2 .الفصل الثاني : أنواع الانسجةPlant tissues types

النسيج : هو عبارة عن مجموعة من الخلايا تتميز بكونها ذات شكل واحد مميز وتؤدي بمجموعها وظيفة فيزيولوجية واحدة، وتنشأ خلايا النسيج الواحد من أصل مشترك، تختلف الانسجة عن بعضها البعض في كل من الشكل والوظيفة والمنشأ متمايزةً إلى عدة أنماط نسيجية في النبات الواحد، لتؤدي الوظائف المختلفة و تتكامل في تأدية الأنشطة الحيوية (**جبر وغيره، 2001،عثمان، 2000**) تشكل معاً الأجزاء النباتية المختلفة. وتقوم الروابط البلازمية (**Plasmodesmata**:البلاسموديسماتا**singular, plasmodesma**) (**الشكل 01-الصورة04**) بوصل المادة الحية في جميع خلايا النسيج الواحد ويمكن تمييزمجموعتين من الأنسجة في النباتات الراقية :

الأنسجة الإنشائية أو المرستيمية Meristematic tissues : تتكون هذه الأنسجة من خلايا ذات قدرة على الإنقسام.

الأنسجة المستديمة tissues Permanent: و تتكون من خلايا بالغة فقدت القدرة على الإنقسام (**جبر و غيره، 2001**).

2 .1المرستيم الأولي (للجدرو الساقPrimary meristem)

تتميز برقة جدرها وتلاصقها التام وكبر حجم نواتها نسبياً وكثافة سيتوبلازماها وخلوها من الفجوات ، وتوجد هذه الخلايا في الجنين كما توجد في النباتات البالغة في القمم النامية للجذور والسيقان(**الشكل02- الصورة01**)، وتنقسم من حيث نشأتها وموضعها في النبات إلى :

- **المرسيتيم القمي Apical meristem**: يتواجد في القمم النامية للجذور و السيقان (البراعم، الأوبار الماصة، و نهايات الجدور) حيث يساهم في زيادة طول النبات و تفرعه (**الشكل 02-الصورة02**) .
- **المرسيتيم البينيintercalary meristem**: يتواجد على مستوى عقد السلاميات (بين الأنسجة المستديمة) و يعمل على إستطالة السيقان عند احاديات الفلقة و عند قواعد الأوراق(**الشكل 02-الصورة03**).
- **المرسيتيم الجانبيLateral meristem:** يحيط بالأنسجة المستديمة و هو منشأ هذه الأنسجة (الخشب و اللحاء)(**الشكل 02-الصورة03**)، ويتواجد نوعان من الخلايا المرستيمية في الكامبيوم الوعائي وهما:

أ. الاصول المغزلية **Fusiform initials** وهي خلايا طويلة مغزلية الشكل ويرتبط نشاطها بتكوين العناصر الطويلة في الخشب واللحاء كالألياف.

ب . الأصول الشعاعية Ray initials : وهي متساوية الأبعاد تقريباً ويرتبط نشاطها بتكوين العناصر الشعاعية في الخشب واللحاء وخاصة الأشعة الوعائيةVascular ray وخلايا الكامبيوم الغنية بالفجوات.

1.1. 2الأنسجة الأولية Primary meristem(أنسجة إنشائية ابتدائية) :

تشمل أنسجة الجنين والأنسجة الموجودة بالقمم النامية للسيقان والجذور وبدايات الأوراق والأزهار، كذلك الكامبيوم الحزمي في سيقان نباتات ذوات الفلقتين، و البراعم الجانبية الموجودة عند قواعد السلاميات في سيقان نباتات ذوات الفلقتين، حيث تنقسم عدة انقسامات قبل أن تتمايز إلى نمط نسيجي متخصص، و يشمل نمو جسم النبات كل من انقسام الخلايا و زيادة حجمها، و عمليا فان زيادة حجم الخلايا هو العامل الرئيسي لزيادة حجم منطقة من الأعضاء النباتية الهوائية والترابية، وتعرف عملية اكتساب الشكل باسم **التكون الشكلي (Morphogenesis)عثمان،2000)**

وبعمل مقطع طولي في القمة النامية للجذر أو الساق يمكن تمييز الأنواع الآتية من الأنسجة الإنشائية الابتدائية :

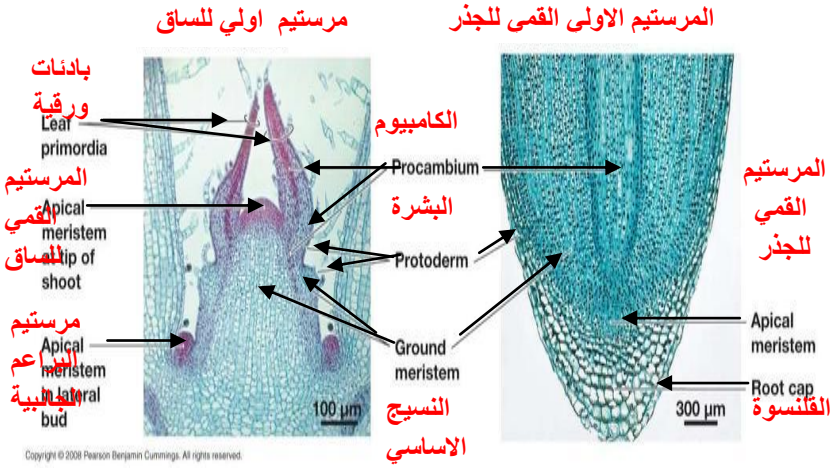
- **منشئ البشرةProtoderm :** ويتكون من طبقة واحدة خارجية من الخلايا تنقسم لتكون البشرة في الساق أو الطبقة الوبرية في الجذر.
- **النسيج الأساسي Ground tissue:** ويتكون من عدة طبقات تغطي القشرة والنخاع .
- **منشئ الأسطوانةالوعائيةProcambium :** ويتكون من عدة طبقات وتعطي الحزم الوعائية بما فيها من خشب ولحاء .
- **منشئ القلنسوة Root Cap:** وهو نسيج خاص بالجذور دون السيقان، ويعطي القلنسوة وهي مجموعة من الخلايا الإنشائية التي تحيط بالقمة النامية للجذر وتحميها من التآكل والإحتكاك عند إختراق الجذر النامي للتربة، وتنشأ القلنسوة من منشئ البشرة .

الأنسجة المستديمة Permanent tissues :

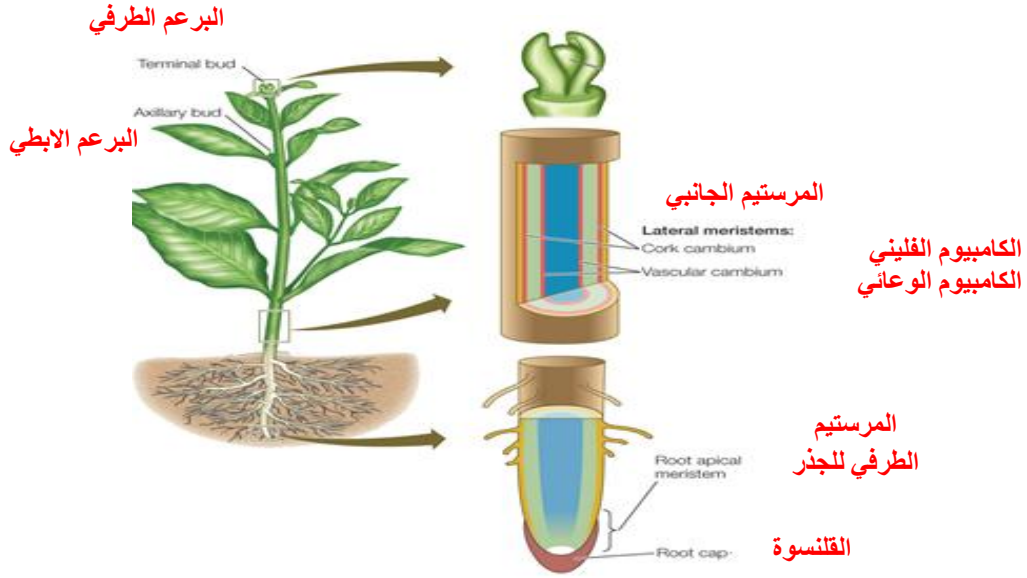
وهي مجموعة من الأنسجة التي فقدت خلاياها القدرة على الإنقسام وأصبحت تؤدي وظائف معينة كالتخزين والتدعيم والتهوية وتوصيل الغذاء والإفراز، وخلايا هذه الأنسجة أكبر حجماً من الخلايا الإنشائية وسيتوبلاسمها تكون كثيفة وفجواتها العصارية كبيرة وهي أحياناً خلايا ميتة تماماً، كما تتغلظ جدر بعض أنواعها، وهي تنقسم إلى :

- **أنسجة مستديمة بسيطة Simple tissues :** وهي تتكون من الأنسجة التي تشتمل على نوع واحد من الخلايا.
- **أنسجة مستديمة مركبة Complex tissues:** وهي تتكون من الأنسجة التي تشتمل على أكثر من نوع واحد من الخلايا بوظائف متعددة.وتترتب الأنسجة المستديمة داخل الأعضاء النباتية في ثلاثة مجاميع رئيسية تسمى بالمجاميع النسيجية **Tissus system** في جميع الأعضاء النباتية وهي:

الصورة01 : الخلايا المرستيمية خلال الانقسام



الصورة 02 :المرستيم الاولي للجذر و للساق (Nabors, 2004)



الصورة03 : المرستيم الجانبي في الساق (الكامبيوم الوعائي و الكامبيوم الفليني) عند النباتات الراقية (Nabors, *2004)*

الشكل 02:المرستيم الاولي للجذروالساق

مجموعة الأنسجة الأساسية Ground Tissues :

تتميز الأنسجة الأساسية في ذوات الفلقتين وجذور ذوات الفلقة الواحدة الى قشرة ونخاع وأشعة نخاعية ... أما سيقان ذوات الفلقة الواحدة فالحزم الوعائية فيها مبعثرة دون انتظام داخل النسيج الأساسي لذلك لا تتميز فيها المناطق المماثلة الموجودة في ذوات الفلقتين **(جبر و غيره، 2000)**.

2.1.2مجموعة الأنسجة الواقية (نسيج البشرةEpidermis) أو الضامة Dermal or boundary or Connective tissues:

هي الطبقات التي تحيط بجميع الأعضاء النباتية وتتمثل في البشرة أو النسيج الفليني، حيث تؤدي و ظيفة حماية الأنسجة الداخلية من المؤثرات الخارجية المختلفة سواء كانت حية مثل البكتيريا و الفيروسات أو غير حية مثل الحرارة و الاشعة و غيرها . ويتكون هذا النسيج من طبقة واحدة من الخلايا المتراصة تغطي سطح النبات كله حينما يكون حديثاً ، وظيفته حماية النبات من العوامل البيئية . ويتغطى الجدار الخارجي لخلية البشرة بالكيوتين (الاد مة) والخلايا البشرية خالية من البلاستيدات الخضراء عدا الخلايا الحارسة ويستثنى من هذه الحقيقة النباتات المائية والظليلة حيث تحتوي خلايا البشرة فيها على بلاستيدات خضراء(**الشكل 03-الصو رة01**).. كما توجد فتحات في خلايا البشرة تسمى بالثغور وهي تنظم عملية التبادل الغازي بين الأنسجة الداخلية للنبات والوسط الخارجي و يحدث اثناء ذلك تبخر الماء من السطوح الداخلية الرطبة للورقة او الساق .

وتعتبر البشرة بسيطة إذا كانت مكونه من صف واحد من الخلايا في القطاع العرضي ، أو قد تكون بشرة مركبة وهي التي تتكون من أكثر من صف واحد من الخلايا كما في نبات الدفلة ونبات التين المطاط ناتجة عن عدة انقسامات المحيطية **Periclinal division** للبشرة الاولية **(عثمان . 2000، Ferrreira et al, 2003 al ، Franke et al, 2007)**.

الثغورStoma :

هي عبارة عن فتحات هي خلايا البشرة تعمل على تبادل الغازات بين الأنسجة الداخلية والوسط الخارجي ويتكون الثغر من **(الشكل 03- الصورة 04)**

- **خلايا حارسة Guard cells :** يحيط بالثغر خليتان حارستان تحتويان على بلاستيدات كما أن جدارهما الموجهة لفتحة الثغر مغلظ سميك .
- **فتحة الثغرOstiole** : وتوجد بين الخلايا الحارسة في طبقة البشرة .
- **غرفة تحت الثغريةcavity Sub-stomatal :** فراغ بيني كبير يتصل بالفراغات البينية الموجودة في الأنسجة البرانشيمية، وقد تحيط الخلايا الحارسة بخلايا خاصة تسمى بالخلايا المساعدة حيث يؤدي دوراً مساعداً في عملية فتح الثغور وغلقها . ويختلف توزيع الثغور فقد يكون منتظماً في الأوراق متوازية التعرق مثل نباتات ذات الفلقة الواحدة ولكنها تكون مبعثرة في الأوراق شبكية التعرق كما في نبات ذوات الفلقتين و إذا كانت الخلايا الحارسة

مشبعة بالماء فانها تبتعد عن بعضها سامحة بانفتاح الثغر، بالمقابل عند انخفاض الرطوبة ترتخي الخلايا الحارسة فينغلق الثغر حفاظا على التوازن المائي الداخلي، يختلف شكل الثغر من مجموعة نباتية إلى أخرى حيث نجد مايلي:

- ✓ **الثغر الكلوي** : وتتميز به معظم نباتات ذوات الفلقتين (مثل نبات الفول) وفيه تكون الخلايا الحارسة كلوية الشكل (**الشكل 03-الصو ر ة (**أ**)**).
- ✓ **الثغر الصولجانية** : وتتميز به نباتات ذوات الفلقة الواحدة (مثل الذرة ، القصب ، القمح) وفيه الخلايا الحارسة صولجانية الشكل (**الشكل 03- الصو ر ة(ب)**). .
- ✓ **الثغر الغائر :** وفيه تكون الخلايا الحارسة في مستوى أقل من مستوى سطح البشرة كما في النباتات الصحراوية ونبات الصنوب، تتواجد المسامات على البشرة العليا و السفلى للأوراق بأعداد تفوق المائة ألف في السنتمتر الواحد و هي أكثر في البشرة السفلى، بينما تتواجد في البشرة العليا فقط في النباتات المائية **(عثمان، 2000)**

الزوائد البشرية و الشعيرات Trichome hair :

يطلق على زوائد البشرة سواء وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا مصطلح الشعيرات، وهي ذات جدر ابتدائية سللوزية رقيقة أو سميكة و أحيانا يكون الجدار متخشبا تتميز بتشكلها انطلاقا من خلايا البشرة، ويمكن أن تظهر على جميع أعضاء النبات، تغطي سطح النبات كله أو توجد في مواضع محددة، وقد تظل طيلة عمر النبات أو قد تتساقط بعد فترة قصيرة، وقد تظل بعض الشعيرات حية محتوية على البروتوبلازم، بينما الآخر يفقد الحياة والبروتوبلازم فتموت و تجف، تختلف الشعيرات في شكلها من نبات لآخر فقد تكون :

- **شعيرات الأغذية وتشمل**:

1 - شعيرة وحيدة الخلية بسيطة مثل الذرة .

2 - وحيدة الخلية متفرعة مثل المنثور .

3 - عديدة الخلايا كما في نبات القرع والطماطم .

4- شعيرات وحيدة الخلية أوعديدة الخلايا متفرعة .

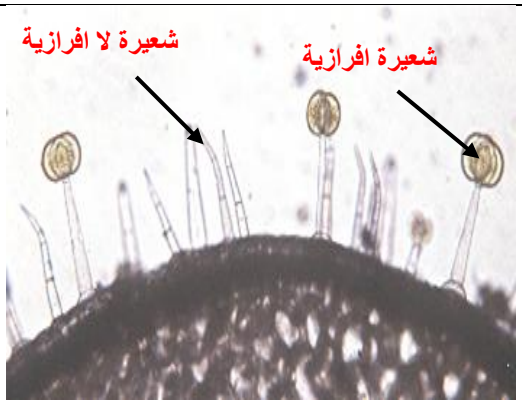
5- شعيرات قرصية في البشرة السفلى لورقة الزيتون.

شعيرات غذية : تتكون الشعيرة الغذية من جزئين الأول هو القدم **Foot**و يكون مغمورا في خلايا البشرة، و الجسم **Body** و هو الجزء البارز على سطح البشرة، و يتكون من العنق **Salk**الذي يمكن أن يكون وحيد الخلية أو عديد الخلايا، و **الرأس** والذي بدوره يمكن أن يكون وحيد الخلية، ثنائي الخلية، أو عديد الخلايا، و تكون الشعيرات الغذية متفرعة أو غير متفرعة كما في نبات (***Artemisia annua***الشكل **03-الصورة01**)

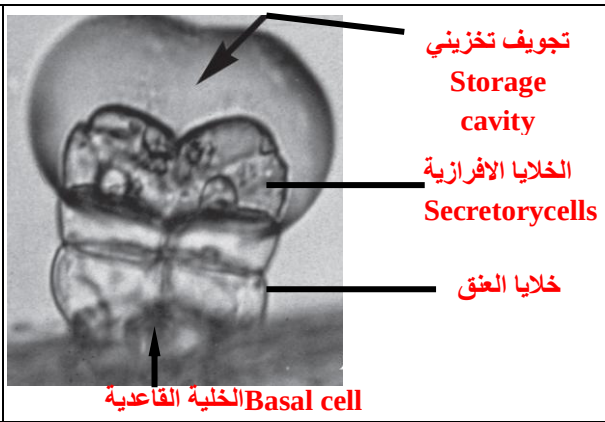
(الدعيجي، 1995) و تشمل:

1 - شعيرات غدية مثل الطماطم (**الشكل 03-الصورة02**).

2 - شعيرات لاسعة لاحتوائها على مادة الهستامين والأستيل كولين المسببة للحساسية كما في نبات الحريق.



الصورة 02 : شعيرة غذية و لاغذية في اوراق الطماطم
(Thomas , 1996)



الصورةرقم 01 شعيرة غذيةGlandular trichome لنبات
(Franke et al,2003) *Artemisia annua*

الصورة رقم03 البشرة في اوراق قصب السكر

الصورة رقم 04: ثغور البازلاء لثنائيات الفلقة (a) و الذرى لاحاديات الفلقة(b) (Van Cotthem, 2018)

الشكل 03 :الانسجة الواقية

للشعيرات وظائف متعددة منها الوقاية أو التدعيم أو تقليل معدل النتح في كثير من النباتات الصحراوية أو امتصاص الماء كما في الشعيرات الجذرية، أو ذات وظيفة إفرازية كما في الشعيرات الغذية أو الغدد الرحيقية **(جبر وغيره،** 2001) .

3-غدد افرازية مثل الغدد الرحيقية.

3.1.2. الأنسجة البرانشيميةParenchyma

هو نسيج يتكون من خلايا حية تختلف في أشكالها ووظائفها و تختلف محتوياتها حسب نوع الوظيفة التي سيقوم بها، وهي الأكثر شيوعاً في النباتات فهي تكون القسم الأكبر من الأجزاء الرخوة كالقشرة والنخاع والنسيج الوسطي في الورقة، وهي عبارة عن خلايا حية جدارها رقيق يتكون من مادة السليلوز وهي إما أن تكون مضلعة الشكل أو مستديرة أو بيضوية أو مستطيلة متعامدة على سطح النبات (كما في الورقة)، كما توجد بينها فراغات بينية، وبها فجوات كبيرة وسطية، كما يتم تكوين مواد مختلفة بها مثل النشأ، البروتين، الزيوت والدهون وفي بعض الأحيان يترسب اللجنين (الخشبين) على جدرها وتسمى برانشيمية متخشبة، وقد تحتوي الخلايا على بلاستيدات خضراء في الخلايا القريبة من السطح الخارجي للنبات المعرض للضوء وتعرف الخلايا البرانشيمية المحتوية على البلاستيدات الخضراء بالخلايا الكلورانشيمية، وهي تكون النسيج الوسطي للأوراق (النسيج اليخضوري).

انواع النسيج البرانشيمي:

النسيج البرانشيمي اليخضوري Chlorenchyma: تحتوي خلاياه على صانعات خضراء و تتميز بجدر ابتدائية رقيقة متواجد تحت البشرة مباشرة و يطلق عليه اسم النسيج العمادي **(Palissad tissue)** (**الشكل 04-الصورة01) .**

النسيج البرانشيمي التخزينيparenchyma Food storage: تكون الخلايا ذات جدر رقيقة تقوم بتخزين العديد من المواد الغذائية مثل النشأ,البروتين و الدهون داخل الصانعات أو في السيتوبلازم **(الشكل 04-الصورة03) .**

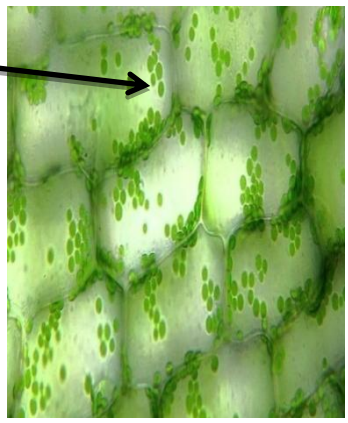
برانشيم التهوية Aerenchyma: تكون المسافات البينية بين خلايا هذا النسيج واسعة من اجل السماح بتجميع الغازات الضرورية للتركيب الضوئي مثل النسيج الاسفنجي**Spongy tissue** في الاوراق (**مجاهد وغيره ،1996**) **(الشكل 04-الصورة04) .**

النسيج البرانشيمي التنفسي Respiratory tissues: يتواجد هذا النسيج على مستوى أوراق النباتات المائية، حيث يسمح بوجود فراغات كبيرة لتجميع الغازات الضرورية لتنفس النبات و قيامه بوظيفة التركيب الضوئي بشكل مستمر.

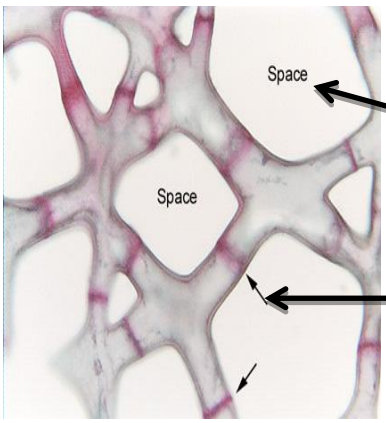
1.2. 4 الأنسجة الدعامية Supporting tissues:

اولا:الأنسجة الكولنشيميةCollenchyma:

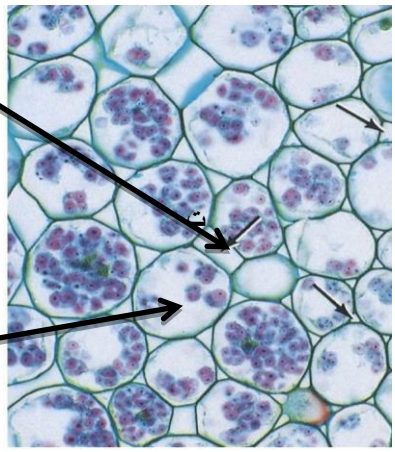
تتميز بأن الخلايا حية مستطيلة، وجدرها الإبتدائية سميكة تتغلظ بمادة السليلوز الذي يتلون بالأحمر مع الكارمن، ووظيفتها دعامية حيث تزيد من صلابة العضو النباتي. وتوجد الانسجة الدعامية في الأجزاء النامية من الأعضاء النباتية وفي الأجزاء البالغة للنباتات العشبية التي تتغلظ تغلظاً ثانوياً وهي توجد في سيقان نباتات ذوات الفلقتين تحت البشرة مكونة طبقة كاملة أو متقطعة في مجموعات ، كما أنها توجد عند العرق الوسطي في الورقة، كما توجد عند النتوءات في السيقان المضلعة (كالقرع) ويختلف شكل الخلية الكولنشيمية حسب التغلظ بمادة السليلوز الذي يتم في جدارها، فهي إما زاوية **Angular collenchyma** كما في (*Apium graveolens*)**الشكل 05-الصورة02)** أو صفائحية (**لنبات***Euphorbia helioscopia*E**) (الشكل 05-الصورة01)** أو فراغي (**في ساق نبات(*Geranium sobolifolium*) (الشكل05-الصورة03)** . وتجمع الخلايا الكولنشيمية بين الصلابة والمرونة أي قابلية التشكل والإنثناء ولهذه المرونة أهميتها الخاصة في الأعضاء النامية التي تحتاج فيها الخلايا إلى تغيير شكلها وطولها وسمكها باستمرار(**جبر و غيره 2001، انور الخطيب و غيره، 2006) .**



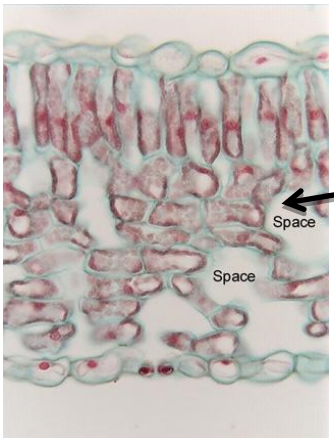
الصورة 01 : البرانشيم اليخضوري في الاوراقChlorenchyma



الصورة 02 :البرانشيم التنفسي لساق نبات مائي Respiratory Parenchym

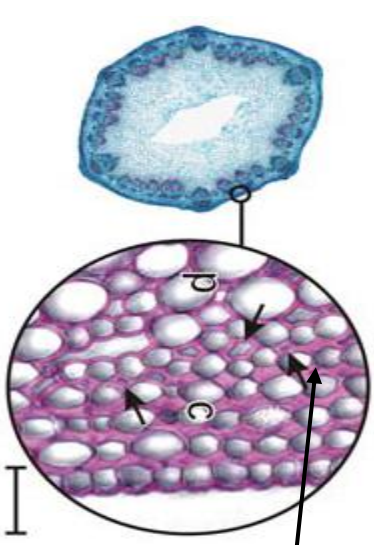


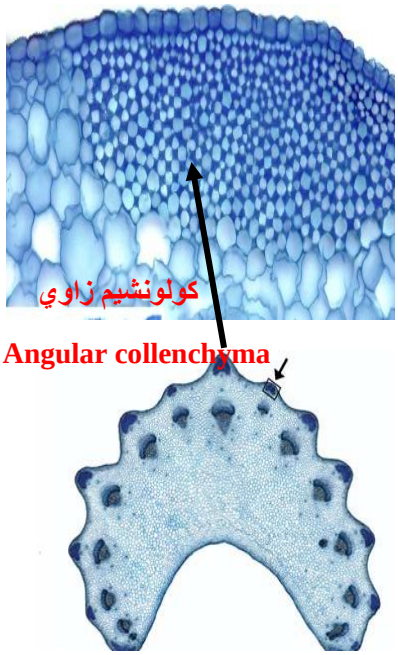
الصورة 03: البرانشيم التخزيني في البطاطا P Storage.

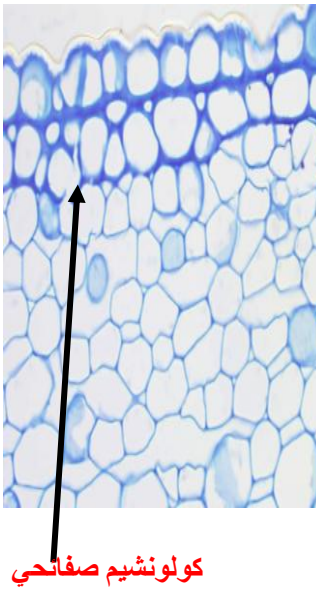


الصورة 04: البرانشيم الهوائي في الورقة Aerenchyma

الشكل 04:الانسجة البرانشيمية (Augustyn et al, 2020)







الصورة 03:كولونشيم فراغي تحت البشرة في ساق نبات *Geraniumsobolifolium*

الصورة 02:كولونشيم زاوي تحت البشرة لنبات (*Apiumgraveolens*).

الصورة 01:كولونشيم صفائحي تحت البشرة لنبات (*Euphorbia helioscopia*).

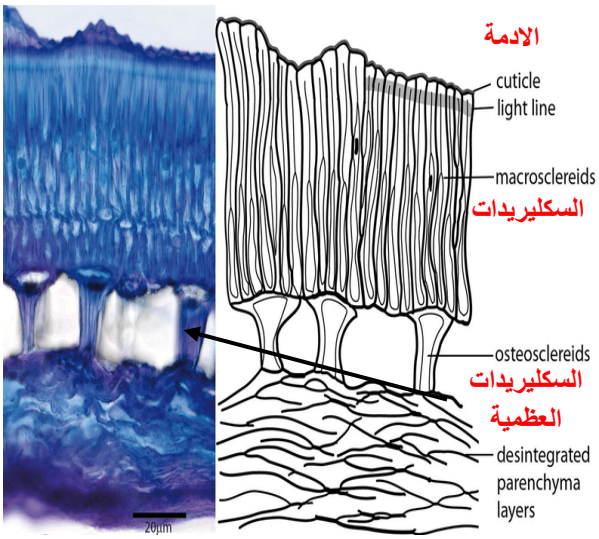
الشكل 05 :الانسجة الكولونشيمية (Leroux, 2012)

ثانيا:الأنسجة الأسكلرنشيميةSclerenchyma

خلايا هذه الأنسجة ذات جدر ثانوية صلبة متينة حيث أنها مغلظة بمادة اللجنين (الخشبين)، ووظيفتها دعامية، والخلايا الأسكلرنشيمية في الغالب خلايا ميتة عند اكتمال تكوينها، وتختلف من حيث التركيب والشكل والمنشأ وتنقسم إلى :

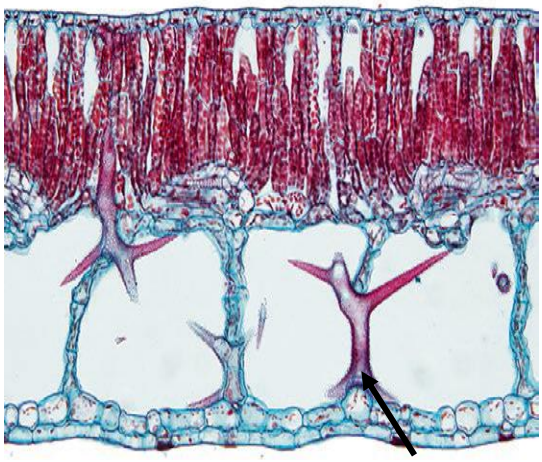
- **الألياف Fibers :** وهي خلايا طولية مغزلية الشكل ذات أطراف مدببة وهي ذات أصل مرستيمي، وجدارها مغلظ بمادة اللجنين (الخشبين)، وتوجد إما مبعثرة في قطع منفصلة أو في حلقات كاملة كما في قشرة السيقان، وفي أغماد الحزم وفي الخشب واللحاء حيث تحتوي على نقر بسيطة (**الشكل06-الصورة01**) .
- **السكلريدات Sclereids :** وهي خلايا مغلظة الجدران غالباً ما تكون مستطيلة أو متساوية الأقطارقليلا أو غير منتظمة الشكل وتكون الخلايا متخشبة في الجدران الثانوية مع وجود الكثير من النقر، وقد تكون حية أو غير حية عند نضجها وتوجد مفردة أو في مجموعات في مناطق القشرة والنخاع أو اللحاء وتشكل أحيانا طبقات صلبة مثل الأغلفة الصلبة لقشور الثمار اللوزية **nuts** احياناً والطبقة الداخلية للثمار ذات النواة الحجرية المسماة **Endocarp** و تقسم حسب شكلها الى مايلي:

1. **الخلايا الحجرية Brashysclereids :** وتختلف عن الألياف في الشكل والنشأة فهي قصيرة ذات أطراف مستديرة كما أنها أسمك جدارا من الألياف، وتنشأ من أصل برانشيمي وتوجد الخلايا الحجرية في القشرة واللحاء وفي أغلفة بذور بعض البقوليات (قصرة الفاصوليا) وفي الجدار الخشبي لثمرة البندق كما توجد في لب ثمار الكمثرى والجوافة (**الشكل06-الصورة04).**
2. **السكليريدات العظمية Osteosclereids :**خلايا تشبه عظم الساق حيث تنتفخ في نهايتها و تتواجد في الأوراق و أغلفة البذوركما في أغلفة بذورالبازلاء***Pisum sativum*** **(الشكل 06-الصورة01).**
3. **السكليريدات النجمية Astrosclereids** : خلايا متفرعة بدرجات متفاوتة تشبه النجمة و تتواجد في ذوات الفلقتين كما في النبات المائي(***Nymphaea odorata)*** **(الشكل06-الصورة02)**
4. **السكليريدات المتفرعةTrichosclereids :**خلايا متفرعة رقيقة الجذر تشبه الشعيرات النباتية ,حيث تتداخل الشعيرات في المسافات البينية للخلايا.
5. **السكليريدات الرفيعة Filiformsclereids:** خلايا طويلة رفيعة تشبه الألياف و ذات تفرع ثنائي و تتواجد في أوراق الزيتون**(الدعيجي،1995)**



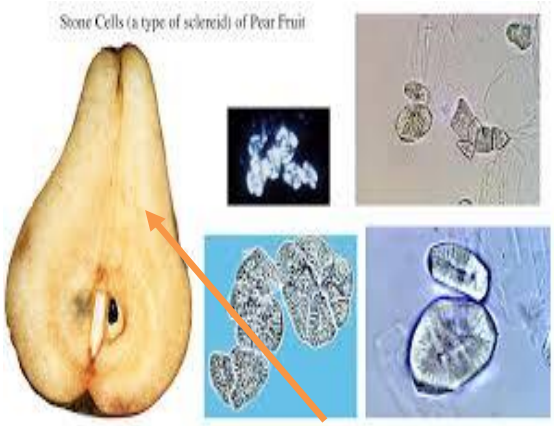
طبقات برانشيمية 1

الصورة 01:السكليريداتالعظمية و المتطاولة في اغلفة بذورPisumsativumالبازلاء Smýkal et al.2014

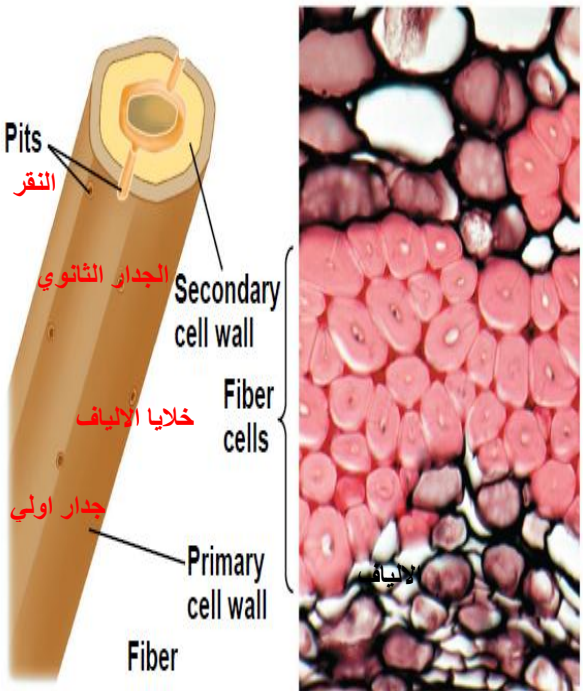


سكليريدات نجمية

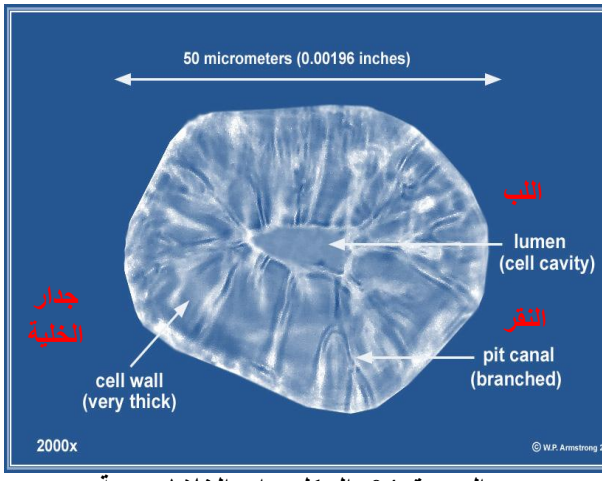
الصورة 02: السكليريدات النجمية في نبات مائيNymphaeaodorata (Crang et al, 2019)



الخلايا الحجرية في لبثمرة الاجاص



الصورة 03:الالياف (Campbell et al, 2008)



الصورة 04 :السكليريدات-الخلايا حجرية- (Armestrong, 2011)

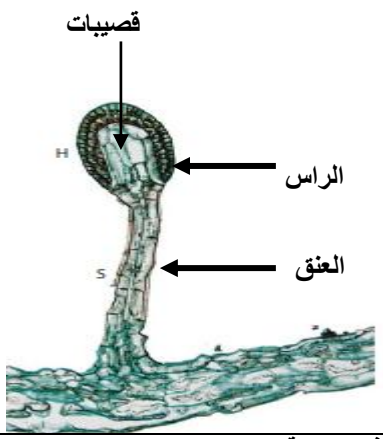
الشكل 6:الانسجة السكليرونشيمية

5.1.2 التراكيب الإفرازية Secretory structures in plants:

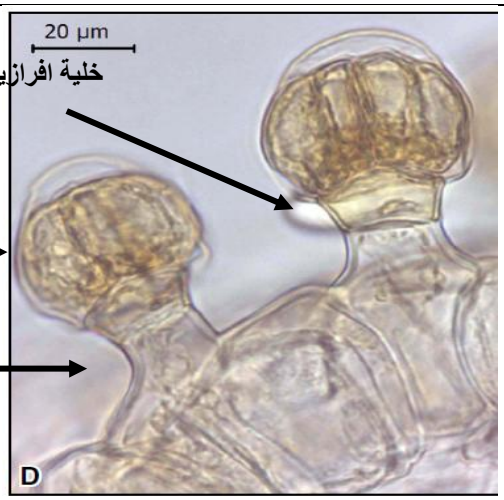
يتكون النسيج الإفرازي من مجموعة الخلايا التي تختص بإفراز مجموعة من المواد مثل الماء ومواد عضوية، الصموغ، الراتنجات، الزيوت الطيارة والرحيق ..الخ . وتنقسم هذه التراكيب الافرازية إلى أنسجة خارجية الإفراز، حيث توجد على سطح النسيج النباتي، أنسجة داخلية لإفراز حيث تتشكل الأنسجة الداخلية للنباتات و تكوين وحيدة الخلية عديدة الخلايا أو بشكل قنوات أو جيوب إفرازية . تنشأ الخلايا الإفرازية من البشرة الأولية **Protoderm** وبذلك توجد في البشرة كما في الشعيرات الغذية **Glandular hairs**والغدد الرحيقية **Nectary glands** أو من المرستيم الأساسي **Ground Meristem** أي توجد ضمن القشرة والدائرة المحيطة واللب والأشعة اللبية و مثال عليها خلايا التانين **Tanin cells**، وقد تنشأ من الكمبيوم الأولي **Procambium** أو الكمبيوم الوعائي **Vascular cambium** حيث توجد ضمن الخشب واللحاء كما في القنوات الراتنجية **Resin ducts** (**محمد جاسم، 2012) .**

أولا: الأنسجة الخارجية ومن أمثلتها :

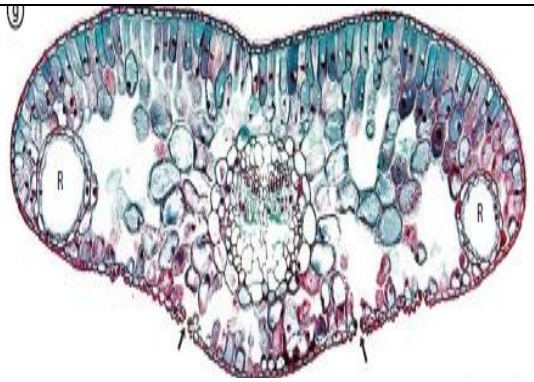
1. **الغدد الرحيقية Nectar glands :** وتفرز الرحيق السكري من اللحاء الذي يجذب الحشرات لإجراء عملية التلقيح حيث تتواجد غدد داخل الزهرة (بجوار المبيض) أو خارجية أسفل تخت الزهرة .
2. **الغدد الهاضمة:** في النباتات آكلة الحشرات كما في أوراق الدروسيرا حيث تقوم بإفراز مواد لزجة و إنزيمات **(الشكل07-الصورة02).**
3. **الثغور المائية Hydathodes:** وتوجد في النباتات المائية والنباتات التي تنمو في جو حار مشبع بالرطوبة كالطماطم والذرة (**الشكل07-الصورة06**)، و تقع عادة عند حافة الأوراق أو قمتها حيث تتواجد مسافات بينية كبيرة على مستوى هذا النسيج تنتهي بفتحة تسمى بالثغر المائي **Water stoma** و هو يختلف عن الثغور العادية في عدم قدرة الخلايا الحارسة على غلق الثغر لانتظام سمك الجدر، وتكون متصلة بالجهاز التوصيلي، وتسمى عملية الإفراز التي تقوم بها الإدماع **Guttation** (**الدعيجي، 1995).**
4. **الحاملات العطرية Osmophore**: تنشأ الروائح العطرية في بعض النباتات في غدد خاصة تسمى حاملات العطر وهو اصطلاح مشتق من كلمات إغريقية معناها العطر وحامله وقد تتميز أجزاء زهرية مختلفة إلى حاملات عطرية، وقد تأخذ شكل الجنيحات **flaps** أو فرشاة**brush** ، ويتم إنتاج العطور الزهرية من مواد متطايرة ومنها الزيوت الأساسية بشكل رئيسي**essential oils** ، وما الأنسجة الجاذبة للحشرات في أزهار السحلبيات إلا حاملات عطرية ولها نسيجاً إفرازياً عميقاً ذو عدة طبقات. وقد يتبخر الزيت مباشرة أو يظهر على شكل قطيرات، و يمكن التعرف عليها بالأحمر المعتدل.



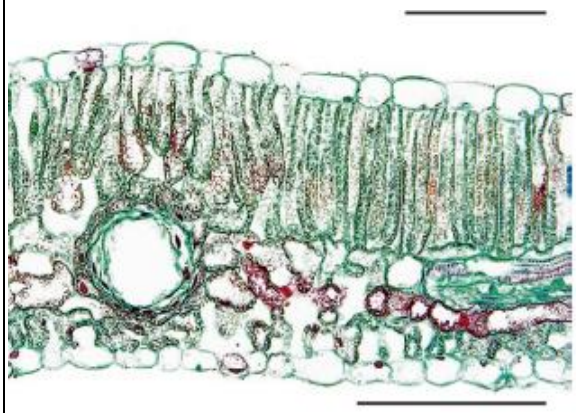
الصورة 02: غذة هاضمة للنبات اكل الحشرات Drosera .
(Mader et Windelspecht, 2006)



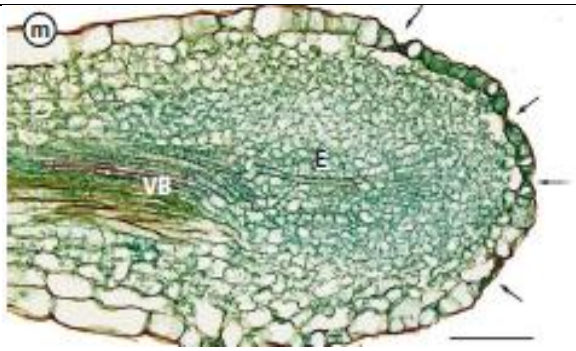
الصورة 01: الشعيرات الافرازية لنبات *Lamium orientale*
(Çalı Öztürk İlkay 2017)



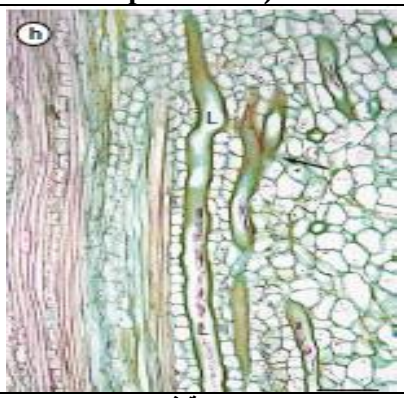
الصورة 04: قنوات الراتنج في اوراق الصنوبر



الصورة 03:الجيوب الافرازية في اوراق الكاليتوس leaf cavity oil Eucayptus (Mader et Windelspecht 2006)



الصورة 06: الثغورر المائية Hydathod لنباتChrysanthemum sp



الصورة 05:القنوات اللبنية في نبات Euphorbia sp

الشكل07 الانسجة الافرازية

5. الزوائد والغدد Tricomes and glands :

وتشمل الزوائد والشعيرات، تنشأ من البشرة أو من مناطق وخلايا عميقة في الأوراق والأزهار مثالها الشعيرات الغذية في (***Lamium oriental***) (**الشكل07-الصور ة01**). وقد تكون الشعيرات مفردة أو متعددة الخلايا أي مركبة ذات رأس متضخم محمول على حامل نحيف، مؤلف من صف واحد من الخلايا وقد تكون على شكل حراشف أو شعيرات درعية، وقد تفرز مواد لزجة وتسمى الزوائد **colleters or trichomes.**

وهناك الشعيرات اللاسعة لنبات القريص أي الحريق (***Urtica urens* : Nettle**)حيث أن لها ميكانيكية خاصة لإطلاق محتوياتها، فالشعيرة هي عبارة عن أنبوبة شعرية متكلسة عند القاعدة فيها سيليكا في نهاياتها العليا ويوجد في الأسفل ما يشبه الكيس مغمور في خلايا البشرة ومرتفع شيئاً ما فوق السطح وتحمل في نهاياتها العليا قمة كروية والتي تنكسر عند ملامستها لجسم معين، وتدخل الحافة الحادة جسم الإنسان مطلقة محتوياتها داخل الجرح. وتحتوي المادة على مركبات الهستامين **histamine** والأستيل كولين-**acyetyl choline** .

6. **خلايا البشرة الإفرازية:** هي جزء من خلايا البشرة تخصصت في عملية الإفراز حيث تقوم بإنتاج مواد مختلفة مثل الزيوت العطرية الأملاح و السكريات **(Buvat، 1989).**

ثانيا:التراكيب الافرازية الداخليةInternal secretory structures: وهي تراكيب توجد بداخل الأنسجة تحفظ المواد الإفرازية بداخلها مثل :

1. **الخلايا الإفرازية Secretory cells :**

وهي خلايا برانشيمية تنتج مواد إفرازية مختلفة مثل الصموغ و البلسم والراتنج والزيوت والتانينات**Tanin** المواد الهلامية والبلورات، وهي خلايا متميزة و مختلفة عن الخلايا التي تجاورها وهي متساوية الأقطار أو متطاولة أو تشكل أكياس أو أنابيب متفرعة، والخلايا الحاوية على هذه المواد تدعى بالخلايا الزيتية والسايتوبلازم فيها عديم النواة ويكون رغوياً، تتكون هذه الخلايا في كافة أجزاء النبات التكاثرية والخضرية(**جبر و غيره، 2001 ، الدعيجي، 1995).**

2. **القنوات اللبنيةLaticifers** : و هي إما خلايا فردية أو مجموعة خلايا التحمت مع بعضها مشكلة قنوات، يتواجد اللبن النباتي**latex** داخل الخلايا الحية و هو خليط من مواد بروتينية، سكرية، صموغ و أملاح معدنية أو مطاط يكون بلون أصفر أبيض و أحمر، وتكون التراكيب التي تحتويها أحادية أو عديدة الخلايا المتصلة، كما يمكن أن تكون بشكل قنوات نتيجة لتحلل الجدر العريضة بين الخلايا و تبقي العضيات تسبح في القناة و تقسم القنوات اللبنية حسب تركيبها إلى:

- ✓ **قنوات لبنية بسيطة**: و هي خلايا فردية تحتوي اللبن النباتي.
- ✓ **قنوات لبنية مركبة** : تتكون من اتصال عدد من الخلايا مكونة أنابيب بعد زوال الجدر العرضية، و يمكن أن تكون متفرعة مفصلية **Articulate laticiferes**كما في نبات العليق الموزو الخس. ويمكن أن تكون هذه

القنوات غير مفصلية **Non articulate laticiferes**حيث تكون مشكلة من خلية واحدة تمتد لمسافات طويلة بعد استطالة الخلية كما في نبات **Euphorbiasp**(**الشكل 07-الصورة05**)، و يمكن أن تكون متفرعة (**الدعيجي، 1995**).

3. الجيوب الإفرازية Secretory spaces : تتشكل من عديد من الخلايا الإفرازية تحيط بتجويف تطرح به موادها، كما هو الحال في قشرة الحمضيات التي تفرز جيوبها زيوتا عطرية . وتشتمل على ما يلي :

- ✓ **غدد انقراضي Lysigenou scavity**: تتكون نتيجة لتمزق القليل من الخلايا تاركة فراغا أو تجويفا يشبه القناة كما في القرنفل (**الشكل07-الصورة03**).
- ✓ **غدد انفصالية Schizogenou scavity**: تنتج عن تباعد جدر بعض الخلايا عن بعضها أثناء تشكيل المسافات البينية كما في قنوات الصنوبر(**الشكل07-الصورة04**).
- ✓ **غدد انقراضية انفصالية Schizo-Lyzogenous cavities:** تتكون من انفصال بعض الخلايا المجاورة لبعضها أولا ثم تمزق بعض منها كما في القنوات الزيتية للموالح.

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

أولا : الخشب Xylem tissue

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

1. **الأوعية الخشبية Xylem vessels**

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

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

1– حلقيAnnular 2– حلزونيSpiral 3– سلميScalariform 4 – شبكيReticulate 5 – منقرPitted

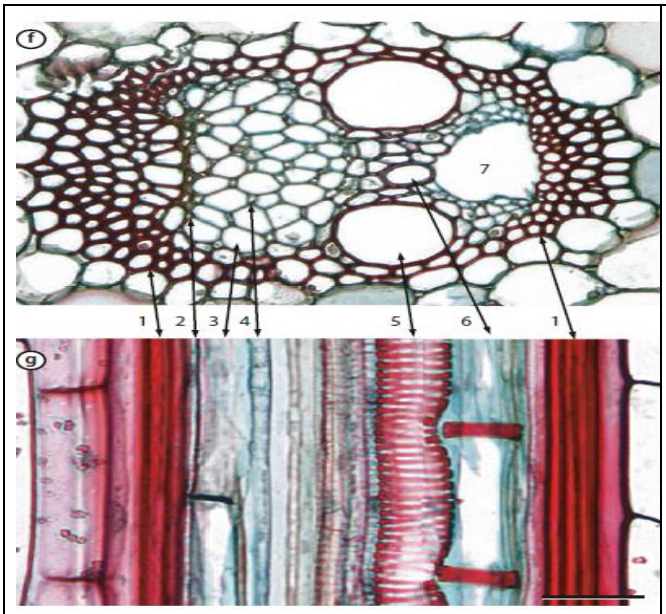
وتكون الأوعية في الخشب الأول أقل قطراً من أوعية الخشب التالي ، كما أن التغلظ في الأولي يكون حلقياً أو حلزونياً، بينما يكون في أوعية الخشب التالي سلمياً أو شبكياً أو منقرا نتيجة لأن الوعاء ينقل الماء والملاح من أسفل إلى أعلى أي في اتجاه مضاد لإتجاه الجاذبية الأرضية، فلذلك ينشأ ضغط على الجدر الجانبية،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

1-تغلظ سلمي

2 تغلظ حلزوني

3-تغلظ شبكي

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



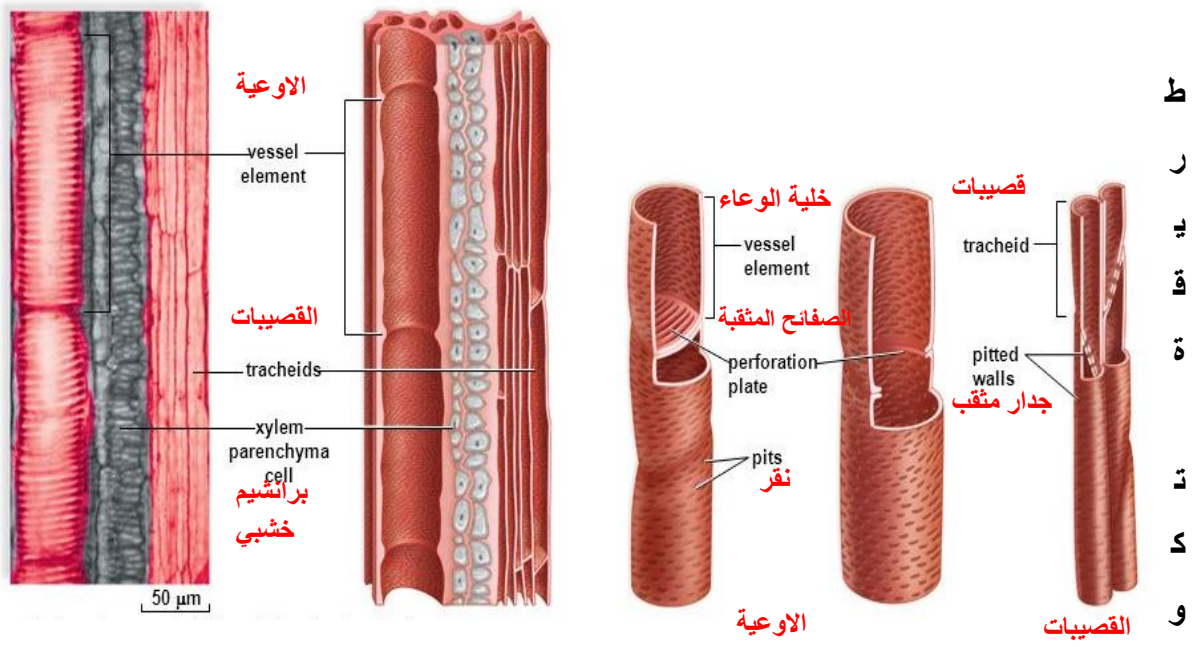
1-السكليرونشيم

3- الانابيب الغربالية

4-الخلايا المرافقة

5-اوعية سلمية

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



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

الشكل 08: مكونات الخشب

الوعاء Cambium differentiation : يحدث على مستوى الكامبيوم انقسامات مماسية ومحيطية تحضيرا لإنتاج العناصر التوصيلية للخشب واللحاء (**الشكل 08-الصرة02**) ، وانطلاقا من خلايا الكامبيوم الناتجة يحدث في بداية التمايزالتدريجي تمدد الخلايا ثم تشكل الجدار الخلوي بعد ذلك يتمزق الغلاف الفجوي الذي سوف يؤدي إلى تخريب الكروموزومات و بقية العضيات والذي يسمى بالتحلل الذاتي التام، كما تتلاشى الجدر المستعرضة بين عدة خلايا متراصة فوق بعضها في محور رأس واحد يسمى كل منها وحدة وعائية والتي منشؤها البروكامبيوم أو انقسام الكامبيوم (**الشكل 08-الصورة 01**) (**Bollho¨ ner.et al ,2012**)

2. **القصيبات Tracheids:**

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

3. **ألياف الخشب Xylem fibers:**

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

4. **برانشيم الخشب Xylem parenchyma :**

وهي خلايا حية توجد في نسيج الخشب وتبدو مضلعة في القطاع العرضي، وليست بينها مسافات بينية، والجدار سليلوزي في الخشب الابتدائي ولكن يكون لجنيني سميك في الخشب الثانوي ووظيفتها تخزين المواد الغذائية التي يستعملها النبات أثناء فصل النمو و المساهمة كذلك في عملية التوصيل.

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

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

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

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

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

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

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

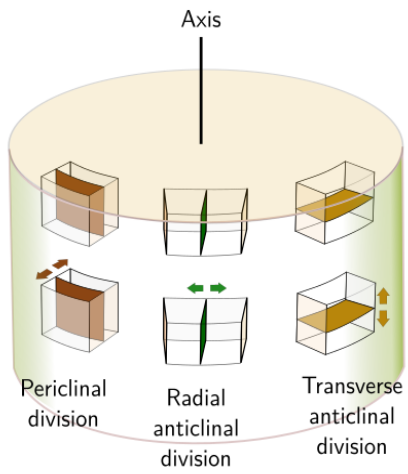
ب . ذات جانب واحد مغلقة Closed colateral: وفيها يوجد الخشب بجانب اللحاء على نصف قطر واحد ولا يوجد الكامبيوم كما في ذوات الفلقة الواحدة .

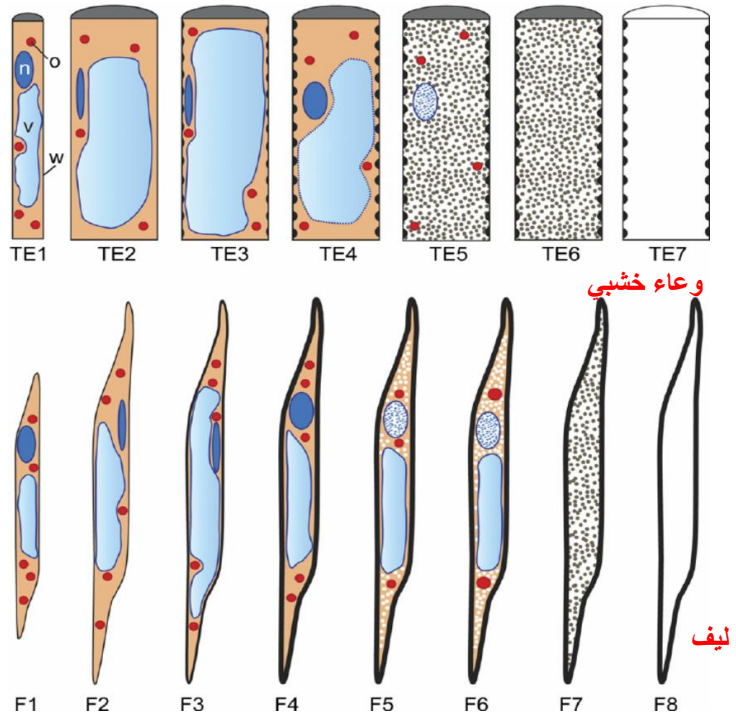
ج – ذات الجانبين: حيث يوجد الخشب بين لحائين أحدهما خارجي ويفصله عن الخشب كامبيوم وعائي والآخر داخلي لا يفصله عن الخشب كامبيوم كما في القرع.

الخشب الإبتدائى(الأولي) Primary wood:

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

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





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

الشكل09: تمايز الكامبيوم الأولي الى اوعية

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

1- تمايز الاوعية:

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

2- تمايز الالياف:

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

ثانياً :نسيج اللحاء Phloem:

نسيج اللحاء نسيج مركب يتكون في النباتات مغطاة البذور من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وألياف لحائية وبرانشيمية لحاء، ويتكون في النباتات عاريات البذور من خلايا غربالية وألياف لحائية وبرانشيمية لحاء .

والوظيفة الرئيسية لنسيج اللحاء هو نقل المواد الغذائية (المركبات الكربوهيدراتية) المصنعة في الأوراق إلى باقي أجزاء النبات. كما تقوم أليافه بالتدعيم وخلاياه البرانشيمية بالتخزين .

العناصر الغربالية: هي العناصر الرئيسية الموصلة للمواد الغذائية في النباتات الوعائية وتشمل الخلايا و الأنابيب الغربالية:

الخلايا الغرباليةSeive cells: خلايا طويلة رقيقة الجدر مستدقة في نهايتها متوضعة فوق بعضها، جدرها العرضية مائلة تتواجد بها العديد من الثقوب الضيقة تتصل من خلالها الخلايا المتجاورة و هي تميز عاريات البذور(**الشكل10-الصورة1و2**).

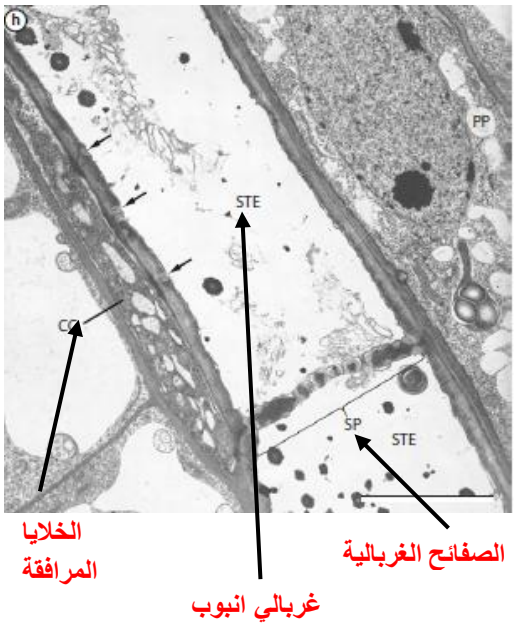
2 - الأنابيب الغربالية :Sieve tubes

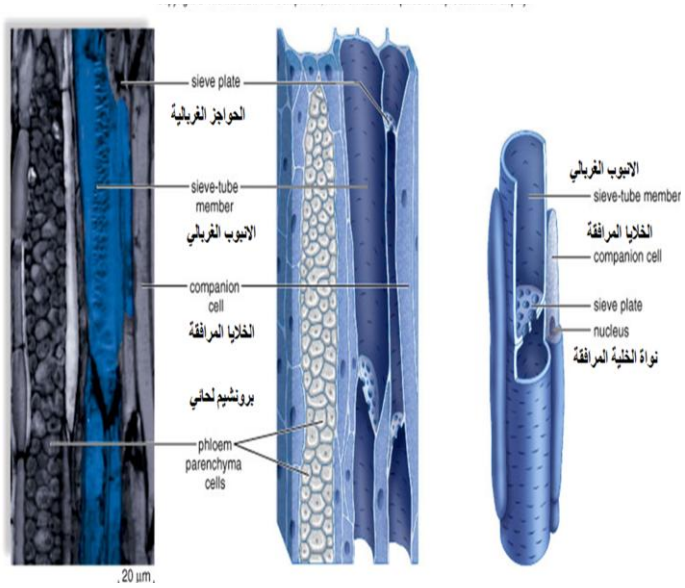
وهي عبارة عن صف من خلايا مستطيلة ذات جدر سليلوزية رقيقة تترتب فوق بعضها طولياً كما يفصل بينها حاجز غربالي مثقب وأحياناً يكون هذا الحاجز مائلاً. وهي خالية من النواة تتشكل بها صفائح غربالية مائلة لتسمح للأنابيب الغربالية بأداء وظيفتها : حيث أنها تنقل العصارة الناضجة المجهزة من الأوراق وتوزعها على جميع أجزاء النبات أي إلى الأسفل، فيلاحظ وجود حواجز غربالية تبطيء من سير العصارة حتى يمكن توزيع العصارة على جميع أجزاء النبات و هي تميز نباتات كاسيات البذور.

يبدأ تمايز الكامبيوم لإعطاء العناصر الغربالية باستطالة الخلية المرستيمية و زيادة حجمها و تمايز عضياتها ثم انقسام الخلية المرستيمية إلى قسمين أكبرهما يكون الأنبوب الغربالي الذي يفقد نواته و يتشكل به الصفاح الغربالية المثقبة، التي تسمح بانتقال النسغ الكامل بين خلايا الأنبوب الغربالي حيث تترتب خلايا الأنبوب الغربالي فوق بعضها في سلسلة كبيرة وأصغرها يتمايز الى خلية برانشيمية تمثل الخلية المرافقة (**الشكل 10-الصورة03**) (**الدعيجي، 1995**،*Mader* et Windelspecht, 2010**).**

2 – الخلايا المرافقة :Companion cells

وتسمى هكذا لأنها ترافق تماماً الأنابيب الغربالية حيث أنهما ينشآن من أصل واحد، وهي خلايا برانشيمية حية غنية بالبروتوبلاست ويوجد بكل منها نواة والجدار رقيق سليلوزي، وتقوم الخلية المرافقة بضبط توصيل العصارة خلال الأنابيب الغربالية. وتوجد الخلايا المرافقة في نباتات مغطاة البذور ولا توجد في عاريات البذور أو التريديات .

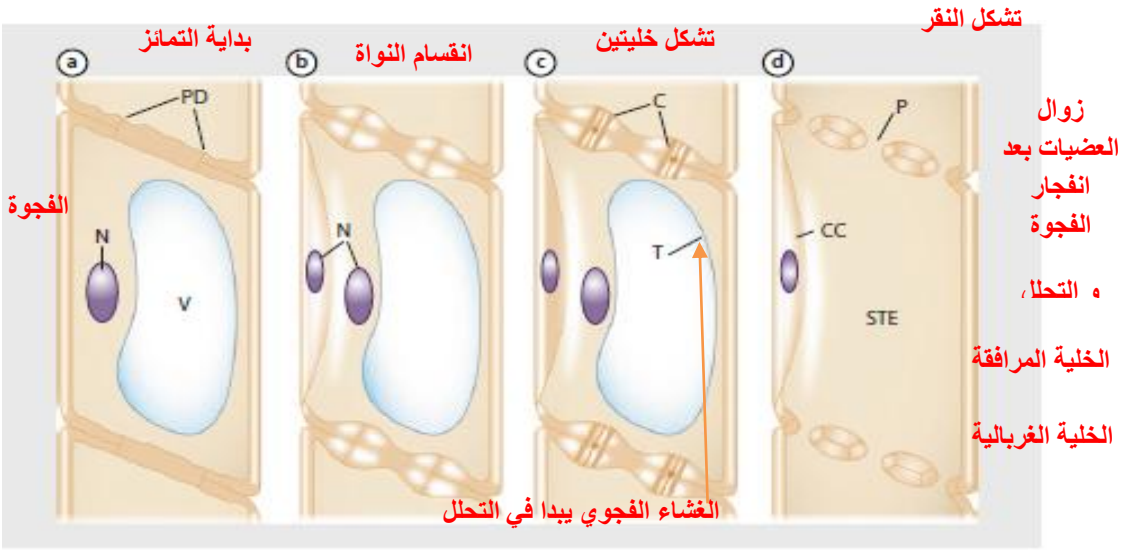




الصورة 02: مقطع طولي لساق Arabidopsis بالمجهر الالكتروني (Crang et al,2012)

الصورة 01: مقطع طولي في اللحا (*Mader et* Windelspecht,2010)

.



الصورة03: تمايز الكامبيوم الاولي الى انابيب غربالية و خلايا مرافقة

الشكل 10: مكونات اللحا (*Mader* et Windelspecht, 2010)

3 – برانشيمية اللحاء :Phloem parenchyma

وهي تشبه إلى حد كبير برانشيمية الخشب فهي خلايا حية جدارها سليلوزي توجد به نقر بسيطة. وتقوم باختزان المواد الغذائية العضوية وقد يترسب إلى جدارها اللجنين في اللحاء الثانوي القديم وتوجد برانشيمية اللحاء في كل النباتات الوعائية عدا النباتات ذوات الفلقة الواحدة .

4 - ألياف اللحاء Phloem fibers: توجد باللحاء الإبتدائي واللحاء الثانوي، وظيفتها دعامية بحتة ولا تختلف عن ألياف الخشب إلا في موقعها.

اللحاء الإبتدائيPrimary phloem

ينشأ اللحاء الإبتدائى، مثل الخشب الإبتدائى، من الكامبيوم الأولي، ويتميز إلى لحاء أولى **Protophloem** ولحاء تالى**Metapholem** كما الحال فى نسيج الخشب الابتدائى، يتعذر وضع حدود فاصلة دقيقة بين اللحاء الأولي واللحاء التالى، يمثل اللحاء الأول نقطة البداية فى تكشف اللحاء الإبتدائى بجسم النبات الإبتدائى، وينشأ في مرحلة مبكرة أثناء نمو عضو النبات في الطول، مما يؤدي إلى تحطمه وتوقفه عن القيام بوظيفته بعد فترة قصيرة من تكوينه، أما اللحاء التالي فإنه ينضج بعد نهاية مرحلة النمو في الطول لعضو النبات.

اللحاء التالي نسيج معقد يحتوى على أنابيب غربالية وخلايا مرافقة برانشيمية وأخرى اسكلرنشيمية فى صور ألياف أو أحياناً اسكلريدات، يتحطم اللحاء التالي ويمتص أمام ضغط اللحاء الثانوي فى النباتات التى يحدث فيها نمو ثانوي. الأنابيب الغربالية فى اللحاء التالي تكون أكثر اتساعاً منها فى اللحاء الأول.

2.2.المرستيم الثانوي و النمو الثانوي

1.6-أنواع النمو في النبات :

1- 1-النمو الإبتدائيPrimary growth

ويحدث في جسم النبات من وقت نشوء الجنين من المرستيماتالقميةApical meristemأو البينية أحيانا **Intercalary meristem**ويدعى جسم النبات المتكون في هذه الفترة بجسم النبات الإبتدائي **primary plant body**أما الأنسجة فتسمى بالأنسجة الإبتدائية**(Primary tissues)** ويحدث في معظم ذوات الفلقة الواحدة والنباتات الحولية من ذوات الفلقتين والنباتات الوعائية الدنيا**(Vascular cryptogamous)**

1-2 النمو الثانوي Secondary growth

يحدث بفعل مرستيمات ثانوية (جانبية) هي الكمبيوم الوعائي**Vascula rcambium**والكمبيوم الفليني **Cork cambium**ونتيجة لحدوث النمو الثانوي يتكون جسم النبات الثانوي **Secondary plant body**والأنسجة المتكونة تدعى الأنسجة الثانوية**Secondary tisses**، يحدث النمو الثانوي في معراة البذور ومعظم ذوات الفلقتين .

2.2.الأنسجة الثانوية

6.2-اللحاء الثانويSecondary phloem:

وهو موجود في كلا من معراة البذور وذوات الفلقتين وهو ينشأ من الكامبيوم الوعائي كما هو الحال في الخشب الثانوي وهو يتكون إلى خارج الكامبيوم وهو يشكل جزءاً صغيراً من الساق والجذر والفرع مقارنة بحجم الخشب الثانوي المتكون في نفس الفترة وهو يتمزق ويفقد وظيفتة وينعزل عن بقية الأنسجة الداخلية بعد مرور سنة بسبب تكوين البشرة المحيطيةperiderm= bark ويسقط دورياً على شكل قلف **bark rhytidom**كما يشاهد في الأشجار وهو يترتب في نظامين هما :

أ –**النظام العمودي المحوريVertical system :** يقوم بعمليات النقل العمودي للمواد الغذائية وهو يتكون من وحدات الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة والألياف وخلايا برنشيمية ممتدة بصورة موازية للمحور.

ب- النظام الشعاعي Ray or horizontal system: ويقوم بنقل المواد الغذائية قطرياً أو شعاعياً وهو يتألف من خلايا برنشيمية هي التي تشكل ما يسمى بالأشعة اللحائية.

6.3-الخشب الثانويSecondary xylem :

ويمكن مشاهدة هذا النوع من الخشب في النباتات معراة البذور وذوات الفلقتين وهو ينشأ من الكامبيوم الوعائي .**V.C**الذي يتكون بدوره من مبادئ مغزلية وشعاعية وينتج عن نشاط هذا الكامبيوم تكوين عناصر الخشب الثانوي كالقصيبات والأوعية والألياف والخلايا البرنكيمية مرتبة في نظامين هما:

أ- النظام العمودي Vertical system : الذي يضم عناصر ذات وظائف توصيلية الى الأعلى وميكانيكية توفرها البادئات المغزلية.

ب- النظام الشعاعي الافقي Horizontal ray system : ويضم عناصر تكونت من بادءات شعاعية قصيرة، ويكون النظام الأفقي الشعاعي أو الاشعة النخاعية **Medullary ray .**

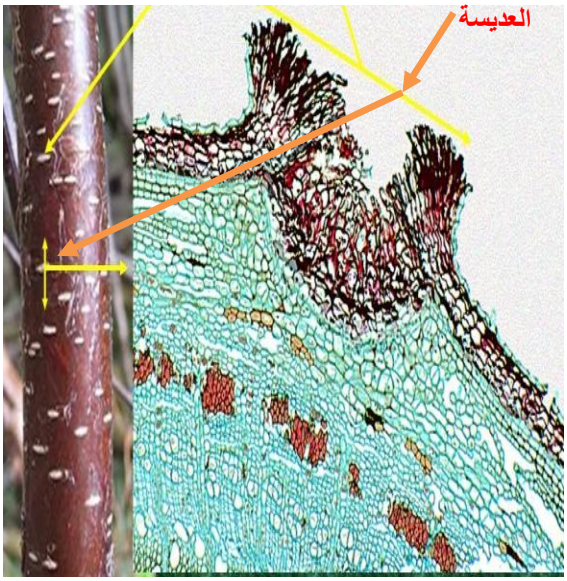
6.4 نسيج البريديرم (الأسجة الواقية الثانوية Periderm)

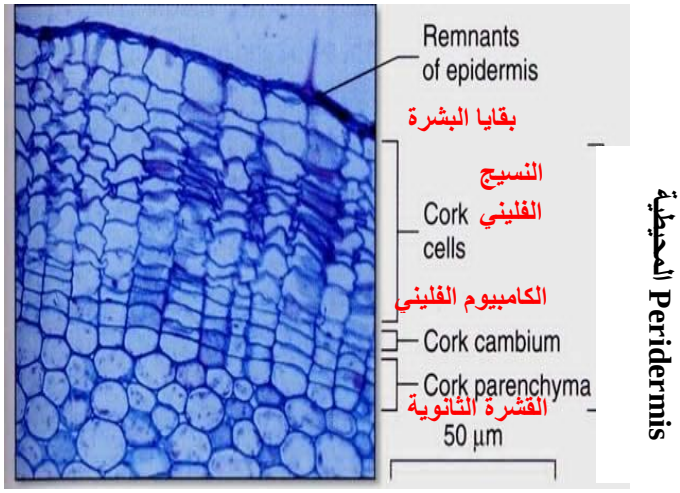
نسيج البريديرم نسيج وقائي ثانوي المنشأ يحل محل بشرة السيقان والجذور المستمرة في النمو عرضاً، وينشأ البريديرم من الكامبيوم الفليني، وهو نسيج مرستيمي ثانوي مكون من طبقة واحدة من الخلايا تنشأ من تحول خلايا البشرة أو القشرة أو البريسيكل إلى خلايا مرستيمية، وتنقسم خلية الكامبيوم الفليني انقساماً مماسياً إلى خليتين الخارجية تستكمل نضجها متحولة إلى خلية فلينية، وتبقى الداخلية مرستيمية وهذه بدورها تنقسم إلى خليتين الداخلية تستكمل نضجها متحولة إلى خلية برانشيمية والخارجية تبقى مرستيمية وهكذا يتكرر الإنقسام وتكون النتيجة النهائية تكوين النسيج الفليني خارجياً وتكوين نسيج القشرة الثانوية داخلياً وعلى ذلك فإن نسيج البريديرم يشمل الفلين والكامبيوم الفليني والقشرة الثانوية **(الشكل11-الصورة01)** .

خلايا الفلين عند نضجها تكون ذات جدر ثانوية سميكة مغلظة بمادة السوبرين الغير نفوذة للسوائل والغازات وتصبح ميتة، وهي ذات شكل مفلطح ومنضغط . وتعمل طبقة الفلين على حماية أنسجة النبات الداخلية كما تعمل

على منع أو تقليل فقدان الماء منها وكعازل حراري يقلل من تأثير التغيرات الحرارية الخارجية عليها.ويستعمل الفلين كسدادات للقوارير ويؤخذ من نبات البلوط الفليني(**جبر و غيره ،2001.الدعيجي، 1995) .**

ونظراً لأن الفلين لا يسمح بمرور الغازات بسهولة مما ينتج عن صعوبة تنفس أنسجة النبات الداخلية فإن الكامبيوم الفليني لا ينتج عنه دائماً خلايا فلينية للخارج بل في بعض المناطق وتحت الثغور عادة يعطي بدلاً من الفلين نسيج مفكك مكون من خلايا برانشيمية رقيقة الجدر تنفصل بينها مسافات بينية وتعرف هذه المناطق بالعديسات وتعتبر هذه الأخيرة فتحات تهوية تنظم عملية التبادل الغاز على مبين النسيج الداخلية والوسط المحيط (**الشكل11-الصورة02) (Murry , 2004).**





الصورة 01:البشرة **الصورة 02: العديسات** lenticel

الشكل 11 البشرة المحيطية والعديسات (Murry, 2004-)