نسيج اللحاء phloem :

نسيج معقد وظيفته الرئيسية نقل المواد الغذائية في النباتات الوعائية بشكل ذائب . ويقترن نسيج اللحاء عادة مع نسيج الخشب في سائر الاعضاء النباتية فيكونان معا النسيج الوعائي او النظام النسيجي الوعائي Vascular tissue system. يتألف اللحاء في مغطاة البذور من:

1- انابيب منخلية Sieves tube .
2- خلايا مرافقة Companion cells .
3- خلايا برنكيمية Parenchyma cells .
4- الياف Fibers .

النباتات الوعائية الواطئة Lower vascular plant	معراة البذور Gymnosperms	مغطاة البذور Angiosperms
1- Sieve cells	1- Sieve cells الخلايا المنخلية تكون اقل تطورا من الانابيب المنخلية ولكنها اطول عمرا	1- Sieve tube الانابيب المنخلية وتكون اكثر تطورا من الخلايا المنخلية
2- لاتوجد خلايا مرافقة	2- لا توجد خلايا مرافقة	2- Companion cell
3- Parenchyma cells	3- Parenchyma cells	3- Parenchyma cells
4- لاتوجد	4- Fibres Gnetales يشذ عن ذلك الرتبة	4- Fibres

اما في عاريات البذور Gymnosperms **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 الآخر من حيث نشوئه الى لحاء ابتدائي primary phloem ينشا من الكامبيوم الاولي procambium ولحاء ثانوي secondary phloem ينشا من الكامبيوم الوعائي vascular cambium . ان اللحاء الثانوي يكون منسقاً في نظام محوري او عمودي Axial or Vertical system ونظام افقي او شعاعي Horizontal or Radial system على نحو ما هو ملاحظ في الخشب الثانوي. هنالك سلسلة شعاعية من الخلايا يطلق عليها مصطلح الأشعة النخاعية Vascular rays، التي تعتبر من الصفات المميزة للخشب واللحاء الثانويين.

بالنظر للطبيعة غير المتصلبة للعناصر التي تدخل في تركيب اللحاء(فيما عدا الألياف والسكلريدات) ولكون هذا النسيج لا يستديم على النبات نظرا لتساقطه بين حين واخر لذا فان نسيج اللحاء يكون اقل وضوحا من الناحية الشكلية مقارنة بالخشب كما انه لا يركن عليه كثيرا في تقدير عمر النبات او في دراسة المتحجرات النباتية خلافا لما هو عليه الحال في نسيج الخشب الذي يحتفظ بخصائصه الشكلية ويستديم في النبات ويحتفظ بكيانه التركيبي في المتحجرات النباتية يفوق بكثير عما هو عليه في نسيج اللحاء نظراً لكثرة العناصر المتصلبة فيه والمشبعة جدرانها بمادة اللكنين.

اللحاء الابتدائي يصنف الى لحاء اول protophloem تتميز عناصره بعد نشأتها من الكامبيوم الأولي في مرحلة مبكرة وذلك قبل اكتمال استطالة العضو النباتي، ولحاء تالي metaphloem الذي تتميز عناصره في مرحلة متاخرة وذلك بعد اكتمال تمدد العضو النباتي الذي يتكون فيه. في النباتات المعمرة التي يحصل فيها تغلظ ثانوي يحل اللحاء الثانوي محل اللحاء الابتدائي، اذ ينشا اللحاء الثانوي من الكامبيوم الوعائي Vascular cambium .

عناصر اللحاء في مغطاة البذور :

1- الانابيب المنخلية sieve tube :

تتكون الانبوبة المنخلية سلسلة من الخلايا تنتظم في صف متصل على هيئة انبوب وتلتقي الخلايا المكونة للانبوبة المنخلية مع بعضها عند نهاياتها ويطلق عليها وحدات الانبوبة المنخلية Sieve tube elements وفي بداية تكوين وحدة الانبوبة المنخلية تكون حاوية على نواة وسايتوبلازم ومحتويات اخرى كالبروتينات والبلاستيدات وعند النضج تنحل النواة ويبقى السايتوبلازم حيا. تفقد النواة في الخلايا والانسجة النباتية التي تموت عند النضج، اذ ان الطبيعة الحية لوحدات الأنابيب المنخلية تسندها قابليتها على تكوين الكالوز وقدرتها على اذابتهُ أحياناً وكذلك قدرتها على تكوين خيوط رابطة في بعض الأحيان مما يعزز الطبيعة الحية لها بالرغم من أنحلال النواة فيها عند النضج. وبتقدم عمر الانبوب تزداد مادة الكالوس مما يؤدي الى نحافة الخيوط الرابطة وبالتالي تتلاشى وعند موت الانبوب تتلاشى مادة الكالوس، وفي بعض الحالات تستطيع الوحدات المنخلية من اعادة نشاطها بعد تكوين الخيوط الرابطة وتكوين مادة الكالوس مما يؤيد على كون الوحدات المنخلية حية على الرغم من انحلال النواة

تتكون في السايتوبلازم اجسام صغيرة يطلق عليها الاجسام الهلامية slime bodies وتبدو المادة الهلامية متجمعة عند الصفائح المنخلية مكونة مايسمى السداد المخاطي slime plug . تتميز الانابيب المنخلية بوجود صفائح منخلية sieve plate في جدرانها النهائية المستعرضة للوحدات المكونة لها. تتميز الصفائح المنخلية بوجود ثقوب فيها تخترقها خيوط بروتوبلازمية سميكة تشبه البلاموذمات الا انها تتميز عنها بزيادة سمك قطرها وباحاطتها بمادة الكالوس Callose في المنطقة التي 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 مواد كاربوهيدراتية متعددة السكريات يطلق عليها الكالوز Callose وبمرور الزمن يزداد سمك اسطوانة الكالوز المحيطة بالخيوط الرابطة على حساب هذه الخيوط نفسها مما يؤدي الى ان تصبح الاخيرة أكثر نحافة حتى تتلاشى تماما وعندها تفقد الانبوبة المنخلية وظيفتها الناقلة.

وتكون الصفائح المنخلية اما بسيطة Simple sieve plates عندما تكون الثقوب منتشرة في الصفيحة دون ان تتميز أو 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 اكثر من مساحة منخلية

واحدة . 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

بروتين اللحاء : phloem protein او p – protein :

تظهر العناصر المنخلية الفتية مواد بروتينية خاصة بها وتعرف هذه البروتينات في السابق بالاجسام الهلامية slime bodies وتظهر مصاحبة للصفائح المنخلية ويعرف بالسداد الهلامي slim plug وهو صفة مميزة للانابيب المنخلية. اما في الوقت الحاضر فقد اصطلح على تسميته ببروتين اللحاء phloem protein او p- protein . ان ثقوب الصفيحة المنخلية كثيرا ماتغلق ببروتين اللحاء، اذ لوحظ ان هذا البروتين يدخل في غلق الثقوب بعد الجروح.

2- الخلايا المرافقة Companion cells :

هي خلايا برنكيمية متخصصة ذات بروتوبلاست فعال يحتوي على سايتوبلازم كثيف ونواة وغير ذلك من المحتويات ترتبط الخلايا المرافقة مع وحدات الانبوبة المنخلية ارتباطا وثيقا في الموقع والمنشأ والوظيفة، اذ تقترن بكل وحدة من وحدات الانبوبة المنخلية خلية مرافقة واحدة او اكثر تمتد بمحاذاتها وتنشا من نفس الخلية المرستيمية التي نشأت منها وحدة الانبوبة المنخلية تلك . ان الارتباط الوثيق بين الخلية المرافقة الحاوية على نواة وبين وحدة الانبوبة المنخلية الخالية من النواة التي تقترن بها يشير الى وجود ارتباط وظيفي بينهما، ويعزز ذلك ان موت الخلايا المرافقة في اللحاء يؤدي الى فقدان الاخير لوظيفته. وتنشا الخلية المرافقة من نفس الخلية المرستيمية التي تنشأ منها وحدة الانبوبة المنخلية المقترنة بها نتيجة حدوث انقسام للخلية الامية ويكون هذا الانقسام غير متكافيء حيث تكون احدى الخليتين اكبر من الاخرى فتتميز الكبيرة منهما الى وحدة انبوبة منخلية بينما تتحول الصغيرة الى خلية مرافقة.

ان وجود الخلايا المرافقة يعتبر من الصفات المميزة للحاء مغطاة البذور حيث انها معدومة في عاريات البذور وفي النباتات الوعائية الواطئة.

فقد النواة في الوحداتا المنخلية يجعل عمرها الوظيفي قصير ينتهي غالباً في موسم واحد أو موسمين غير ان الخلايا المنخلية في عاريات البذور قد تبقى فعالة لفترة اطول تصل احياناً الى عدة سنوات.

3- برنكيما اللحاء phloem parenchyma :

توجد الخلايا البرنكيمية كاحد مكونات نسيج اللحاء سواء كان ابتدائيا او ثانويا، في اللحاء الابتدائي تكون الخلايا البرنكيمية موجودة في اللحاء بصورة مفردة او على هيئة مجموعات اما في اللحاء الثانوي فتنتظم بصورة منسقة في نظام شعاعي Radial system ونظام محوري Axial system ان وظيفة الخلايا البرنكيمية في اللحاء هي الخزن حيث تخزن الماء وبعض المواد الغذائية كالنشا والدهون والمواد الدباغية والمواد الراتنجية وفي فترات الركود تمتلىء الخلايا البرنكيمية بالنشا او الزيت. وتمتاز الخلايا البارنكيمية اللحائية بكونها :

a. تميل الى الاستطالة.

b. قد تحتوي في جدرانها على مادة اللكنين.

c. قد تكون مقسمة بحواجز الى ردهات وقد تحتوي كل ردهة على بلورة.
d. وظيفتها الخزن (ماء– نشأ – الدهون – مواد دباغية – ومواد راتنجية).
e. بعد موت اللحاء اما ان تبقى الخلايا رقيقة الجدران او ان تتغلظ وتتحول الى سكلريدات .

4- الياف اللحاء phloem fibers :

توجد الالياف اللحاء في كل من اللحاء الابتدائي والثانوي Primary & Secondary phloem في مغطاة البذور – وقد تكون معدومة في بعض معراة البذور ، النباتات الوعائية الواطئة هي الاخرى خالية من الخلايا السكلرنكيمية وقد توجد السكلريدات جنبا الى جنب مع الالياف . الياف اللحاء الابتدائي تتكون في اعضاء لا زالت في حالة نمو طولي. في اللحاء الابتدائي تكون متجمعه خارج النسيج واما في اللحاء الثانوي تنتظم الالياف وبطرق مختلفة فقد تؤلف الجزء الاكبر من اللحاء او توجد بهيئة اشرطة مماسية تتبادل مع العناصر اللحائية الاخرى او تكون منتشرة بين بقية عناصر اللحاء او احيانا لا توجد كما في الزراوند *Aristolochia* .

مميزات الياف اللحاء (مقارنة بالياف الخشب) :

1– جدرانها ذات نقر بسيطة دائما ، وربما تكون مضفوفة بسيطة Slighthy bordered .
2– فوهة النقرة تميل الى الاستدارة .
3– الجدران ملكننة وتتكون الجدران الثانوية بعد او خلال النمو الطولي.
4– وظيفتها ميكانيكية .
5– الالياف المقسمة والجلاتينية موجودة في اللحاء .
6– بعض الالياف تكون حية وذات جدران ابتدائية وبروتوبلاست فعال .

اللحاء الاول واللحاء التالي Protophloem or Metaphloem :

مقارنة بالخشب يكون اللحاء الابتدائي غير متميز بوضوح الى لحاء اول ولحاء تالي .

مميزات اللحاء الاول : –

1– يمثل جزء اللحاء الابتدائي الذي يتميز من الكومبيوم الاولى في مرحلة مبكرة قبل اكتمال النمو الطولي.
2– يحتل موقع خارجي من الحزمة الوعائية .
3– العناصر المنخلية اكثر نحافة واقل وضوحا مما في اللحاء التالي ، غير ان النوى فيها تنحل ايضا عند النضج .
4– تكون الوحدات المنخلية مقترنة مع خلايا مرافقة او تكون الخلايا المرافقة معدومة .
5– وحدات الانابيب المنخلية قد تكون متجمعة او تكون مفردة ضمن الخلايا البارنكيمية .

6- في العديد من ذوات الفلقتين تتواجد العناصر المنخلية ضمن خلايا طويلة حية تمثل بداءات الالياف Fiber primordia والتي تتميز فيما بعد الى الياف بعد تهشم وحدات الانابيب المنخلية وفقدان وظيفة اللحاء الاول .

في معراة البذور هناك شك يتعلق بالطبيعة المورفولوجية لعناصر اللحاء الاول طالما لم تتميز فيه المساحات المنخلية لهذا تسمى بخلايا اللحاء التمهيدية Percursory phloem cells .

مميزات اللحاء التالي :

1- العناصر المنخلية والعناصر الاخرى تنشأ في فترة متأخرة من النمو .

2- العناصر المنخلية تكون اوسع مما في اللحاء الاول .

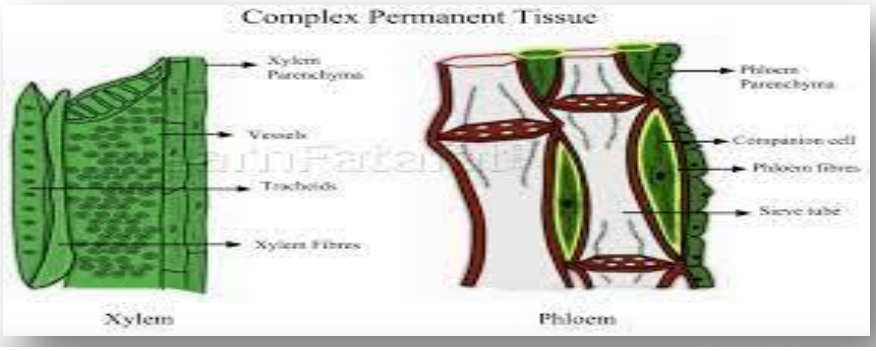
3- الخلايا المرافقة موجودة في مغطاة البذور .

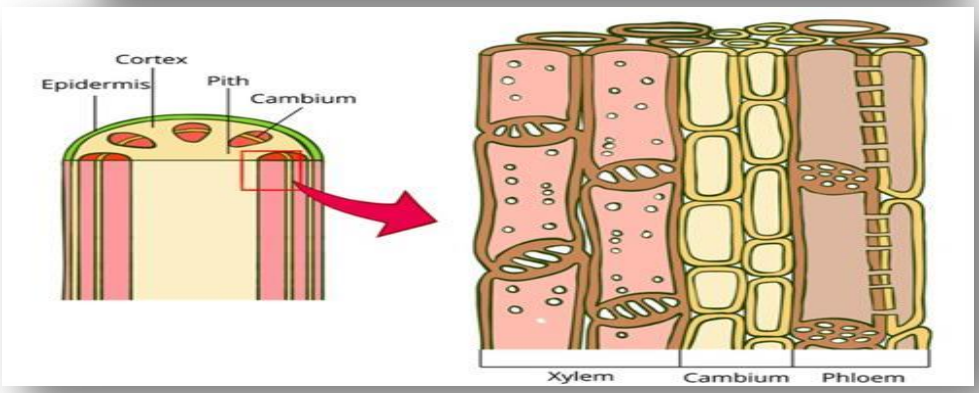
4- الالياف تكون معدومة عادة .

الخلايا البارنكيمية تتحول الى سكلريدات بعد فقدان اللحاء وظيفته .

Proto phloem	Meta phloem
جزء للحاء الابتدائي يتميز في مرحلة مبكرة قبل استطالة العضو	**جزء للحاء الابتدائي يتميز في مرحلة متأخرة بعد استطالة العضو**
يحتل موقعاً خارجياً من الحزمة	**يحتل موقعاً داخلياً من الحزمة**
العناصر المنخلية اكثر نحافة واقل وضوحاً ووحدات الانابيب المنخلية موجودة بهيئة مجاميع مفردة ضد الخلايا البارنكيمية	**وحدات الانابيب المنخلية واسعة مقترنة بالخلايا المرافقة بصورة عادية اما الألياف واسعة مقترنة بالخلايا المرافقة بصورة عادية اما الالياف فتكون معدومة وبعض الخلايا البارنكيمية تتصلب الى سكلريدات**
يتهشم اللحاء الأول بعد فترة قصيرة	**يبقى عاملاً مؤدياً وظيفتهُ بعد فترة طويلة**

ت	اللحاء الثانوي في عاريات البذور	اللحاء الثانوي في مغطاة البذور
1	يكون التركيب بسيط	يكون معقد التركيب
2	النظام العمودي أو المحوري يتكون من خلايا منخلية وخلايا برانكيمية بما في ذلك الخلايا الزلالية Albuminous cell	النظام المحوري يضم وحدات الأنابيب المنخلية والخلايا المرافقة وبعض الخلايا البرانكيمية المحورية وألياف اللحاء
3	النظام الشعاعي أو الافقي يتكون من خلايا برانكيمية واحياناً تنظم خلايا زلالية أيضاً	يتكون النظام الأفقي أو القطري من أشعة مختلفة الأحجام مابين أحادية الصف الى عديدة الصفوف الا أنها تحوي خلايا برانكيمية فقط
4	لا يحوي	يظم النظامان خلايا متصلبة التراكيب (أفرازية أو أنقراضية تراكيب حليبية)





مقارنة بين نسيجي الخشب واللحاء في النباتات الزهرية.

ت	نسيج الخشب	نسيج اللحاء
1	نسيج معقد يتألف من الاوعية والقصيبات وبرنكيما والياف	نسيج معقد يضم الانابيب المنخلية والخلايا المرافقة وبرنكيما اللحاء والياف اللحاء
2	ينشا من الكامبيوم الأولي والكامبيوم الوعائي	كذلك
3	وظيفته نقل الماء والاملاح الذائبة به والدعامة	وظيفته نقل الغذاء ولا يقوم بالدعامة
4	معظمه عناصر ميتة (اوعية قصيبات الياف) وذات جدران سميكة ملكننة	معظم عناصره حية (برنكيما اللحاء والخلايا المرافقة ووحدات الانبوب المنخلي) وذات جدران غير ملكننة
5	تمتاز غالبية عناصره بوجود النقر وغياب	تمتاز غالبية عناصره بوجود حقول النقر والروابط

	الروابط البلازمية	البلازمية
6	بسبب صلابته ومتانة الجدار وتلكننه يحفظ بالمتحجرات النباتية	بسبب رقة الجدار وعدم احتوائه على اللكنين لا تحفظه المتحجرات
7	يظهره جسم النبات الابتدائي والثانوي	كذلك
8	يكونه الكامبيوم بكميات أكبر من اللحاء	كمياته اقل من كميات الخشب
9	يمكن اعتماده في تقدير عمر النبات	لا يعتمد في تقدير عمر النبات
10	قد تتحول البرنكيما فيه الى خلايا النقل القصير	كذلك
11	الية النقل فيه تتم على اساس قوة التماسك والتلاصق والخاصية الشعرية	اليه النقل فيه لازالت غير مفهومة
12	النقل فيه نحو الاعلى	النقل فيه باتجاهات مختلفة
13	عناصره الناقلة قد تظهر التايلوزات	عناصره الناقلة لاتظهر التايلوزات