2مجموعة الأنسجة الوعائية أو التوصيلية Vascular or Conductive tissues (أنسجة مستديمة مركبة Complex tissue) : يسمى النسيج مركباً إذا احتوى على أكثر من نوع من الخلايا كنسيج الخشب الذي يتكون من أوعية خشبية وقصيبات، خلايا برانشيمية ونسيج اللحاء الذي يتكون من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وخلايا برانشيمية لحاء وألياف لحائية.

أولا : الخشب Xylem tissue

وهو يتكون من أنواع مختلفة من الخلايا تقوم مجتمعة بوظيفة نقل الماء والأملاح من الجذر إلى الساق والأوراق، كما أنه يقوم بوظيفة الدعم والتقوية لأن أغلب عناصره ذات جدر ثانوية متخشبة، ويشمل هذا النسيج المكونات الآتية:

1. **الأوعية الخشبية Xylem vessels**

يتمايز الوعاء الخشبي انطلاقا من خلايا الكامبيوم الأولي بعد انقسامات محيطية ومماسية، حيث يزداد حجم الخلية و تتمايز و تنضج عضياتها، ثم يبدأ تغلظ الجدار الثانوي بمادة الخشبين فيؤدي ذلك إلى عزل الخلية فتتحلل الفجوة محررة انزيماتها المحللة فتزول النواة و بقية العضيات، بعد ذلك يحدث تثقب للجدران العرضية لتشكيل الصفائح التي تسمح بتوصيل الماء و الأملاح المعدنية من وعاء إلى آخر.

يتكون الوعاء الخشبي من خلايا متراصة طولياً فوق بعضها لمسافات مختلفة وخلايا الأوعية الخشبية ميتة ذات جدر مغلظة تغلظاً ثانوياً بالخشبين ونهايتها مثقبة وتحتوي جدرها على نقر بسيط أو مضفوفة أو نصف مضفوفة. وتتصل الأوعية فوق بعضها عن طريق النهايات المعروفة باسم صفائح التثقيب. ويأخذ ترسيب مادة الخشبين على جدار الأوعية الداخلي أشكالاً مختلفة (**الشكل08-الصورة01**) ليكون أنواع التغليظ الآتية :

1– حلقيAnnular 2– حلزونيSpiral 3– سلميScalariform 4 – شبكيReticulate

5 – منقرPitted

وتكون الأوعية في الخشب الأول أقل قطراً من أوعية الخشب التالي ، كما أن التغلظ في الأولي يكون

حلقياً أو حلزونياً، بينما يكون في أوعية الخشب التالي سلمياً أو شبكياً أو منقرا نتيجة لأن الوعاء ينقل الماء والملاح من أسفل إلى أعلى أي في اتجاه مضاد لإتجاه الجاذبية الأرضية، فلذلك ينشأ ضغط على الجدر الجانبية، ولذلك تتغلظ هذه الجدر بمادة اللجنين بالأشكال السابقة الذكر لكي تتحمل الضغط الواقع عليها، وينتشر وجود الأوعية أساساً في خشب النباتات الزهرية مغطاة البذور .

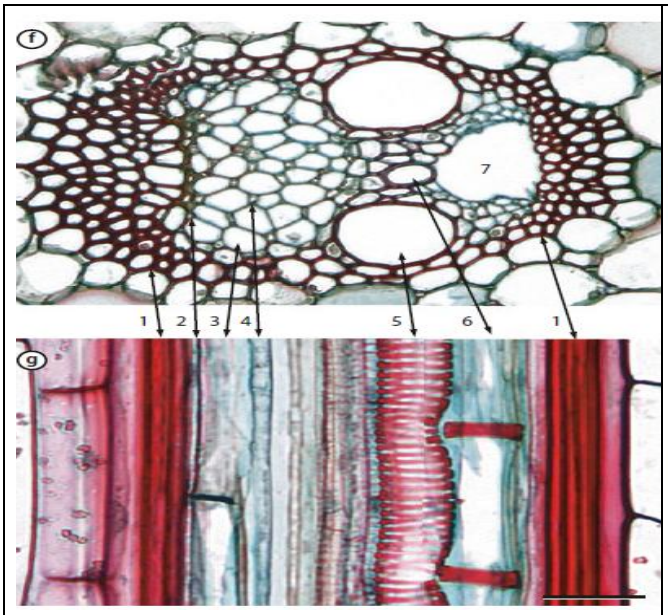
1 2 3

1-تغلظ سلمي

2 تغلظ حلزوني

3-تغلظ شبكي

الصورة 01: انواع التغلظات الداخلية في اوعية Apium sp (Crang et al , 2019)



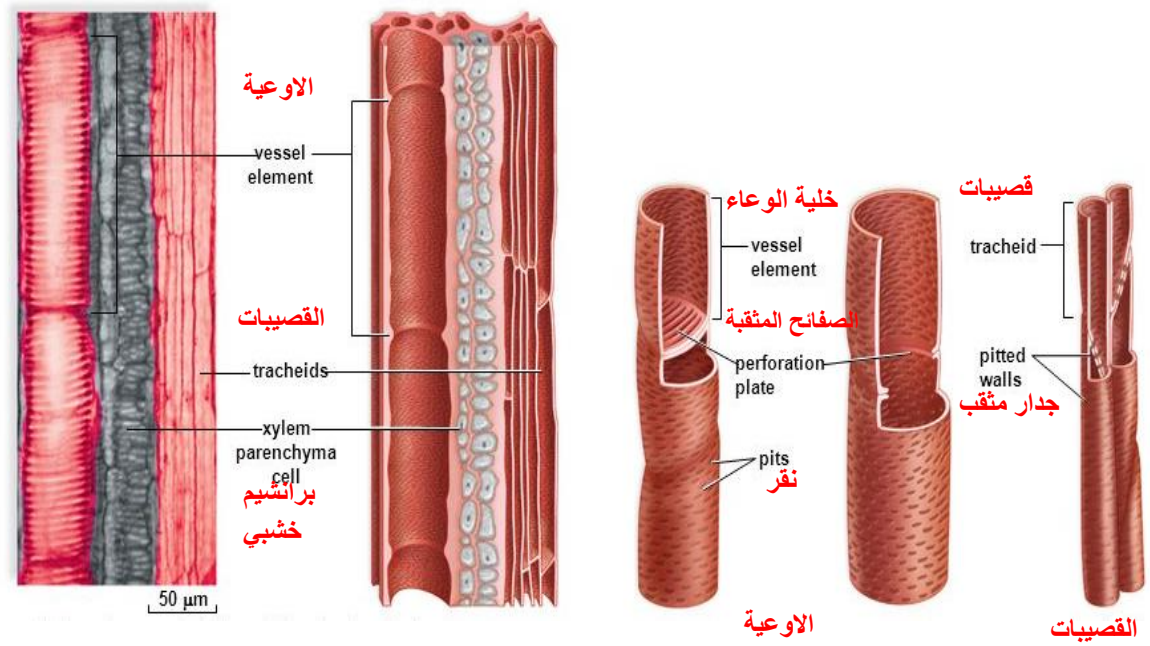
1-السكليرونشيم

3- الانابيب الغربالية

4-الخلايا المرافقة

5-اوعية سلمية

الصورة 02: حزمة الذرى مقطع عرضي و طولي في حزمة الذرى(Crang et al, 2019)



الصورة 03 : مقطع طولي في الخشب (*Mader* et Windelspecht ,2010)

الشكل 08: مكونات الخشب

طريقة تكوين الوعاءCambium differentiation : يحدث على مستوى الكامبيوم انقسامات مماسية ومحيطية تحضيرا لإنتاج العناصر التوصيلية للخشب واللحاء (**الشكل 08-الصرة02)** ، وانطلاقا من خلايا الكامبيوم الناتجة يحدث في بداية التمايزالتدريجي تمدد الخلايا ثم تشكل الجدار الخلوي بعد ذلك يتمزق الغلاف الفجوي الذي سوف يؤدي إلى تخريب الكروموزومات و بقية العضيات والذي يسمى بالتحلل الذاتي التام، كما تتلاشى الجدر المستعرضة بين عدة خلايا متراصة فوق بعضها في محور رأس واحد يسمى كل منها وحدة وعائية والتي منشؤها البروكامبيوم أو انقسام الكامبيوم (**الشكل 08-الصورة 01)**

(Bollho¨ ner.et al ,2012)

2. **القصيبات Tracheids:**

وتتكون من خلايا ميته ذات شكل مستطيل وأطراف دقيقة وجدر ملجننة وهي تشبه الأوعية في كل صفاتها التشريحية فيما عدا أن القصيبة منشؤها خلية كمبيومية واحدة وليست عدة خلايا كما في الوعاء الخشبي كما أن اتصال القصيبات بعضها ببعض يكون عن طريق النقر وليس عن طريق صفيحة التثقيب كما في حالة الأوعية والذي سيسمح بتواصل القصيبات المتجاورة مع بعضها، أشكال التغلظ الداخلي تكون في البداية أي في الأجزاء حديثة التكوين حلقية أو حلزونية ثم تصبح شبكية أو منقرة، كما أن القصيبات أضيق من الأوعية. وتنتشر القصيبات في خشب نباتات عاريات البذور والنباتات التريدية حيث تمثل النوع الوحيد المسؤول عن التوصيل في غياب الألياف (**الشكل 08-الصورة01**).

3. **ألياف الخشبXylem fibers:**

وتتكون من خلايا ميتة مدببة الأطراف وذات جدر سميكة ملجننة ولذا فإن وظيفتها دعامية، ولأنها توجد بين عناصر الخشب سميت بألياف الخشب، تتميز بوجود نقر ويقل عددها بزيادة عدد القصيبات لأن لهما نفس الوظيفة التدعيمية (**الشكل 08-الصورة01)** ، يحدث تمايز الألياف من الأصول المغزلية الكامبيومية، حيث يتم في البداية تمدد الخلايا وتشكل الجدار الثانوي، ثم يبدأ التغلظ بمادة الخشبين للجدار الثانوي، يتبعه التحلل الذاتي وافراغ الخلية من العضيات الناتج عن انفجار الفجوة وتحرير انزيماتها المخربة للعضيات الخلوية المختلفة.

4. **برانشيم الخشبXylem parenchyma :**

وهي خلايا حية توجد في نسيج الخشب وتبدو مضلعة في القطاع العرضي، وليست بينها مسافات بينية، والجدار سليلوزي في الخشب الابتدائي ولكن يكون لجنيني سميك في الخشب الثانوي

ووظيفتها تخزين المواد الغذائية التي يستعملها النبات أثناء فصل النمو و المساهمة كذلك في عملية التوصيل.

أنواع الحزم الوعائية: يوجد ثلاثة أنواع رئيسية للحزم الوعائية تختلف في موضع الخشب واللحاء بالنسبة لبعضها البعض وهذه الأنواع هي :

1 .الحزمة القطرية: وفيها يتبادل الخشب واللحاء فيكون كل منها عل نصف قطر مختلف عن الآخر ومثال ذلك حزم الجذور.

2 .الحزم المركزية: فيها نجد أن الخشب أو اللحاء في مركز الحزمة بينما يكون النسيج الآخر يحيط به تماماً ولذلك فإن لهذه الحزمة نوعين :

أ . مركزية لخشبAmphicribl: حيث يحتل الخشب المركز كما في السراخس .

ب – مركزية اللحاءAmphivasal: حيث يحتل اللحاء المركز كما في الدراسيا .

3 . الحزم الجانبية Colateral: وفيها يوجد كل من الخشب واللحاء على نصف قطر واحد ومثال ذلك حزم السيقان ومنها :

أ . ذات جانب واحد مفتوحة Open colateral: حيث يوجد الخشب بجانب اللحاء على نصف قطر واحد وبينهما الكامبيوم كما في معظم ذوات الفلقتين .

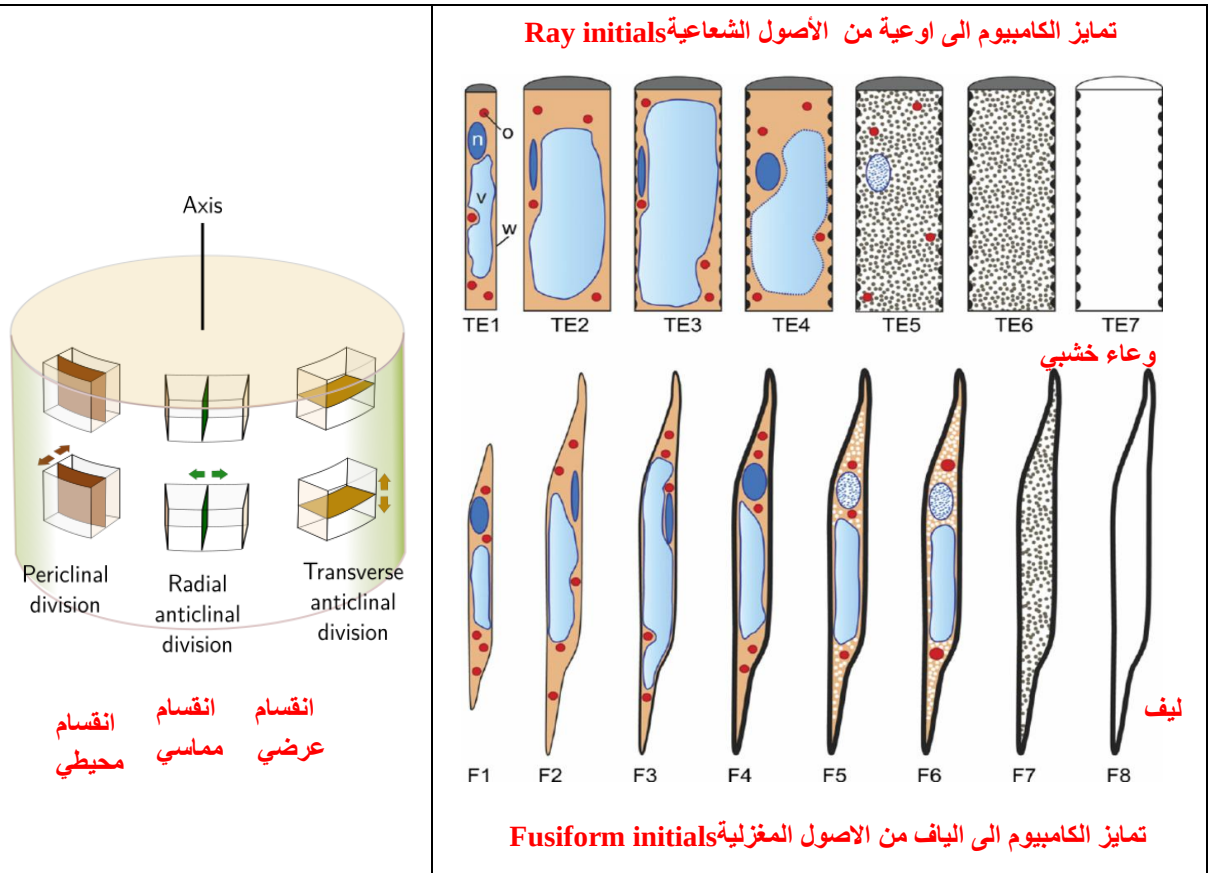
ب . ذات جانب واحد مغلقة Closed colateral: وفيها يوجد الخشب بجانب اللحاء على نصف قطر واحد ولا يوجد الكامبيوم كما في ذوات الفلقة الواحدة .

ج – ذات الجانبين: حيث يوجد الخشب بين لحائين أحدهما خارجي ويفصله عن الخشب كامبيوم وعائي والآخر داخلي لا يفصله عن الخشب كامبيوم كما في القرع.

الخشب الإبتدائى(الأولي) Primary wood:

وهو الخشب الذى يحدث قبل حدوث التغليظ الثانوى، ويتكون من نسيج إنشائى ابتدائى وينقسم إلى :

1. **خشب أول Protoxylem**: وهو جزء من الخشب الإبتدائى وتغلظه حلقي أو حلزوني يتشكل في المراحل الأولى للنمو.
2. **خشب تالي Metaxylem**: وهو أوسع من الخشب الأول وتغليظه سلمي أو منقر أو شبكى ، وقد يكون شبكياً منقرا، الأوعية المنقرة هي أوسع الأوعية وأغلظها جدراناً و تتشكل في مراحل متقدمة بعد اكتمال التمايز و قبل تشكل الخشب الثانوي.



الصورة 01: تمايز الكامبيوم الاولي الى خشب و لحا (Bollho¨ ner et al , 2012)	الصورة 02: انقسام الكامبيوم في مناطق النمو

الشكل09: تمايز الكامبيوم الأولي الى اوعية

الصور ة01:مختلف مراحل تمايز الأوعية (TE) و الألياف (F)

1- تمايز الاوعية:

(TE1)بداية تمايز الكامبيوم ,**(TE2)** تمدد الخلايا ,**(TE3)** تشكل الجدار الخلوي ,**(TE4)** تمزق الغلاف الفجوي ,**(TE5)** تخريب الكروموزومات ,**(TE6)** التحلل الذاتي التام .**(TE7)** تحلل الجدر غير المتخشبة الاولية

2- تمايز الالياف:

(F1) بداية تمايز الكامبيوم,**(F2)** تمدد الخلايا ,**(F3)** تشكل الجدار الثانوي,**(F4)** فقدان الانتباج ,**(F5)**زوال العضيات و بداية تحلل الكروماتين,**(F6)** استمرار التحلل الذاتي للعضيات ,**(F7)** التحلل الذاتي التام بعد انفجار الفجوة .**(F8)** افراغ الخلية من العضيات **(n)** النواة (v) ,الفجوة **(o)** ,العضيات **(w)** ,الجدار الخلوي.