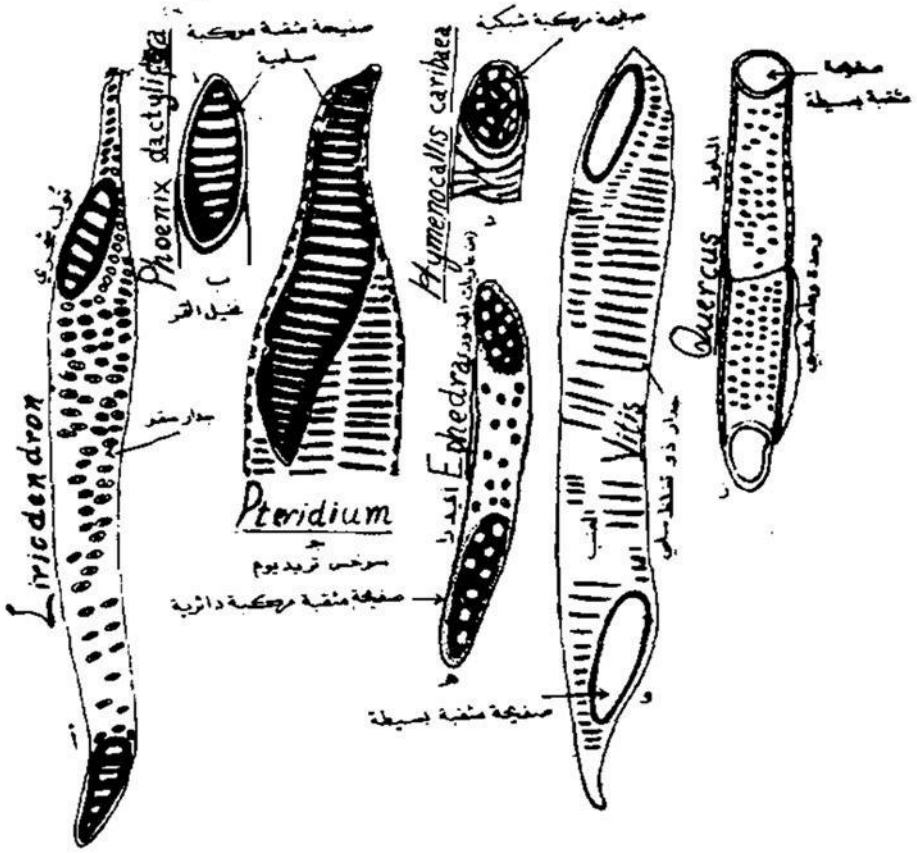


(شكل ٥ـ٧) وحدات أوعية خشبية او أجزاء منها توضح أنواع الصفائح المثقبة أ ـ هـ مركبة ، و ـ ز بسيطة

نسيج اللحاء Phloem

نسيج معقد وظيفته الرئيسة نقل المواد الغذائية في النباتات الوعائية بشكل ذائب . ويقترن نسيج اللحاء عادة مع نسيج الخشب في سائر الاعضاء النباتية فيكونان معا ـ كما سبق ـ النسيج الوعائي vascular tissue او النظام النسيجي الوعائي vascular tissue System يتالف اللحاء في مغطاة البذور Angiosperms من أنابيب منخلية Sieve tubes وخلايا مرافقة Companion cells وخلايا برنكيمية Parenchyma Cells والياف Fibers اما في عاريات البذور Cymnosperms فيفتقر اللحاء للانابيب المنخلية ، وتوجد بدلا عنها خلايا منخلية Sieve cells تمثل كل منها خلية مفردة ، كما ان الخلايا المرافقة

تكون معدومة ، بينما يقتصر لحاء النباتات الوعائية الواطئة على الخلايا المنخلية والخلايا البرنكيمية .

وكالحال في نسيج الخشب فان نسيج اللحاء يصنف هو الاخر من حيث نشوئه الى لحاء ابتدائي Primary phloem ينشأ من الكمبيوم الاولى ، ولحاء ثانوي Secondary phloem ينشأ من الكمبيوم الوعائي . وكما سيرد شرحه عند بحث التغلظ الثانوي ، فان اللحاء الثانوي يكون منسقا في نظام محوري أو عمودي Axial or Vertical system ونظام افقي أو شعاعي Horizontal or Radial system على نحو ما هو ملاحظ في الخشب الثانوي . تستمر الاشعة اللحائية Phloem rays خلال الاصول الشعاعية للكمبيوم التى كونتها مع نظيرتها في الخشب مكونة سلسلة شعاعية من الخلايا يطلق عليها مجتمعة مصطلح الاشعة الوعائية Vascular rays ، التى تعتبر من الصفات المميزة للخشب واللحاء الثانويين .

وبالنظر للطبيعة غير المتصلبة للعناصر التى تدخل في تركيب اللحاء ـ فيما عدا الالياف والسكلريدات ان وجدت ـ ولكون هذا النسيج لا يستديم على النبات نظرا لتساقطه بين حين واخر ، لذا فان نسيج اللحاء يكون أقل وضوحا من الناحية الشكلية مقارنة بالخشب ، كما انه لا يركن عليه كثيرا في تقدير عمر النبات او في دراسة المتحجرات النباتية ، خلافا لما هي عليه الحال في نسيج الخشب الذي يحتفظ بخصائصه الشكلية ويستديم في النبات عبر السنين ، ويحتفظ بكيانه التركيبي في المتحجرات النباتية بدرجة تفوق كثيرا ما يلاحظ في نسيج اللحاء نظرا لكثرة العناصر المتصلبة فيه والمشبعة جدرانها بمادة اللكنين .

وكالحال في الخشب الابتدائي ،فان اللحاء الابتدائي يصنف هو الاخر الى لحاء اول Protophloem. تتميز عناصره ـ بعد نشأتها من الكمبيوم الاولى ـ في مرحلة مبكرة وذلك قبل اكتمال استطالة العضو النباتي . وعلى ذلك فان عناصره كثيرا ما تتمزق وتفقد وظيفتها بعد فترة قصيرة ،

ولحاء تال Metaphloem لا يحصل تميز عناصره ـ بعد نشوئها من الكمبيوم الاولى ـ الا في مرحلة متأخرة ، وذلك بعد اكتمال تمدد العضو النباتي الذي يتكون فيه · ويبقى اللحاء التالى مؤديا وظيفته لفترة أطول نسبيا ، كما انه يمثل في النباتات التي لاتعاني تغلظا ثانويا الجزء الوحيد من اللحاء الوظيفي طيلة حياة النبات · اما في النباتات المعمرة التى يحصل فيها تغظ ثانوي، فيحل محله اللحاء الثانوي Secondary phloem حال تكون الاخير بفعل نشاط الكمبيوم الوعائي ·

وفيما يلي شرح موجز لاهم العناصر الموجودة في لحاء مغطاة البذور (شكل ٥ـ٨) .ـ

١ ـ الانابيب المنخلية Sieve tubes

تتكون الانبوبة المنخلية من سلسلة من الخلايا تنتظم في صف متصل على هيئة انبوب · وتلتقى الخلايا المكونة للانبوبة المنخلية مع بعضها عند نهاياتها، ويطلق عليها وحدات الانبوبة المنخلية Sieve-tube elements وتحاط وحدات الانابيب المنخلية بجدار ابتدائي رقيق عادة مكون اساسا من مادة السليلوز Cellulose ، ويخلو من مادة اللكنين Lignin . وفي بداية تكوين وحدة الانبوبة المنخلية تكون حاوية على نواة وسايتوبلازم ومحتويات اخرى كالبروتينات ، وقد تحتوى ايضا على بلاستيدات · وعند النضج تنحل النواة بينما يبقى السايتوبلازم · وتتكون في السايتوبلازم اجسام صغيرة يطلق عليها الاجسام الهلامية Slime bodies التى لا تلبث ان تنتقل الى العصير الخلوي عندما تمتزج محتويات السايتوبلازم والعصير الخلوي لوحدات الانابيب المنخلية مع بعضها بعد زوال الغشاء الفجوى · وفي المستحضرات المستديمة Permaent preparations المصبوغة لنسيج اللحاء تبدو المادة الهلامية متجمعة عند الصفائح المنخلية مكونة مايسمى السداد المخاطي Sleine pfug · وتتميز الانابيب المنخلية بوجود صفائح منخلية sieve plates في جدرانها النهائية (المستعرضة) للوحدات المكونة لها · وتكون الصفائح المنخلية بوضع افقي متعامد مع المحور الطولى للانبوبة المنخلية ، أو قد

تكون بوضع مائل (شكل ٥ـ٨ أ،ب) . ويعتبر النوع المائل اقل رقيا من الناحية التطورية من النوع الافقي . وتتميز الصفائح المنخلية بوجود ثقوب Pores فيها تخترقها خيوط بروتوبلازمية سميكة تشبه البلازمودزمات ، الا انها تتميز عن الاخيرة بزيادة سمك قطرها وباحاطتها بمادة الكالوس Callose في المنطقة التى تخترق فيها هذه الخيوط للصفيحة المنخلية . ويطلق على هذه الخيوط البروتوبلازمية الاشرطة الرابطة Connecting strands لكونها تربط بين سايتوبلازم الوحدتين المتتاليتين في الانبوبة المنخلية . اما الكالوس فهو تركيب يتألف من مادة كربوهيدراتية متعددة السكريات يطلق عليها الكالوز Callose وتنتج المادة الاخيرة عند تحللها جزيئات من سكر المنب Glucose كما انها تتميز باصطباغها باللون الازرق عند معاملتها بازرق الانيلين Aniline blue أو ازرق الريئورسين Reorcin blue وبمرور الزمن يزداد سمك اسطوانة الكالوز المحيطة بالخيوط الرابطة على حساب هذه الخيوط نفسها مما يؤدى الى ان تصبح الاخيرة اكثر نحافة بالتدريج حتى تتلاشى تماما ، وعندها تفقد الانبوبة المنخلية وظيفتها الناقلة شكل (٥ـ٨) . وعند موت وحدات الانبوبة المنخلية تختفي مادة الكالوز تماما ، وتصبح الصفائح المنخلية ذات ثقوب ظاهرة ، لكنها تصبح خالية من الخيوط الرابطة . وفي حالات نادرة قد تستطيع الانابيب المنخلية استعادة نشاطها عن طريق تحلل بعض من مادة الكالوس واستعادة نشاط الخيوط الرابطة بعد تكوينها ثانية في فصل الربيع التالي (شكل ٥ـ٨ ب).

ان الطبيعة الحية لوحدات الانابيب المنخلية تسندها قابليتها على تكوين الكالوز ، وقدرتها على اذابته أحيانا ، وكذلك قدرتها على تكوين خيوط رابطة في بعض الاحيان ، مما يعزز الطبيعة الحية لها على الرغم من انحلال النواة فيها عند النضج .

وتكون الصفائح المنخلية اما بسيطة simple sieve plates عندما تكون الثقوب منتشرة في الصفيحة دونما تمييز ، او مركبة

compound sieve plates عندما تتجمع الثقوب في مناطق منفصلة يطلق على كل منها مصطلح المساحة المنخلية sieve area ، اي ان الصفيحة المركبة تكون حاوية على أكثر من مساحة منخلية واحدة . وقد توجد المساحات المنخلية في الجدران الجانبية لوحدات الانابيب المنخلية غير انها في هذه الحالة تكون ذات ثقوب ضيقة جدا مقارنة مع نظيراتها في الصفائح المنخلية . وعند وجود المساحات المنخلية في الجدران الجانبية الفاصلة بين وحدات الانابيب المنخلية وبين الخلايا البرنكيمية ، يقابلها عند ذلك حقول نقر ابتدائية Primary pit fields في الشق من الجدار العائد للخلية البرنكيمية . وتعتبر الصفيحة المنخلية البسيطة اكثر رقياً من الناحية التطورية من المركبة . ان نوع الصفائح المنخلية ليس واحدا ضمن اجناس العائلة الواحدة ، كما قد يختلف في الانواع التي تنتمي الى جنس واحد احيانا . وعلى العموم فان وجود الصفائح المنخلية البسيطة مألوف في العوائل النباتية المتقدمة تطوريا مثل عائلة البيلسان Caprifoliaceae بينما توجد الصفائح المنخلية المركبة في الاعشاب والكروم . غير ان ما تجدر اضافته ان جميع الانواع من الصفائح يمكن ان تلاحظ في النباتات الخشبية والمشبية . ان وجود الانابيب المنخلية يعتبر صفة مميزة للحاء نباتات مغطاة البذور . اما في عاريات البذور والنباتات الوعائية الواطئة فتوجد بدلا من الانابيب المنخلية خلايا منخلية sieve cells التي تمثل كل منها خلية مفردة . ولا تتعد الخلايا المنخلية لتكون انبوبة متعددة الخلايا ، بل تبقى كل منها مستقلة ، ويقتصر اتصالها مع بعضها على الاشرطة البلازمية الموجودة في المساحات المنخلية SieveT ro area والتي تسبه البلازمودزمات الا انها تمثل حالة اكثر تخصصا من البلازمودزمات العادية (شكل ٥ـ٨ د) . وفي بعض نباتات عاريات البذور توجد جدران ثانوية في الخلايا المنخلية .

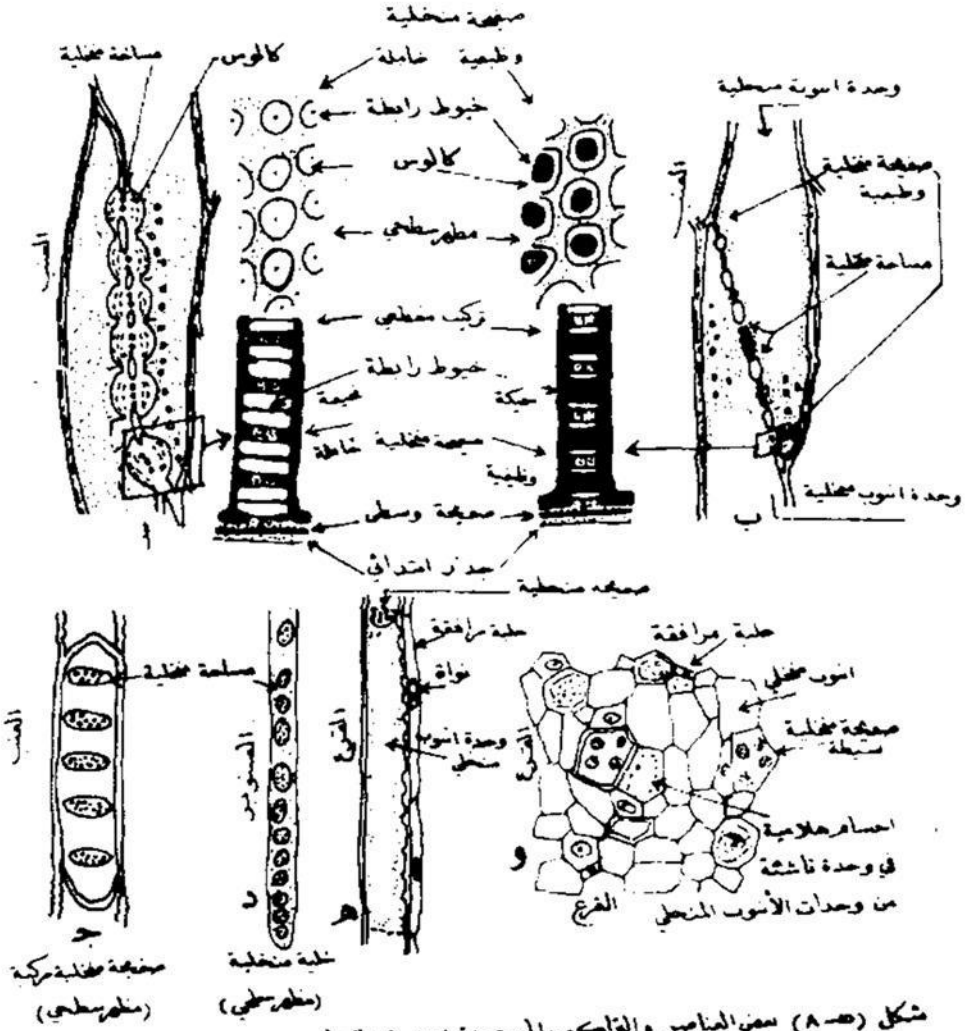
ومما تجدر الاشارة اليه ان مجموعة النيتيلات Gnetales من عاريات البذور تشذ عن باقي نباتات هذه المجموعة باحتواء لحائها

على أنابيب منخلية . وتعتبـــر الانابيب المنخلية تطوريا أكثر رقيـا من الخلايا المنخلية . وبالنظر للتشابه الوظيفي الموجود بين وحدات الانابيب المنخلية والخلايا المنخلية فان مصطلح العناصر المنخلية Sieve elements يستعمل للدلالة على المجموعتين من العناصر الناقلة في اللحاء .

ان فقد النواة في الوحدات المنخلية يجعل عمرها الوظيفي قصيـرا ينتهي غالبا في موسم نمو واحد أو موسمين . غير ان الخلايا المنخلية في عاريات البذور قد تبقى فعالة لفترة أطول تصل احيانا الى عدة سنوات . وتتميز العناصر المنخلية لبعض السرخسيات وكذلك في بعـض النباتات المعمرة من ذوات الفلقة الواحدة ـ كالنخيل ـ بطول عمرها الفسـلجي وتمثل وحدات الانابيب المنخلية القصيرة ذات القطر الواسع حالة كذلك اكثر تقدما من الوحدات الطويلة الضيقة .

٢ ـ الخـلايا المرافقة Companion cells

خلايا برنكيمية متخصصة ذات بروتوبلاست فعـــال يحتوي على سايتوبلازم كثيف ونواة وغير ذلك من المحتويات (شكل ٥ـ٨ هـ ، و) . وترتبط الخلايا المرافقة مع وحدات الانبوبة المنخلية ارتباطا وثيقـا في الموقع والمنشأ والوظيفة . اذ تقترن بكل وحدة مـــن وحدات الانبوبة المنخلية خلية مرافقة واحدة أو أكثر تمتد بمحاذاتها ، وتنشأ من نفس الخلية المرستيمية التي نشأت منها وحدة الانبوبة المنخلية تلك. ان الارتباط الوثيق بين الخلية المرافقة ـ الحاوية على نواة ـ وبين وحدة الانبوبـة المنخلية ـ الخالية من النواة ـ التي تقترن بها ، يشير الى وجود ارتباط وظيفي بينهما . ويعزز ذلك ان موت الخلايا المرافقة في اللحاء يؤدى الى فقدان الاخير لوظيفته . والخلايا المرافقة ذات جدران ابتدائية رقيقـة حاوية حقول نقر ابتدائية تقترن مع وحدات الانبوبة المنخلية المقابلـة لها بمناطق منخلية في شق الجدار المحيط بوحدة الانبوبة المنخلية . وتنشأ



شكل (صـ٨) بعض العناصر والتراكيب الموجودة في نسيج اللحاء.

أ، ب، حـ - من ساق الصنف . أ - صفيحة منخلية مركبة من مقطع جانبي، والى يمينها منطقة مكونة (للاسفل) ومظم سطحي (للاعلى). لاحظ اختزال الخيوط الرابطة، وزيادة سمك الكالوس.

ب - مقاطع شبيهة بما موجود في (أ) ولكنها في وحدات نضالة

حـ - مظم سطحي لصفيحة الوسط في المركبة. د - خلية منخلية.

هـ - رسم تخطيطي يوضح بعض عناصر لحاء الفرع في المقطع الطولي. و - في المقطع المستعرض

الخلية المرافقة من نفس الخلية المرستيمية التى تنشأ منها وحدة الانبوبة المنخلية المقترنة بها ، وذلك نتيجة لحصول انقسامات مماسية Tangential أو محيطية Periclinal في الخلية الاميه المكونة لهما . ويكون هذا الانقسام غير متكافىء حيث تكون احدى الخليتين الناتجتين اكبر من الاخرى ، فتتميز الكبيرة منهما الى وحدة انبوبة منخلية،

بينما تتحول الصغيرة الى خلية مرافقة . وقد تعاني الخلية الصغيرة انقساما مستعرضا مرة أو أكثر فتتكون بذلك خليتان مرافقتان أو أكثر لكل وحدة من وحدات الانابيب المنخلية .

ان وجود الخلايا المرافقة يعتبر من الصفات المميزة للحاء مغطاة البذور ، حيث انها معدومة في عاريات البذور وفي النباتات الوعائية الواطئة ايضا . وتوجد في لحاء بعض المخروطيات coniferales ـ وهي من عاريات البذور ـ خلايا شبيهة بالخلايا المرافقة يطلق عليها الخلايا الزلالية (خلايا الالبومين) albuminous cells . وتختلف الخلايا الاخيرة عن الخلايا المرافقة في عدة وجوه . فبينما تنشأ اي وحدة من وحدات الانبوبة المنخلية مع الخلية المرافقة لها من نفس الخلية المرستيمية ـ كما سبق ـ نلاحظ ان الخلايا المنخلية في عاريات البذور لها منشأ مختلف تماما عن منشأ خلايا الالبومين . واضافة لذلك فان خلايا الالبومين تقع ضمن النظام الشعاعي radial system للحاء ، بينما تقع الخلايا المرافقة ضمن النظام المحوري axial system كما ان خلايا الالبومين تحوي على نسبة عالية من الزلال .

٣ ـ برنكيما اللحاء Phloem parenchyma

توجد الخلايا البرنكيمية كأحد مكونات نسيج اللحاء سواء كان ابتدائيا أو ثانويا . وفي اللحاء الابتدائي تكون الخلايا البرنكيمية موجودة في اللحاء بصورة مفردة ، أو على هيئة مجموعات . اما في اللحاء الثانوي فتنتظم بصورة منسقة في نظام شعاعي Radial syslem ونظام محوري Axial system كما سيرد تفصيله عند بحث اللحاء الثانوي في الباب الرابع . والخلايا البرنكيمية للحاء تميل الى الاستطالة ، وقد تتكون في جدرانها احياناً مادة اللكنين ، كما ان بعضها قد يكون مقسماً بحواجز مستعرضة الى ردهات ، وقد تحوي كل ردهة على بلورة منفردة .

ان وظيفة الخلايا البرنكيمية في اللحاء هى الخزن ، حيث تخـزن الماء وبعض المواد الغذائية كالنشاء والدهون والمـواد الدباغية والمـواد الراتنجية ، كما قد توجد فيها البلورات كما سبق . وفي فترات الركود تمتلىء الخلايا البرنكيمية بالنشاء أو الزيت . وبعد موت اللحاء اما ان تبقى الخلايا البرنكيمية على جدرانها السليلوزية الرقيقة أو أن تتغلظ تلك الجدران وتتصلب نتيجة لاضافة جدران ثانوية عليها ، وبذلك تتحول الى سكلريدات sclereids ذات جدران ملكننة في الغالب .

٤ ـ الياف اللحـــاء phloem fibers

تمثل الالياف أحد المكونات المألوفة في لحاء مغطاة البذور ســواء كان ذلك بالنسبة للحاء الابتدائي أو الثانوي ، غير انها قد تكون معدومة في بعض عاريات البذور . اما في النباتات الوعائية الواطئة الموجودة في الوقت الحاضر فيخلو اللحاء من الخلايا السكلرنكيمية . وقد توجد الخلايا السكلريدية Sclereids جنبا الى جنب مع الالياف في نسيج اللحاء ، أو أن تكون موجودة لوحدها في حالات نادرة . وفي اللحاء الابتدائي تـكون الالياف موجودة الى الخارج من هذا النسيج بصورة مجتمعة ، بينما تكون الالياف في اللحاء الثانوي موزعة بطـرق مختلفة ضمن العناصر الاخرى للحاء كما سيرد شرحه عند دراسة اللحاء الثانوي في الباب الرابع .

وتتميز ألياف اللحاء عن نظيراتها في الخشب في كون الاولى تكـون جدرانها ذات نقر بسيطة دائما، وتكون فوهة النقرة صغيرة تميل للاستدارة أو تستطيل قليلا . وألياف اللحاء تكون ملكننة عادة ، وتتداخل نهاياتها المستدقة مع بعضها في المراحل المبكرة من تكوينها مكونة أشرطة من الالياف تكسب الاعضاء متانة وقوة . والوظيفة الرئيسة لالياف اللحاء ميكانيكية تتعلق بالتدعيم ، كما انها تقوم بوظيفة وقائية للانسجة الغضة الواقعة تحتها بما في ذلك الكمبيوم الاولى أو الوعائي ، فتحفظ تلك الانسجة من العوامل الخارجية . وكما سبق فان ألياف اللحاء في نباتات ذوات الفلقتين

تعتبر المصدر الرئيس للالياف في التجارة والصناعة ، كما مر ذكره عند بحث الالياف في الفصل الثاني من الباب الثاني .

وتتكون السكلريدات في لحاء بعض النباتات نتيجة لحصول عملية التصلب Sclerification في بعض الخلايا البرنكيمية الموجودة في هذا النسيج ، ويحصل ذلك في المناطق القديمة من اللحاء نتيجة لتكوين جدران ثانوية فيها ، والتى كثيرا ما تكون ملكننة .

اللحاء الاول واللحاءالتالي protophloem and Metaphloem

على الرغم من عدم وضوح تميز اللحاء الابتدائي الى لحاء أول ولحاء تالٍ بنفس الدرجة التى عليها نظيريهما في الخشب ، الا ان هنالك بعض الصفات التى يمكن بها التمييز بين هذين النوعين من اللحاء . فاللحاء الاول يمثل ذلك الجزء من اللحاء الابتدائي الذى يتميز من الكمبيوم الاول في مرحلة مبكرة ، وذلك قبل اكتمال استطالة العضو النباتي ، كما انه يحتل موقعا خارجيا في الحزمة الوعائية في سيقان العديد من النباتات. وتتميز العناصر المنخلية في اللحاء الاول بكونها اكثر نحافة وأقل وضوحا مقارنة مع نظيراتها في اللحاء التالي ، غير أن النوى فيها تنحل أيضا عند النضج ، كما انها قد تكون مقترنة بخلايا مرافقة ، أو ان تكون الاخيرة معدومة . وقد تكون وحدات الانابيب المنخلية هذه موجودة بهيئة مجاميع في اللحاء الاول أو أن تكون بصورة مفردة ضمن الخلايا البرنكيمية أو غيرها من الخلايا الحية الاخرى . وفي العديد من النباتات ذوات الفلقتين تتواجد العناصر المنخلية ضمن خلايا طويلة حية غالبا ما تمثل بداءات الالياف Fiber primordia التى تتميز فيما بعد الى الياف بعد تهشم وحدات الانابيب المنخلية وفقدان وظيفة اللحاء الاول .

اما اللحاء التالى فينشأ من الكمبيوم الاولي في فترة متأخرة ويمثل موقعا محددا في الحزمة الوعائية ، كما انه يتميز بكون وحدات الانابيب

المنخلية فيه تكون واسعة ومقترنة بالخلايا المرافقة بصورة عادية · اما الالياف فتكون معدومة عادة ، غير أن بعض الخلايا البرنكيمية في اللحاء التالي قد تعاني تصلبا في جدرانها متحولة الى خلايا سكلريدية وذلك بعد أن يفقد هذا الجزء من اللحاء وظيفته كنسيج ناقل · وكما سبق ذكره فانه عندما يتهشم اللحاء الاول بعد فترة قصيرة من تكوينه فان اللحاء التالي يبقى مؤديا لوظيفته لفترة أطول ، نظرا لكون تميزه لا يستكمل الا بعد اكتمال استطالة العضو النباتي · وفي النباتات التى لا يحصل فيها نمو ثانوي يكون اللحاء التالى هو الجزء الوحيد الذى يستمر على أداء وظيفة نقل الغذاء في الاعضاء البالغة للنبات طيلة حياته ·

اما اللحاء الثانوي الذى ينشأ من الكمبيوم الوعائي فسيرد شرحه بصورة مفصلة عند بحث التغلظ الثانوي ·

الخلايا والانسجة الافرازية Secretory cells and Tissues

تضم الخلايا والانسجة الافرازية احيانا على اساس وظيفي في نظام واحد يسمى بالنظام النسيجي الافرازي secretory tissue system أسوة بضم الانسجة التوصيلية أو الانسجة الدعامية في نظام نسيجي واحد · ولكن الوضع بالنسبة للخلايا والانسجة الافرازية قد يختلف وذلك من حيث ان هذه الخلايا وهذه الانسجة لا تربطها رابطة أساسية لا من الناحية الشكلية ولا من ناحية المنشأ كما هى الحال في النظم النسيجية الاخرى · فالخلايا الافرازية قد تتجمع لتكون نسيجا افرازيا كما هى الحال في الغدد الافرازية Secretory glands وحينئذ يمكن اطلاق لفظ النسيج بمعناه الصحيح ، وفي حالات اخرى توجد هذه الخلايا فرادى مبعثرة خلال القشرة أو اللحاء أو الخشب أو النخاع · وعلاوة على ذلك فالانسجة الافرازية المنتشرة في جسم النبات الواحد قد لا ترتبط فيما بينها باية علاقة تجعلها تنتمى الى جهاز نسيجي واحد · وقد يفرق أحيانا بين عمليتي الاخراج Excretion والافراز Secretion وذلك باعتبار ان