مصدر المحاضرة : كتاب اساسيات علم تشريح النبات تأليف الدكتور بدري عويد العاني (1987)

المحاضرة العاشرة

الانسجة الوعائية Vascular or conduction tissues

وتشمل هذه الانسجة كلاً من نسيجي الخشب Xylem واللحاء Phloem واللذان يعتبران من الانسجة المعقدة يتواجدان معاً ليكونا ما يسمى بالحزم الوعائية Vascular bundle . والتي على اساسها وجودها من عدمه تصنف النباتات الى نباتات وعائية ونباتات لا وعائية .

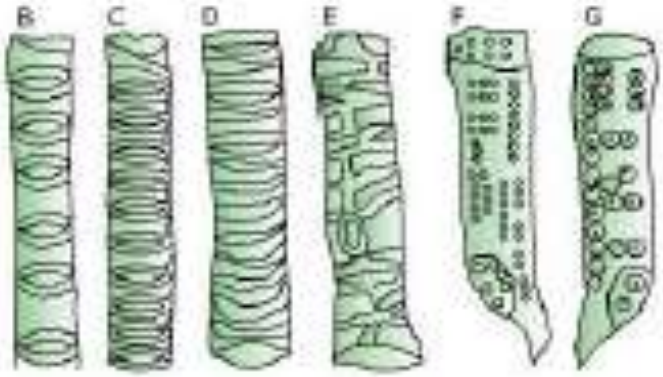
اولاً: الخشب Xylem

نسيج معقد وظيفته الرئيسية نقل الماء والاملاح المعدنية الممتصة من التربة الى بقية اجزاء النبات, فضلاً عن وظيفة التدعيم, إذ لا يبقى الخشب ناقلاً طوال الحياة في النبتة فبمرور الوقت يفقد وظيفة النقل ويتحول الى عنصر تدعيم . يتركب نسيج الخشب في معظم مغطاة البذور من قصيبات Tracheids واوعية Vessels وتدعى العناصر الناقلة Conducting elements ويتركب كذلك من الالياف Fibers التي تقوم بمهمة دعامية وبرنكيمية خشب ذات وظيفة تخزينية. اما في عاريات البذور فيتركب نسيج الخشب من القصيبات التي تعتبر عناصر النقل الوحيدة اضافة الى الالياف وبرنكيمة خشب.

❖ القصيبات Tracheids

وهي خلايا ميتة عند النضج . اضيق من الاوعية , وجدرها مغلظة تغليظاً ثانوي ملكننة , مقطعها العرضي مضلع عادة, ونهايتها مستدقة وغير مثقبة . تتزلق النهايات المائلة للقصيبات معاً مكونة جدراً مائلة تكثر عليها النقر Pits, كما توجد النقر على الجدر الجانبية . النقر من النوع المضغوف غالباً او قد تكون بسيطة وعبر هذه النقر يتحرك الماء والاملاح من خلية الى اخرى. تشبه القصيبات خلايا الاوعية الخشبية في طرق التغليظ الثانوي . كما تشبه القصيبات الالياف في الشكل الا ان جدر القصيبات ارق والتجويف الداخلي اوسع من تجويف الالياف.

يحدث التثخين الثانوي في الاوعية الخشبية والقصيبات باشكال متنوعة تشمل :



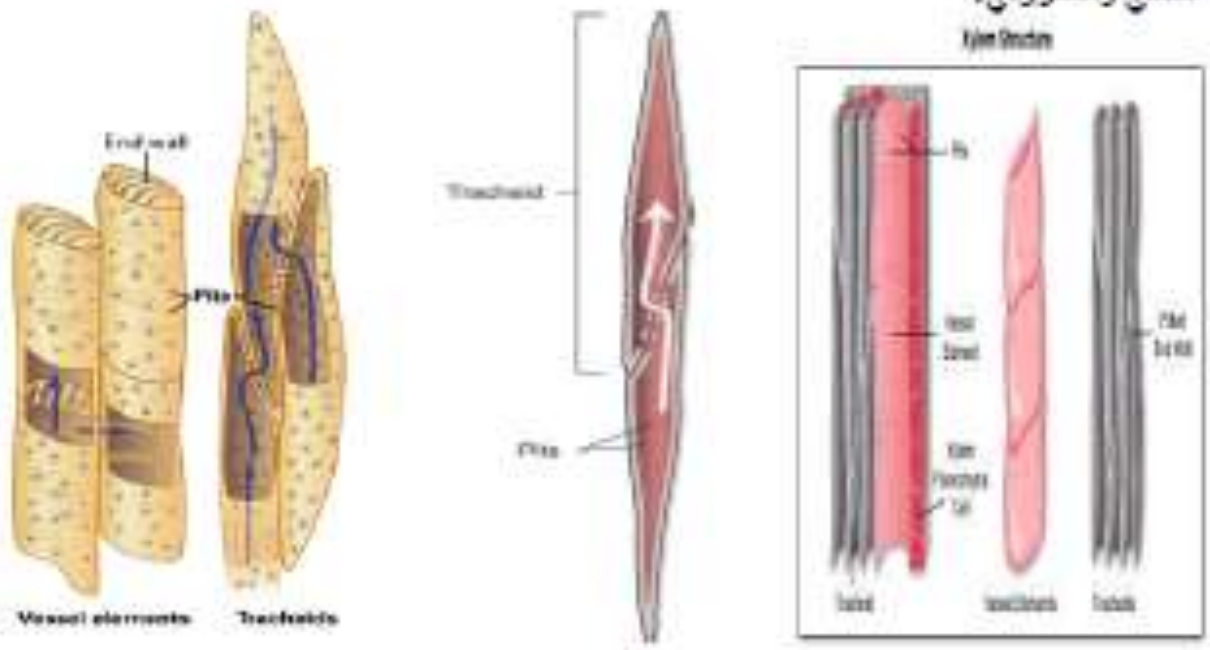
1 -تثخنات حلقية (B) Annular
2 -تثخنات حلزونية (C) Spiral
3 -تثخنات سلمية (D) Scalariform
4 -تثخنات شبكية (E) Reticular
5 -تثخنات نقري (F, G) Pitted

❖ اوعية الخشب Vessels

ويمثل الوعاء تركيباً انبوبياً متعدد الخلايا يتكون من سلسلة من الخلايا متصلة مع بعضها البعض عند نهايتها . كل خلية يطلق عليها وحدة وعائية Vessel element, ترتبط وحدات الوعاء مع بعضها عن طريق الجدران النهائية والتي تكون مثقبة Perforated او ذائبة

بصورة كلية. تدعى هذه النهايات بالصفائح المثقبة Perforation plates. وتوصف الصفائح المثقبة بكونها بسيطة Simple perforation plate عندما تكون حاوية على ثقب واحد . ومركبة Compound عندما يوجد بها اكثر من ثقب واحد . وتبعاً لأشكال الثقوب وطريقة تركيبها فأنها تصنف الى سلمية او شريطية او دائرية. وتتكون هذه الثوب خلال فترة نشوء الوعاء بفعل انزيمات يفرزها البروتوبلاست مما يؤدي الى اذابة الجدر الابتدائية والصفيحة الوسطى في المواقع التي لم يضف عليها جدار ثانوي . يعتبر الوعاء صفة مميزة لنباتات مغطاة البذور . اما عاريات البذور والنباتات الواطئة فلا وجود للأوعية في خشبها . ومن اهم صفات الرقي في الوعاء ما يلي:

1 -الوعاء القصير الواسع يمثل حالة اكثر رقياً من الناحية التطورية من الوعاء الطويل الضيق.
2 -الصفائح المثقبة البسيطة تمثل حالة اكثر رقياً من الصفيحة المثقبة المركبة.
3 -النوع البسيط من اشكال الثقوب اكثر الانواع شيوعاً ثم يليه النوع السلمي فالشبكي والدائري.
4 -يعتبر التغليظ الحلزوني ارقى الانواع في تسمك جدران العناصر الناقلة في الخشب ثم يليه الحلقي والحلزوني.



ويمكن ملاحظة اهم الفروقات بين القصيبات والاوعية بالجول التالي:

Tracheid	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 كلية
3 يتم انتقال المواد من قصيبة الى اخرى عن طريق النقر الموجودة في الجدران الفاصلة بينها.	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.
5 يعتبر اقل رقياً من الاوعية	5 تعتبر اكثر رقياً من القصيبات.

❖ برنكيمة الخشب Xylem parenchyma

هي خلايا تشبه البرنكيمية العادية الا انها تميل الى الإستطالة , مقترنة بنسيج الخشب وظيفتها الرئيسية هي الخزن وتقوم بعضها ايضاً بالنقل لمسافات قصيرة خاصة بالاتجاه الشعاعي . تختلف طبيعة المواد المخزونة فيها فبالإضافة الى الماء قد تخزن النشأ والزيوت وغيرها من المواد , وتعتبر البلورات من المحتويات المألوفة فقد تكون الخلية مقسمة الى غرف تحوي كل واحده منها على بلورة . وتتضمن برنكيمة الخشب نوعين متميزين من الانسجة هما البرنكيمة المحورية Axial paranchyma والتي قد تكون طويلة كاصول خلايا الكامبيوم المغزلية التي استمدت منها (راجع الكامبيوم الوعائي المحاضرة الخامسة). والبرنكيمة الشعاعية Ray paranchyma التي تكون قصيرة تنتج عن اصول خلايا الكامبيوم الشعاعية.

❖ الياف الخشب Xylem fibers

تشبه الياف الخشب الالياف العادية. ويوجد منها ثلاث انواع هي:

1 - الياف قصيبيه tracheids fibers
2 - الياف ليبرية Libriform fibers
3 - الياف جيلاتينية Gelatinous fibers

الالياف القصيبيه اقل طولاً وسمكاً من الالياف الليبرية وذات نقر مضفوفة , اما الالياف الليبرية فلها نقر بسيطة , وقد يتكون بالألياف القصيبية والليبرية جدر عرضية تنفصل الليفة الى عدة خلايا تسمى الياف مقسمة, تحتفظ هذه الالياف بمادتها الحية لسنوات عديدة كما في نباتات ذات الفلقتين كالعنب , وتقوم هذه الالياف بتخزين الغذاء الزائد بالإضافة الى التدعيم . اما الالياف الجيلاتينية فيقل بها اللجنين في جدرها الثانوية ويكون بها نسبة كبيرة من السيليلوز ولها مظهر جيلاتيني.

❖ انواع الخشب من حيث المنشأ: يمكن تقسيم الخشب من حيث المنشأ الى :
1 - الخشي الابتدائي Primary xylem
2 - الخشب الثانوي Secondary xylem

ويمكن تميز كل منهما من خلال الفروقات المبينة في الجدول التالي:

Primary xylem	Secondary xylem
1 - ينشأ من نشاط الكامبيوم الاولي Procambium خلال فترة النمو الابتدائي.	1 - ينشأ من نشاط ال كامبيوم الوعائي Vascular cambium خلال فترة النمو الثانوي.
2 - يمثل النوع الوحيد في النباتات ذوات الفلقة وبعض نباتات ذات الفلقتين العشبية.	2 - يوجد في سيقان وجذور عاريات البذور ومعظم نباتات ذوات الفلقتين.
3 - ينقسم الى نوعين خش ب اولي Protoxylem والخشب التالي Metaxylem	3 - لا يمكن تميزه الى خشب اولي وتالي.
4 - لا تنتظم الخلايا البرنكيمية في الخشب الابتدائي وفي حالة وجودها يطلق عليها الاشعة الكاذبة Fals rays	4 - تنتظم الخلايا البرنكيمية في الخشب الثانوي على هيئة اشعة منتظمة يطلق عليها الاشعة الحقيقية Xylem ray .
5 - قد يخلو من الالياف وان وجدت فتوجد في نظام واحد باتجاه المحور الطولي.	5 - الالياف تعتبر من المكونات الرئيسية وتوجد في نظامين طولي ومستعرض

كما ويمكن ملاحظة اهم الفروقات بين الخشب الاولي والثانوي الذي ينقسم الية الخشب الابتدائي:

Protoxylem	Metaxylem
1 يتم تمييزه من الكامبيوم الاولي في الفترة التي لايزال فيها العضو النباتي في حالة تمدد. 2 لا يحتوي على الياف. 3 ان عناصره الناقلة يسود فيها التخطط الحلقي او الحلزوني ولا تقاوم كثيراً قوة الشد 4 بعض عناصره تفشل في مواكبة التمدد	1 -يتم تمييزه من الكامبيوم الاولي في وقت متاخر ولا يتم نضجه الا بعد اكتمال تمدد العضو النباتي. 2 -قد يحتوي على الياف. 3 -تظهر عناصره التخطط الحلزوني او السلمي او الشبكي او النقري. 4 يبقى محتفظاً بكيانه التركيبي ومؤدياً لوظيفة النقل لفترة طويلة.

ثانياً: اللحاء Phloem

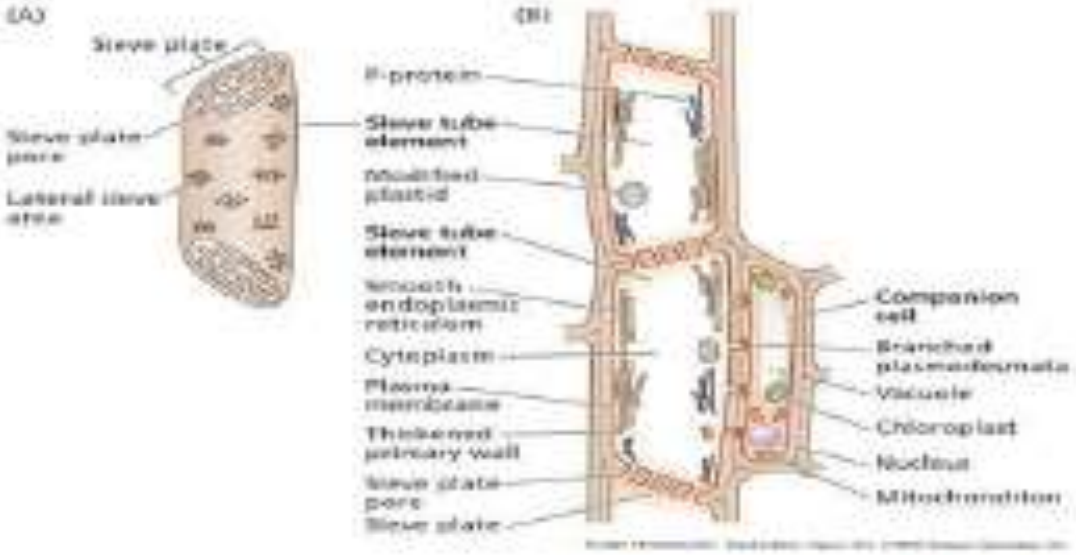
نسيج معقد وظيفته الرئيسية نقل المواد الغذائية في النباتات الوعائية بشكل ذائب . يتكون اللحاء في مغطاة البذور من انابيب منخلية Sieve tubes وخلايا مرافقة Companion cells وخلايا برنكيمية Phloem baranchyma ، والخلايا السكلرنكيمية Sclerenchyma cells اما في عاريات البذور فيفتقر اللحاء للأنابيب المنخلية وتوجد بدلاً عنه خلايا منخلية Sieve cell كما ان الخلايا المرافقة تكون معدومة.

❖ الانابيب المنخلية Sieve tube

تتكون الانبوبة المنخلية من صف من الخلايا الحية تسمى وحدات الانابيب المنخلية Sieve tube elements ولكل وحدة من هذه الوحدات جدر ابتدائية رقيقة سليلوزية ، تحتوي في بداية تكونها على السايتوبلازم ونواة ومحتويات الخلية الاخرى ، واثناء النضج تختفي النواة ويكون السايتوبلازم طبقة رقيقة تبطن الجدر مع وجود فجوة عصارية كبيرة ، ثم يتحلل الغشاء البلازمي الفجوي فتختلط محتويات الفجوة العصارية مع السايتوبلازم.

تنفصل وحدات الانابيب المنخلية عن بعضها بجدر مثقبة ، قد تكون افقية او مائلة وتسمى بالصفائح المنخلية Sieve plates. وقد تكون من النوع البسيط اذا احتوت على مساحة منخلية واحدة خالية من الثقوب والتي تكون افقية او مائلة قليلاً ، وهذا النوع يدل على الرُ قي كما في القرع. وقد تكون مركبة اذا احتوت على عدد من المساحات المنخلية ، التي قد تتوزع بشكل سلمي او شبكي ، وتكون بشكل مائل على الانبوبة المنخلية كما في العنب . وقد توجد هذه المساحات المنخلية على الجدر الجانبية ولكن بشكل اضيق تقابل حقول النقر الابتدائية في جدر الخلايا البرنكيمية . تمر خلال هذه المساحات المنخلية خيوط سايتوبلازمية تصل الوحدات المنخلية بالوحدات الاخرى ، حيث تكون الخيوط المارة في الصفيحة المنخلية سميكة وتكون ارفع في المساحات المنخلية الجانبية . تكون هذه الخيوط محاطة بطبقة رقيقة من مادة الكالوس Callose. وهي مادة كاربوهيدراتية يزداد ترسيبها بتقدم العمر مما قد يؤدي الى انسداد ثقوب الصفيحة واختفاء الخيوط وفقدان الوحدة لوظيفتها . وعند الربيع ومعاودة النشاط ينوب عادة جزء من مادة الكالوس فتنفتح الثقوب وتتكون الخيوط السايتوبلازمية من جديد.

كما تحتوي الوحدات المنخلية على مواد بروتينية تدعى P-protien التي عند تشكل الخلية يحدث تجمع لهذه المادة البروتينية لتكون منها اجسام بروتينية تتوزع في سايتوبلازم الخلية . تؤدي هذه الاجسام وظيفة سد الثقوب في الصفيحة المنخلية عند اختلال الضغط المائي داخل خلايا الانابيب المنخلية, وبالتالي تمنع الانسياب السريع للمواد الغذائية المجهزة من الاوراق الى الجذر بسرعة كبيرة دون ان يستفيد منه باقي اجزاء النبات وبذلك يعاني النبات نقص الغذاء العضوي.



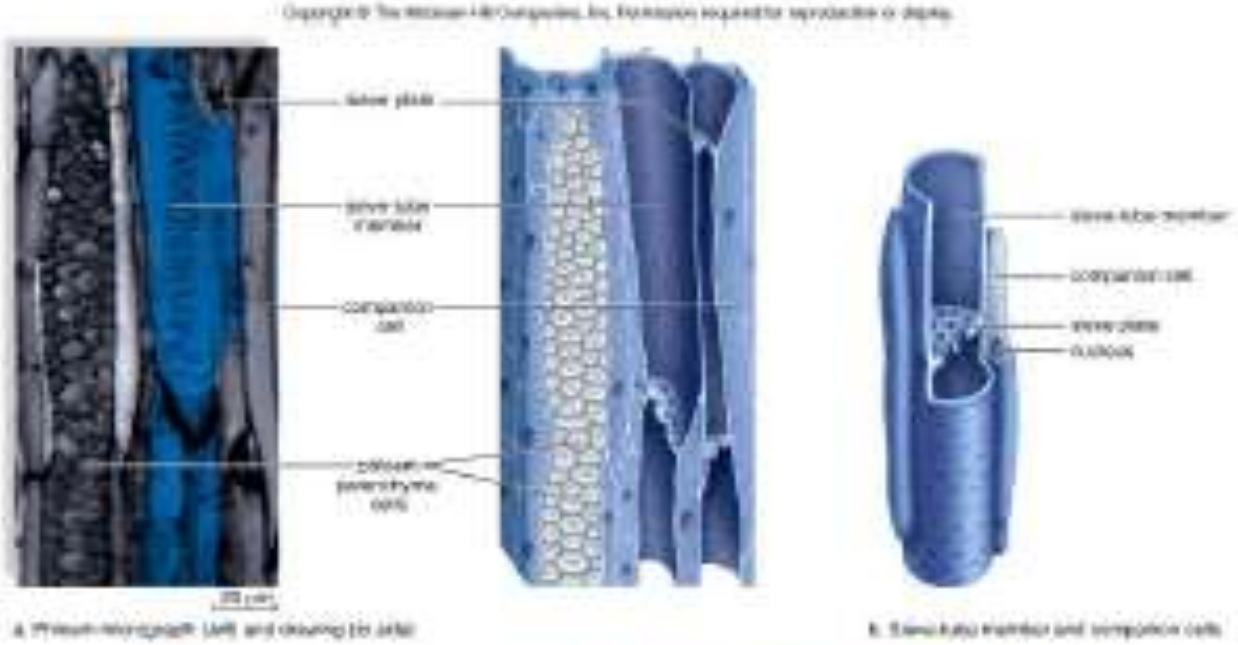
❖ الخلايا المنخلية Sieve cells

هي خلايا اسطوانية طويلة ذات جدر طرفية مائلة بشدة ومتراكبة مع جدر خلايا منخلية اخرى. لا توجد صفائح منخلية, بل توجد مساحات منخلية Sieve area غير متخصصة تثقبها ضيقة ومتماثلة على اجزاء الخلية . وبالتالي لا تتحد الخلايا المنخلية لتكون انبوب بل تبقى مستقلة ويقتصر اتصالها مع بعضها على الخيوط البلازمية الموجودة في المساحات المنخلية . ولا يوجد مع الخلايا المنخلية خلايا مرافقة.

❖ الخلايا المرافقة Companion cells

الخلايا المرافقة هي خلايا برنكيمية متخصصة توجد ملاصقة للأنابيب المنخلية. وتحتوي هذه الخلايا على سايتوبلازم كثيف ونواة تقابل حقول النقر الابتدائية في جدر الخلايا المرافقة المقابلة للمساحات المنخلية في الجدر الجانبية لوحدات الانابيب المنخلية . توجد علاقة وثيقة بين وحدة الانبوب المنخلي وبين الخلية المرافقة .....لماذا؟ فيلاحظ توقف الانبوبة المنخلية عن اداء وظيفتها بسبب موت الخلايا المرافقة المتصلة به.

تنشأ الخلايا المرافقة من نفس الخلايا المرستيمية التي تنشأ منها الانابيب المنخلية , فتنقسم الخلية المرستيمية الامية طولياً الى خليتين غير متساويتين , الكبيرة منها تكون وحدة انبوبة منخلية والصغرى تكون خلية مرافقة. وفي حالة وجود اكثر من خلية مرافقة فان الخلية الصغيرة تنقسم عرضياً.



❖ برنكيمة اللحاء Phloem baranchyma

هي خلايا برنكيمية تميل للاستطالة , قد تكون ملكنة وقد تكون مقسمة الى غرف تحوي كل منها على بلورة , وقد تحتوي على مواد مخزنة اخرى.

❖ والخلايا السكلرنكيمية Sclerenchyma cells

يحتوي اللحاء الابتدائي والثانوي على الياف قد تكون مقسمة او غير مقسمة ميتة او حية. ففي اللحاء الابتدائي تقع الالياف في الجزء الخارجي السطحي لمعظم الانسجة وفي اللحاء الثانوي توجد في طبقات تتبادل مع طبقات الانابيب المنخلية والخلايا المرافقة . كما قد يحتوي اللحاء على خلايا سكلرنكيمية توجد مع الالياف او توجد منفرده وتظهر عادة في اللحاء المسن نتيجة للتكثن الشديد للخلايا البرنكيمية.

❖ انواع اللحاء من حيث المنشأ: يمكن تقسيم اللحاء من حيث المنشأ الى :

1-اللحاء الابتدائي Primary phloem

2-اللحاء الثانوي Secondary phloem

س/ ما هو الفرق بين اللحاء الابتدائي والثانوي.....؟

يصنف اللحاء الابتدائي الى لحاء ابتدائي اولي Protophloem ولحاء ابتدائي تالي Metaphloem اللذين ينشأ كل منهما مباشرة من الكامبيوم الاولي . يكون اللحاء الاولي من وحدات منخلية ذات قطر ضيق وتكون ع ديمة النوى بعد التنضج ويتميز هذا اللحاء في مرحلة مبكرة من النمو (مرحلة النمو السريع). اما اللحاء التالي فيتكون من عناصر منخلية واسعة القطر ويوجد فيه خلايا مرافقة ويستمر بأداء وظيفته لفترة اطول من اللحاء الاولي.

Primary phloem	Secondary phloem
1- The primary phloem is derived from the procambium of the apical meristem. 2- The protophloem and metaphloem elements are clearly demarcated. 3- The sieve tubes are long and narrow. 4-The phloem paranchyma is less developed and scanty. 5-Sclereids are absent in primary phloem. 6-The phloem fibres, when present, are restricted to the outer most part of the tissue.	1-This is derived from the vascular cambium which is a lateral meristem. 2-The secondary phloem is not differentiated into protophloem and metaphloem. 3-The sieve tubes are short and wide. 4-The phloem paranchyma is well developed and abundant. 5-In many plants, sclereids are present in secondary phloem. 6-The phloem fibres are generally found among the phloem paranchyma cells.

❖ انواع الحزم الوعائية :

يوجد للحزم الوعائية ثلاث انواع رئيسية تختلف في موضع الخشب واللحاء بالنسبة لبعضهما وهذه الانواع هي:

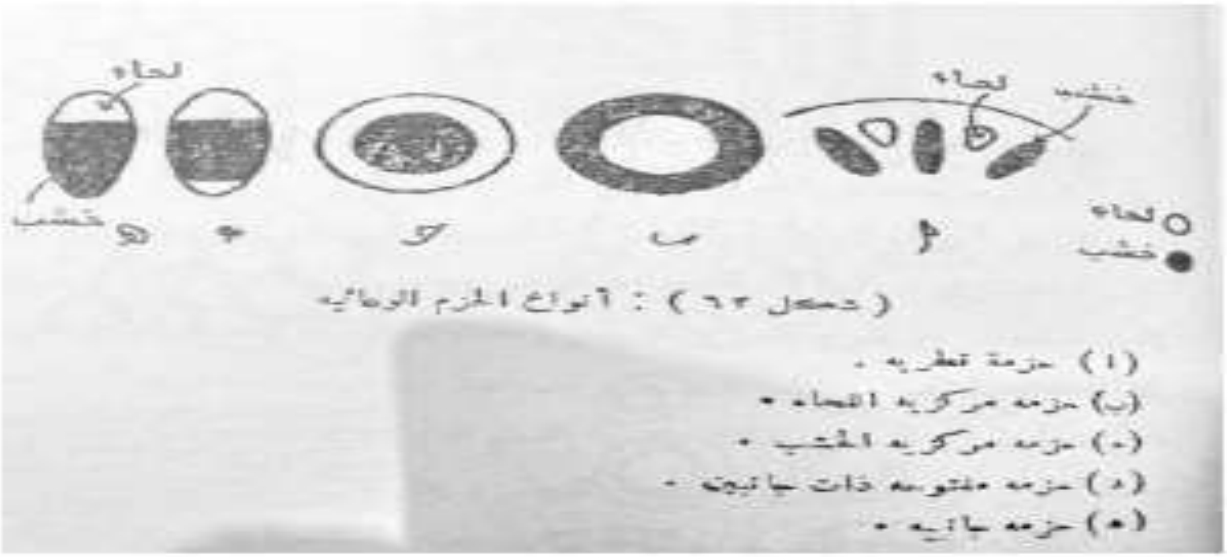
1 - الحزمة القطرية : وفيها يتبادل الخشب واللحاء فيكون كل منهما على نصف قطر مختلف عن الاخر ومثال ذلك حزم الجذور.

2 - الحزم المركزية : فيها نجد ان الخشب او اللحاء في مركز الحزمة بينما يكون النسيج الاخر محيط به تماما ولذلك فان لهذه الحزمة نوعين هما

أ - حزمة مركزية اللحاء فيكون اللحاء مركزياً ويحيط به الخشب كما في ساق الدراسينيا.

ب -حزمة مركزية الخشب فيكون الخشب مركزيا ويحيط به اللحاء كما في محور ورقة الفوجير.

3 - الحزمة الجانبية : وفيها يوجد كل من الخشب واللحاء على نصف قطر واحد ومثال ذلك حزم السيقان. ففي سيقان ذوات الفلقتين يفصل الخشب واللحاء نسيج الكامبيوم الوعائي **وتسمى حزمة جانبية مفتوحة** . وفي حالة السيقان ذوات الفلقة لايوجد نسيج كامبيوم بين الخشب واللحاء وتسمى **حزمة جانبية مغلقة** . وقد يوجد الخشب احياناً بين لحاءين احدهما خارجي ويفصله عن الخشب كامبيوم وعائي والاخر داخلي ولا يف صله عن الخشب كامبيوم وتسمى الحزمه في هذه الحالة بانها حزمه مفتوحة ذات جانبين كما في ساق القرع وبعض نباتات العائلة القرعية والباذنجانية.



(شكل ٦٣) : أنواع الحزم الوعائيه

(أ) حزمة قطريه .
(ب) حزمه مركزيه اللحاء .
(ج) حزمه مركزيه الخشب .
(د) حزمه مفتوحه ذات جانبين .
(هـ) حزمه جانبيه .