★ الانسجة الضامة Boundary tissues

تحتاج الانسجة الداخلية للنباتات الراقية عادةً الى وقاية من المؤثرات الخارجية المختلفة كعوامل التبخر التي تسبب فقدان كمية كبيرة من ماء النبات وعوامل التجريح والتمزيق وما شابههما من اضرار كما تحتاج الى ما يحول دون فقدانها لكميات كبيرة من المواد الغذائية القابلة للانتشار وتقوم بمثل هذه الوقاية انسجة تنفرد بمميزات تركيبية خاصة هي انسجة البشرة والفلين . والنسيج الفليني هو نسيج ضام ثانوي ليس له اصل في الاعضاء الحديثة ولكنه يحل في الاعضاء المسنة محل البشرة الممزقة ويكون غلافاً يحيط بالسيقان والجذور المسنة ليقيها مختلف المؤثرات .

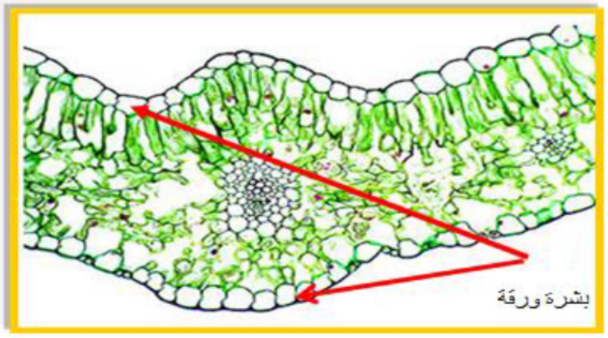
❖ نسيج البشرة

يختلف عن نسيج الفلين بانه نسيج مستديم ابتدائي لانه نشأ من نسيج انشائي ابتدائي هو منشأ البشرة في القمة النامية ومع انه يغلف النبات تغليفاً كاملاً فانه يسمح بتبادل المواد المختلفة بين النبات والوسط المحيط به ويضم نسيج البشرة :-

1- خلايا البشرة

تتكون البشرة عادةً من طبقة واحدة من خلايا حية ليس بينها فرغات بينية وتبدو الجدران الجانية لهذه الخلايا متعرجة في بشرة الاوراق اذا فحصت في مقطع سطحي اما في القطاع المستعرض فان الخلايا تبدو منتظمة الشكل متساوية في العمق سواء في السيقان او الاوراق وهي مستطيلة او مستديرة تقريباً ويكون السايتوبلازم طبقة رقيقة تبطن جدرانها من الداخل وتغلف فجوة كبيرة مملوءة بعصير خلوي عديم اللون غالباً او ملون احياناً وفي النباتات الراقية لا تحتوي خلايا البشرة على بلاستيدات خضراء سواء في الاوراق او السيقان فيما عدا نباتات الظل والنباتات المائية .

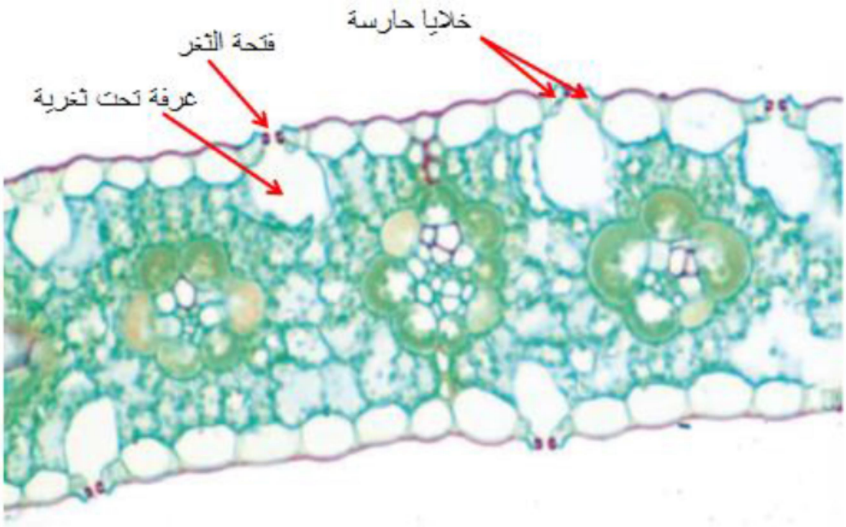
خلايا البشرة



1- الثغور

لما كانت البشرة خالية من الفراغات البينية ومغطاة بالكيوتكل تكاد تكون غير نفاذة وتعوق الى حد ما تبادل الغازات بين الانسجة الداخلية للنبات والهواء الجوي ولما كانت اهم الوظائف الحيوية التي يقوم بها النبات وهي وظائف التركيب الضوئي والتنفس والنتح تعتمد على هذا التبادل الغازي فقد اصبح ضرورياً ان تخترق البشرة ثقوباً وظيفتها توصيل جهاز التهوية المتمثل بالفراغات البينية داخل جسم النبات بالهواء الجوي خارجه . هذه الثقوب تنتشر بغزارة على سطوح الاوراق والسيقان العشبية الخضراء وهي مقصورة على اعضاء النبات المعرضة للضوء والهواء ولا وجود لها في الاعضاء الارضية ويحيط بكل ثقب خليتيان تعرفان بالخليتين الحارستين ويعرف الثقب والخليتين الحارستين بالثغر او الجهاز الثغري وتؤدي فتحة الثغر الى قناة قصيرة وتحدها على جانبيها الخليتين الحارستين (Guard cell) وهما خليتان كلويتان الشكل وتخترق القناة الثغرية البشرة وتنتهي في اسفل بفراغ كبير يعرف بالغرفة تحت ثغرية (Substmatal chamber) وتتصل هذه الغرفة بالمسافات البينية المتشعبة في الخلايا البرنكيمية . وتحتوي الخلايا الحارسة على بروتوبلاست ونواة كبيرة وكذلك على بلاستيدات خضراء هي وحدها بين جميع خلايا البشرة التي تحتوي حبيبات نشوية صغيرة . وتتميز الخلايا بدعم انتظام التغلظ في جدرانها المختلفة ، فالجدران الرقيقة في الناحية الظهرية للثغر أي البعيدة عن القناة وسميكة في الناحية البطنية المحددة للقناة وحتى الجدار الداخلي لاينتظم التغلظ فيه اذ انه اغلظ في طرفيه الخارجي والداخلي منه في الوسط وفي بعض الاحيان تتكون في هذه الاجزاء الطرفية في الجدران الداخلية نتوءات صغيرة من مادة التغلظ تتجه جانبياً اتجاه وسط الثقب ويبرز الجزء الوسطي الرقيق من الجدار البطني لكلا الخليتين الحارستين داخل القناة فيقسمها الى غرفتين خارجية وداخلية امام الجزء الاوسط المختنق وخلفه وهو يساعد على فتح وغلق الثغور حسب حاجة النبات فعندما تمتلئ الخلايا الحارسة بالماء وتنفتح فأن الاجزاء الرقيقة من جدران الخلايا الحارسة تتمدد وبذلك يقل تقوس الاجزاء الرقيقة التي بوسط الجدار الداخلي أي تتباعد وينفتح الثغر اما اذا فقدت الخلايا الحارسة كمية كبيرة من مائها فأن انتفاخها يقل ويقل

تبعاً لذلك الضغط على الجدران الرقيقة وبذلك يزيد تقوس الاجزاء الوسطى من الجدران الداخلية فتتقارب او تتلاقى وينغلق الثغر .



3- الشعيرات والزوائد السطحية Hairs or Trichomes

تحمل البشرة في معظم النباتات شعيرات وزوائد سطحية لها اشكال ووظائف متعددة فبعضها يؤدي وظيفة الوقاية او التدعيم والبعض شعيرات غدية او قشور او مجرد نتوءات ومنها الشعيرات الجذرية الماصة . وتتميز شعيرات البشرة عن الاشواك كأشواك الورد بخروجها من طبقة البشرة وحدها بينما تخرج الاشواك من البشرة والطبقة التي تحتها . ومن الممكن ان تتكون الشعيرات على جميع انواع الاعضاء النباتية اوراقه او سيقانه او جذوره وأزهاره وثماره وهي اما تبقى حية على النبات طول حياته اوتستمر لفترة محدده ثم تسقط وفي الحالة الاولى اما ان تستمر حية بحيث يمكن تميز اجزائها البروتوبلازمية المختلفة كالسايتوبلازم والنواة . كما في شعيرات القرع او الشعيرات الغدية او تفقد مادتها البروتوبلازمية بعد فترة فتموت وتجف وتمتلئ فجواتها بالهواء وتبدو بيضاء لماعة وتختلف اشكال الشعيرات فتكون وحيدة الخلية او متعددة الخلايا وقد تكون الشعيرات بسيطة او متفرعة وتكون شعيرات البشرة احياناً متباعدة غير مزدحمة او تكون كثيفة تغطي سطح النبات بغزارة وتتخذ شكلاً وبرياً كما في كثير من نباتات الصحاري حيث تساعد على تقليل النتح نظراً لاحتجازها هواءاً رطباً بينها وعزلها سطح النبات عن الهواء الجوي الجاف .

- **انواع الشعيرات**

1- الشعيرات وحيدة الخلية

وهي شعيرات تتألف من خلية واحدة وبأشكال مختلفة أو تكون متفرعة

2- الشعيرات متعددة الخلايا وتتكون الشعيرة هنا من أكثر من خلية واحدة وقد تنقسم إلى مائة خلية وهي على نوعين:

أ- شعيرات وحيدة الصف :حيث تتألف من صف واحد من الخلايا.

ب- شعيرات عديدة الصفوف

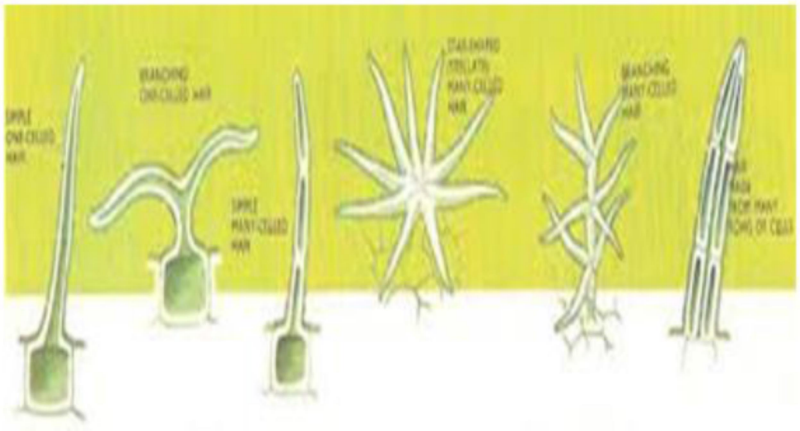
وتتألف من أكثر من صف واحد من الخلايا وهي إما إن تكون غير متفرعة أو متفرعة بشكل شبيه بالشجيرة وعندما يكون التفرع بشكل يشبه النجمة تسمى الشعيرة شعيرة نجمية .

3- الحراشف

وتدعى أيضا الشعيرات الدرعية كما في الزيتون .

4- الشعيرات الجذرية .

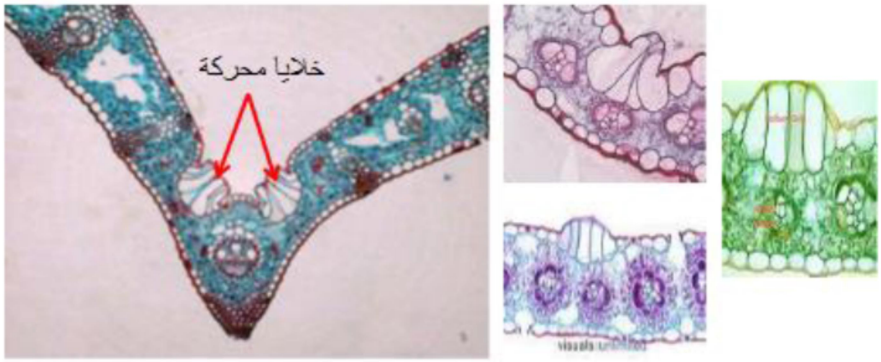
شعيرات البشرة



انواع شعيرات البشرة

4-الخلايا الحركية

توجد فى ذوات الفلقة فى البشرة العليا وتلعب دور فى حركة النصل عند نقص الرطوبة (الجفاف) وهي خلايا كبيرة الحجم وذات جدران سليولوزية رقيقة وذات فجوات كبيرة،وتحتوي هذه الخلايا على كمية كبيرة من الماء وقد تكون خالية من البلاستيدات الخضراء، وتقوم بالتفاف الأوراق،كما تساعد في تفتح الأوراق في البراعم .



5- نسيج البريدرم

نسيج وقائى ذو نشأة ثانوية، يحل محل البشرة فى الحالات التالية:

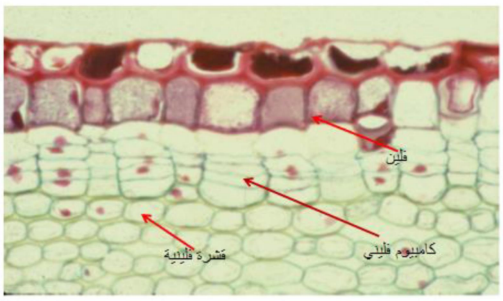
1. فى سيقان وجذور ذوات الفلقتين وعاريات البذور التى تنمو نموا ثانويا.
2. على الاسطح المكشوفة بعد انفصال الاوراق والافرع.
3. حول الانسجة المريضة او الميتة داخل جسم النبات او اسفل الجروح.

• يتكون البريدرم من ثلاثة مكونات الكامبيوم الفلينى (فلوجين) الذى يعطى للخارج فلين وللداخل قشرة فلينية (فللودرم).

• الفلين يتكون من وحدات تنتظم فى صفوف متراصة لا يوجد بينها مسافات بينية، خلايا الفلين ميتة تترسب على جدرها خليط من السليلوز واللجنين والسوبرين غير المنفذ للسوائل والغازات.

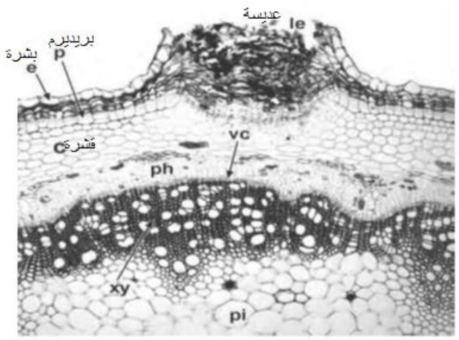
• القشرة الفلينية او الفللودرم: نسيج بارانشيمى يتميز بوجود مسافات بينية وقد تقوم بتخزين النشا.

نسيج البريديرم



6- العديسات

• فتحات تتكون فى البريدرم تسهل من تبادل الغازات بين انسجة النبات والجو الخارجى أى انها تحل محل الثغور فى البشرة.



• يبدا تكوين العديسة بنشاط جزء من الكمبيوم الفلينى يسمى الفلوجين العديسى ينقسم ويعطى خلايا بارانشيمية رقيقة الجدران بينها مسافات بينية متسعة يسبب تمددها ضغط على طبقات الفلين مما يسبب تمزقها فتصبح معرضة للجو الخارجى فيسمح تركيبهاالمفكك بتسرب الغازات خلالها وتسمى مجموعة الخلايا البارانشيمية بخلايا النسيج المتمم.
• عند انتهاء موسم النشاط يقوم فلوجين العديسة بتكوين طبقات فلين غالقة تحت النسيج المتمم.

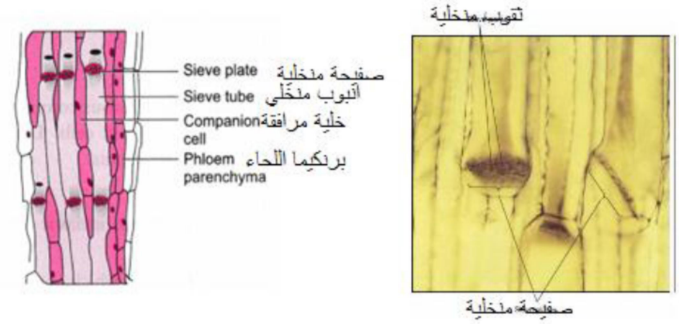
★ الانسجة الناقلة Vascular tissues

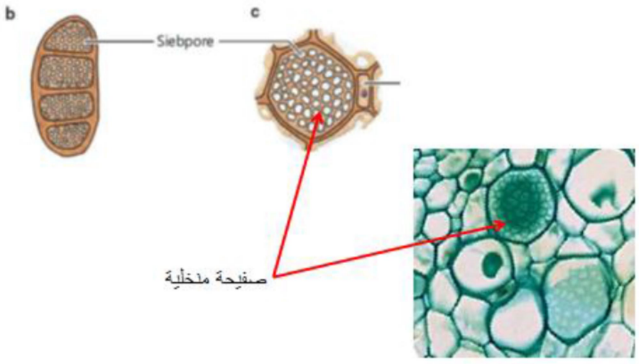
يحتاج النبات في تغذيته الى نقل المواد الغذائية في بعض صورها من عضو الى اخر وتزداد هذه الحاجة ازديداً كبيراً كلما كبر النبات وانتج خلايا وانسجة جديدة وكلما ارتفع مجموعه الخضري فوق سطح الأرض . وتختص بأداء هذه الوظيفة انسجة تعرف بالأنسجة الوعائية او الناقلة ويتكون هذا الجهاز من خشب ولحاء يختص اولها بأيصال الماء والاملاح الممتصة من محلول التربة الى الساق والاوراق بينما يقوم الثاني بتوصيل المواد الغذائية المصنعة بالاوراق الى بقية اجزاء النبات .

➢ اللحاء Phloem

١ـ الأنابيب المنخلية Sieve tube

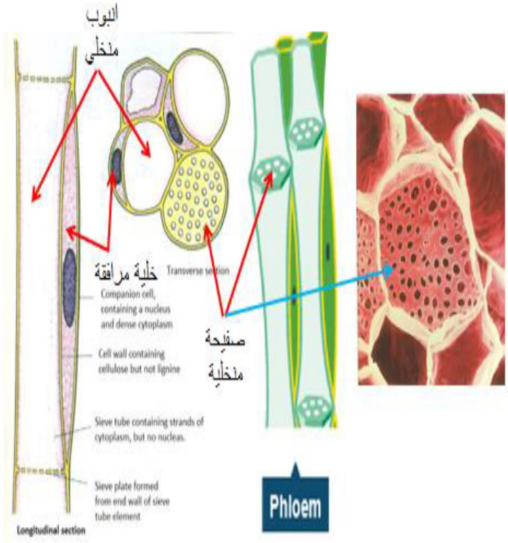
تتركب كل انبوبة من صف رأسي من خلايا مستطيلة رقيقة الجدران وتخترق الجدران المستعرضة التي تفصل هذه الخلايا ثقوب تؤدي وظيفة التوصيل للمواد الغذائية وبوجود هذه الثقوب تتخذ الجدران المستعرضة هيئة الغرابيل وتعرف بالصفيحة المنخلية sieve plate وفي كثير من النباتات تكون مائلة الوضع بدلاً من الوضع المستعرض . وخلية الانبوب المنخلية خلية عادية في اول اطوار تكوينها بها نواة وتبطن جدرانها طبقة من السايتوبلازم وبفجوتها عصير خلوي ثم تختفي النواة اثناء نمو الخلية ويصبح السايتوبلازم رقيقاً ويظهر في وسط الفجوة خيط هلامي غليظ يزداد سمكاً عند الصفيحة المنخلية . وجدران الانابيب المنخلية رقيقة دائماً غير ملكننة تتركب اساساً من السليلوز وتظل هذه الانابيب تؤدي وظيفتها لمدة فصل واحد من فصول النشاط الخضري تتوقف بعده عن العمل وقبل ان يتوقف نشاطها تتغطى صفائحها المنخلية بصفائح لماعة من مادة كربوهيدراتية تعرف بالكالوس(callose) اما الصفائح نفسها فتسمى بالكالس (callus) وتبدأ هذه الصفائح رقيقة في اول الامر ثم تزداد بالسمك تدريجياً ويعوق الكالس انتقال المواد بين خلايا الانبوبة الواحدة ولذلك يؤدي تكوينه الى توقف عمل الانابيب المنخلية ويحدث احياناً ان تستأنف الانبوبة عملها في فصل النمو التالي ولكن لا يتم ذلك الا بعد ان يذوب الكالس ويختفي ثم يتكون ثانية بصفة مستديمة في الشتاء التالي ويكون ذلك ايذاناً بأنتهاء عمل الانبوب . وتمثل الثقوب المنخلية فتحات تمر منها المادة البروتوبلازمية للخلايا المتجاورة والبروتوبلازم الواصل بين الخلايا يسمح بمرور العصير خلاله بحرية تامة من خلية الى اخرى وبعد ان يتكون الكالس في الانابيب المنخلية المسنة تخترقه الخيوط البروتوبلازمية ويستمر اختراقها له فترة من الزمن ثم تتقطع .





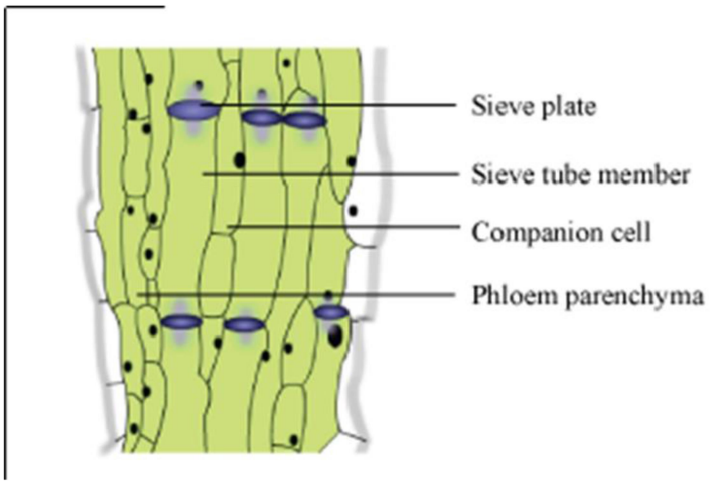
٢- الخلايا المرافقة Companion cells

ترافق خلية الانبوب المنخلي عادةً خلية حية تعرف بالخلية المرافقة وتتكون بانقسام خلية مولدة انقساماً الى قسمين اكبرهما يكون خلية الانبوب المنخلي واصغرها هو الخلية المرافقة وقد تنقسم الخلية المولدة احياناً الى اكثر من خليتين ويكون اكبرها انبوب منخلي بينما تكون بقية الاقسام عدد من الخلايا المرافقة وفي هذه الحالة تكون للانبوب المنخلي اكثر من خلية مرافقة واحدة وعدد الخلايا المرافقة غير ثابت بل يختلف في النوع الواحد اوحتى في النبات الواحد . كذلك تختلف الخلايا المرافقة في الحجم فبعضها تصل الى طول خلية الانبوب المنخلي التي ترافقها وبعضها اقصر وعندما تتحد الخلايا المرافقة فأنها اما ان تقع على جوانب مختلفة من الانابيب المنخلية او تكون صفاً رئسياً واحداً على احد الجوانب وتوجد عدة نقر بسيطة على الجدران التي تفصل الخلية المرافقة عن خلية الانبوب المنخلي ومن المحتمل ان الروابط البلازمية تمر خلال هذه لتربط المادة الحية في الخليتين .



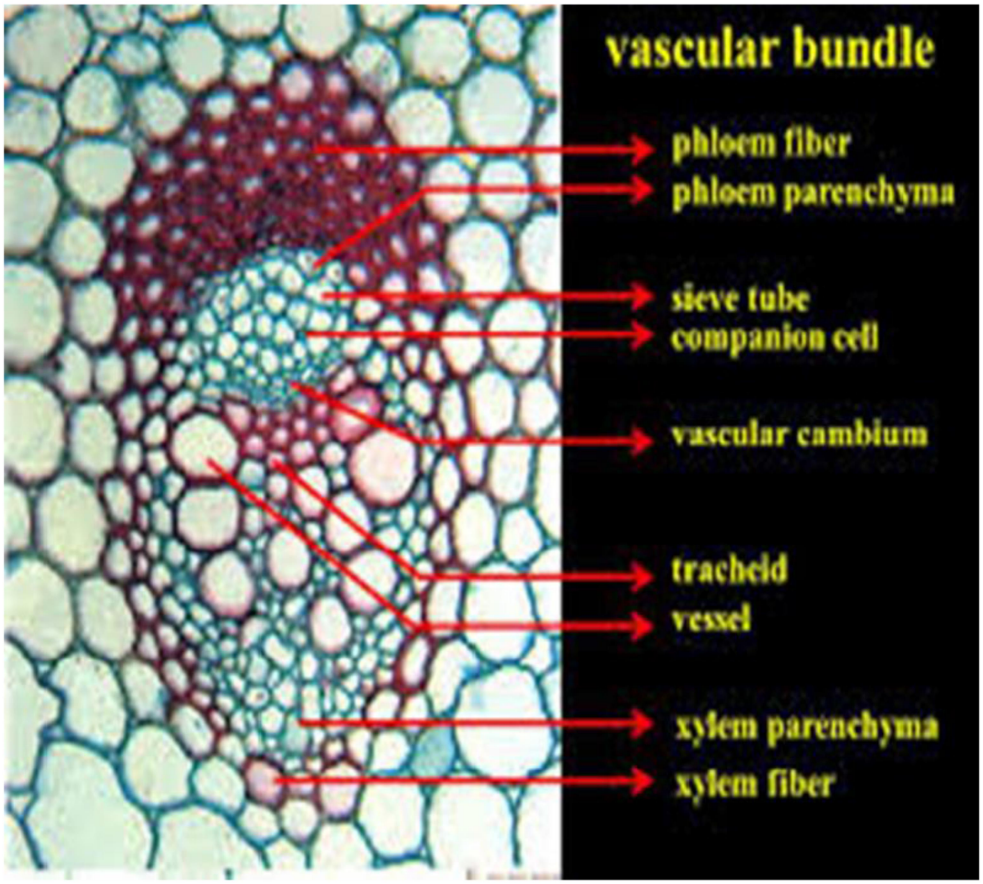
٣- برنكيما اللحاء phloem parenchyma

يحتوي اللحاء على مقادير متفاوتة من الخلايا البرنكيمية تؤدي وظيفة تخزين المواد الغذائية وهي خلايا مستطيلة ذات جدران سليلوزية رقيقة ولكنها بعد ان ينتهي عمل اللحاء اما ان تظل رقيقة او تتلكن كما يحدث في اللحاء الثانوي القديم وتوجد نقر بسيطة على الجدران التي بين الخلايا البرنكيمية والخلايا المرافقة وكذلك على الجدران التي بينها وبين الانابيب المنخلية .



٤- الياف اللحاء phloem fibers

توجد الالياف في اللحاء الابتدائي بالاعضاء المسنة وكذلك في اللحاء الثانوي وهي في الاعضاء الصغيرة قابلة للنمو في الطول وعندما تنتهي استطالتها تكون جدران ثانوية بها نقر بسيطة او مضفوفة .

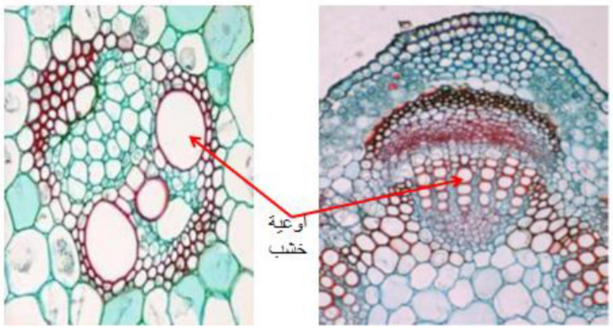


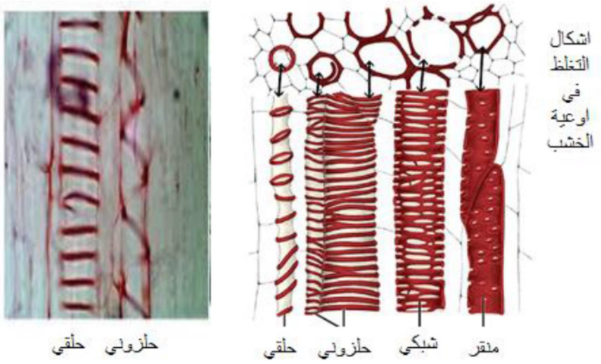
- الخشب Xylem

يتكون من :-

١- الاوعية Vessels

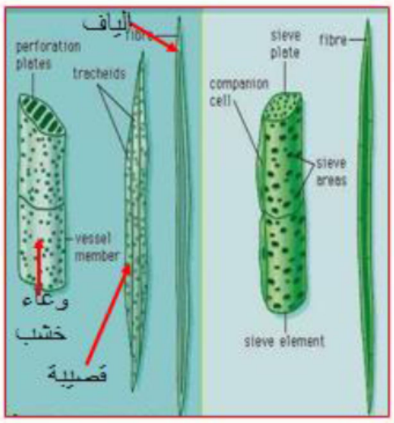
تمثل الاوعية قنوات التوصيل الاساسية في النباتات الراقية وهي عناصر ميتة جدرانها سميكة ملكننة مستديرة او مضلعة في المقطع العرضي ووظيفتها توصيل الماء واختزانه احياناً وتحتوي الاوعية العاملة على قدر من الماء كما تحتوي قدر من الهواء . وينشأ الوعاء من صف رأسي من الخلايا الانشائية تتغلظ جدرانها تغلظاً ثانوياً بعد ان تتم استطالتها وذلك بترسب طبقات جديدة من مادة اللكنين وتذوب الجدران المستعرضة الفاصلة بين الخلايا فيؤدي ذلك تكوين قناة متصلة تتباين طولاً واتساعاً . وتختلف في الطول بأختلاف النباتات ، ففي بعض النباتات الخشبية المتسلقة تصل الى بضعة امتار ولكن في غالبية النباتات لا تزيد عن متر واحد اما متوسط طولها فيبلغ عشر سنتيمترات على ان اوسع الاوعية واطولها هي اوعية النباتات المتسلقة . ويحدث التغلظ الثانوي في جدران الاوعية على صور مختلفة ففي اجزاء الخشب الابتدائي لا تتغلظ الا مساحة صغيرة من مساحة الجدار الاولي للوعاء وتزداد نسبة المساحة المتغلظة ثانوياً بالتدريج في اجزاء الخشب الابتدائي وهو المعروف بالخشب الأولي يحدث التغلظ الثانوي في شكل حلقات منفصلة وتكون الاوعية ضيقة وتسمى اوعية حلقية وفي الاجزاء الاحدث يتخذ التغلظ شكلاً حلزونياً وتسمى الاوعية حلزونية وهناك نوع ثالث يحدث فيه تغلظ حلقي وحلزوني في نفس الوقت اذ يحدث التغلظ الحلقي في جزء من الجدار والتغلظ الحلزوني في اجزاء اخرى كما يزداد ايضاً حجم الوعاء اما في الخشب التالي فالاوعية اوسع واكثر تغلظاً ومعظمها من النوع الشبكي او المنقر وقد تكون شبكية و منقرة في ان واحد والاوعية المنقرة هي اوسع انواع الاوعية وأغلظها وتوجد في الاجزاء البالغة من النبات التي توقفت عن النمو وتتميز بتللكن جدرانها تلكناً تاماً الا في بعض المواضع على شكل نقر متناثرة .

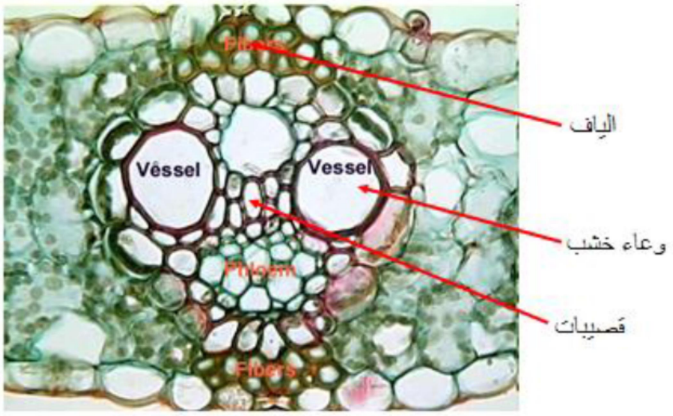




٢- القصيبات Tracheids

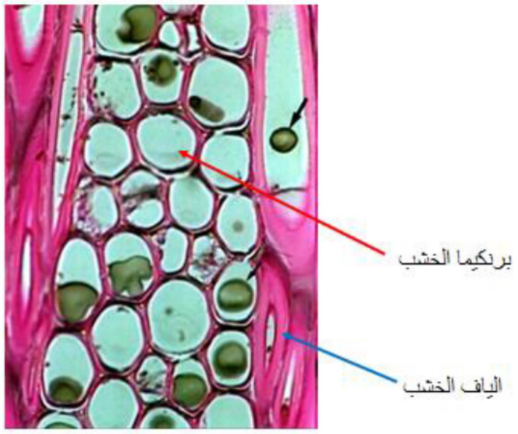
تمثل القصيبات نوع اخر من عناصر النقل الخشبية وهي كالاوعية عناصر ميتة مستطيلة عند اكتمال نموها تتكون كل منها من خلية واحدة لها جدران ثانوية ملكننة وليس لها بروتويلاست ولكنها تختلف عن الاوعية في خلو جدرانها الطرفية من الثقوب الموصلة بين الخلايا اذ تحل محل الاخيرة نقر موزعة على الجدران المشتركة بين القصيبات المتجاورة . والقصيبات كثيرة الشبه بالالياف من حيث شكلها المغزلي ولو ان فجواتها اوسع من الالياف وجدرانها اقل تغلظاً وهي ايضاً اقصر طولاً واعرض من الالياف لكن في بعض الاحيان تقل الفروق ويزداد الشبه بين الالياف والقصيبات ويحدث التغلظ في جدران القصيبات على اشكال متعددة ففي المتكونة في الاجزاء النامية تكون حلقية او حلزونية التلكنن اما في الاجزاء التي تنشأ بعد ذلك تكون شبكية بينما توجد القصيبات المنقرة في الاعضاء المسنة .





٤- برنكيما الخشب Xylem parenchyma

توجد بكل من الخشبين الابتدائي والثانوي خلايا برنكيمية حية قد تكون مستطيلة او قصيرة والنوع القصير هو الاعم وتكثر النقر البسيطة على جدران هذه الخلايا وتتكون لها جدران ثانوية احياناً وفي هذه الحالة توجد نقر مضفوفة وبرنكيما الخشب هي خلايا حية في الغالب ولكنها قد تفقد محتوياتها الحية في الاجزاء المسنة فتتحول الى عناصر ميتة . والخلايا الحية تقوم بخزن الغذاء ويتراكم فيها النشا قرب نهاية فصل النمو ثم يستهلك كله او بعضه في فصل النمو التالي ويختلف توزيع الخلايا البرنكيمية داخل الخشب في النباتات المختلفة فأحياناً تكون متناثرة بين عناصر الخشب الاخرى واحياناً تتجمع حول الاوعية وفي حالات اخرى ترافق عناصر الخشب التي تظهر في اخر فصل النمو وتساعد طريقة توزيع الخلايا البرنكيمية في الخشب على تمييز انواع النباتات الخشبية .



❖ انواع الحزم الوعائية

١- الحزم الجانبية

هي الحزم التي يوجد فيه الخشب بجانب اللحاء وهي :-

أ- حزمة مغلقة

مغلقة لعدم وجود كمبيوم حزمى بين الخشب واللحاء وتحاط الحزمة كليا او جزئيا بغلاف من الالياف.

ب- حزمة جانبية مفتوحة

ومفتوحة لوجود كمبيوم حزمى بين الخشب واللحاء مسئول عن النمو وعدم وجود غلاف من الالياف.

٢- الحزم ذات الجانبين (اللحائين)

يوجد الخشب بين لحائين احداهما خارجي والاخر داخلي كما في العائلة القرعية والباذنجانية. يوجد كامبيوم نشط بين اللحاء الخارجي والخشب التالي، كما يوجد كامبيوم بين اللحاء الداخلي والخشب الاول ولكنه ذو نشاط محدود. تترتب الانسجة في الحزمة من الخارج للداخل على النحو التالي:

لحاء خارجي - كامبيوم – خشب تالي-خشب اول - كامبيوم – لحاء داخلي .

٣- الحزم المركزية

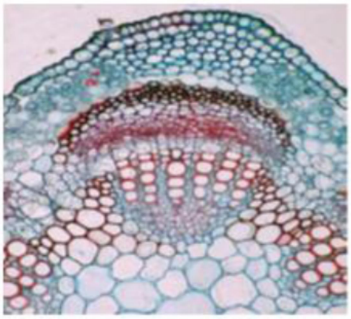
تسمى الحزمة الوعائية مركزية اذا شغل احد مكوناتها مركز الاخرالذى يحيط به ويغلفه. وتقسم الحزم المركزية الى:

أ- مركزية الخشب فيها يوجد الخشب فى مركز اللحاء فى سيقان واوراق النباتات السرخسية. الخشب يتكون من قصيبات صغيرة ذات تغليظ حلقى وحلزونى وقصيبات كبيرة ذات تغليظ سلمي.تحاط الحزمة بغلافين الداخلى بريسيكل والخارجى اندودرمس.

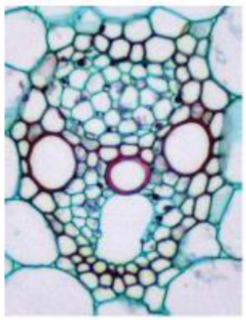
ب- مركزية اللحاء فيها يتوسط اللحاء مركز الحزمة ويحيط به الخشب. توجد فى سيقان بعض ذوات الفلقة وبقله فى ذوات الفلقتين .

٤- الحزم القطرية

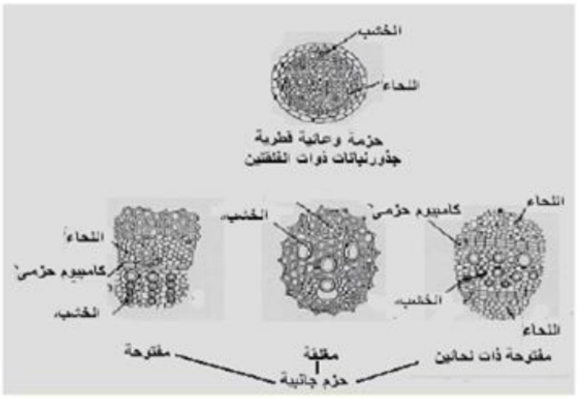
يترتب فيها الخشب واللحاء على هيئة انصاف اقطار متبادلة وتوجد في الجذور

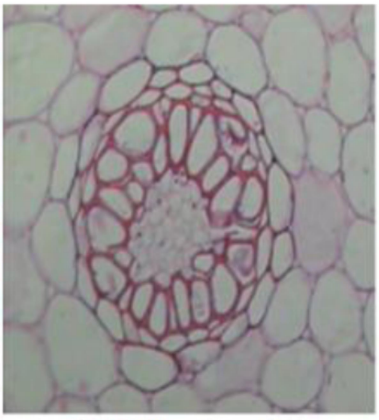


حزمة جانبية مفتوحة

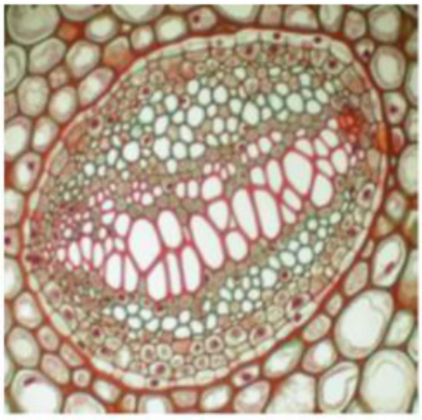


حزمة مغلقة

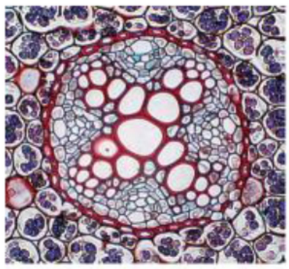


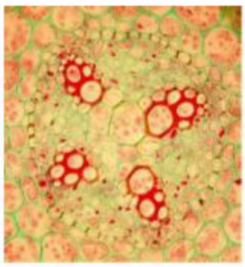


حزمة وعائية مركزية اللحاء



حزمة وعائية مركزية الخشب





حزمة وعائية قطرية