاب المتشابهة ، فعلى سبيل المثـال يكون الارز الامريكي ممـاثلا لخشـب الثويـا مـن حيـث المظهروالتركيـب ، الا ان الاول يكـون مذاقـه مشـابها للتوابل بينما مذاق الثاني خفيف الحرارة •

5- النسيج والتعريق (اتجاه عناصر الخشب) والشكل :

ان تعبير النسيج الخشن ،الدقيق ، او المتوسط ، والنسيج المتماثل وغير المتماثـل تسـتخدم للتعبيـر عـن تقـارب وتجانس خلايا الخشب . فان لفظ النسيج الخشن والدقيق والمتوسط يشير الى الحجم النسبي لعناصر الخشب

(الخلايا) كما تبدو للعين المجردة أو العدسة اليدوية.

أن الخلايا ذات الاقطار الكبيرة ينتج عنها نسيج خشن (مسامات ميكروسكوبية كبيـرة بالخشـب) . بينمـا تنـتج الخلايا ذات الأقطار الضيقة نسيجا دقيقا. ، وغالبا ما تكـوَن الاشجار سريعة النمو نسيجا خشنا لاخشابها.

ان النسيج المتماثل وغير المتماثل يشيـر الـى درجة تجانس مظهر الخشب والـي وجـود الاختلافات في تركيب حلقة النمو. لذا تكون الاخشـاب حلقيـة الثغـور غيـر متماثلـة اذا مـا قورنـت باخشـاب منتشـرة الثغـور. كمـا ان الاخشاب الرخوة التي يكون فيها الانتقال من الخشب المبكر الى الخشب المتأخر مفاجئـا تعتبر ذات نسيج غير متماثل.

ان مصطلح التعريق (grain) يشير الى اتجاه عناصر الخشب حيث هنالـــك الاتجـاه المسـتقيم ، الحلزونـي ، المتشابك, المنحرف ، العرضي , المتموج والمتجعد.

امـا مصطلح الشكل (Figure) فانه يستعمل لتوضيـح الهيئة والصورة الطبيعية لسطح الخشب . فان الصفات المرئية للخشب (الخشب القلبي والعصاري ، حلقـات النمـو ، الخشـب المبكـر والمتأخـر ، الاشـعة ، القنـوات الراتنجية ، وفتحات الاوعية فـي الاخشـاب الصـلدة) كلهـا تعطـي اشـكالا مختلفـة تعتمـد علـى نـوع المقطـع الخشبي. في الوقت الذي يكون فيه شكل الخشب مُرضيا عندما يكون نموه طبيعيا ، يكون وفـي حـالات خاصـة شكل الخشب جذابا اكثـر عنـدما ينتج الخشب تراكيبا غير طبيعية ، فمثلا يؤدي الاتجـاه المائـل للألياف بعـض التجعدات والتشعبات على الساق والنمو غير المركزي ، وتوزيع اللون غير المتجـانس . وبعـض الامـور غيـر الطبيعية الاخرى الى اعطاء الخشب مظهرا جماليا مميزا .

ومكـن ابـراز الصورة الطبيعية للخشب ببعض الاجراءات فمثـلا يصقل السطح المماسي مما يؤدي الـى ازالـة الكثير من الخشب المبكر بينما يكون تأثر الخشب المتأخـــــر قليلا نظرا لصلابته.

وقد يعطى لشكل الخشب أهمية كبيرة ، وخاصة عند عمل رقائق الخشب المستعملة للأثاث والتغطية الداخليـة . إن الاخشاب ذات الشـكل الطبيعـي الجيـد (مثـل خشـب الصـاج) قليلـة وباهضـة الـثمن ، ولهـذا السـبب كثُـر

استعمـــال البدائل ، وهذا يتـم عـن طريـق طباعة او رسم (او استخدام اي طريقة أخرى) اشكال الانواع الجيدة المختارة على البلاستيك (مثـل الفورميكـا) او ايـة مـادة أكســاء ثـم تلصــق هــذه علـى الاخشـاب الاعتياديـة الرخيصة أو على الواح الفايبر والواح الخشب المضغوط.

6- الوزن والصلادة:

ان الوزن اذا ما قـدر عن طريق رفع او حمل قطعـــة خشبية باليد يمكن اعتباره مـن الصـفات الطبيعيـة التـي تساعد في تمييز وتشخيص الانواع . يتأثر الوزن بعوامل مختلفة ومن هذه العوامل وجود ونسبة الخشب القلبي والعصاري ، والخشب المبكر والمتأخر ، ويتاثر بصورة خاصة بالمحتـوى الرطـوبي للخشـب. فلاجـراء ايـة مقارنة صحيحة يشترط ان تجرى تحت ظروف متماثلة تقريبا .

وللمحتوى الرطوبي اهمية خاصة وذلك لانه يشكل (في الاخشاب الخفيفة بالذات) وزنا قد يزيد عدة مرات عن وزن مادة الخشب نفسها . ويتأثر المحتوى الرطوبي للخشب بتعرضه لظروف جوية مختلفة.

ان أخف الانواع التجارية هـي مـن انواع الأشجار الاستوائية حيث يتراوح وزنها الجاف (80-160 كغم / م^3) اما اثقل الانواع فيتراوح وزنها (١٢٠٠ - 1300 كغم / م^3).

اما انواع المناطق المعتدلة فان وزنها الجاف يتراوح ما بين (٣٠٠ – ٩٠٠ كغم / م^3) مع التباين بالوزن ضمن النوع الواحد وقد يصل الى (أكثر من 1000 كغم / م^3).

ان الوزن النوعي من الصفات المتعلقة بالوزن ، و يعتبر الاكثر ملائمة لاغراض المقارنة ، والوزن النوعي

هو النسبة بين وزن نموذج من المادة الى وزن حجم مساوٍ لحجم النموذج في الماء . وفي النظام المتري يكون

الوزن النوعي عبارة عن وزن الخشب الى حجمه .

ان قيم المقارنة للوزن النوعي يجب ان تجرى تحت ظروف قياسية من حيث المحتوى الرطوبي . ويقدر وزن الخشب بعد تجفيفه بالفرن (بمحتوى رطوبي مقداره صفر) ويؤخذ الحجم امـا بعـد تجفيفـه بـالفرن أو بحالتـه الرطبة. وقد يؤخذ كل من الوزن والحجم عند اى محتوى رطوبي اخر . وبما ان الوزن النوعي هو وزن المادة الى وزن نفس الحجم من الماء لذا فانه خالٍ من الوحدات.

ويقدر الوزن النوعي لاخشاب المناطق المعتدلة (كـوزن جـاف الـى الحجـم الرطـب) بـين (٠/٣٠ – ٠/٩٠) وتختلف الاوزان النوعية تبعا لاختلاف مقدار الفراغات بالاخشاب , اما الوزن النـوعي لمـادة الخشـب (بـدون فراغات) فهو حوالي 1.5 تقريبا بغض النظر عن نوع الخشب.

اما الصلادة فيمكن الحكم على صلادة الخشب بصورة مبسطة عن طريق الضغط على الخشب بواسطة الابهام حيــث ان سهولة أو صعوبة تأثر الخشب بضغط الابهام يعتبر مقياسا لصلادته .

وللصلادة علاقة وثيقة بـوزن الخشـب فالاخشـــــاب الثقيلـة تكـون اكثـر صـلادة . أمـا تـاثير الرطوبـة علـى الصلادة فهو امر عكسي فعند زيـادة المحتوى الرطوبي للخشب تقل صلادته. وتختلف صـلادة الخشـب حسـب نوع السطح إن كان سطحا عرضيا او مماسيا او شعاعيا . وهنالك طرق مختبرية لحساب الصلادة تدخل ضمن الخواص الميكانيكية للاخشاب .

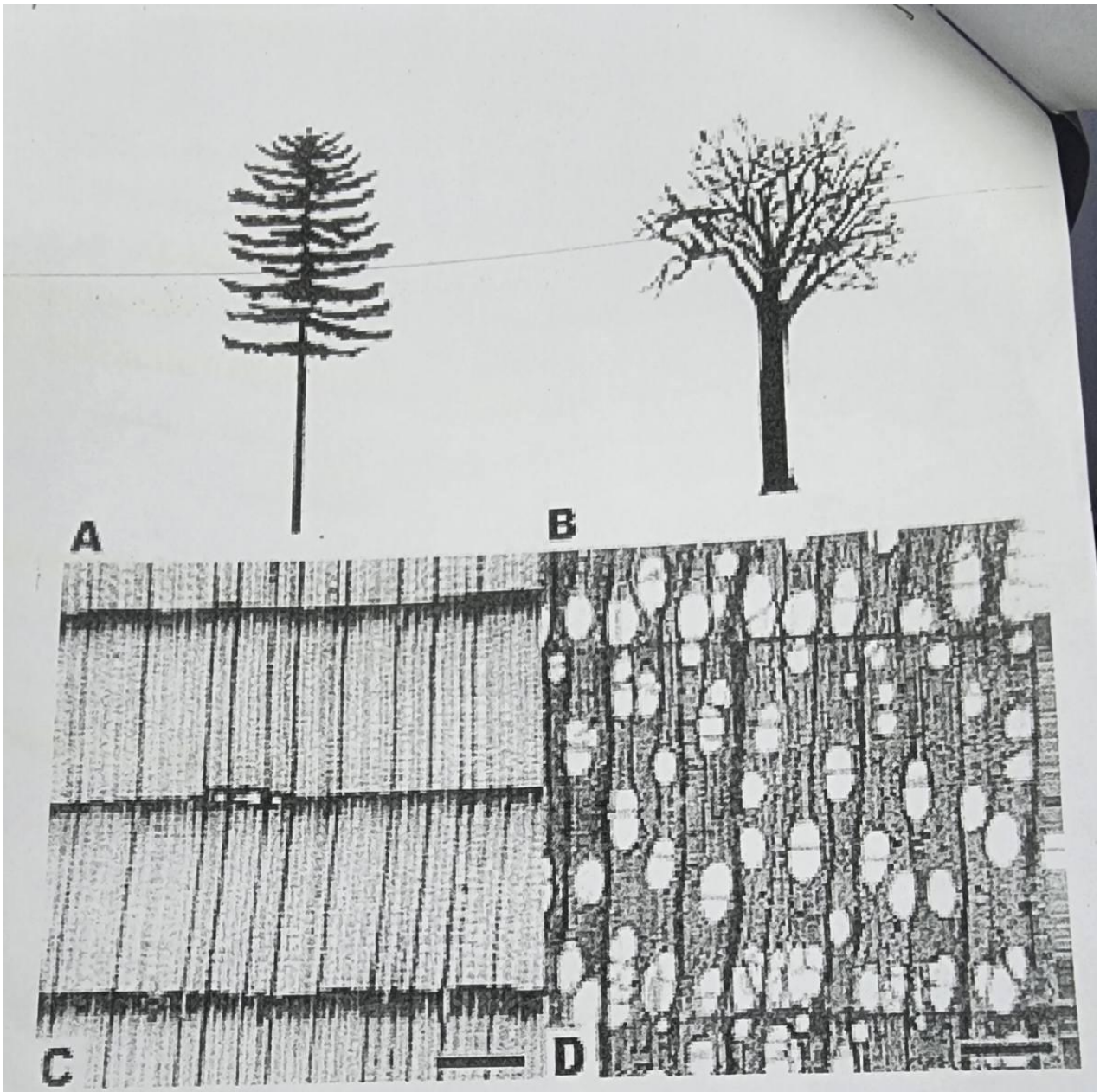


FIGURE 2.2 Softwood and hardwood. (A) The general form of a generic softwood tree. (B) The general form of a generic hardwood tree. (C) Transverse section of *Pseudotsuga mensiezii*, a typical softwood. The three round white spaces are resin canals. (D) Transverse section of *Betula allegheniensis*, a typical hardwood. The many large, round white structures are vessels or pores, the characteristic feature of a hardwood. Scale bars = 300 μm.

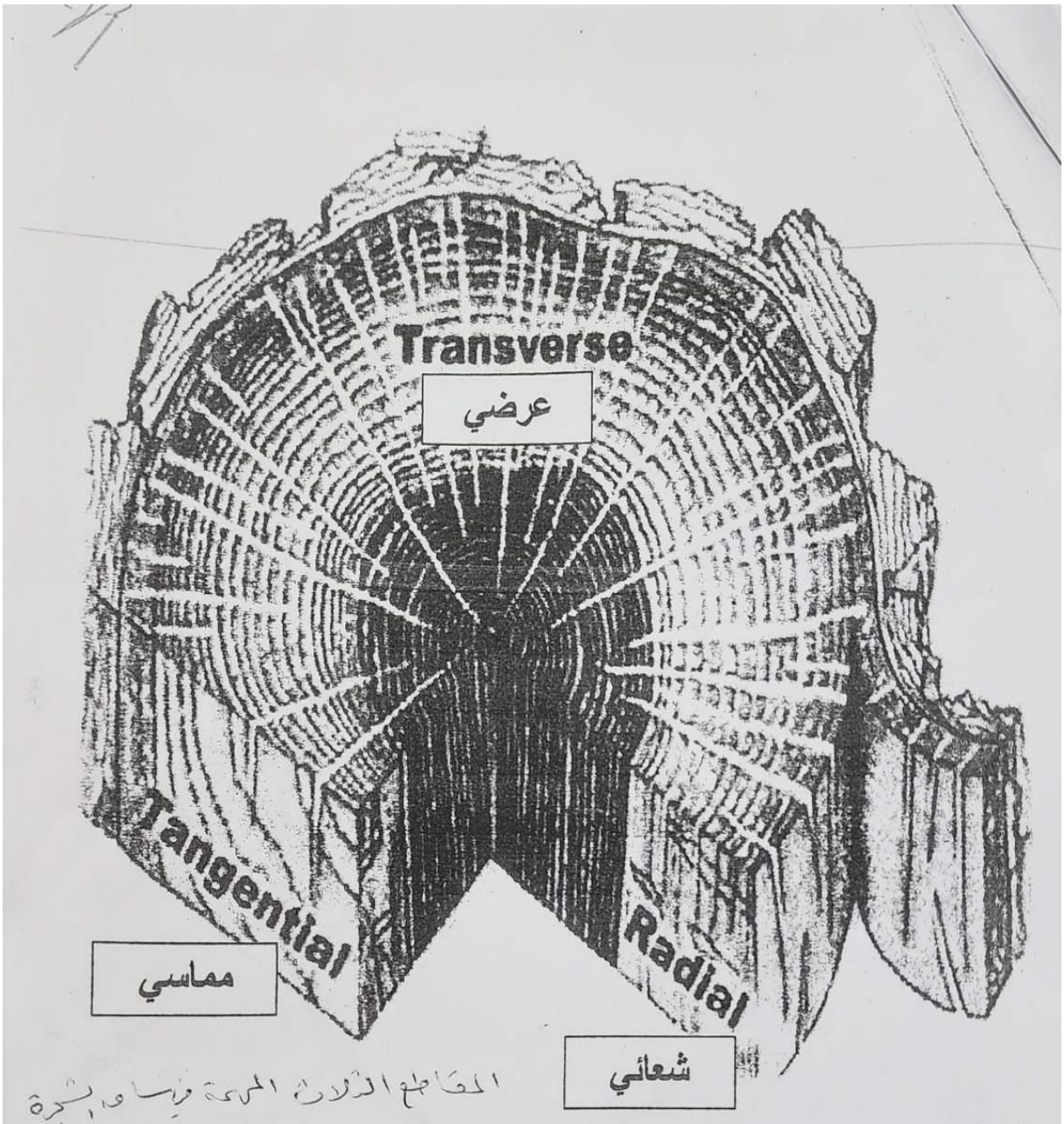
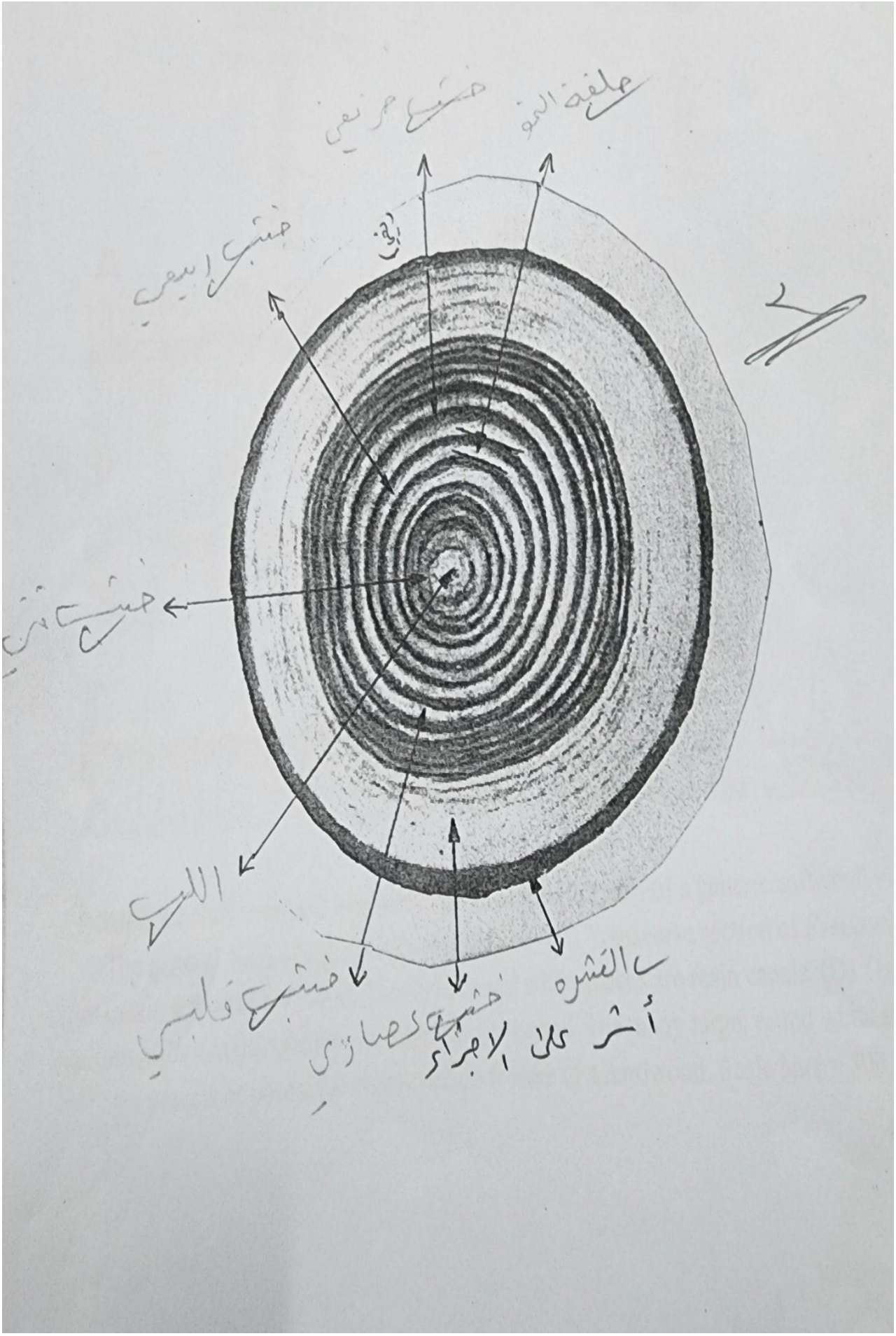
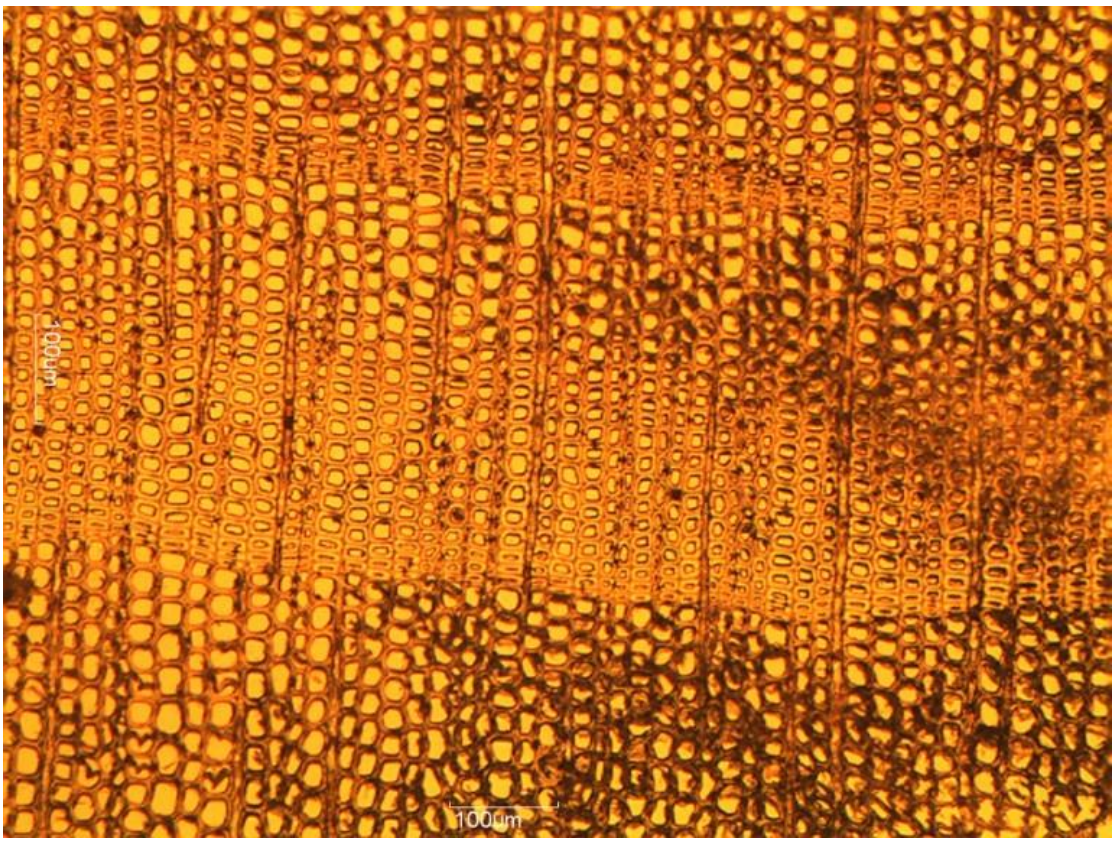
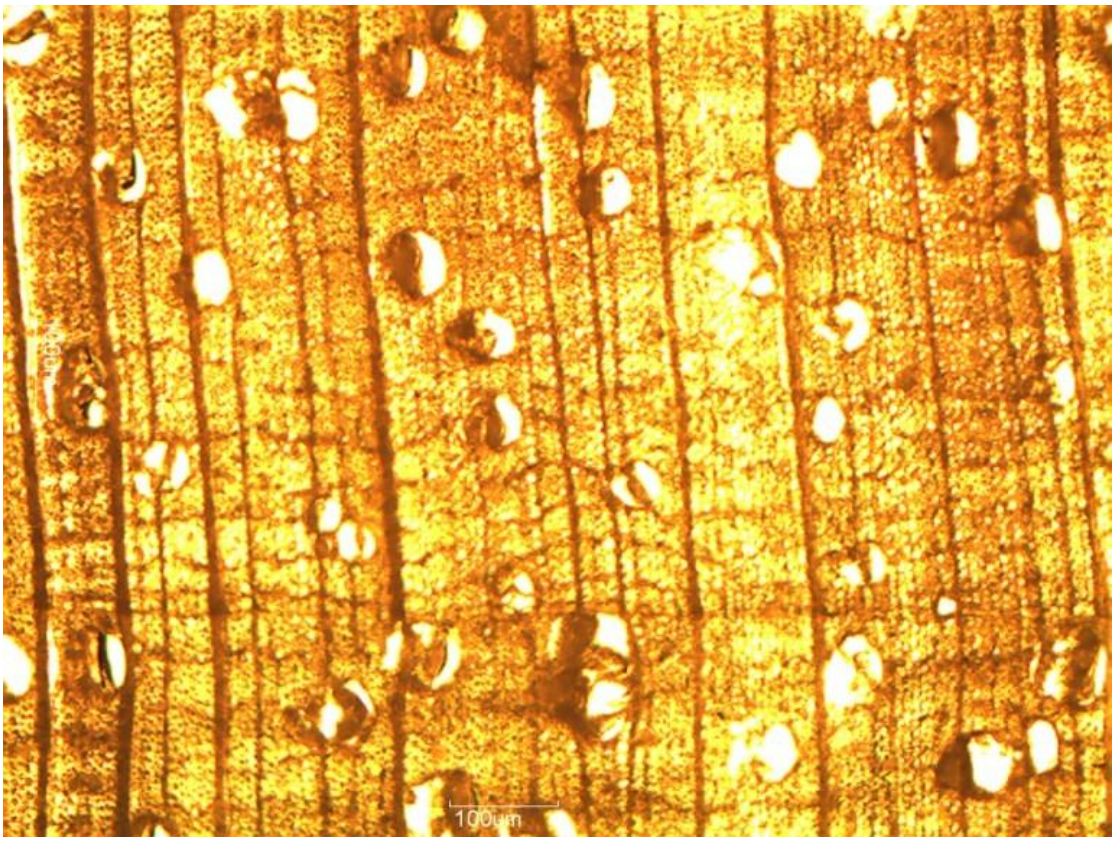


FIGURE 2.3 Illustration of the three planes of section. Note that for the tangential plane of section, only the right-hand portion of the cut is perpendicular to the rays; due to the curvature of the rings, the left portion of the cut is out of plane. From *Biology of Plants*, 4/e, by Peter H. Raven, et. al. © 1971, 1976, 1986 Worth Publishers. Used with permission.


ملفة النمو
مشبع حريفي
مشبع إيفي
مشبع ستي
اللب
مشبع قلبي
مشبع حصاوي
القشرة
أثر على الإجراء


100µm


100µm

علوم اخشاب عملي / المرحلة الثالثة / قسم علوم الغابات / المحاضرة الرابعة / م.م. حنان غانم العلاف

استخدام الطرق التقنية المختلفة في الدراسات المجهرية للخشب:

يتم فحص تركيب الخشب في المجهر الضوئي الاعتيادي باستعمال مقاطع رقيقة من أنسجة الخشب (عادة تكون المقاطع مصبوغة) او خلايا مفصولة عن بعضها وفي كلا الحالتين تكون النماذج المحصل عليها شفافة جداً وتفحص باستعمال الضوء النفاذ (وقد تفحص سطوح الكتل الخشبية والعينات الغير الشفافة باستعمال الضوء الساقط أو الضوء الفوقي) . أما في حالة استعمال المجهر الالكتروني فتكون العينات بشكل مقاطع فوق الدقيقة لانسجة الخشب او على شكل نسخ مطابقة شفافة لسطوح الخشب .

وفيما يلي ملخص للطرق الاساسية المستخدمة في دراسة الاخشاب ، لكل من المجهر الضوئي والمجهر الالكتروني ولقد تم التأكيد على الخشب الاعتيادي فقط في شرح هذه الطرق .

الدراسة المجهرية الضوئية :

ان اجهزة التكبير الضوئية المستخدمة في الدراسات المجهرية الضوئية هي من نوع اجهزة التكبير الضوئية المركبة . ان هذه الاجهزة متوفرة باشكال مختلفة . وتتميز المجاهر المركبة اساسا باحتوائها على الانبوب الجسمي Body Tube الحاوي نظامين العدسات ـ العدسة العينية الموجودة في النهاية العليا ، والعدسة الشيئية الموجودة في النهاية السفلى . وتتكون الصورة بالعدسة الشيئية وتتضخم اكثر بالعدسة العينية . وتدعى المجاهر الضوئية ذات العدسة العينية الواحدة بأحادي العينة والمجاهر ذات العدستين العينيتين بثنائي العينة وبالامكان تجهيز المجهر المركب اعتمادا على نوعه بعدد من العدسات (قد يصل الى ه عدسات) الشيئية القابلة للتغير عند الحاجة . وهناك ملحق آخر مهم جداً لا يمكن الاستغناء عنه الا وهو المكثف الموجود اسفل المنصة ومجمع العدسات الذي يعمل على تنظيم تباين الصورة وشدة الاضاءة ، وتنعدم المكثفات في المجاهر المجزأة والمجاهر المجسمة.

« تحضير العينة للفحص »

أ. عملية التقطيع : - Sectioning

للحصول على المقاطع الخشبية ، يقطع اولا الخشب بشكل قطع صغيرة مكعبة الشكل تقريبا (١ سم ^{٣} او بشكل موشوري (١ سم عرض × ١ سم ارتفاع × ٢ سم الطول) ومن الواجب أخذ العناية الكافية اثناء القطع للحصول على السطوح الثلاثة (الشعاعية والمماسية والعرضية) وليس الحصول على سطوح مائلة.

يمكن الحصول على مقاطع بسمك ١٠ ـ ٢٠ مايكرون من هذا النموذج بوساطة الميكروتوم المنزلق Sliding microtome والميكروتوم عبارة عن آلة تعمل باليد وتتألف من عتلة لمسك العينة ومنظم يرتفع وينخفض آليا لغرض تثبيت سمك المقطع (بعد كل ضربة لالة القطع « السكين ») وعتلة أخرى لمسك وانزلاق آلة القطع السكين » . تشبه الة القطع « السكين » الشفرة المستقيمة ولكنها أعرض وأطول منها ، حيث تكون عادة بطول (٢٠ – ٢٥ سم) . ولأجل الحصول على مقاطع مناسبة ومقنعة يجب ان تكون السكينة حادة وخالية من اي تسنن وبالامكان معرفة ذلك بملاحظة حافتها تحت المجهر باستخدام قوة تكبير ٥٠ ـ ١٠٠ × ويتم حد وتحضير السكين بوساطة اليد والحجرة المزيتة ومشحذ جلدي (leather strop) في حالة عدم توفر جهاز الحد الميكانيكي.

ومن الضروري تليين المواد الواجب قطعها وخاصة الاخشاب الصلدة والنماذج المجففة هوائيا قبل قطعها ويتم ذلك بوضع النماذج في دورق ترشيح مفرغ من الهواء ويحوي كمية من الماء او عن طريق غليها بالماء . وفي كلتا الحالتين تستمر العملية الى ان يغطس النموذج كليا في الماء بتأثير وزنه فقط . واثناء عملية الغلي يمكن الاسراع من عملية التغطيس باضافة الماء البارد من حين الى آخر او برفع النموذج مرارا وغمره بالماء البارد. ان المعاملة بالتفريغ الهوائي تعتبر من المعاملات الاكثر بساطة واعتدالا فهي تحافظ على بقاء الخشب على حالته الطبيعية مقارنة بالطرق الاخرى.

تخزن النماذج الخشبية المشبعة بالماء في محلول مكون من مادة الكلسرين ethyl alcohol بنسبة ١:١ او بمحلول مكون من جزء واحد من الكلسرين وجزئين من الكحول مع ثلاثة اجزاء من الماء .

وتعد المعاملات الانفة الذكر كافية لمعظم الاخشاب وهناك طرق خاصة قد نحتاجها لمعاملة الاخشاب الصلبة جداً. ومن هذه الطرق استخدام حامض الهيدروفلوريك Hydrofluric acid او استخدام بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide مع حامض الخليك Acetic acid او بطريقة المعاملة بالبخار وفي المعاملة الاخيرة يوضع النموذج الخالي من الماء في الميكروتوم وتجري عملية التقطيع بتسليط البخار مباشرة على السطح المعد للقطع . وتحتاج عملية القطع الميكروتومي الى حذق وتجربة مع كل نموذج معد للقطع لانتاج مقاطع رقيقة مثالية التركيب الخلوي .

ان الحصول على تقطيع مثالي يجب ملاحظة وضع النموذج على الميكروتوم وزوايا سكين القطع الافقية والعمودية قبل الشروع بالتقطيع. وقد اثبتت التجارب امكانية الحصول على مقاطع مثالية متى ما كانت حزم اشعة النموذج موازية لاتجاه سير سكين القطع.

عموماً تقطع الاخشاب الصلدة بدرجة افضل من الاخشاب الرخوة والخلايا السميكة الجدران افضل من الرقيقة الجدران . ولتسهيل عملية التقطيع تشبع السكين والنموذج بالكحول (٧٠ ٪) وبعدها تنقل المقاطع بواسطة فرشاة ناعمة الى اناء يحوي كحولا (٧٠ ٪) ايضا . تلي عملية التقطيع عملية التلوين وكقاعدة عامة فان عملية التلوين تنتج صوراً وهناك طرق عديدة للتلوين مثال على ذلك باستخدام صبغة السافرانين الحمراء اللون safranin لصبغ المقاطع الخشبية وتمييز الخلايا. وتكون مذابة بالكحول او بالماء وقد تستعمل ايضا لتلوين الاخشاب .

٢. تحضير المقاطع الخشبية لدراسة الصفات التشريحية: ويتم ذلك بطريقتين وكما يأتي:

١- طريقة فصل الخلايا كيميائيا وتسمى بـ Maceration وكما يأتي:

ان عملية فصل الخشب كيميائياً تكون بالاعتماد على طريقة (Franklin1946) في عملية الفصل، إذ يتم تقطيع العينات الخشبية إلى قطع صغيرة بطول (١-٢ سم) على شكل عيدان الثقاب ثم توضع هذه العيدان في قناني زجاجية ذات غطاء معدني، بعد ذلك يضاف إليها أحجام متساوية من حامض الخليك الثلجي CH_3COOH وبيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتركيز (٩٪) (وفقا لحجم العينة) وبنسبة ١:١، وذلك لإذابة لكنين الصفيحة الوسطى، ثم بعد ذلك توضع العينات في فرن كهربائي بدرجة حرارة (٧٠°م) لحين تغير لون الخشب داخل القناني إلى اللون الأبيض، بعدها يتم غسل الأجزاء الخشبية بالماء الجاري، ويضاف اليها الماء المقطر، ثم ترج القنينة جيدا لضمان الحصول على أكبر عدد من الخلايا المفردة المفصولة. وبعد الانتهاء من عملية الفصل يتم تثبيت الخلايا المفصولة على شرائح زجاجية باستعمال قضيب فولاذي نظيف بدون وضع غطاء لمنع حدوث أي تشويه لأبعاد الخلايا المفصولة.

٢- طريقة تشريح الخشب ميكانيكيا (فصل الخلايا ميكانيكيا):

تكون تقطيع العينات الخشبية على شكل مكعبات ذات أبعاد (١×١×٢ سم)، بعد ذلك تجرى عليها عملية تطرية العينات Softening وذلك بغليها في الماء المقطر حتى تغطس تحت ثقل وزنها، وللإسراع من عملية التغطيس يضاف إليها الماء البارد بين الحين والآخر، ثم تخزن العينات في محلول من مادة الكليسرين والكحول الأثيلي بنسبة (١:١) لحين الاستخدام، ثم نقوم بعمل شرائح ميكروسكوبية بسمك (٢٠) مايكرون للمقاطع الثلاثة (المقطع العرضي، والمقطع الطولي مماسي، والمقطع الطولي الشعاعي) باستخدام المشراح الدوار(المايكروتوم) Microtome وبزاوية سكين ستيل (10-15º) بعدها تؤخذ الرقيقة الخشبية التي عملت بالمايكروتوم وتوضع على سلايد مجهر، وغطاء سلايد Cover وبذلك تكون جاهزة للفحص تحت المجهر. وتؤخذ عادة (٢٥) قراءة أو قياس، ثم يؤخذ معدلها للحصول على ادق البيانات.

أما الخصائص التشريحية التي يمكنالحصول عليها من كلا الطريقتين فهي :

أ- طول عناصر الاوعية او الليف وتقاس بـ (ملم) ، تحت قوة تكبير ١٠ X

ب- قطر عنصر الاوعية او الليف ويقاس بـ (مايكرون)، تحت قوة تكبير ٤٠ X

ت- سمك جدار عنصر الوعاء او الليف ويقاس بـ (مايكرون)، تحت قوة تكبير ٤٠ X

ث- قطر تجويف الوعاء او الليف ويقاس بـ (مايكرون)، تحت قوة تكبير ٤٠ X

ج- سمك جدار الوعاء او الليف = (قطر الوعاء اوالليف – قطر تجويف الوعاء او الليف) /٢

ح- نسبة رانكل = ضعف سمك جدار الليف/ قطر تجويف الليف