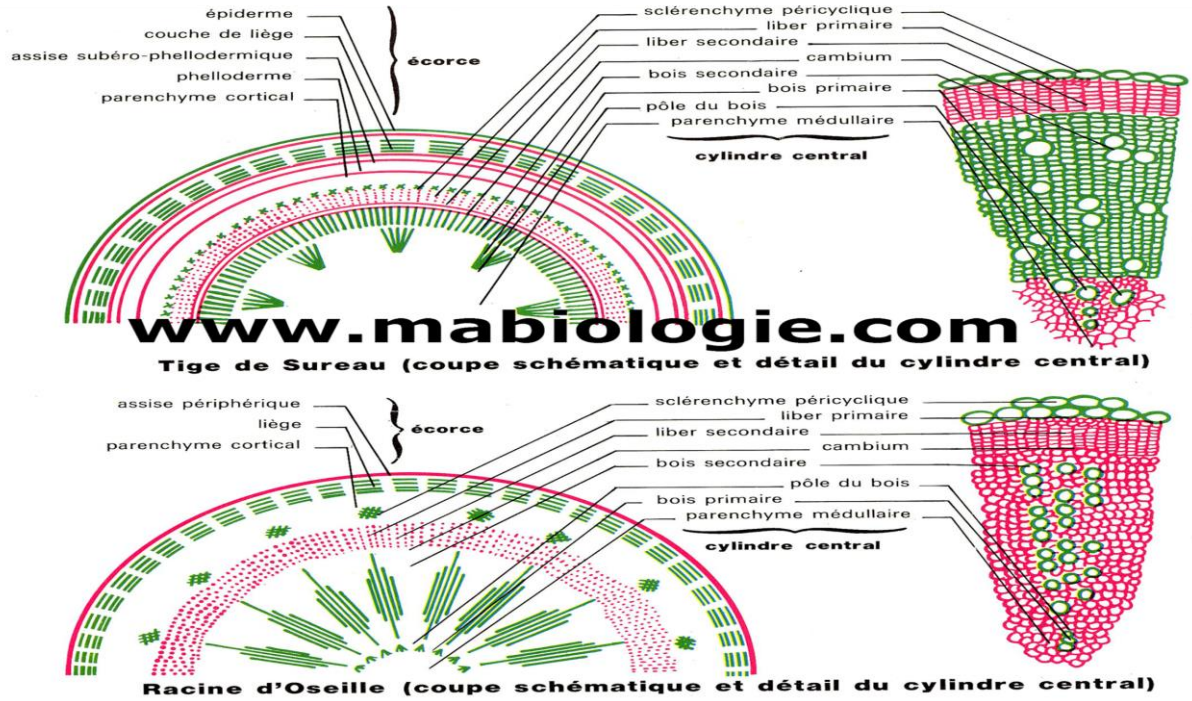
أنسجة النبات



الأنسجة النباتية *The plant Tissues*

فى النباتات الزهرية يتركب الجسم من أعضاء لكل منها وظائفه التخصصية مع هذا لا يستطيع أى عضو أن يقوم بوظائفه مستقلاً عن باقى الأعضاء، فجميع أعضاء الجسم تعمل فى ترابط تام يكفل الحياة للنبات. هذا الجسم معقد التركيب يتألف من أنواع تعمل فى ترابط تام يكفل الحياة للنبات. هذا الجسم معقد التركيب يتألف من أنواع كثيرة من ملايين الخلايا تتنوع فى شكلها وتركيبها ووظيفتها، وكذلك فى منشئها. تتجمع خلايا نوع أو أكثر معاً ويتألف منها نسيجاً *Tissue* فى عضو من جسم النبات يقوم بدور وظيفى معين. ويمكن تعريف النسيج بأنه مجموعة من الخلايا المقترنة معاً متحد فى المنشأ والوظيفة الأساسية يتألف منها جزء من جسم النبات.

تصنف الأنسجة طبقاً لأسس مختلفة مثل الصفات المورفولوجية الخلايا أو القدرة على الانقسام أو الأصل الذى نشأت عنه أو الوظيفة. تنتج بعض الأمثلة الخاصة بتصنيف الأنسجة فيما يلى:

- التصنيف تبعاً للصفات المورفولوجية للخلايا:

تصنف الأنسجة تبعاً لصفات الخلايا التى تتألف منها إلى بسيطة ومعقدة:

أ- الأنسجة البسيطة *Simple tissue*

تتركب من نوع واحد من الخلايا مثل البارنشيمى والكولنشيمى.

ب- الأنسجة المركبة *Complex tissues*

أنسجة غير متجانسة فى التركيب فيدخل فى تركيبها بضعة أنواع من الخلايا.

- التصنيف تبعاً لقدرة الخلايا على الانقسام

يمكن تقسيم الأنسجة تبعاً لقدرتها على الانقسام إلى مرستيمات وأنسجة دائمة.

أ- المرستيمات *Meristeme*

خلايا المرستيمات تتصف بقدرتها المستمرة على الانقسام النشط والنمو

ب- الأنسجة الدائمة *permanent tissues*

بعض هذه الأنسجة خلاياها حية، توقفت عن النمو، ولو مؤقتاً بعد تمام نضجها، البعض الآخر من الأنسجة الدائمة فقدت الخلايا ما بها من بروتوبلاست.

التصنيف تبعاً للأصل: ونميز منها منها أنسجة إبتدائية (ناتجة عن المرستيم الإبتدائي) وأنسجة ثانوية (ناتجة عن تمايز المرستيم الثانوي)

- التصنيف تبعاً للوظيفة:

ونجد منها العديد من الأنسجة وهي:

الأنسجة المولدة أو الإنشائية أو المرستيمية

الأنسجة الأساسية أو البرنشيمية

أنسجة الدعم

الأنسجة الواقية الأبتدائية والثانوية

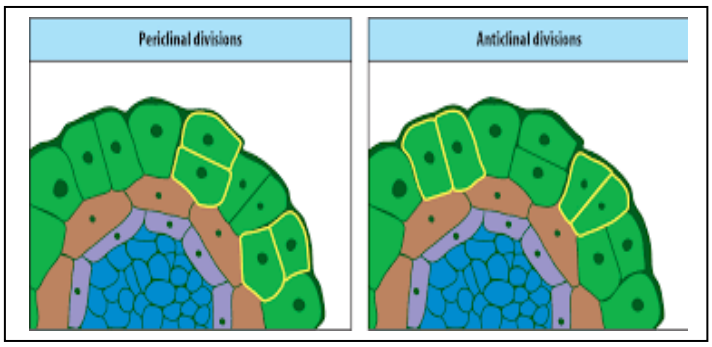
أنسجة النقل الإبتدائية والثانوية

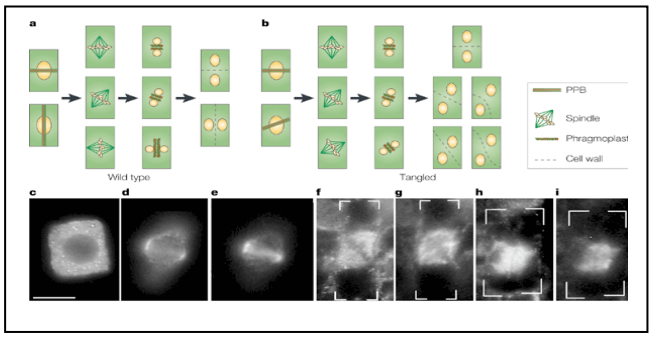
الأنسجة المفرزة.

الا نسجة المرستيم

الأنسجة المرستيمية هي أنسجة بسيطة تتكون من نوع واحد من الخلايا المتشابهة من حيث والشكل والتركيب، تتميز خلاياها بقدرتها على الانقسام ، صغر حجمها واحتوائها على جدر خلوية سليلوزية رقيقة، تحتوى على سيتوبلازم كثيف يحتوى على نواة كبيرة الحجم نسبة إلى حجم الخلية نفسها كما تحتوى على بلاستيدات أولية Proplastids كما أنها لا تحتوى على بلورات إلا أنه وجد أن خلايا الكامبيوم الفلينـــى phellogen و الكامبيـــوم الحـــزمـــى أو الوعائي cambium Vascular واللذان يصنفان كمرستيم ثانوي تحتوى على فجوات خلوية كبيرة نسبياً كما أنها تحتوى على جدر خلوية سميكة. عند انقسام الخلية المرستيمية ينتج عنها خليتين قد يحتفظ كل منهما بالمقدرة على الانقسام و تبقيا كخلايا إنشائية Initial cells أو قد تفقد إحداهما المقدرة على الانقسام وتتشكل لتساهم في تكوين جسم النبات بينما تظل الأخرى كخلية إنشائية ولذلك يحدث النمو في النبات في أماكن وجود الأنسجة المرستيمية،

- **انواع الانقسام في الخلايا المرستمية :**
- الانقسام المتعامد anticlinal division
- الانقسام المحيطي periclinal division
- الانقسام الأفقي Transverse division





- **نظريات عمل المرستيمات:**

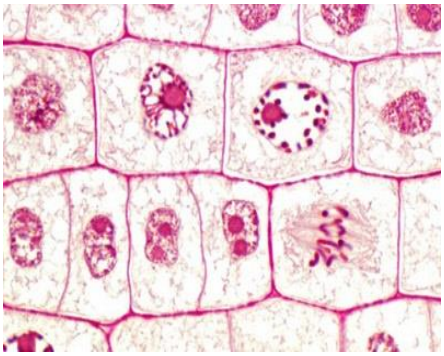
القمة النامية في الساق Shoot Apex

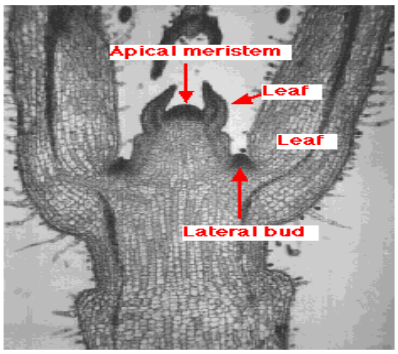
في سنة 1799 اكتشف وولف Wolff ان الاوراق الجديدة وانسجة الساق تنشأ من قمة الساق stem apex

- نظرية الخلية القمية Apical cell theory وضعت هذه النظرية من قبل هوفمستر Hofmeister في سنة 1857 واسندت من قبل ناجلي Nageli (1878)
- نظرية نشوء الانسجة Histogen theory وصنع هذه النظرية هانشتاين Hanstein (1868 – 1870)
- نظرية المرستيم الاول Promeristem theory : وضع هذه النظريةC.Haber landt (1914)
- نظرية الغلاف والبدن Tunica – Corpus theory
- **نظرية نمو المناطق Growth of zones (cytohistologic zonation)** العالم النباتي Foster في نبات الـ *Ginkgo* عام 1938تطبق على معراة البذور.
- **نظرية المرستيم الخامل Theory of the waiting meristem** وهي من النظريات الحديثة نوعا ما وقد قدمها احد العلماء الفرنسيين وهو بوفي Buvat (1952)

موضعها في النبات

المرستيم القمي: توجد في قمة الجذور والسيقان والبراعم وينتج عنها زيادة العضو في الطول (بشرة وقشرة)

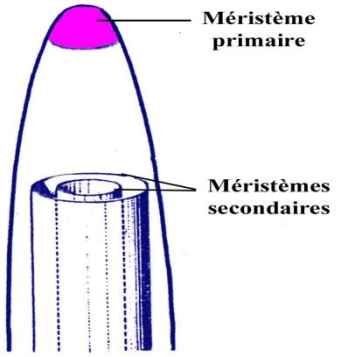




المرستيم البيني: توجد في قواعد السالميات وقواعد الاوراق وينتج عنها زيادة العضو في الطول وتعتبر جزء من السابق أي مرستيم ابتدائي

وتنشأ المرستيمات الابتدائية من تنشأ من خلايا الجنين مباشرة ومسؤلة عن تكوين الانسجة الابتدائية مثل البشرة والقشرة واالانسجة الوعائية الابتدائية

المرستيم المحيطي: توجد موازية للعضو النباتي وينتج عنها زيادة العضو في السمك مثل الكمبيوم الوعائي والفليني وهو ما يعرف بالمرستيم الثانوي وينشط متأخرا عن النوع الاول.



Shéma des méristèmes d'une tige

تنشأ من خاليا بالغة استعادت قدرتها علي الانقسام وتعطي انسجة ثانوية واسعة نخاعية مثل الكمبيوم الحزمي والبين حزمي

الكامبيوم الوعائي Vascular cambium : نسيج يتكون من خاليا مريستيمية, تنقسم خالياه بجدر موازية لمحور العضو النباتى لتعطى لحاء ناحية الخارج وخشب ناحية الداخل مما يؤدى إلى زيادة العضو النباتى في القطر.

أنسجة الحماية أو الوقاية Tissues de protection:

الانسجة الواقية ويطلق عليها كذلك الأنسجة الجلدية

- وظيفتها حماية الأنسجة الداخلية للنبات ضد التبخر والتمزق وفقدان المواد الغذائية القابلة للانتشار. وتتضمن الأنسجة المستديمة الجلدية: نسيج البشرة Epidermis - نسيج الفلين Cork.

أ- نسيج البشرة:

يعمل على تغطية الأوراق والأجزاء الرقيقة من الجذور والسيقان.

يتكون هذا النسيج من:

خلايا البشرة (Epidermal Cells):

- وهي عبارة عن طبقة واحدة من الخلايا تغطيها الأدمة (Cuticle) التي تتكون من مادة شمعية تعرف بالكيوتين Cutin
- تعمل على حماية النبات ضد التبخر.

يختلف سمك الأدمة باختلاف البيئة.

خلايا البشرة مستطيلة الشكل أو عدسية بكل منها فجوة عصارية كبيرة. ليس بها بلاستيدات خضراء ما عدا نباتات الظل والنباتات المائية.

البشرة فى معظم النباتات مغطاة البذور تتركب من طبقة من صف واحد من الخلايا فتسمى البشرة وحيدة الصف. فى أوراق كثير من النباتات لا سيما التى تنتمى إلى العائلة التوتية والفلفلية والبيجونية، تتركب البشرة من بضعة صفوف من الخلايا فتسمى البشرة العديدة أو البشرة المتضاعفة.

تركيب البشرة

البشرة تمثل النسيج الضام لجسم النبات الابتدائي، الجسم الأساسي نسيج البشرة يتركب من خلايا البشرة العادية التى تعتبر أقل خلايا تخصصاً. يتوزع من هذه الخلايا أنواع أخرى من خلايا متخصصة مثل الخلايا الحارسة للثغور والمساعدة، والخلايا المحركة فى أوراق النباتات النجيلية، والخلايا الإفرازية وخلايا البلورات.

غالباً ما تكون مغطاة بادمة أو كيوتكل cuticle ويكون سمك هذه الطبقة مختلفاً في النباتات حيث تزداد في النباتات الصحراوية xerophytes وتقل أو تنعدم في النباتات المائية.

وتضاف هذه المادة بطريقتين هما:

التكيتن Cutinization : وتعرف إنها عملية تشرب جدران الخلية بمادة الكيوتين.

التأدم (التكيتل) Cuticularization: وهي عملية اضافة الكيوتكل بشكل طبقة فوق الجدار.

ملاحظة: الكيوتين cutin مادة دهنية معقدة تشبه الشمع وتكون غير منفذة للماء وتوجد بصورة متشربة في جدران الخلايا أو بشكل كيوتكل.

(هذا التعريف هو نفس تعريف السيوبوين Subrin)

الكيوتكل Cuticle: وهو طبقة كيوتين غير منفذة للماء توجد على السطح الخارجي لجدار خلية البشرة.

تركيب جدار الخلية فى البشرة

يختلف سمك جدر خلايا البشرة تبعاً لنوع النبات من ناحية والعضو من ناحية أخرى، وعادة يكون الجدار الخارجى اكثر سمكاً من بقية الجدر وقد يكون تغليظ الجدر زائد إلى درجة ينطمس فيها تقريباً تجويف الخلية. الجدار المماسى الداخلى لخلية

البشرة يكون أقل جدر الخلية فى السمك. تحتوى الجدر القطرية والمماسية الداخلية لخلايا البشرة على رقعات نقرية ابتدائية. غالباً تمتد خلالها روابط بلازمية. قد توجد هذه الرقعات فى الجدر الخارجية، ويطلق على الروابط البلازمية فيها اسم الروابط الخارجية *Ectodesme*، ويعتقد أنها تمثل الممر لانتقال المواد التى تفرز لتتكون منها الأدمة.خلايا البشرة cellules epidermiques) وهي عبارة عن طبقة واحدة من الخلايا تغطيها الأدمة (Cuticle). وتكون خلايا البشرة مستطيلة الشكل أو عدسية بكل منها فجوة عصارية كبيرة. ليس بها بلاستيدات خضراء ما عدا نباتات الظل والنباتات المائية.

وظائف البشرة

1- النتح Transpirationعن طريق الثغور.

2- الحماية من المؤثرات الخارجية Mechanical protection.

3- التبادل الغازي من خلال الثغور.

4- الخزن للماء والمواد الايضية في نباتات الجفاف.

5- الامتصاص كما في الجذور.

6- التركيب الضوئي في حال احتواءها على بلاستيدات خضراء.

7- الإفراز Secretion.

8- الاحتفاظ بقابليتها المرستيمية الكامنة (كمونية مرستيمية).

حيث يمكن إن تتحول إلى خلايا مرستيمية ثانوية كما في حالة تكوين الكمبيوم الفلين.

نشوء البشرة Origin

تنشأ البشرة بطرق مختلفة في النباتات المختلفة:

1-قد لا يوجد منشئ واضح للبشرة حيث تنشأ من خلية واحدة أو صف من الخلايا الإنشائية كما في النباتات الوعائية الواطئة.

2-في النباتات الراقية (عاريات البذور وبعض مغطاة البذور) التي لا يتضح فيها منشئ للبشرة، فإنها تنشأ من protoderm.

3-في النباتات التي تتميز قمتها الساقية إلى طبقات تنشأ البشرة من Dermatogen.

4-نادراً ما يكون هناك منشئ مستقل للبشرة في الجذور وفي حالة وجود أربعة مناطق إنشائية كما في بعض ذوات الفلقة الواحدة وبعض النباتات المائية فأن البشرة سوف تنشأ من واحدة من هذه الطبقات.

فترة بقاء البشرة (Duration)

تبقى البشرة طيلة حياة النبات في حالة النباتات التي لا يحصل منها نمو ثانوي باستثناء بعض ذوات الفلقة الواحدة، و هناك بعض الحالات التي يحصل فيها نمو ثانوي إلا إن البشرة تبقى لفترة طويلة حيث تنقسم خلاياها وتتسع في الاتجاه المماسي، كما في نبات الاسفندان ***Acer***وفي معظم النباتات التي تعاني من تغلظ ثانوي فان البشرة تسقط بعد عام واحد وتحل محلها طبقة البيريديرم.

أنواع البشرة

تمتاز النباتات البذرية بنوعين من البشرات

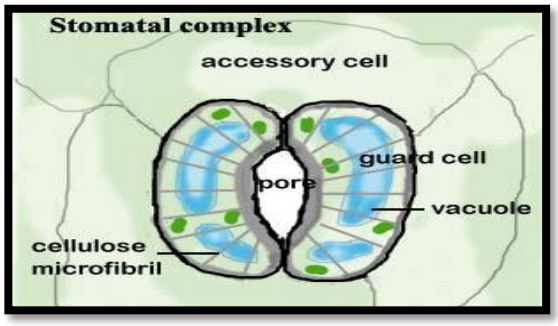
البشرة البسيطة Simple epidermis (uniserriate)وفي هذا النوع تتكون البشرة من صف واحد من الخلايا وهي الحالة العامة في معظم النباتات البذرية.

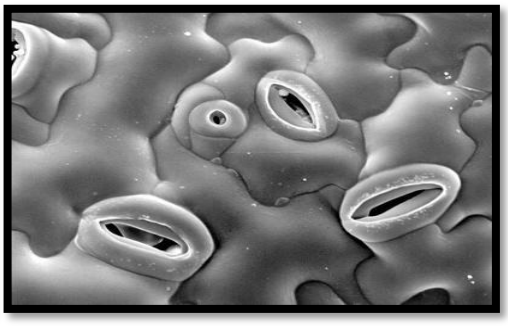
البشرة المتضاعفة Multiple epidermis (Multiserriate)وتتكون البشرة في هذه الحالة من عدة طبقات تنشأ نتيجة الانقسامات الموازية للسطح (المماسية) لخلايا protoderm .

<u>الثغـور *Stomata*</u>

الثغور من التراكيب التى تتميز بها بشرة الأعضاء الهوائية الخضراء للنبات لاسيما الأوراق والسيقان الحديثة. كثيراً ما توجد الثغور فى سبلات وبتلات الأزهار، وفى الأسدية والكرابل أحيانا توجد الثغور فى أوراق بعض النباتات المائية المغمورة.

يتركب الثغر *Stoma* من فتحة ضيقة*Aperture* تحيط بها خليتين تدعيان الخليتين الحارستين *Guard cells* . قد تتصل الخليتان الحارستان مباشرة ببقية خلايا البشرة العادية. أو يكون اتصالها عن طريق خلايا متخصصة تدعى الخلايا المساعدة





تركيب الخلية الحارسة

تتميز الخلية الحارسة عن بقية خلايا البشرة باحتوائها على بروتوبلاست كثيف به بلاستيدات خضراء ونواة. صفائح البذيرات فى البلاستيدة الخضراء تكون أقل عدد وانتظاماً من الصفائح التى توجد فى بلاستيدات خلايا النسيج المتوسط فى الورقة.

فى معظم النباتات، تكون الخلية الحارسة كلوية الشكل تقريباً، سطحها المحدب يكون مواجهاً لفتحة الثغر. تتميز الخلية الحارسة أيضاً بأن جدرها غير منتظمة فى السمك، ولها حافة بارزة سميكة مكونة فى شكل قرن، عند فتحة الثغر، عادة يكون الجدار الأمامى للخلية الحارسة(المقابل لفتحة الثغر) سميكاً، أما الجدار الخلفى(الملاصق للخلية المجاورة) فيكون رقيقاً مرناً.

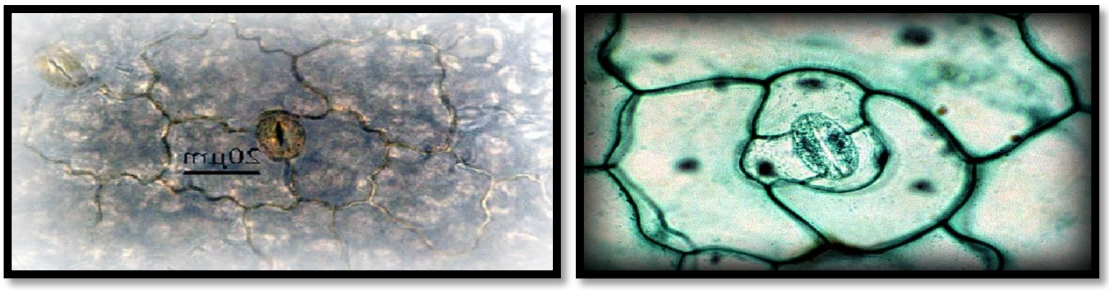
فى كثير من النباتات ذوات الفلقة الواحدة، لاسيما فى العائلة النجيلية والسعدية، تظهر الخلية الحارسة فى المنظر السطحى صولجانيه الشكل، مستقيمة ضيقة فى الوسط بينما طرفيها يكونان منتفخان الجزء الأوسط الضيق، جدار يكون سميكاً بينما تبقى الأجزاء الطرفية المنتفخة رقيقة.

أنواع الثغور

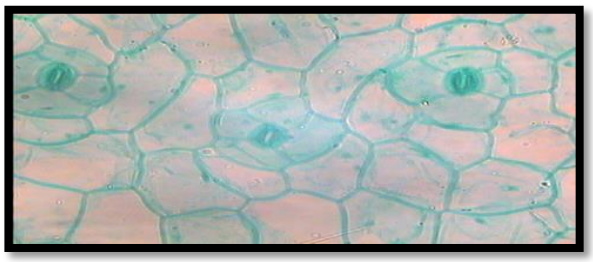
- الخلايا المساعدة غير موجودة *Anomocytic*
- متوازى الخلايا المساعدة *Paracytic*
- متقاطع الخلايا المساعدة *Diacytic*
- غير متشابه الخلايا المساعدة *Anisocytic*
- رباعى الخلايا المساعدة *Tetracytic*

أنواع الثغور في نباتات كاسيات البذور

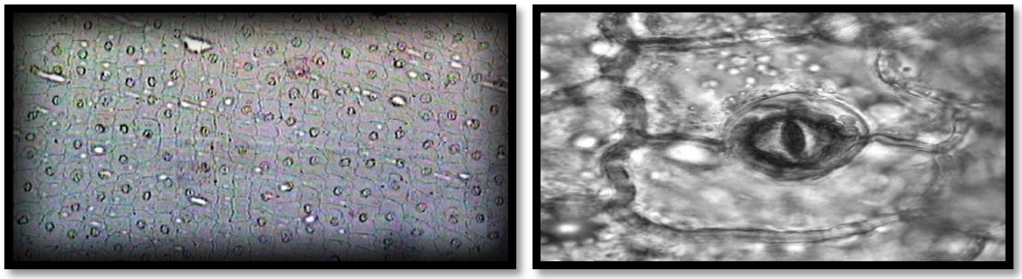
- **اولا : ثغور ذوات الفلقتين:-**



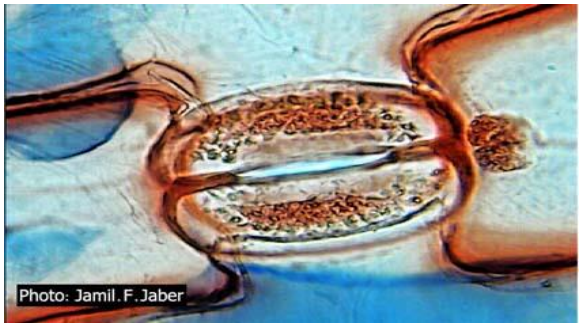
- ثغر غير متساوي الخلايا المساعدة تحيط بالثغر 3 خلايا مساعدة أحدها صغيرة



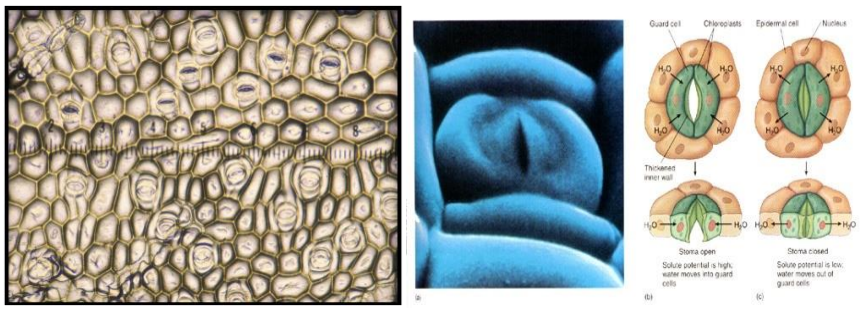
- ثغر غير منتظم الخلايا المساعدة : وتكون فيه الخلايا المساعدة غير منتظمة وغير متميزة.



ثغر متعامد الخلايا المساعدة تحيط بالثغر خليتان مساعدتان إحاطة تامة ويتعامد جدارهما المشترك مع المحور الطولي للثغر.

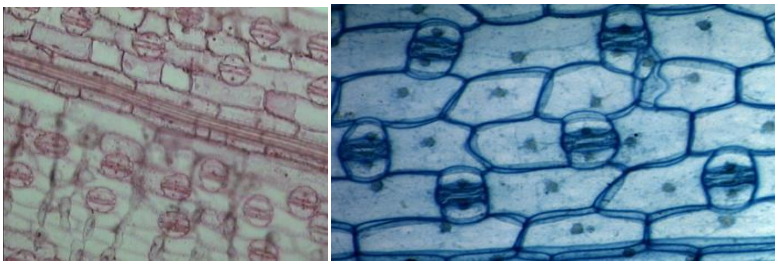


ثغر متوازي الخلايا المساعدة تحيط بالثغر خليتان مساعدتان، جدارهما المشترك موازي للمحور الطولي للثغر

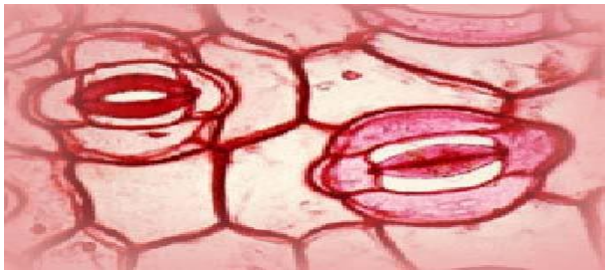


ثغر شعاعي الخلايا المساعده يحيط بالثغر عد كبير من الخلايا المساعدة تنتظم في ترتيب قطري مع الثغر.

<u>ثغور ذوات الفلقه الواحده:-</u>

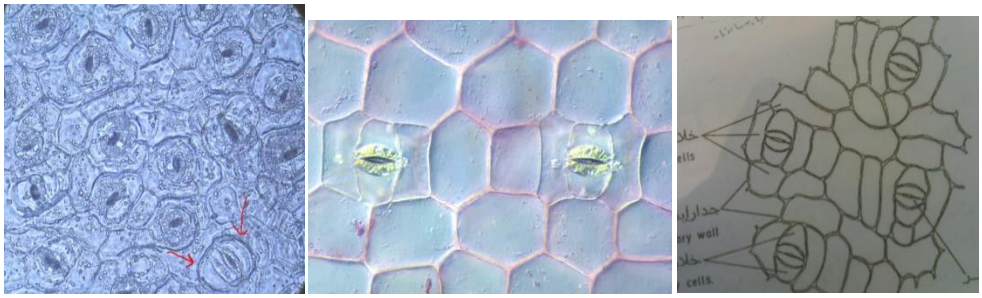


ثغر يحاط باربع الى ست خلايا مساعده



ثغر يحاط باربع الى ست خلايا مساعده اثنتان منها مستديرة

ثغر لا يحاط بخلايا مساعده متميزه مثل – بصل-



ثغر يحاط بخليتين مساعدتين على جانبي الخلايا الحارسة

2- الشعيرات Trichomes

زوائد من خلايا البشره قد تكون على شكل غده ، حراشف ، اشواك او زوائد. وهي امتداد لخلايا البشره وجدرها رقيقه سليلوزيه وقد تكون ذات جدر ثانويه ملجننه . وهي عباره عن تحورات في احدى خلايا البشره ، وقد تنشأ هذه الزوائد من طبقة البشره فقط او من طبقة البشره او الطبقه تحت البشرة.

قد تكون : وحيدة الخليه ، او عديدة الخلايا وتستخدم في تعريف النبات.

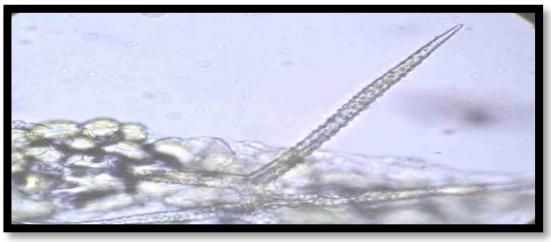
اقسام الشعيرات

1- لا غدية

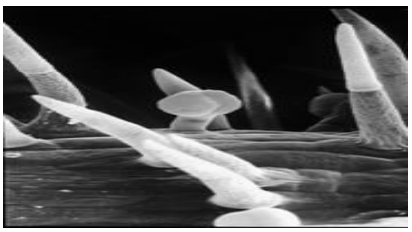
توجد على السيقان والاوراق والجذور والازهار ، وقد تبقى خلايا حيه او تفقد بروتوبلازمها وتصبح لامعه ناصله وقد تبقى على جسم النبات طوال فترة حياته.

(1)- شعيرات لا غدية غير متفرعة unbranchedوتنقسم إلى ثلاثة أنواع :

1- شعيرة وحيدة الخلية unicellularوتتكون الشعيرة من خلية واحدة:



2- ثنائية الخلية bicellular trichomes وتتكون الشعيرة من خليتين في صف واحد.



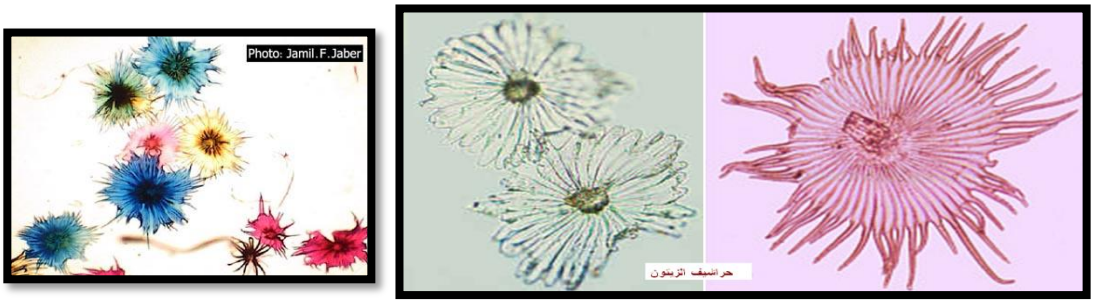
2- عديدة الخلايا multicultural وتتكون الشعيرة من أكثر من خليتين: وتنقسم إلى أربع أقسام

أ / عديدة الخلايا وحيدة الصف uniseriate multicellular وتتكون الشعيرة من أكثر من خليتين في صف واحد .

ب/ عديدة الخلايا ثنائية الصف biseriate multicellular وتتكون الخلايا من اكثر من خليتين في صفين

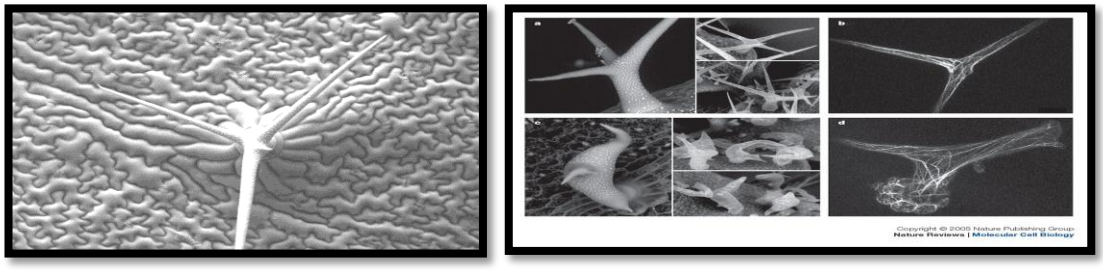
جـ/ عديدة الخلايا عديدة الصفوف multiseriate-multicellular وتتكون الشعيرة من أكثر من خليتين في أكثر من صفين.

د/ عديدة الخلايا منبسطة أو مسطحة squamiform وقد تكون جالسة وتسمى بالحراشيف scales أو معنقة وتعرف بالشعيرات القرصية peltate (الدرعية)كما في الزيتون بالصورة التالية :

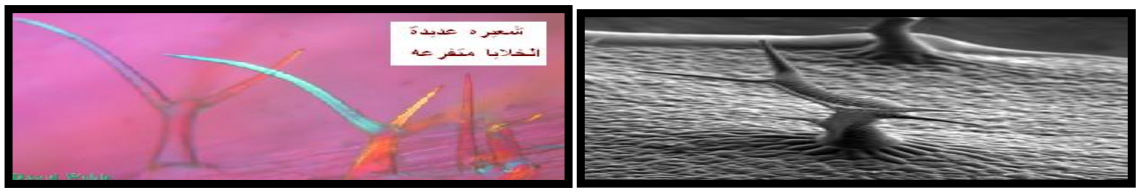


2)- شعيرات لا غدية متفرعة Branched non-glandular trichomes وتنقسم إلى نوعين :

أ - وحيدة الخلية متفرعة branched unicellular وتتكون الشعيرة من خلية واحدة متفرعة .



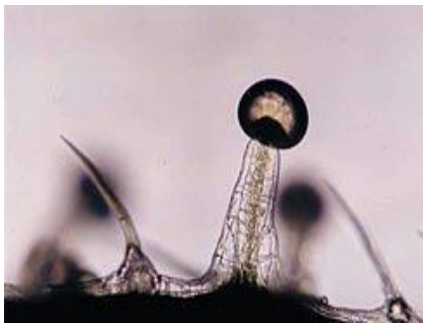
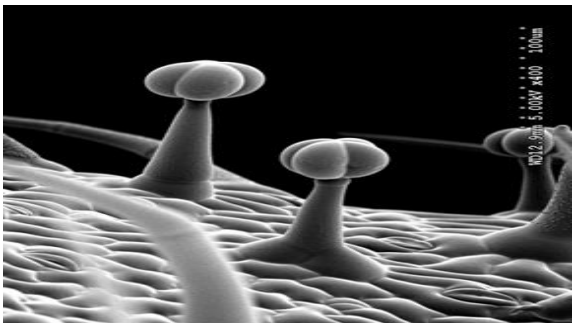
ب - عديدة الخلايا متفرعة branched-multicelular تتكون الشعيرة من أكثر من خليتين وتكون متفرعة

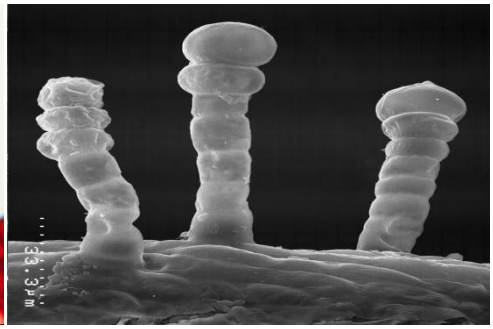


أ / شعيرات غدية Glandular trichomes

تتكون الشعيرة الغدية من جزئين القدم foodويكون مغمورا في خلايا البشرة bodyوهو الجزء البارز على سطح البشرة ويتكون من العنق stalkويمكن أن يكون وحيد الخلية او ثنائي او عديدة الخلايا والراس وقد يكون وحيد الخلية او ثنائي الخلية او عديد الخلايا وتقسم الشعيرات الغدية إلى متفرعة وغير متفرعة .

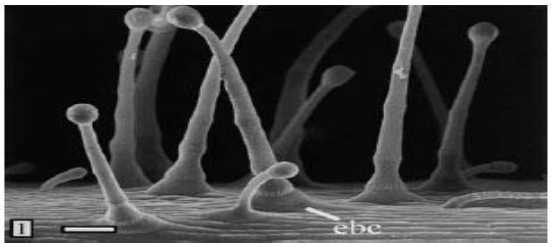
أ / شعيرات غدية : Glandular trichomes

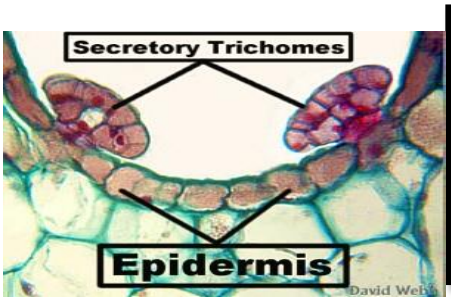


بعض انواع الشعيرات الغدية :

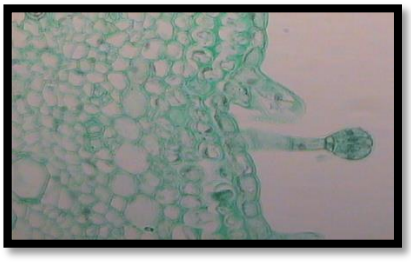
1- شعيرة غدية وحيدة الرأس وحيدة العنق



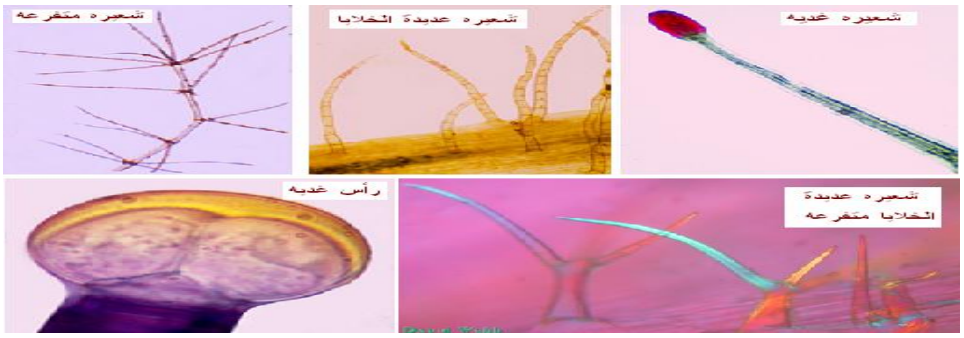
2- شعيرة غدية ذات عنق وحيد الخلية ورأس عديد الخلايا



3- شعيرة غدية متفرعة ذات عنق عديد الخلايا وحيد الصف متفرع ورأس عديد الخلايا



3- **شعيرة غدية متفرعة ذات عنق عديد الخلايا وحيد الصف متفرع ورأس عديد الخلايا**



البريدرم *Periderm*

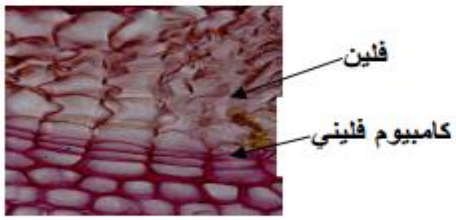
البريدرم نسيج ثانوى واق يحل مكان الأنسجة السطحية التى تتمزق فى سيقان وجذور النباتات ذات الفلقتين وبعض ذوات الفلقة الواحدة نتيجة للزيادة المستمرة فى السمك ويحمى الأنسجة الداخلية.

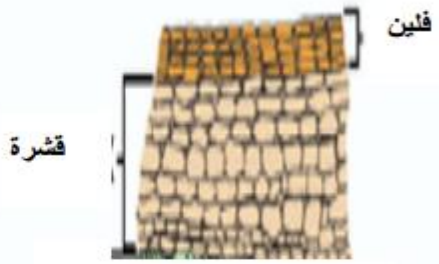
يتركب البريدرم من ثلاث أنسجة

1. الفلين *Phellen*
2. الكامبيوم الفلينى *Phellogen*
3. القشرة الثانوية *Phelloderm*

2-2-2 النسج الواقية الثانوية: يؤدي نمو الجذور و السيقان المعمرة إلى تشقق نسجها السطحية، ولحماية نسجها الداخلية من المؤثرات الخارجية يتشكل نسيج فليني عازل. ينشأ هذا الأخير عن انقسام خلايا الكامبيوم الفليني، الذي ينقسم مماسيا معطيا خلايا فلينية نحو الخارج و خلايا برانشيمية نحو الداخل و هو يوافق النمو العرضي للنبات. يتألف الفلين (الشكل2-17)، من عدة صفوف من الخلايا الميتة المنتظمة شعاعيا و المتراصة جدا، تتلون بالبني بالتلوين المزدوج، جدرانها الخلوية سميكة نتيجة ترسب مادة السوبرين عليها. يتخلل الفلين تشكيلات خاصة مكونة من خلايا مفككة، تعرف باسم العديسات lenticelles (الشكل2-18)، وهي ذات خلايا برنشيمية كبيرة ومستديرة أو بيضوية، تترك فراغات فيما بينها، وظيفتها السماح بالمبادلات الغازية بين الوسط الخارجي والنسج الداخلية. و هي بذلك تؤدي دور الثغور في البشرة و تتكون قبل أو أثناء تكوين الفلين.

يتميز الفلين عن بقية الأنسجة الواقية بمنشئه الثانوي، ويوجد فقط لدى معراة البذور وثنائيات الفلقة التي تحتوي عل بنيات ثانوية. ينشأ بالتمايز من الخلايا الناتجة نحو الخارج بواسطة الكامبيوم الفليني أو الفيلوجان.

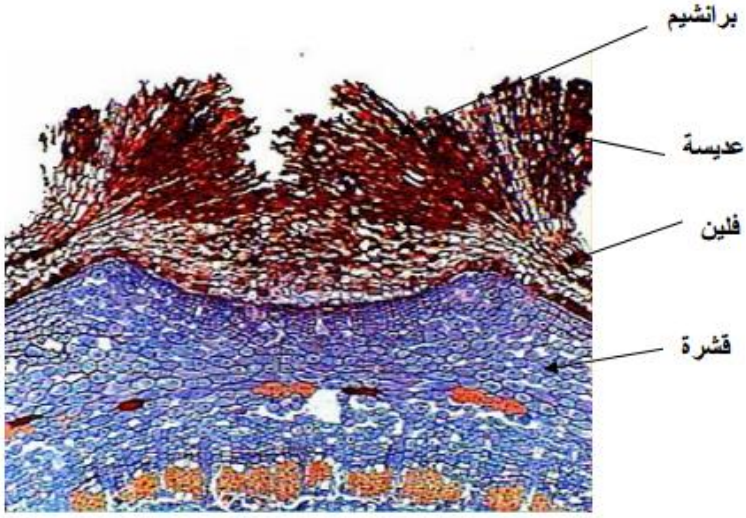




الشكل(2-17): توضع نسيج الفلين في المحيط

العديسات مناطق محدودة فى البريدرم تتميز بأن الكامبيوم الفلينى فيها يكون أكثر نشاطاً ويتكون عنه نسيج من خلايا مفككة تكثر بينها المسافات البينية الصغيرة يطلق على هذا الكامبيوم الفلينى العديسى *Lenticel phellogen* ويكون متصلا بالكامبيوم الفلينى فى البريدرم، غير أنه يبدو منخفضا عن مستواه. نظر لكثرة المسافات البينية، تقوم العديسات بعملية التبادل الغازى بين الأنسجة الداخلية للنبات والجو الخارجى، فهى بذلك تقوم بوظيفة الثغور.

تشاهد العديسات على سطوح كثير أغصان الأشجار والشجيرات فى صورة بقع صغيرة ذات لون بنى، مبعثرة بدون نظام، مرتبة فى صفوف رأسية أو أفقية. العديسة ذات شكل عدسى أو كشقوق ضيقة طولها بضعة ملليمترات، قد يصل إلى حوالى سنتيمترات أو عدة سنتيمترات كما فى التأمول *Betula* بتقدم عمر الشجرة أحيانا يصعب تميز العديسات بدون الاستعانة بالعدسات المكبرة. لا تتكون عديسات على سيقان بعض النباتات التى ينسلخ عنها طبقات القلف الخارجى سنويا مثل العنب والتيكوما. نظرا لتكون أنسجة جديدة، تكون على اتصال مباشر بالهواء الخارجى.



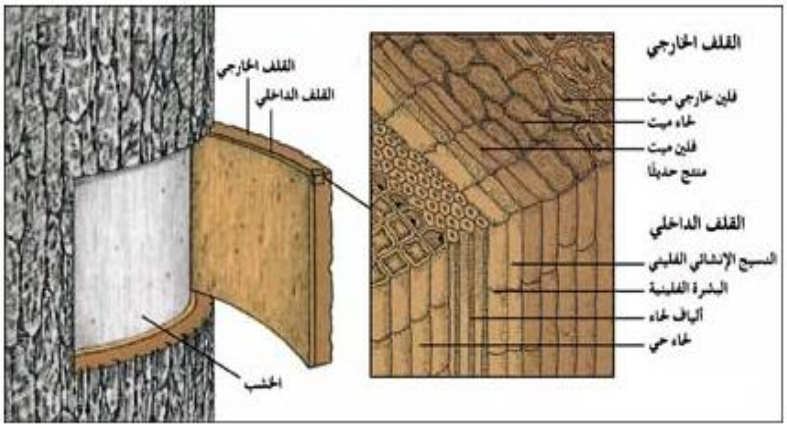
الشكل(2-18): صورة مجهرية لمقطع عرضي في الساق، تظهر العديسة.

تتكون العديسات على السيقان فى مناطق معينة. فى بعض النباتات تنشأ العديسة تحت كل ثغر أو مجموعة من الثغور. فى نباتات أخرى، تنشأ العديسات فى المناطق بين الثغور، أو تحت نسبة قليلة منها قد تنشأ العديسات على مناطق من الساق خالية من الثغور. توجد العديسات أيضا على الجذور مرتبة عرضيا فى أزواج واحدة منها على كل من جانبى فرع جذرى صغير. فى الجذور الخازنة، مثل الجزر، تتكون العديسات فى صفوف رأسية فى مواقع صفوف الجذور الثانوية . توجد العديسات أيضا على سطوح بعض الثمار، مثل الكمثرى، والتفاح، فى صورة نقطاً واضحة.

القلف هو الطبقة الخارجية لمعظم أنواع الأشجار والشجيرات، وهو يحمي الساق والجذور والأفرع من الأضرار والحشرات والأمراض، وكذلك من فقدان الماء، كما أن أنسجته تقوم بنقل السكر من الأوراق إلى الأجزاء الأخرى في النبات.

يتكون القلف من طبقات دائرية من الأنسجة التي تقع خارج اللب الخشبي للأشجار والشجيرات. وتقسم هذه الأنسجة إلى جزءين هما القلف الداخلي والقلف الخارجي. وتقوم أنسجة القلف الداخلي بنقل الغذاء وتخزينه. أما القلف الخارجي فهو بمثابة غطاء واقٍ للنبات.

ويبدأ تكوين القلف في معظم الأشجار والشجيرات أثناء السنة الأولى من حياتها، وفي كل عام من الأعوام التي تلي ذلك العام الأول تتكون طبقات جديدة من القلف الداخلي والخارجي وبذلك يزداد سمك القلف تدريجيًا.



بنية القلف يتألف القلف من القلف الداخلي والقلف الخارجي. وتحمل أنسجة القلف الداخلي الغذاء وتخزنه. أما القلف الخارجي فهو أنسجة ميتة تقوم بعمل الغطاء الواقي للشجرة. والمخطط إلى اليسار يبين القلف، كما نراه على الشجرة، والرسم إلى اليمين يرينا منظرًا مكبرًا للأنسجة.

القلف الداخلي.

يتكون من طبقات من الأنسجة الحية النامية، وهذه الأنسجة ـ مرتبة من الداخل إلى الخارج ـ هي 1- اللحاء، 2- البشرة الفلينية، 3- النسيج الإنشائي الفليني.

يتكون اللحاء أساسًا من الأنابيب الغربالية التي تقوم بنقل السكر من الأوراق إلى أسفل. وتدعم هذه الأنابيب حزم من الألياف. ويحتوي اللحاء أيضًا على أنواع أخرى من الخلايا، ويشمل ذلك الخلايا المرافقة والخلايا الشعاعية. ويتم تكوين اللحاء في النباتات الخشبية المكتملة النمو بوساطة نسيج يسمى النسيج الإنشائي (الكمبيوم) يتوسط الخشب والقلف. وتتكون طبقات جديدة من الخشب والقلف الداخلي عن طريق انقسامات في خلايا النسيج الإنشائي ويتسبب ذلك في زيادة سمك ساق النبات. وعندما يتراكم القلف الجديد تدريجياً فإنه يدفع اللحاء القديم إلى الخارج ويكسِّره في القلف الخارجي.

والبشرة الفلينية طبقة من خلايا تخزين الغذاء. وتتكون من النسيج الإنشائي الفليني الذي يُشبه عمله عمل النسيج الإنشائي في إنتاج الأنسجة الجديدة. ويتسبب نمو القلف الجديد في دفع البشرة الفلينية والنسيج الإنشائي الفليني حتى يتم فصل كلٍّ منهما عن الآخر ثم تموت خلاياهما، وعندئذ تتكون طبقات جديدة من البشرة الفلينية والمولد الفليني لتحل محل الأنسجة الميتة.

القلف الخارجي.

يتكون أساسًا من الفلِّين وهو نسيج جاف ميت ينتجه النسيج الإنشائي الفليني. وتوجد بقع من اللحاء الميِّت على امتداد القلف الخارجي للأشجار والشجيرات المكتملة النمو، ويدفع هذا اللحاء الميت إلى الخارج نتيجة لنمو اللحاء الجديد.

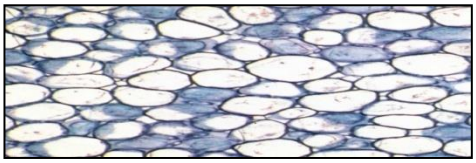
والخلايا الفلينية لها جدران سميكة تتكون من مادة شمعية غير منفذة للماء تسمى السوبرين. وتقوم هذه المادة بحماية النبات من فقد الماء، كما تمنع تسرب الغازات إلى داخل النبات أو خارجه. ويتم دخول الغازات وخروجها عبر العديسات (المسامات العدسية)، وهي نتوءات مستديرة أو بيضيَّة منتشرة على سطح القلف وفي السيقان الحديثة، كما تظهر على القلف الخارجي.

تكون طبقة الفلِّين في الأشجار الصغيرة والشجيرات رقيقةً وناعمة. وعندما يزداد النبات سمكًا فإن هذه الطبقة تتشق وتتكون خلايا فلينية جديدة تحتها، وتستمر هذه العملية طوال حياة النبات مما يتسبب في أن يصبح القلف الخارجي خشنًا ومغطى بالقشور. وفي القليل من أنواع الأشجار يظل القلف الخارجي ناعمًا لأنه يتمدد بسهولة. ومن أنواع الأشجار ذات القلف الناعم أشجار الزان والقضبان.

ويُنتج النسيج الإنشائي الفلِّيني طبقةً جديدة من الفلين سنوياً. ولا يزداد سُمْك القلف كثيرًا في معظم الأشجار لأنها تفقد بعضًا من القلف القديم كل عام. ومع ذلك يبلغ سمك القلف الخارجي لشجرة كبيرة من أشجار الخشب الأحمر في كاليفورنيا أكثر من 60سم عند القاعدة ويتسبب كل هذا السُّمك للِّحاء الخارجي في حماية الأشجار من التلف الذي ينتج عن حرارة الحرائق.

الأنسجة البرنشيمية (الأساسي) Tissus parenchymateux:

وهو عبارة عن نسيج خلاياه ذات جدار رقيق كبيرة الفجوات العصارية، اسطوانية أو هرمية أو مستديرة الشكل، تعمل خلايا النسيج البرنشيمى على تكوين الغذاء ونقله لمسافات قصيرة وتخزينه .



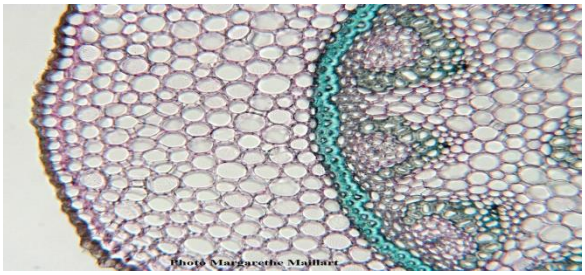
منشأه : ينشأ النسيج البارنشيمي من المرستيم الاساس والكامبيوم الاولي مثال برنشيم القشرة واللب وبرنشيم الخشب واللحاء كما قد يكون منشأه ثانوي أي ينشأ من الكامبيوم الفليني مثل القشرة الثانوية او من الكامبيوم الوعائي مثل برنشيم الخشب واللحاء الثانويين .

وظائفه

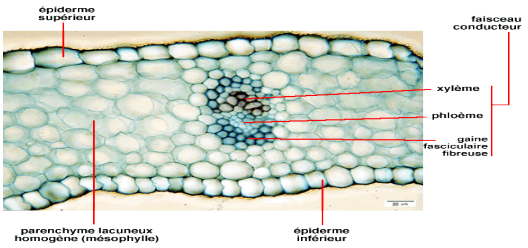
- يفيد في عملية التئام الجروح .
- خزن الهواء (aerophere) في حالة النباتات المائية لتسهل عملية الطفو .
- خزن الماء والمواد الهلامية في النباتات العصارية .
- تستعيد قابليتها المرستمية لتكون انسجة مرستمية ثانوية .
- البارنشيما ذات الجدران الثانوية تفيد في الدعم وحماية النبات .
- تفيد في التئام الطعم مع الاصل في عملية التكاثر الخضري .
- تكوين نسيج الكالوس calls في الزراعة النسيجية .

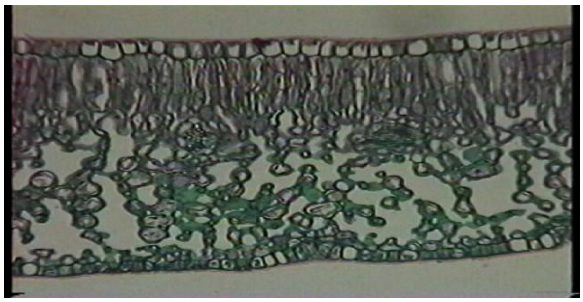
انواع الانسجة البارنشيمية :-

- النسيج البارنشيمي العادي Parenchyme ordinare : يمتاز هذا النسيج برقة الجدران في الخلايا ووجود المسافات البينية مثال بارنشيم القشرة واللب والنسيج الاساسي في ذوات الفلقة في الجذور والسيقان .

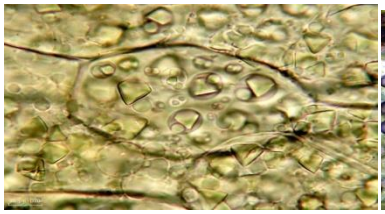


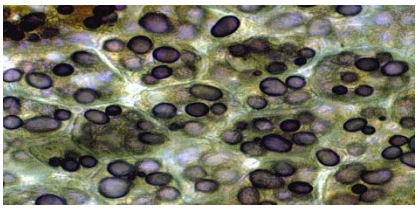
- النسيج الكلورنشيمي والمتوسط Chlorenchyme et mesophylle : ويشمل كل الخلايا البارنشيمية التي تحتوي على بلاستيدات خضراء .



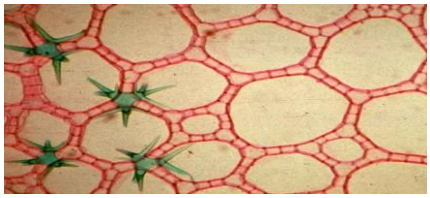


- النسيج الخازن parenclyme de Stockage : ويوجد في سويداء البذور والاجزاء الغضة من الثمار كما في الخروع *Ricinus* .

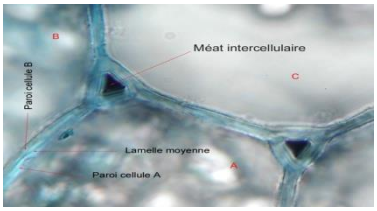




النسيج البارنشيمي الخاص بالتهوية Aerofere يحتوي على فراغات ويوجد في النباتات المائية:



النسيج البارنشيمي المائي لايحتوي على فراغات كبيرة ويوجد في النباتات المناطق الجافة و يقوم بتخزين الماء .

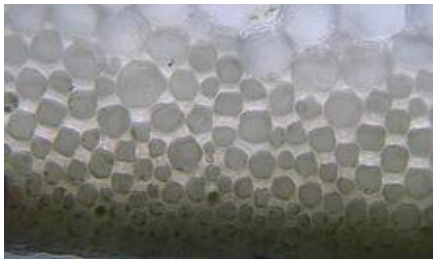


أنسجة الدعم: Tissus de Soutien

تقوم بوظيفة **دعم النبات** و حماية **الأنسجة** الداخلية والخارجية ونميز منها نوعين:

الأنسجة الكولنشيمية والأنسجة السكلرنشيمية

النسيج الكولنشيمي Collenchyme: يعرف النسيج الكولنشيمي بانه نسيج ساند مكون من خلايا طويلة كثيرا وقليلا حية ذات جدران مثخنة بغير انتظام وتكون الجدران ابتدائية غير ملجننة وان صفة وجود البروتوبلاست الحي جعلت من هذا النسيج قريب من النسيج البارنشيمي من ناحية التماثل الفسيولوجي



خواص النسيج الكولنشيمي:

- نسيج حي تمتاز خلاياه بجدرانها الابتدائية السمكية والتسمك يكون غير منتظم والخلايا عموما تكون متطاولة غير انه قد تكون قصيرة موشورية وفي المقطع قد تبدو مضلعة.
- الجدران حاوية على نسبة عالية من المواد البكتينية المحبة للماء Hydrophile وتكون الجدران خالية من اللجنين .
- قد يحتوي على بلاستيدات خضراء لذلك فهو يقوم بعملية التركيب الضوئي .
- خلاياه حية تحتفظ بكمونية مرستمية أي عند فقدان تميزها ترجع مرة ثانية لها القابلية على الانقسام .
- الجدران تمتاز بمرونتها وهذه المرونة لا تسبب أي مقاومة عند استطالة النبات.
- يحتوي النسيج او لا يحتوي على مسافات بينية وتكون المسافات ان وجدت صغيرة .
- يمكن للخلايا ان تفقد تثخنها عند تحولها إلى أنسجة مرستمية (التغيرات العكسية) .

ما يؤكد على كون جدران الخلايا الكولنشيمية هي ابتدائية وذلك لان المواد المضافة تضاف الى الخلايا وهي لا زالت مستمرة في الزيادة في الحجم وكذلك ما يزال الجدار مستمر في الزيادة السطحية .

مكان النسيج :

- يوجد في الاجزاء الفتية من النبات كنسيج ساند حيث يوجد في الاوراق والاجزاء الزهرية والسيقان الخضراء والجذور عندما تكون معرضة للضوء .
- لا يتكون هذا النسيج في معظم سيقان واوراق ذوات الفلقة الواحدة وذلك لنمو السكلرنشيم فيها بصورة مبكرة .
- يمتاز الكولنشيم بوجوده في الاجزاء المحيطية من السيقان والاوراق فقد يوجد تحت سطح البشرة مباشرة وفي هذه الحالة تتثخن جدران البشرة الداخلية بطريقة مشابهة لتثخن الكولنشيم.
- توجد بشكل طبقات مستمرة او متقطعة .

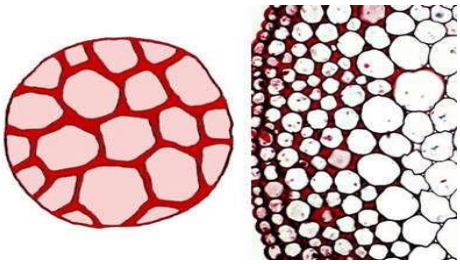
الوظائف Function :

- كنسيج ميكانيكي ساند للاعضاء النامية ويكون مرنا elastique .
- تعطي مقاومة للشد اثناء نمو الاعضاء
- تحمي الحزم الوعائية في الاوراق وذلك لتكوينها قبعة او غلاف للحزمة .
- تقوم بعملية التركيب الضوئي في حالة احتوائها على بلاستيدات خضراء .

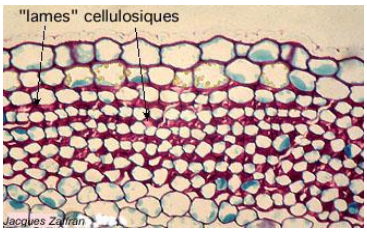
- قد تفقد تميزها لتتحول الى خلايا مرستمية مرة اخرى
-
- انواع الانسجة الكولنشيمية :

تصنف الانسجة الكولنشيمية استنادا الى طريقة تمسك جدرانها الى ما يلي:

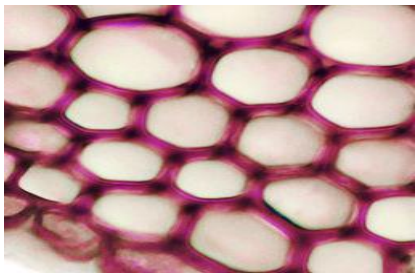
- الكولنشيم الزاوي collenchyme angulaireالتسمك يكون في المسافات البينية وهذا النوع هو الاكثر شيوعا



- الكولنشيم الصفائحي collenchyme Lamelaire حيث يكون التثخن بصورة رئيسية على الجدران المماسية



- الكولنشيم الانبوبي او الفراغيcollenchyme tangentiel التثخنات هنا تكون مقابل المسافات البينية كما في الخس *Lactuca* والخباز *Malva*.



لنسيج السكلرنشيمي: Sclerenchymeان الاصطلاح Sclerenchyme يشير الى خلايا معقدة ذات جدران سميكة وغالبا ما تكون ملجننة وظيفتها الرئيسية هي الدعم support وتتم إضافة الجدار الثانوي بعد ان تصل الخلية الى حجمها النهائي ثم بعد ذلك يموت البروتوبلاست . ان هذا النسيج يعتبر نسيج بسيط وذلك لعدم وجود اختلافات اساسية بين الخلايا المكونة له (أي السكلريدات والالياف) .

1-مميزات الـ Sclerenchyme

1- خلايا النسيج ميتة عادة ونادرا ما تبقى حية كما في حالة الالياف المقسمة septate fibres

2- يوجد في الاجزاء الهوائية والارضية

3- الجدران ملكننة لاضافة الجدار الثانوي

4- التغلظ منتظم في الجدران

5- الجدران خالية من البكتات الحقيقية

6- الصفيحة الوسطى المركبة ذات خمس طبقات

7- البروتوبلاست ميت

8- الخلايا السكلرنكيمية تمتاز مطاطية elasticity أي يمكن ان تسترجع شكلها بعد مطها او شدها

مكان النسيج السكلرنشيمي :

يوجد في الاجزاء الارضية والهوائية ، كما انه يوجد ضمن الانظمة النسيجية لثلاث :

- النظام النسيجي الضام Dermal tissue systemكما في قصرة البذور والاوراق الحرشفية في بعض الابصال .
- النظام النسيجي الوعائي Vascular tissue system كما في الياف الخشب واللحاء .

النظام النسيجي الاساسي Ground tissue system كما في الياف القشرة والسكلريدات .

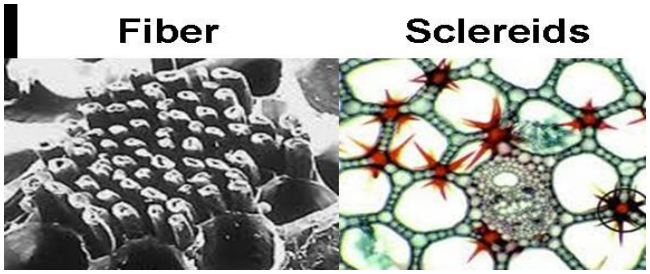
منشأ النسيج السكلرنشيمي :

- ينشأ من الانسجة المرستيمية مباشرة أي من البروكامبيوم Procambium والكامبيوم الوعائي .
- من اعادة التميز Redifferenciation للخلايا البالغة او المستديمة أي تتحول الى اكثر تميزا كتحول الخلايا البارنشيمية الى سكلريدات بواسطة تلجنن جدار الخلية Lignification.

ينقسم النسيج السكلرنشيمي الى :

- الالياف Fibres

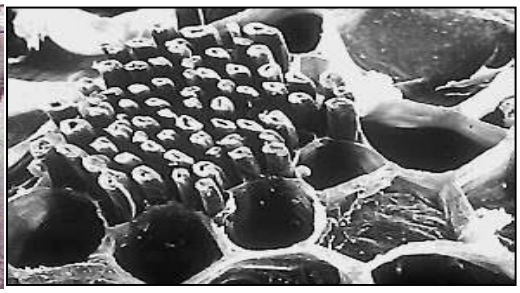
السكلريدات Sclerides



الالياف : Fibres

- وهي خلايا طويلة ونحيفة وتكون عادة مدببة الطرفين غير متفرعة وتكون ميتة واحيانا حية كما في حالة الالياف المقسمة .
- جدرانها تمتاز بمرونتها Elasticity أي قادرة على استرجاع شكلها بعد مطها او شدها .
- نهاياتها متداخلة مما يزيد في متانة الاجزاء التي تكون فيها .
- مقطعها خماسي او سداسي غير ان شكلها يميل الى الاستدارة عندما يكون جدارها سميك جدا .
- تجويفها ضيق .
- النقر بسيطة وتكون عديمة الوظيفة بعد اكتمال نضج الليفة في الالياف القصيبيةFiber-tracheids تكون مضفوفه .
- اصل الالياف : origine

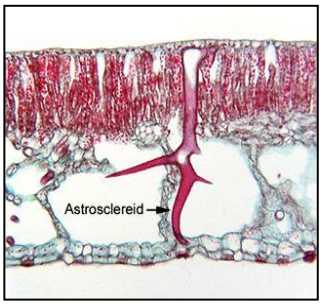
- 1- تنشأ الالياف من خلايا الكمبيوم المغزلية او من الكمبيوم الاولي procambium.
- 2- تنشأ بعض الالياف من النسيج المرستيمي الاساسي .Ground meristem وفي غلاف الحزمة في ذوات الفلقة الواحدة بعضها ينشأ من البروكامبيوم.

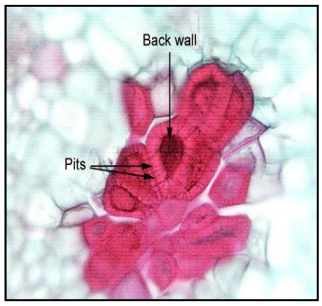


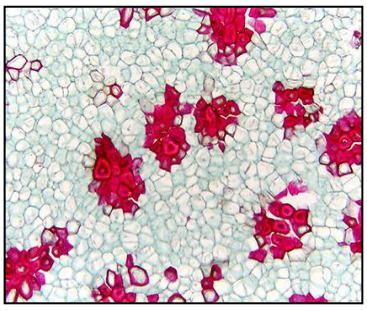
السكلريدات Selereids:

وهي النوع الثاني من الخلايا السكلرنكيمية وتضم انواع مختلفة من الخلايا التي تتباين اشكالها بين متساوية الابعاد isodirametric الى الاشكال التي تميل للاستطالة اوتظهر على شكل خيوط رفيعة ومتفرعة وتتميز بما يلي:-

- وجود جدار ثانوي سميك ملكنن به نقر بسيطة عادة .
- توجد في مختلف الاعضاء النباتية (السيقان ، الاوراق ، البذور ، الثمار) .
- توجد على هيئة خلايا منعزلة او على شكل مجموعات منفصلة او طبقات متصلة .
- في الانواع التي تميل للاستطالة او التي تظهر تفرعا ملحوظا يحصل ما يسمى بالنمو الاقتحامي او الانحشاري Intrusive growth . حيث تنمو النهايات او الافرع سالكة طريقها بين الخلايا المجاورة او المسافات البينية .



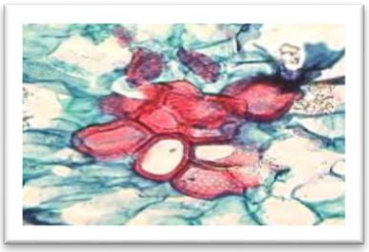




وتقسم الخلايا السكريدية تبعا لاشكالها الى الانواع الرئيسية التالية :

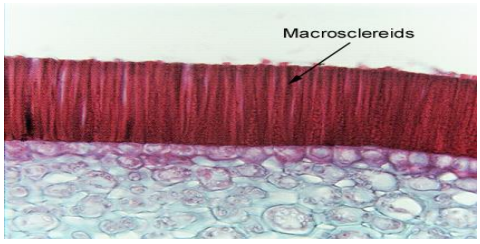
- الخلايا القزمية او الحجرية Brachysclereids or stone cells .

وهي خلايا تشبه الخلايا البارنشيمية الا انها تختلف بجدرانها الثانوية السميكة الملكننة وتمتاز بشكلها متساوي الابعاد ووجود النقر المتشعبة Ramiform . مثال ، نبات الكمثرى *Pyrus communis* .



السكلريدات العصوية او الكبيرة Macroslereids .

وتتميز بشكلها الاسطواني الشبيه بالخلايا العمادية . كما في الخلايا التي تشكل غلاف البذرة في بذور بعض النباتات كالفاصولياء *Phaseolus vulgaris* .

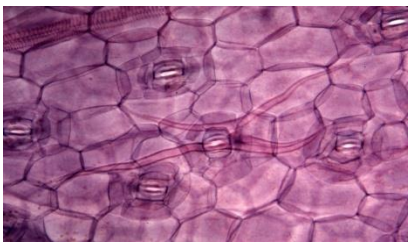


السكلريدات العظمية Osteosclereids or bone –shaped selereids .

وهي تشبه السكلريدات العصوية غير انها تتميز منها باتساع نهاياتها مما يكسبها شكلا شبيها بالعظام : مثال : السكلريدات العظمية الموجودة في النسيج المتوسط لاوراق نبات *Hakea*

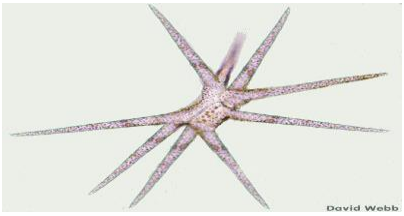
Fig. 6.10. Types of Sclereids. A, stone cell. (branchysclereid) with pit canals; B, macrosclereid; C, osteosclereid; D, astrosclereid; E, filiform sclereid.

السكلريدات الخيطية Trichosclereids or filiform sclereids. وهي خلايا نحيفة وقد تكون متفرعة فتبدو على شكل حرف Y او حرف L كتلك التي تلاحظ في النسيج المتوسط لاوراق نبات الزيتون *Olea europeae*



- السكلريدات النجمية Astrosclereids or star – shaped sclereids .

ويتميز هذا النوع بخلايا كثيرة التشعب وتوجد في اعناق وانصال اوراق نبات زنبق الماء *Nympheae*.



الأنسجة الإفرازية Tissues secreteurs

الخلايا والانسجة الافرازية تضم تحت النظام النسيجي الافرازي Secretory tissue System ان الخلايا والانسجة الافرازية غير مرتبطة مع بعضها كما في الانظمة النسيجية الاخرى .

Secretion الافراز :- وهي المواد التي تنفصل عن البروتوبلاست وتبقى في الخلايا التي انتجتها .

Excretionالاخراج :- وهي المواد التي تتخلص منها الخلية وتطرح الى الخارج والمسافات البينية.

-مميزات الخلية الاخراجية :

- كبر حجم النواة .
- غزارة السايتوبلازم .
- مثال الشعيرات الغدية والقنوات الراتنجية والزيتية والحليبية .

مميزات الخلية الافرازية :-

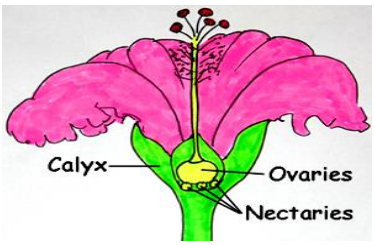
- كبر حجم الخلية .
- كبر حجم فراغ الخلية .

مثال الخلايا التي تفرز الزيوت الطيارة والمواد الهلامية والمواد الدباغية.

-منشأ الخلايا الافرازية Origin of Secretory :

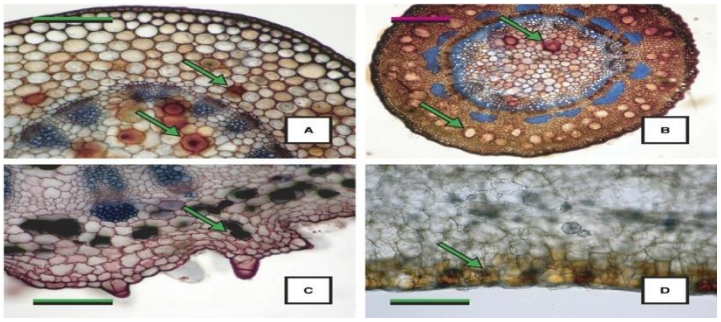
تنشأ الخلايا الافرازية من :

Secretory cell (تعود الى البشرة) ←——— 1- Protoderme Ex : glandular hairs– Nectary glands

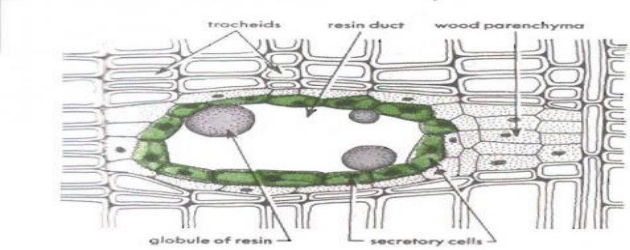


توجد في القشرة والدائرة المحيطة والاشعة اللبية واللب

2- Ground meristem Ex: Tanin cells



3- Procambium or Vascular cambium Ex : Resin duct



-تصنيف الخلايا الافرازية والانسجة الافرازية

أ- الثغور المائية

ب- الغدد الخارجية او البشرية

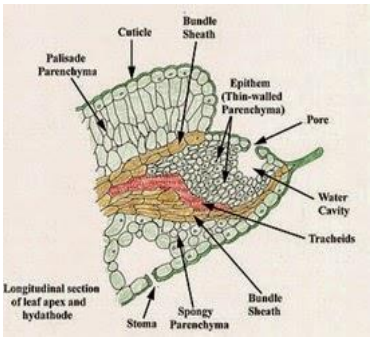
جـ- الغدد الداخلية(او الكروية)

د- القنوات الافرازية (الانبوبية)

أ- الثغور المائية Water stomata or Hydathodes :

وهي تراكيب خاصة توجد عند قمم اوراق النجيليات وحواف الاوراق وعند نهايات العروق الرئيسية في الاوراق القرصية وعلى اسنان الاوراق تقوم بافراز الماء بحالته السائلة عند ظروف انخفاض معدل النتح .

الادماع Guttation: وهي عملية خروج الماء بحالته السائلة من الثغور المائية او الادماع ويحتوي على القليل من الاملاح .



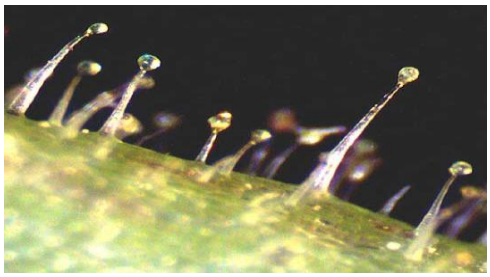
مقارنة بين الثغور العادية والثغور المائية

العادية	المائية
1- توجد في بشرة الورقة على السطحين عادة	1- توجد عند قمم وحواف الاوراق ونهايات العروق
2- تغلق الفتحات وتفتح حسب الحالة الفسيولوجية للنبات	2- دائما مفتوحة
3- سمك جدران الخلايا يكون متجانس	3- سمك جدران الخلايا المحيطة بالثغر يكون متجانسا
4- الخلايا الحارسة اصغر حجما	4- الخلايا الحارسة اكبر حجما
5- الثغور ذات مستويات مختلفة اما مرتفعة او غائرة او عادية	5- يقع الثغر عند نهاية الحزم الوعائية ويبدو مكان الثغر منتفخا
6- خلايا الثغر تكون متباينة حسب نوع الثغر وخصوصا الخلايا المساعدة	6- خلايا الثغر المائي صغيرة الحجم ذات انوية ظاهرة وسايتوبلازم غزير
7- توجد فتحة ثغرية واحدة	7- قد يحتوي الثغر لمائي على اكثر من فتحة كما في بعض افراد العائلة المظلية والمركبة

الغدد الخارجية او البشرية External or Dermal glands وتضم :

- الشعيرات الغدية glandular hairs والترايكوم Trichomes

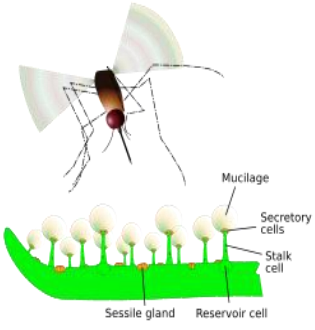
تنشأ من خلايا البشرة الاولية Protoderm وتتضخم الخلية أوالخلايا القمية لتكون الغدة وتتكون الشعيرة الغدية من عنق stalk ورأسhead وحيد او عديد الخلايا وتعد الشعيرات اللاسعة stinging hairs من الشعيرات الغدية

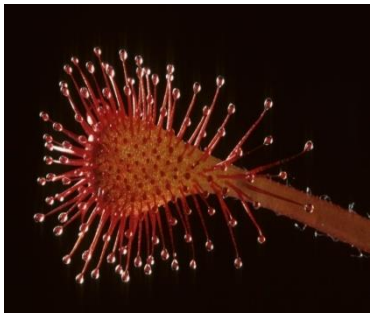


- Nectaries الغدد الرحيقية : وهي تراكيب غدية متعددة الخلايا تفرز سائل سكري وتوجد في الازهار floral) nectary) او على الاجزاء النباتية الخضرية extrafloral Nectary . والغدد الرحيقية ذات اشكال مختلفة واماكن مختلفة ، وقد يفرز الرحيق من عدد محدود من الخلايا المتخصصة التي تغطي بعض مناطق الاجزاء الزهرية وتمتاز برقة طبقة الكيوتكل .

- الغدد الهاضمة Digestive glands :

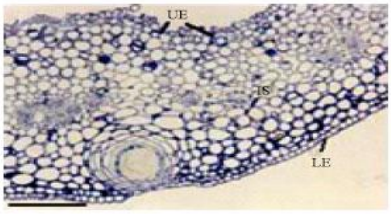
في غالبية النباتات افراز الانزيمات لا يقتصر على نوع معين من الخلايا بل هو خاصية معظم الخلايا الحية. غير انه في بعض النباتات الخاصة والتي تسمى بقانصة الحشرات او اكلة الحشرات insectivorous توجد غدد خاصة تفرز انزيمات هاضمة للبروتينات وتحولها من مواد معقدة الى مواد ابسط صالحة للامتصاص . وتوجد مثل هذه الغدد في نبات الدروسيرا *Drosera* حيث توجد انسجة فارزة في نهاية الشعيرات وهذه تفرز مواد لزجة تساعد على التصاق الحشرات كما انها تفرز انزيمات هاضمة تحول بعض اجزاء الحشرة اللينة الى مواد قابلة للامتصاص لتمتص من قبل النبات . ومن الامثلة الاخرى حشيشة الدهن *Pinguicula*وهذا النبات ذو اوراق قاعدية صفراء تحمل على سطوحها العليا نوعين من الغدد ، غدد جالسة مكونة من سويق قصير ذو خلية واحدة وراس قرصي مكون من ثمانية خلايا اذ تبقى هذه الغدد جافة الى ان تثار من قبل حشرة عندئذ تفرز سائل انزيمي هاضم ثم تمتص اما النوع الثاني من الغدد ذوعنق طويل ذو رؤوس مظلية وهذه تفرز مواد هلامية تساعد على التصاق الحشرة وتوجد غدد شبيهة بالغدد الجالسة على السطح الاسفل للاوراق تقوم باخراج الماء .





جـ- الغدد الداخلية او الكروية Internal or Globular glands :

وهي غدد كروية الشكل تبدو دائرية في المقطع تبدو بهيئة بقع شفافة وتتكون من طبقة واحدة او عدة طبقات تحيط بتجويف مركزي يحتوي على افراز زيتي مثال غدد الحمضيات والآس والقرنفل والبراعم الزهرية



المنشأ origin : تنشأ من

- المرستيم الاساسي Ground meristem في هذه الحالة يكون موقعها في القشرة او اللب .

الكامبيوم الاولي Procambium في هذه الحالة يكون موقعها بين الخلايا البارنكيمية الموجودة في الانسجة الوعائية.

- الانفصال التدريجي للخلايا الافرازية مما يؤدي الى تكوين تجويف يحيط به طبيعة طلائية وتتكون هذه الغدد بالطريقة الانشطارية Schizogenous cavity مثال غدد بعض انواع جنس الياس *Myrtus* والقنوات الراتنجية في الصنوبر

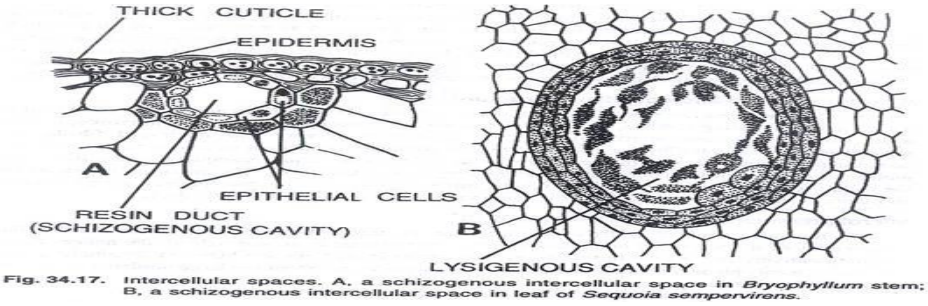
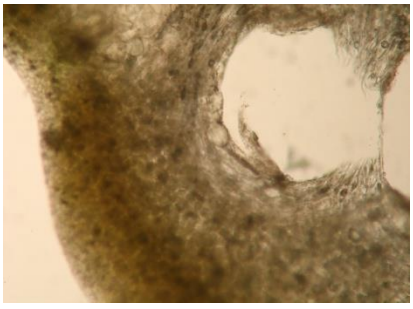


Fig. 34.17. Intercellular spaces. A, a schizogenous intercellular space in *Bryophyllum* stem; B, a schizogenous intercellular space in leaf of *Sequoia sempervirens*.

.

- التجويف الانقراضي Lysigenous cavity يتكون هذا التجويف بتحلل الخلايا بعد الافراز كما يبدو التجويف محاطا ببقايا الخلايا مثال الغدد الزيتية في ثمار الحمضيات .



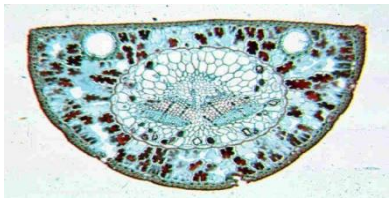
التجويف الانشطاري الانقراضي Schizo – lysigenous cavity يتكون هذا التجويف بانفصال الخلايا الافرازية وتحلل بعضها كما هو الحال في الذرة *Zea mays*

2- Secretory Cavities or Sacs (Internal Glands)

القنوات الافرازية الانبوبية Tubular Tye Secretory canals or ducts

وهي انابيب توجد في معراة ومغطاة البذور تختص بالافراز مثال القنوات الراتنجية والصمغية والحليبية .

أ- القنوات الراتنجية Resin ducts : تعد هذه القنوات من مميزات المخروطيات Conifers كالصنوبر *pinus* وتوجد في الانسجة الابتدائية والثانوية . تتكون القناة من انبوب تحيط به خلايا طلائية Epithelial cells وتحاط هذه الخلايا بخلايا غمدية Sheath cellsوهذه الخلايا مكونة من جدران غير ملكننة غنية بالمواد البكتية وقد توجد بينها خلايا ميتة مبطنة جدرانها من الداخل بطبقة سيوبرين .



ب- القنوات الصمغية Gum canals or duct

التصمغ Gummosis : وهو علامة مرضية تمتاز بتكوين الصمغ Gum الذي يتجمع في قنوات صمغية او تجاويف او يظهر على سطح النبات .

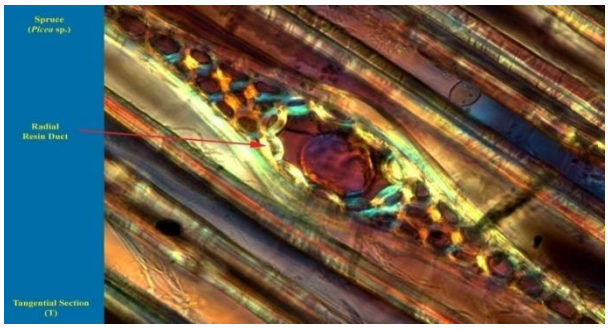
اما الصمغ Gumفهو اصطلاح يطلق على المواد الناتجة من تكسر جدران الخلايا النباتية وخصوصا الكربوهيدراتية ويكون بهيئة مواد غير متبلورة.

ان التجاويف او القنوات الصمغية تكون ذات منشأ انقراضي . ويكثر في بعض النباتات كالعائله الثانوية الاجاصية Prunoideae حيث يتم تكوين الصمغ كالاتي :

يكون الكامبيوم مجموعات خاصة من خلايا بارنشيمية بدلا من عناصر الخشب ، حيث يبدأ التصمغ بتحلل الجدران الابتدائية من المركز باتجاه الخارج مما يؤدي الى تكوين فراغ يمتلئ بالصمغ وقد ينتج الصمغ نتيجة تحلل الجدران الثانوية كما في حالة الاوعية الممتلئة بالصمغ .

الصمغ العربي Gum arabic : وهو الصمغ الذي يفرز من قبل اشجار السنط السنغالي *Acacia* senegal وينتج عن تصمغ القلف bark .

في الموالح *Citrus* يحدث التصمغ نتيجة لعوامل مرضية كالاضرار الميكانيكية او الحشرات او الاضطرابات الفسيولوجية .



التراكيب او القنوات الحليبية :

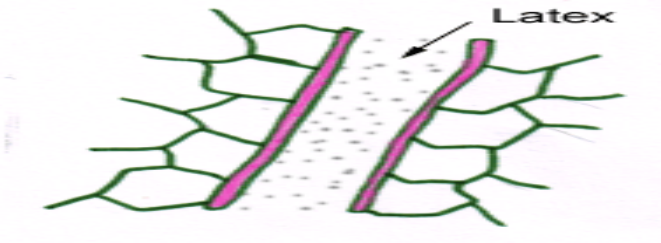
الحليب النباتي latex (Platices) : هو سائل غالبا ما يكون حليب موجود في القنوات الحليبية ويتكون من مواد عضوية وغير عضوية وغالبا ما يحتوي على المطاط rubber . التراكيب الحليبية Laticifers : وهي خلية او سلسلة من الخلايا تحتوي على سائل متميز هو الحليب النباتي latex

العوائل التي تحتوي على الحليب النباتي : التوتية Moraceae - السوسبية Euphorbiaceae biacea عائلة الدفلة Apocyanaceae Papaveraceae والخشخاشية Papaveralceaeوعائلة المديد Convol vulaceae اما عن ذوات الفلقة مثال العائلة الموزية Musaceae

Polygonum arifolium laticifer

انواع القنوات الحليبية :

1- <u>القنوات الحليبية غير المفصلية (الخلايا الحليبية)</u> <u>Non – articulated laticifers or laticiferous cells</u> : وهي قنوات تنشأ من تمدد خلية واحدة بدرجة كبيرة مع نمو النبات وسميت بالخلايا الحليبية لانها تنشأ من خلية واحدة .وغالبا ما تكون متفرعة غير انها لا تتشابك او تتحد ، وهي تتباين في درجة تعقيدها من حيث التركيب فبعضها ينمو الى انبوب طويل مستقيم الى حد ما بينما الاخر يتفرع باستمرار مكونا نظام هائل immense system من الانابيب لهذا يمكن ان تصنف الى نوعين هما القنوات الحليبية غير الفصلية غير المتشعبة non- articulated unbranched laticifers والقنوات الحليبية غير المفصلية المتشعبة non- articulated branched laticifers اما نشؤها فهي اما ان تتكون داخل الجنين وتمتد او تتكون داخل السلاميات والاوراق .



Lacifère non articulé

2- القنوات الحليبية المفصلية او الاوعية الحليبية Articulated laticiters or laticiferous vessels:وهي قنوات تتكون من عدد من الخلايا المتصلة مع بعضها مكونة وعاء حليبي وقد تبقى الجدران الطرفية كاملة او تتثقب او تتلاشى تماما وهي اما ان تكون متشابكة articulated anastomosing او غير متشابكة Articulated nonanastomosing مثال الاولى الخس *lactuca* ومثال الثانية *Convolvulus* والبصل *Allium* والخشخاش *Papaver* .

اما اماكن هذه القنوات (كليهما) : اللحاء – الدائرة المحيطة – النسيج المتوسط او القلف كما في حالة نبات المطاط البرازيلي (*Hevea brasileinsis* (Euphorbiaceae

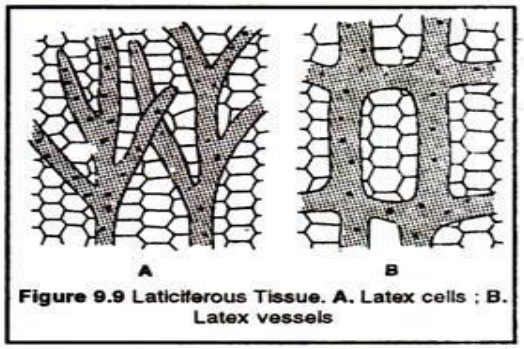


Figure 9.9 Laticiferous Tissue. **A.** Latex cells ; **B.** Latex vessels

الانسجة الناقلة أو الوعائية Tissus conducteurs

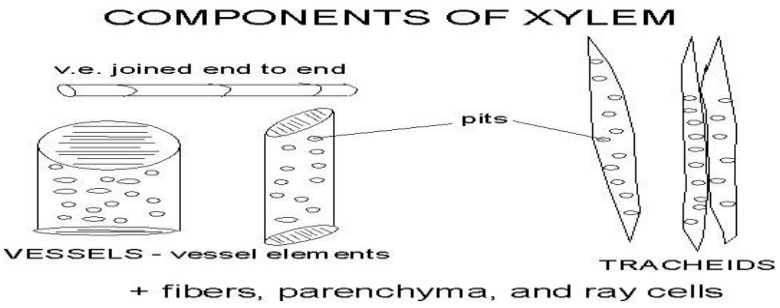
تقوم هذه الأنسجة بنقل الماء والغذاء داخل جسم النبات، وتقسم نوعين من الأنسجة: الخشب – اللحاء.

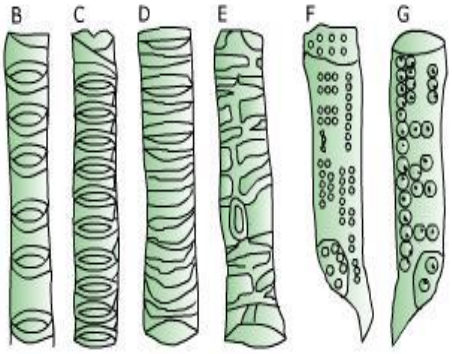
1-الخشب Xylem :

وهو اصطلاح ادخل من قبل nageli (1858) مشتق من كلمة اغريقية تعني الخشب xylose = wood ((وهو نسيج معقد وظيفته نقل الماء والاملاح الممتصة من التربة الى النبات)) . ويتكون النظام الوعائي Vascular system من الخشب Xylem وهو نسيج التوصيل الرئيسي للماء ومن اللحاء Phloem وهو نسيج التوصيل الغذائي في الجهاز لهذا فأن :

Xylem + phloem= Vascular tissue (Vascular tissue system)

تمتاز النباتات الوعائية بوجود العناصر الخشبية وهي الاوعية والقصيبات ،



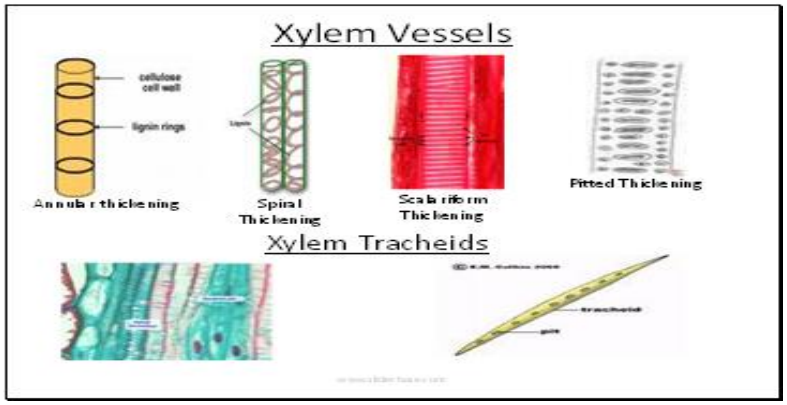


عناصر الخشب Elements of the xylem

- القصيبات Tracheids وتتميز بما يلي :
- خلايا متطاولة ذات تجويف واسع خالية من الثقوب
- ذات جدار ثانوي ملجنن .
- خلايا فاقدة للبروتوبلاست وبالتالي فهي ميتة .
- النهايات مدببة نوعا ما ولكنها غير مستدقة
- الجدران النهائية مائلة وحاوية على نقر
- خلايا ميتة وظيفتها نقل الماء والاملاح والتدعيم
- النقر تكثر في الجدران القطرية Radial wall وتقل وتنعدم في الجدران المماسية
- في المقطع مضلعة وتميل الى الاستدارة .
- تتغلظ جدران القصيبات حلقيا او حلزونيا او شبكية او سلمي او منقر pitted في معراة البذور والنباتات الوعائية الواطئة مثل القصيبات العناصر الناقلة في الخشب عادة غير انه في رتبة Gnetales وحالات نادرة في النبات الوعائية الواطئة كما في نبات *Pteridium* .

اوعية الخشب Vessels :

- يتكون الوعاء من خلايا متطاولة تسمى وحدات الوعاء Vessele element or member .
- تمتلك جدار ثانوي ملجنن .
- لا تحتوي على بروتوبلاست
- الوحدات ذات جدران نهائية مثقبة او ذائبة بصورة كلية تسمى بالصفائح المثقبة Perforation plate .
- اتجاه السلم التطويري بالنسبة للتغلظ : حلقي – حلزون – سلمي - شبكي - منقر



الياف الخشب Xyleme fibres: وهي الياف مقترنة بالخشب ذات وظيفة ميكانيكية ، جدرانها ملجننة اكثر سمكا من القصيبات ، وبما ان هناك تدرج بين الالياف والقصيبات fibres tracheicls لذا نجد ان الاثنين يجمعون احيانا تحت الاصطلاح

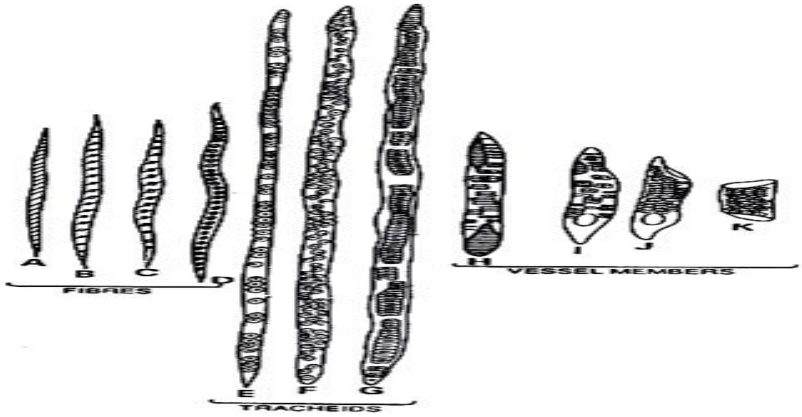


Fig. 35.13. Xylem. A – D, fibres; E – G, tracheids and H – K, vessel members. (After Bailey and Tupper).

القصيبات Tracheids	الالياف Fibres
1- الجدران اقل تلجننا مما في الالياف	1- الجدران اكثر تلجننا مما في القصيبات
2- النقر المصفوفة موجودة	2- النقر المصفوفة مفقودة
3- فراغ الخلية واسع	3- فراغ الخلية صغير
4- النقر واسعة	4- النقر مختزلة الحجم

بارنشيم الخشب Xylem parenchyma

الخلايا البارنكيمية هي احد مكونات الخشب بنوعيه الابتدائي primary xylem والثانوي Secendary xylem الا انها تكون اكثر في الخشب الابتدائي .

الوظائف الرئيسية : هي الخزن والنقل لمسافات قصيرة ، وتمتاز بجدرانها الابتدائية غير انه قد تحتوي على جدار ثانوي ، كما في حالة بعض الخلايا البارنكيمية الموجودة في الخشب الثانوي وقد تنقسم بعض الخلايا بجدران مستعرضة مما يؤدي الى تكوين مجموعة خلايا واحيانا كل واحدة منها تحتوي على بلورة

مميزات الخشب الابتدائي :

- يتكون من نفس عناصر الخشب في معظم مغطاة البذور وقد تكون الالياف معدومة .
- تكون عناصره غير منسقة عادة .
- عندما تكون البارنشيم منسقة يطلق عليها بالاشعة الكاذبة False rays

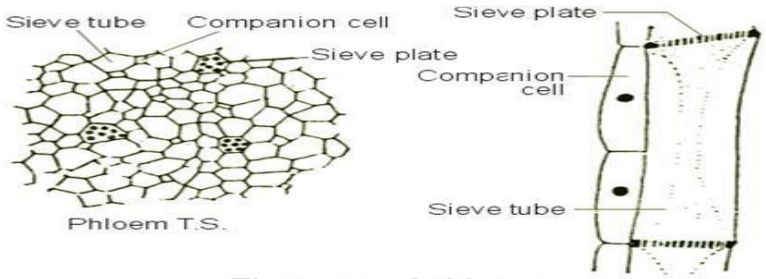
يتميز الخشب الابتدائي الى خشب اول Protoxylem وخشب تاليMetaxylem

Protoxylem	Metaxylem
1- يتكون في الفترة التي لا زال النبات في حالة تمدد ونمو طولي	1- يتكون ويتم تمييزه بعد اكتمال استطالة العضو النباتي
2- قد تتمزق بعض عناصر الخشب الاول لفشلها في مواكبة النمو الطولي للنبات	2- لا يحدث ذلك
3- لا يتمزق في الجذور لكونه لا ينضج الا بعد اكتمال النمو الطولي	3- كذلك
4- يخلو الخشب الاول من الالياف عادة	4- الالياف موجودة
5- يسود التغلظ الحلقي والحلزوني في عناصره الناقلة والتي لا تستطيع مقاومة الشد الناتج عن التمدد السريع للعضو النباتي	5- التغلظ حلزوني وسلمي وشبكي ومنقر وهذا يمثل التسلسل التطوري لهذه التغلظات
6- العناصر القصبية ضيقة نسبيا وقليلة العدد	6- العناصر القصبية واسعة وكثيرة

-اللحاء Phloem : Food – conducting tissue of a vascular plants

نسيج معقد يقترن مع نسيج الخشب وظيفته نقل الغذاء .

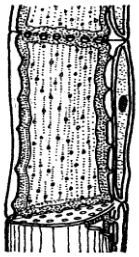
يتكون اللحاء من خلايا مختلفة تختلف باختلاف المجموعات النباتية



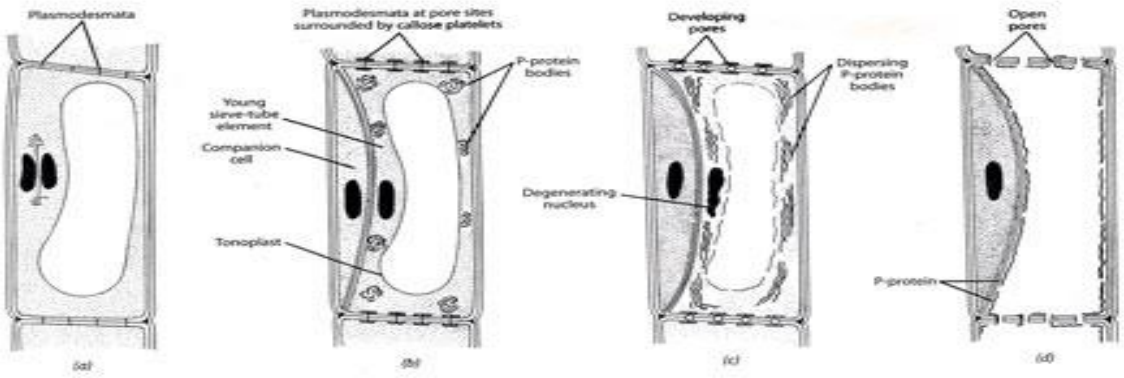
Elements of phloem

عناصر اللحاء في مغطاة البذور :-

- **الانابيب المنخلية Seive tubes :-** يتكون الانبوب المنخلي من خلايا متخصصة تنتظم على هيئة انبوب وتطلق على هذه الخلايا المكونة للانبوب sieve tube elements (اي وحدات الانبوب المنخلية) وتحاط الوحدات بجدار ابتدائي باستثناء بعض المخروطيات ، كما ان هذا الجدار يتغاير في سمكه حيث يكون احيانا سميك جدا غير ان اهمية هذا السمك غير معروفة كما ان الجدار يخلو من مادة اللجنين . عند تكون وحدة الانبوب المنخلية في البداية تحتوي على نواة وسايتوبلازم واحيانا بلاستيدلت وغيرها من المواد غير انه عند النضج تنحل النواة ويبقى السايتوبلازم حيث تتكون فيه اجسام هلامية slimebodies وهي مكونة من مادة بروتينية وتمتزج هذه مع محتويات السايتوبلازم بعد زوال غشاء الفجوة ، وفي المقاطع تبدو المادة الهلامية متجمعة قرب المساحات المنخلية Sieve areas وخصوصا قرب الصفيحة المنخلية ويطلق عليها عندئذ بالسداد الهلامي Slime plug .



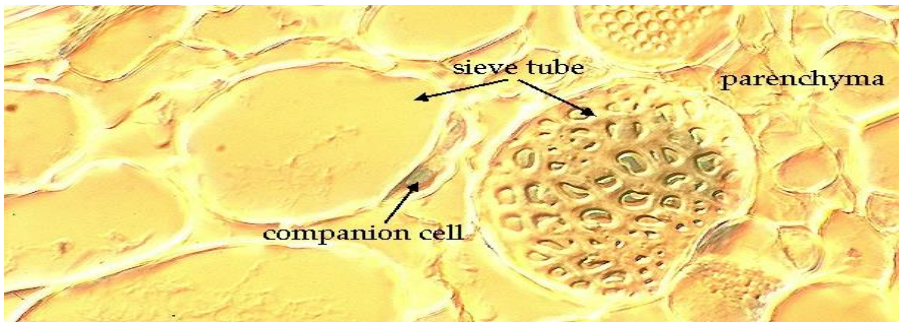
- **الخلايا المرافقة Companion cells :-** وهي خلايا بارنشيمية ترتبط بوحدات الانبوب المنخلي في ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين وتكون ذات بروتوبلاست فعال وسايتوبلازم كثيف ونواة كما ان الارتباط يكون من الناحية النشوئية والوظيفية والموقع وتدعى هذه الخلايا بالخلايا المرافقة ان كل وحدة انبوب منخلي ترتبط بخلية مرافقة او اكثر وتنشأ من نفس الخلية المرستمية التي نشأت منها الخلية المنخلة ويمكن الاستدلال على الارتباط الوظيفي حيث ان موت الخلية المرافقة يؤدي الى فقدان الخلية المنخلية لوظيفتها . عند تكوين الخلية المرافقة تنقسم الخلية المرستمية طوليا مرة واحدة او اكثر ، حيث تتكون خليتان احداهما كبيرة والاخرى صغيرة ، تتميز الكبيرة الى وحدة منخلية والصغيرة الى مرافقة ، وقد تنقسم عرضيا الى عدة خلايا وبذا فان الخلية او الوحدة المنخلية ترافقها خلية مرافقة واحدة او اكثر، كما ان الخلايا المرافقة تختلف في حجمها فقد تكون بطول وحدة الانبوب او اقصر كما انها قد توجد على جانب واحد او تكون على الجانبين وقد تكون سلسلة مستمرة او متقطعة . ان الجدار بين الخلية المرافقة والوحدة المنخلية يكون رقيق او يحوي مساحات منخلية ومن جانب الخلية المرافقة حقول نقرية ابتدائية وتكون البلازمودزماتا متفرعة على جانب الخلية المرافقة .



- **برنشيم اللحاء Phloem parenchyma:-** يوجد في اللحاء الابتدائي والثانوي خلايا بارنشيمية، ففي اللحاء الابتدائي تكون الخلايا البارنشيمية مفردة او بهيئة مجاميع ، اما في الثانوي فتكون منسقة في نظام شعاعي ومحوري وتمتاز الخلايا البارنشيمية اللحائية بكونها :

1. تميل الى الاستطالة
2. قد تحتوي في جدرانها على مادة اللجنين
3. قد تكون مقسمة بحواجز الى ردهات وقد تحتوي كل ردهة على بلورة
4. وظيفتها الخزن (ماء- نشأ – الدهون – مواد دباغية – ومواد راتنجية)

بعد موت اللحاء اما ان تبقى الخلايا رقيقة الجدران او ان تتغلظ وتتحول الى سكلريدات



- **الياف اللحاء phloem fibres : -** 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 السكلرنشيمية 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

اللحاء الاول واللحاء التالي Protophloem or Metaphloem :

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

مميزات اللحاء الاول : -

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

- العناصر المنخلية والعناصر الاخرى تنشأ في فترة متأخرة من النمو .
- العناصر المنخلية تكون اوسع مما في اللحاء الاول .
- الخلايا المرافقة موجودة في مغطاة البذور .
- الالياف تكون معدومة عادة .

الخلايا البارنشيمية تتحول الى سكلريدات بعد فقدان اللحاء وظيفته .

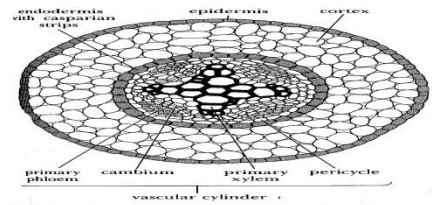


Fig. 9-4 Primary tissues in a cross section of a young dicotyledonous root. Note the alternate arrangement of the primary xylem and phloem.

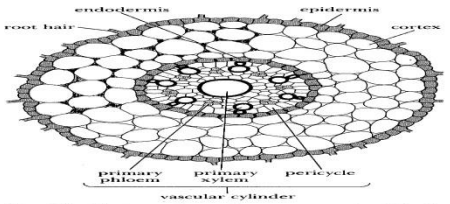


Fig. 9-5 Cross section of a young root of barley (*Hordeum vulgare*), a monocotyledon.