

## المحاضرة السادسة والسابعة

### المكتنفات غير الحية في الخلية

أولاً- الفجوات: تظهر في السيتوبلازم فجوات كبيرة فارغة وهذه الفجوات تصغر في الخلايا الجنينية . أهم مكونات الفجوة:

- ١- الأملاح والمواد المعدنية : NaCl ، اليود ، النترات ، فوسفات معدنية
- ٢- أحماض وأملاح عضوية : حمض المالك ، حمض الأوكزاليك ، أوكزالات البوتاسيوم ، أوكزالات الكالسيوم ، أوكزالات الصوديوم .
- ٣- السكريات: الغلوكوز بكمية قليلة ، السكروز بكمية أكبر كما في الشوندر وقصب السكر ، بعض الأصبغة الأنثوسيانية .

٤- المواد التانينية : فلافونيك الأحمر يعطي اللون الأحمر للفجوة

٥- البروتينات: إما أحماض أمينية أو بروتينات بسيطة.

وظائف الفجوات: - نقل المواد المنحلة من محيط الخلية إلى مركز التصنيع وبالعكس

- طرح الفضلات خارج الخلية

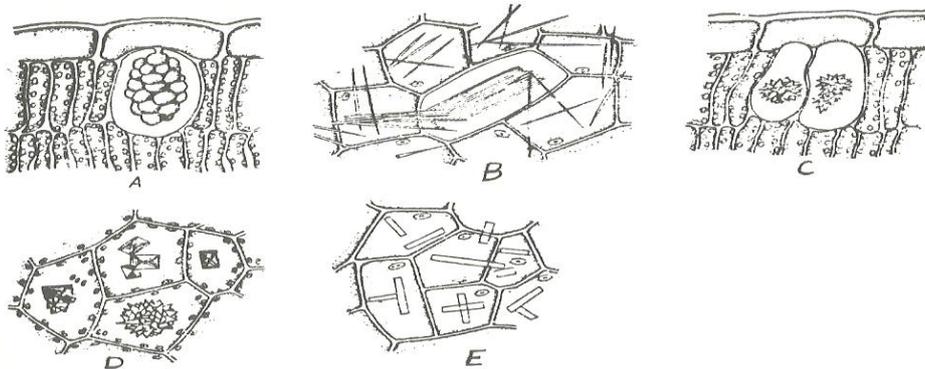
- هضم بعض المواد الغذائية

### ثانياً- المواد المتبلورة:

تحوي كثير من الفجوات النباتية على بللورات مختلفة الحجم والشكل فهي على شكل حزم كما

في خلايا نبات المكحلة وعصوية في بشرة البصل أو على شكل عنقودي معلق كما في نبات

المطاط أو على شكل نجمي كما في نبات البيغونيا .



شكل (33)

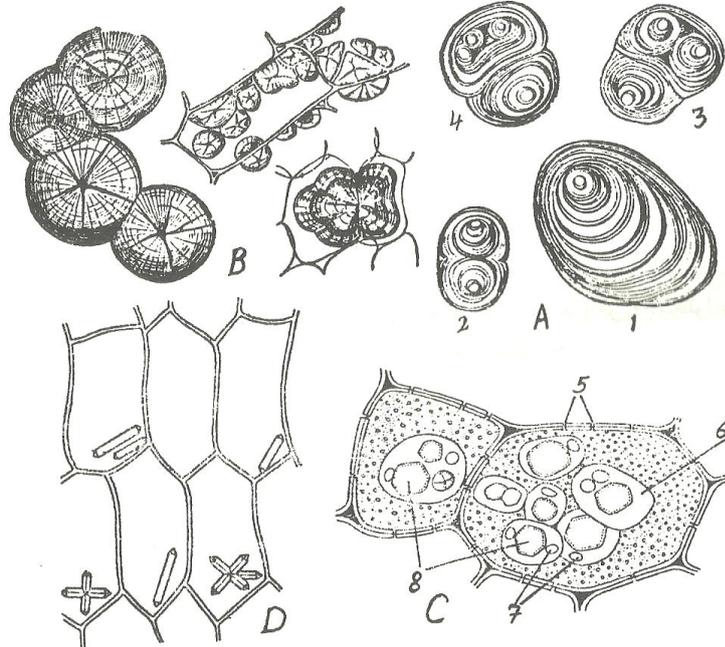
بللورات مختلفة في العصارة الخلوية

A - عنقود في إحدى خلايا ورقة التين الشائع (Ficus carica) ، B - حزم من البللورات الإبرية في خلايا ورقة المكحلة الفيرجينية (Tradescantia virginica) . C - بللورات قنفذية في ورقة أحد أنواع التين ، D - بللورات قنفذية وبسيطة في خلايا معلق ورقة البيغونيا E - بللورات بسيطة في خلايا الحراشف اليابسة لبصلات البصل . (Allium cepa)

## ثالثاً- المواد غير المتبلورة:

### أ- النشاء:

- يتواجد داخل الخلية وهو أهم مركبات الخلية الخضراء وهناك نوعان منه :
- نشاء أولي ناتج عن الاصطناع الضوئي ويوجد في الصانعات
- نشاء اختزاني أو ثانوي: يتركز في الصانعات البيضاء Leucoplasts والمسماة عندئذ amyloplastes وهناك ثلاثة أنواع من الصانعات النشوية :
- بسيطة ذات سرّة جانبية أو مركزية محاطة بدوائر نشاء.
- حبيبة ذات سرتين نصف مركبة ، كل سرّة تحاط بدوائر .
- حبيبة مركبة ناتجة عن تجمع ثلاث أو عدة حبيبات نشاء لكل منها سرّة ودوائرها المتخصصة ويعود التطبيق والاختلاف في الدوائر باختلاف نوعي النشاء الأميلوز يمتص الماء والأميلوبكتين الأقل امتصاص للماء.
- أما شكل الحبيبات يختلف باختلاف النوع النباتي فمنها البيضوي ( البطاطا ) والمستطيل ( الموز ) والكروي ( القمح ) والمضلع ( الذرة).



شكل (32)

#### مركبات إيدخارية في الخلية النباتية

- A- حبات نشاء في درنات البطاطا، B- بللورات سكر الأنولين في درنات الأضاليا،
- C- حبات الأورون في خلايا سويداء بذرة الخروع، D- بللورات موشورية بسيطة من حماضات الكالسيوم في خلايا حراشف البصل اليابسة.
- 1- حبة نشاء بسيطة، 2- حبة نشاء مضاعفة، 3 و 4- حبات نشاء مركبة.

## ب- البروتين:

- حبيبات مكونة من مادة بروتينية غنية بالألبومين تسمى حبيبات الأولورون وهي شكل متبلور غير محدد لها شكل سداسي أو ثماني تنتفخ بالماء وتذوب في القلويات . لها عدة أنواع:
- حبيبات بسيطة : بدون أي جزئيات متميزة كما في النجيليات.
  - حبيبات متميزة : حيث تتميز بمركز ذو طبيعة بروتينية له شكل بللوري وطبقات بروتينية تحيط به . مثل البقوليات
  - حبيبات متميزة مع بللورات كالخروع حيث تتميز بوجود بللورات ثمانية أو سداسية ذات طبيعة بروتينية
  - حبيبات بروتينية ذات بللورات من أوكزالات الكالسيوم مثل الفصيلة الخيمية.

## ج- حبيبات الدهن:

- هي حبيبات عاكسة للضوء خليط من الدهون والجليسريد السائل ( حموض دهنية ، سترول، فوسفاتيد) توجد في البذور الزيتية( خروع، قطن، فول الصويا، الزيتون، الذرة) تذوب في الكلوروفورم والأثير والبنزين.

## د- التانينات:

- مواد غير متجانسة من المركبات لها ألوان مختلفة كالأحمر أو الأصفر أو البني تكثر في النسج والأوراق والفاكهة غير الناضجة وفي أغلفة البذور والجدر الخلوية والفجوات لها طعم قابض

## هـ- الزيوت الطيارة:

- تكون في وسط السيتوبلازما للخلايا البارانشيمية ويمكن أن تتجمع في خلايا تحت القشرة أوفي غدد خاصة

## و- الصمغ:

- مواد لزجة معقدة تنتج عن أكسدة الزيوت الطيارة ، تذوب في مذيبات الدهن ، ويمكن أن تبقى في الخلية أو تفرز خارجها بشكل أقنية تتكون في السيتوبلازما .

## ز- اللين النباتي:

- مكونات مختلفة عن الزيوت والأصماغ بشكلها اللبني وتركيبها الكيميائي معقد وشكلها مستحلب تلاحظ عند الفصيلة التوتية وبعض النباتات الرعوية.

## - المواد الفيزيولوجية النشطة:

- البروتينات: وتشمل كافة الكائنات الحية على عدد كبير من البروتينات هذه هي الجزء النباتي الأساسي في السيتوبلازم والنواة والأنزيمات وتستهلك الكائنات الحية ٢٢ حمضاً أمينياً
- الأنزيمات: وهي منشطات ذات طبيعة بروتينية.

### - الهرمونات النباتية Phytohormones :

وهي متعددة منها للنمو كالأوكسين Auxine والجبيرلينات Gibberellins ينشط الأوكسين خلايا النسيج النشطة ويدفعها للانقسام .

### - الفيتامينات: Vitamins :

مركبات عضوية وله دور منشط ويرمز بالأحرف الأبجدية وتتصف بعض الفيتامينات بقدرتها على الانحلال في الماء مثل فيتامين B-C-PP-H وقسم ينحل في الدسم D-A-E ويعرف حالياً ٤٠ من الفيتامينات.

### - المضادات الحيوية Antibiotics والمبيدات النباتية Phytoncids :

تضم مركبات عديدة ومضادة للجراثيم وتتواجد هذه المواد بشكل غازي والسائلة والصلبة . وهي متنوعة في التركيب ولعل البنسلين هو مثال والستربتوميسين والنتراسيكلين وهي تؤثر بشكل نوعي على البكتريا .

### الجدار الخلوي:

يعد الغلاف الخلوي السللوزي ( Cellulosis membrane ) أحد الصفات الأساسية المميزة للخلايا النباتية وهو أحد نواتج ترسب البروتوبلاست ، وهو يقوم بعدد من الوظائف الفيزيولوجية والدفاعية والاستنادية.

تطور وبنية جدار الخلية:

يلاحظ بعد الطور الرابع في مستوى انقسام الخلية تشكل حاجز فرغمو بلاست (Fragmoplast) وذلك بعد هجرة الصبغيات وهذا الحاجز هو الفاصل بين الخليتين وفي الجزء المركزي من الفراغمو بلاست تتشكل الصفيحة المتوسطة وتبدأ من المركز نحو المحيط ويلاحظ نشاط لجهاز غولجي فتقترب الفقاعات البكتينية من الفراغمو بلاست وتفرز محتواها في المنطقة المركزية على شكل قطيرات وتشكل صفيحة بكتينية مشتركة وهي فاصل بين خليتين وتتألف من بكتات البوتاسيوم والكالسيوم وذات بنية غروية هلامية وتستمر زمناً طويلاً بين الخلايا كمادة ملاطية وتقوم الخلية الحديثة ببناء وتكوين الغلاف الأولي على جانبي الغلاف المتوسط ( Primary membranes ) فتفرز المواد البكتينية ويشارك السيللوز بنسبة تصل ١٠-١٢ % بالإضافة إلى الهيمي سللوز والماء . وهكذا ينمو الغلاف الأولي بإدخال مواد نباتية جديدة على جانبي الصفيحة وتسمى هذه الطريقة في النمو بالبناء الترصيعي ويتشكل غلاف خلوي آخر على جانبي السطح الداخلي من الغلاف الأولي وتؤدي عملية ترسب وتراكم طبقات هذا الغلاف إلى نمو الجدار الخلوي سماكة ويسمى هذا النمو بالترصيعي عن طريق ترسب طبقات جديدة سطحي

الغلاف ويتكون من ثلاث طبقات سيللوزية ذات ألياف حلزونية متعاكسة ولاحظ تشكل الغلاف في الخلايا النشطة، وتلاحظ في الخلايا المشكلة للأوعية الناقلة.

وتعتبر السكريات المتعددة كالسيللوز والهيمي سللوز والمواد البكتينية هي الأساس البنيوي الرئيسي للجدار الخلوي • ويتصف السللوز بالمرونة والمتانة والاستقرار الكيميائي ويملك صيغة مشابهة للنشاء (  $C_6H_{12}O_5$  )<sub>n</sub> وتتصف السلاسل السللوزية بشك متواز ولها بنية ثلاثية الأبعاد ويرتبط من ( ٤٠-٦٠ ) سلسلة ليتشكل ما يعرف بالفينيات الأساسية ذات البنية البلورية وتتحد فتيات مع بعضها لتشكل الليف الدقيق وهو الوحدة النباتية السللوزية في الجدار الخلوي ولها شكل عصوي دقيق وتتجمع الليفات لتشكل الليف ( Fibrilla ) وتنتشر بين الليفات مادة بكتينية .

#### النقر - القنيوات ( Pits ):

تقطع في الغلاف الثانوي ولها شكل كروي وأبعاد غير متساوية حيث تخلو مكان النقر من ترسبات الغلاف الثانوي وتوحد الخلايا وتلاحظ النقر مع تراكم الغلاف الثانوي وتشاهد النقر البسيطة في الخلايا البرانشيمية وتشكل قنيوات اسطوانية وتلاحظ النقر الهالية ( المطوقة ) في عناصر الخشب الناقلة كالقصييات ( Tracheases ) والقصييات ( Tracheids ) وتأخذ منظراً هرمياً أو قمعياً .

التبادلات في الغلاف الخلوي:

#### ١ - التخشب ( Lignification ) :

تشرب الجدار لمادة الخشبين (Lignin) ويزيد من قساوة الخشب وكثافته وقلة مرونته ويمكن أن يتحلل الخشب عندما تتحل مادة الليفين.

#### ٢ - التفلن ( Suberification ):

ترسب مادة الفلين وتغطية الجار الخلوي ( Suberin ) أو قريبة من الشحوم وهو مركب كاره للماء ويتألف من سلاسل من الحموض الدسمة المشبعة ويتواجد في النسج الواقية.

#### ٣ - التفشرن ( Cutinization ) :

Cutin مواد شبيهه بالشحوم وهو خامل جداً ويتوضع بشكل طبقات ويحفظ النبات من التبخر الشديد ويحميها من الطفيليات ويمنع الأشعة تحت البنفسجية.

#### ٤ - التمدن ( Mineralisation ) :

تشرب الجدار بمواد معدنية كأكسيد السيلسيوم وفحمات الكالسيوم وقد تنتشر بالأوبار وهي بالتالي تؤمن حماية للنبات من الرعي.

## ٥- التهلم:

ناتجة عن تهلم السللوز والبكتين . مواد معقدة كالمخاط النباتي (Mucilage) والصبوغ (Gommes) مركبات سكرية قريبة من المواد البكتينية.

### أهمية الجدار الخلوي:

- ١- الدفاع عن الخلية من الظروف الغير ملائمة.
- ٢- انتصاب النبات وإعطاء النبات شكله الأساسي
- ٣- يساهم في نمو النباتات.
- ٤- هو الوسط الخارجي للخلية وتبادل الشوارد
- ٥- وسط للتبادل الكاتيوني
- ٦- تسهل نقل المواد عبر فراغات الجدر الخلوية.

## المحاضرة الثامنة والتاسعة

### التمايز الخلوي Differentiation:

قد ترافق التحول في الحياة للنباتات من الحياة المائية إلى حياة اليابسة عملية حيوية أساسية لا تلاحظ بشكل واضح في النباتات المائية وهي عملية التمايز الخلوي (Differentiation) التي تؤدي التخصص العضوي لكل نسيج ويختلف النشاط الحيوي بين نسيج وآخر وبهذا ارتقت النباتات الراقية سلم التطور من خلال بنية عضويتها المؤلفة من عدة طبقات من الأنسجة المعقدة بنيوياً وفيزيولوجياً . فيلاحظ الأعضاء الأساسية / جذر - ساق - أوراق / وأعضاء متحوره ( أزهار - درنات - أبصال) وهذه الأنسجة مؤلفة من خلايا متخصصة في كل نسيج لها نشاط فيزيولوجي ومواصفات محددة لذات النسيج والتي يمكن حصرها بالآتي:

١- بنية مورفولوجية واحدة.

٢- وظائف فيزيولوجية موحدة.

٣- أصل عام واحد.

ويمكن تعريف التمايز الخلوي: " بأنه اختصاص الخلية النباتية بوظيفة فيزيولوجية معينة وتكتسب بنية مورفولوجية واضحة ومحددة المعالم ."

#### مراحل التمايز الخلوي هي الآتي:

١- توقف الانقسام الخيطي - امتداد الطور البيني لفترة طويلة

٢- امتداد تطور الخلية وتغير شكلها وتتحد فجواتها في فجوة واحدة

٣- تضخم الخلية ونقصان العلاقة النووية البلاسمية

٤- تمايز الصانعات إلى أشكال مختلفة

٥- تشكل فراغات بين الخلايا

٦- تبدلات كيميائية على الجدار الهيكلي السيللوزي.

### تصنيف النسيج النباتية

قام العالم ساكس ( Sacks ) بوضع أول تصنيف للنسج النباتية معتمداً على وظيفتها وصفاتها الشكلية وقسم هذه النسج إلى ثلاث مجموعات: واقية - ناقلة - أساسية لكن التصنيفات الحديثة وبالاستناد إلى البنية التشريحية للنسيج اعتمدت تصنيف أوسع وأشمل حيث قسمت إلى ستة مجموعات :

#### Meristematic

Apical meristem

#### أولاً- النسج المولدة أو القسومة

آ- الميرستيم القمي

Lateral meristem	ب- الميرستيم الجانبي
Intercalary meristem	ج- الميرستيم البيئي
Traumatic meristem	د- ميرستيم الإصابات

### Integumentary tissues

### ثانياً : مجموعة النسيج الواقية:

Dermatogen	Protoderma أو الديرماتوجين	أ- طليعة البشرة
Epiblema		ب- الأدمة
Epiderma		ج- البشرة
Spermoderma		د- بشرة البذرة
( Phellem أو Cork )	الفلين (الفلين أو Cork)	هـ- النسيج الواقي الفليني Peiderma
Rhytidome		و- القلف

### Parenchyma tissues : ثالثاً: مجموعة النسيج الأساسية أو البرنشيمية:

Chorenchyma	أ- البرنشيم اليخضوري
Storage Parenchyma	ب- البرنشيم الإذخاري
Water Storage Parenchyma	أو البرانشيم المدخر للماء
Absorbing Parenchyma	ت - برنشيم الامتصاص
Aerenchyma	ج- البرنشيم الهوائي

### Mechanical Tissues

### رابعاً- مجموعة النسيج الاستنادية:

Collenchyma	أ- النسيج المتصمغ أو الكولانشيم
Sclernchyma	ب- النسيج المتخشب أو الإسكليرنشيم
Sclereids	ت- الإسكليريدات

### Vascular Tissues

### خامساً- مجموعة النسيج الناقلة:

Xylem	القصبات ( Tracheae ) والقصيبيات ( Tracheids ) الخشب
Phloem	ب- الأنابيب الغربالية ( Sieve Tubes ) اللحاء

### سادساً- مجموعة النسيج المفرزة:

أ- البنيات المفرزة الخارجية
ب- البنيات المفرزة الداخلية

### أولاً: النسيج المولدة:

تتميز النباتات عن الحيوانات بقدرتها باستمرار النمو خلال فترة حياتها ويلعب الدور الأساسي نسيجان ميرستيميان في ذلك ميرستيم أولي وميرستيم ثانوي .

-الأولي : يتميز بنشاطه المرتفع في النمو والانقسام والتمايز وهو مسؤول عن النسيج النباتية الأولية وعن النمو الأولي ويعمل بصورة أساسية على النمو الطولي أما النمو العرضي فالمسؤول عنه هو الميرستيم الثانوي .واستناداً إلى مكان توضع هذه النسيج القسومة اعتمد التصنيف الذي يحدد مكان تواجد أساساً رئيسياً للتمييز بين مختلف النسيج ، وهنا نميز ما يلي:

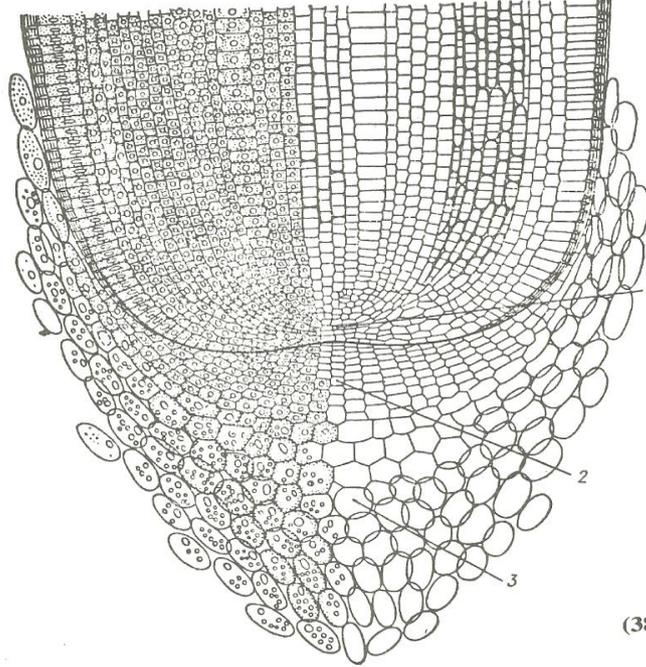
#### آ- النسيج القسوم القمي:

يتوضع في النهايات الرئيسية والجانبية للنبات كالجذر والسوق ويحدد بصورة رئيسية نمو الأعضاء طولاً ويمي منه ثلاث أشكال:

- طليعة البشرة : يعتبر أصل النسيج الواقى

- طليعة الكامبيوم وهو أصل النسيج الناقلة ويعطي النمو العرضي.

- النسيج الأساسي وهو أصل النسيج البارانشيمية في النبات



شكل (38)

مخروط النمو لجذر الذرة المايسية (Zea mays) (في النصف الأيسر من الشكل، تشاهد الخلايا مع البروتوبلاست)، وفي الأيمن الجدار الخلوي فقط.  
 1- خلايا النسيج القسوم، 2- نسيج مولد للقلنسوة (الكالبتروجين)، 3- خلايا القلنسوة.

#### ب- النسيج القسوم الجانبي:

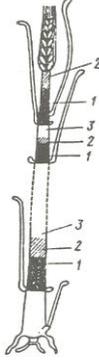
ينتشر في أعضاء النبات المحورية المعمرة لعريانات البذور وثنائيات الفلقة ويتوضع بصورة موازية لسطحها وله شكلان:

- الكامبيوم الفليني

- الكامبيوم الوعائي

### ج- النسيج القسوم البيني:

يتوضع هذا النسيج في الجزء السفلي للسلاميات كما في النجيليات وبعض النباتات ثنائية الفلقة مثل الفصيلة الخيمية



شكل (39)

مخطط المناطق القسومة في ساق الجودار الحبري (Secal cereale)  
1- نسيج قسوم بيني، 2- نسيج متميزة، 3- نسيج بالغة.  
(Hrjanovsky, 1976)

### د- ميرستيم الإصابات والجروح:

يظهر في مكان تعرض أي عضو من أعضاء النباتات إلى جرح أو ضرر ميكانيكي تتشكل خلايا برانشيمية نشطة ومتراصة تنقسم بشكل كبير وتميز بكبر نواتها وكمية كبيرة من السيتوبلازم وجدار سللوزي رقيق جداً

### ثانياً - النسيج الواقية :

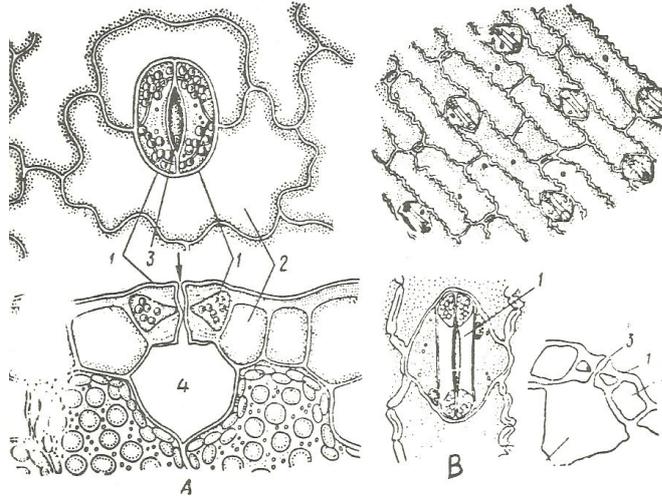
وهي نسيج تقوم بحماية النبات من الجفاف والدفاع عنه من العوامل المؤذية كشدة الضوء والحرارة ويمكن تقسيمها لثلاث مجموعات:

#### أ- البشرة :

وتختلف وظيفة البشرة حسب العضو النباتي فهي في الورقة تنظم عملية انتح والتبادل الغازي وتشتق من نسيج مولد البشرة وهي تحيط بالأوراق والأغصان الفتية وهي مؤلفة من طبقة واحدة من الخلايا المتراسة إلا أنه أحياناً قد تكون مؤلفة من طبقتين . تقوم هذه الطبقة بادخار الماء أو دعم للبشرة وتتميز خلايا البشرة بعدم تجانس جدرانها الخلوية فيكون الجدار الخارجي أكثر سماكة وتتحد بشكل ضعيف مع الطبقة البارانشيمية التي تليها لذلك يسهل سلخها ، وتتألف خلايا البشرة من فجوة كبيرة غالباً لا تحوي صانعات خضراء مما يعطيها شفافية كبيرة بالتالي تزيد قدرتها على امتصاص الأشعة الضوئية وتلعب دور نوافذ ضوئية.

يلاحظ وجود صناعات بيضاء وبللورات لأملاح معدنية مختلفة وهو ما يفسر البريق واللمعان الخاص بها ويعطيها قدرة على عكس بعض الأشعة بغرض المحافظة على حيوية الخلايا التي تليها وحمايتها من الاحتراق . الفجوات في البشرة عصابة عديمة اللون قد تحتوي بعض الأصبغة كما في البتلات . شكل خلايا البشرة مسطحة أو دائرية ( ثنائيات الفلقة ) أو متطاولة مضلعة ( أحاديات الفلقة ) منقسمة باستمرار لاتعيق نمو النبات عرضاً . تغطي بمادة شمعية رقيقة . تحمل زوائد ( أوبار ) وبعض الحليمات المفردة ..

- **المسام** : ينغرس بين خلايا البشرة والنسيج الذي يليها ويتألف من خليتين هلايتين وجههما مقعر أصغر من خلايا البشرة حجماً وتسمى هاتين الخليتين بالخليتين (السميتين ) الجار من ناحية التقابل سميك ويتركب بينهما فوهة سمية ، ويلعب الدور الرئيسي في انفتاح وإغلاق السم السكر الذي تصنعه الخلايا السمية التي تحتوي على الصناعات الخضراء حيث ينتج محتوى الخلية ويفتح السم عند الانتباج . ويلاحظ زيادة عدد السم بتطور عمر الورقة أو الساق الغض



شكل (41)

بشرة الورقة

A - ورقة أحد أنواع ثنائيات الفلقة (منظر جبهى ومقطع عرضي ، بنية السم) ، B - الأمايسية (Zea mays) (منظر جبهى ، سم منفصل ، مقطع عرضي) :  
1 - خلايا سمية ، 2 - خلايا مجاورة ، 3 - فوهة سمية ، 4 - حجرة تحت السم .  
(Hrjanovsky, 1976)

**ملحقات البشرة:** عبارة عن أوبار - أشعار - حليمات لها وظائف متنوعة ولها دور حماية بالدرجة الأولى وتخفيف النتح والأشعة الشمسية إضافة إلى منع التهام الحيوانات لها حيث توجد بعض الإفرازات الزيتية تفرزها بعض الأوبار .  
الأوبار لها أشكال عديدة وقد تكون مؤلفة من خلية أو أكثر



أوبار نباتات مختلفة ( أوبار بسيطة وحيدة أو عديدة الخلايا)

- A - في البنفسج العطر (*Viola odorata*) B- في توت العليق (*Broussonetia papyrifera*)  
 C - في الـ (*Feijoa sellowiana*) E- في (*Pelargonium graveolens*)  
 F- نبق مسهل (*Rhamnus catharticus*) G- جنس الكاميلية (*Camellia*) H - سفرجل مستطيل  
 I - زيزفون ضيق الورق (*Elaeagnus angustifolia*)  
 J- دلب شرقي (*platanus orientalis*) L,M ( *Quercus suber* ) - سنديان فليني K

#### ب- القشيرة:

طبقة من الكيوتين عديمة اللون غير نفوذة للماء والغازات تغطي السطح الخارجي لخلايا البشرة قد تنتشر بالشمع . دورها الأساسي هو حفظ محتوى الخلايا من الماء

#### أ- النسيج الواقية الثانوي:

هي نسيج كالبشرة يحمي النسيج النباتية ، ثانوي البنية يحمل بعد موت البشرة ، ينمو بصورة موازية لزيادة قطر الساق والجذور في ثنائيات الفلقة وعريانات البذور ، يتطور اعتباراً من

مرستيم ثانوي هو الفلوجين ( الكامبيوم الفليني) يقع تحت البشرة ويتألف من صف واحد من الخلايا ينقسم مماسياً موازياً لمحور نمو النبات يعطي باتجاه المحيط الفلين وبتجاه المركز بارانشيم ثانوي يسمى الفلوديرم وهي خلايا يخضورية حية ويلحق بهذا النسيج :

#### العديسات:

وهي خاصة بالنسيج الفليني وظيفتها تأمين التبادل الغازي. تنفتح في الخارج مع الوسط ومع النسيج الداخلي الحية وهي تتشكل على حساب المسام في البنية الأولية.

#### القلف:

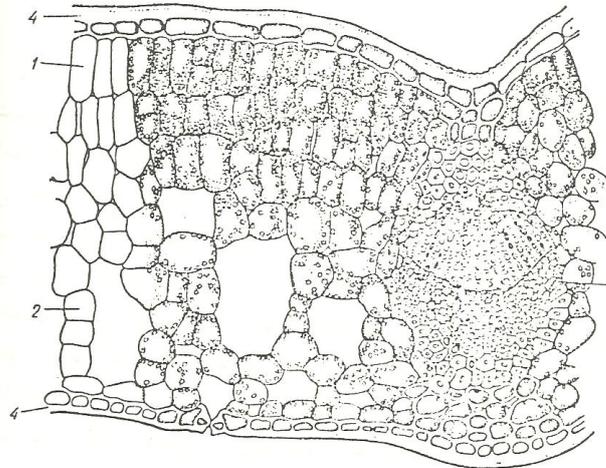
يحل محل الفلين ويسمى النسيج الواقي الثالثي يصادف في الأشجار الكبيرة المعمرة ويتألف بشكل رئيسي من النسيج الميتة والمعزولة عن العضو النباتي وعلى حساب النسيج الفليني وهو منسلخ يفيد في التخلص من العوالق على الأشجار المعمرة كالأشنيات والفطور والحشرات .

#### ثالثاً- النسيج البرانشيمية :

وهي النسيج الاساسية أو انسج الصانعة تؤلف الكتلة الأساسية للأعضاء النباتية تملأ الفراغات بين النسيج الناقله والاستنادية وتسمى أحياناً النسيج الحشوية أو الضامة وتقوم بكافة الوظائف الاستقلابية وتتمايز النسيج الأساسية في النباتات الراقية إلى نسيج مصنعة ونسج إدارية ونقل الماء والمركبات العضوية ، لها قدرة على الانقسام الخيطي شكل خلاياه بيضوية أو عديدة الأضلاع . تترك بينها فراغات خلوية كبيرة .

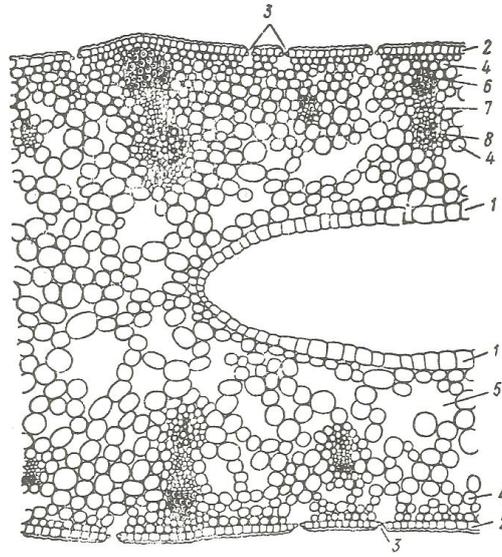
#### أ- البرانشيم اليخضوري:

يتركز في أوراق والأغصان الفتية وهو في الأوراق عبارة عن برانشيم حباكي في ثنائيات او برانشيم أسفنجي في أحاديات الفلقة أو مفصص كما في الصنوبريات



البنية المجهرية لورقة ( Vaccinum Vitis - idea ) ( عمرها عام واحد)

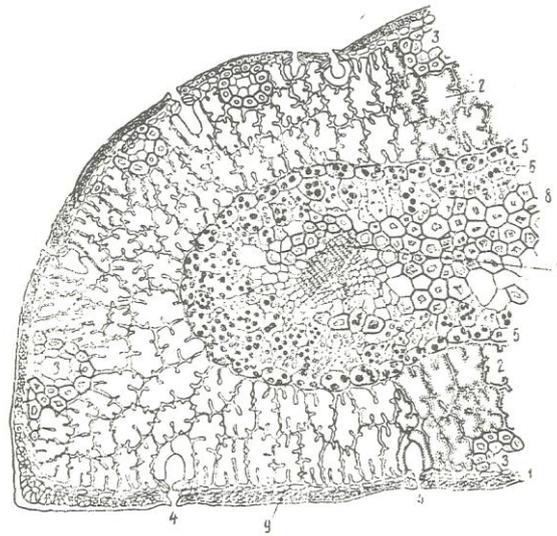
١- برنشيم حباكي ، ٢- برنشيم فراغي، ٣- حزمة ناقلة ، ٤- بشرة



شكل (48)

بنية ورقة السوسن (*Iris pseudacorus*) في مقطع عرضي  
 - بشرة عليا، 2- بشرة سفلى، 3- سم، 4- نسيج متوسط، 5- فراغات هوائية،  
 - إسكليرنشيم، 7- لحاء، 8- خشب.

(Hrjanovsky, 1982)



شكل (49)

مقطع عرضي في ورقة الصنوبر (*Pinus sylvestris*)  
 1- بشرة، 2- برنشيم مفصص، 3- قنوات راتنجية، 4- سم، 5- أدمة باطنة، 6- خلايا  
 برنشيمية مع ثقوب هالية، 7- لحاء الحزمة الناقلة، 8- إسكليرنشيم، 9- طبقة تحت البشرة.

ب-البرانشيم الادخاري: يفقد صانعاته الخضراء، يتركز في الأعضاء المحورية للنبات

وكذلك في الأعضاء الادخارية كالبيذور والثمار والدرنات والجذور ، وينتشر في الجذر أكثر من الساق ، يقوم بادخار أكثر من مادة كالنشاء والبروتينات والهرمونات إضافة إلى ادخار الماء في النباتات الصبارية

ب-برانشيم الامتصاص:

يتواجد في منطقة الأوبار الماصة للجذر الفتى ، يقوم بامتصاص الماء والعناصر الغذائية وينتشر بشكل واضح في النباتات الطفيلية وبعض النباتات الرمية كالفطور .

د- البرانشيم الهوائي:

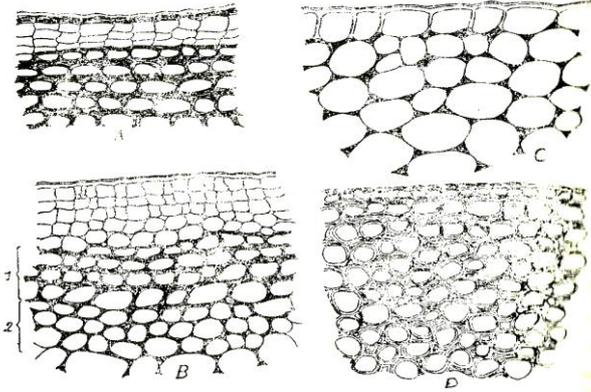
عبارة عن خلايا ذات فراغات هوائية كبيرة تنتشر في مغلفات البذور المائية ، يمتد من الجذر إلى الساق ، يشبه خلايا النحل وظيفته السماح للنباتات بالطفو على سطح الماء وتخزين الهواء اللازم لعملية التركيب الضوئي.

## رابعاً - النسيج الاستنادية: Mechanical Tissues

تنتشر في كتلة البرانشيم أو محيطه وهي هامة جداً ، تتألف من خلايا سميكة الجدار متخشبة بالغالب وتشكل هيكلًا متيناً لدعم الأعضاء النباتية ويمكن تصنيفها ما يلي حسب بنية جدارها:

### أ- نسيج متصمغ Collenchyma :

نسيج دعامي حي يتوضع تحت البشرة يحوي الصانعات الخضراء ، خلاياه تملك جدر سميكة ذات طبيعة سللوزية إضافة إلى البكتين ، نسيج استنادي قادر على النمو وبذلك لا يشبه الأنسجة الاستنادية الأخرى في الساق والأوراق ، تترسب المواد البكتو سللوزية في الجدار لهذا النسيج بشكل زاوي أو مماسي أو حلقي.



شكل (50)

أشكال الكولانشيم

A - كولانشيم مماسي (صفيحي) في ساق البلوط ، B- كولانشيم في ساق الباذنجان ،  
C - كولانشيم زاوي في البيغونيا ، D - كولانشيم رحو في الأرقطيون  
(Arctium Platylepis)

## ب- النسيج المتخشبة Sclernchyma :

وهو أكثر النسيج الاستنادية انتشاراً في الأعضاء الإعاشية للنباتات الراقية ، ولا يلاحظ في النباتات المائية ، ينتشر الخشب الأولي في النباتات وحيدات الفلقة ويتركز وجوده بشكل أساسي في البنيات الثانوية للنباتات ثنائيات الفلقة ، تتجمع خلايا هذا النسيج بشكل متراص جداً لا تترك فراغات هوائية فيما بينها وتسمى الخلايا الفردية بالألياف ويميز منها

١- ألياف اللحاء: ترافق اللحاء في البنية الثانوية

٢- ألياف الخشب: ذات جدر متخشبة دائماً ترافق الخشب في البنية الثانوية.

يظهر السكليرانشيم الأولي اعتباراً من خلايا البروكامبيوم أو ألياف المحيط الدائر ، بينما السكليرانشيم الثانوي فينشأ من الكامبيوم. وهو نسيج متين جداً يتحمل ثقل كبير ويتمتع بمرونة عالية.

## خامساً- مجموعة النسيج الناقلة: Vascular Tissues

تقوم النسيج الناقلة بإيصال المواد الغذائية إلى مختلف أعضاء النبات وتملك هذه النسيج حسب وظيفتها شكل أوعية أو أنابيب، تتحد مع بعضها وفق المحور الطولي للنبات تشكل الجهازى الوعائى للنبات ويتكون من مجموعتين متكاملتين من النسيج الخشب ( Xylem ) واللحاء ( Phloem ) يقوم الخشب بنقل المواد المنحلة في الماء والممتصة من قبل الجذور واللحاء ينقل المواد العضوية .

### آ- الخشب: Xylem

يتألف الخشب من الأوعية أو القصبات ، القصبيات ، برانشيم الخشب وألياف الخشب . تؤلف القصبات والقصبيات الجهاز الناقل للنسغ الخام واستناداً إلى أصل وزمن تشكل الخشب نميز خشبان: أولي وثانوي .

**الأولي:** يتألف من صف من الخلايا القسومة متوضعة بشكل مواز للمحور الطولي للنبات وتسمى طليعة الكامبيوم .

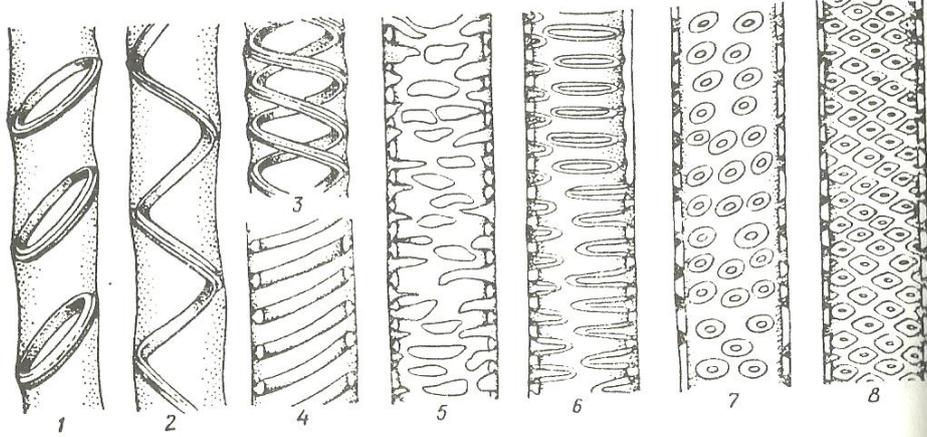
**الثانوي:** يتشكل من الخلايا الموازية للمحور العرضي للنبات وهو المسؤول عن النمو العرضي ، وينشأ عن الكامبيوم .

### القصبيات:

خلايا ذات جدر عرضية كاملة ونهايات مدببة ، يتمزق الجدار العرضي في القصبات وتشكل مكانه نافذة صغيرة ، يندفع النسغ الخام في القصبيات نحو الأعلى عبر هذه الثقوب أو النقر. تتشكل القصبيات من البروكامبيوم .

**الأوعية أو القصبات:** تتألف القصبية من اتحاد عدد كبير من الخلايا المتطولة شاقولياً ،

تتوضع فوق بعضها ثم يزول الجدار العرضي الذي يفصلها عن بعضها ، تتجمع الأوعية إلى جانب بعضها مشكلة حبالاً متجاورة تمتد من قاعدة النبات حتى قمته وتزول الجدر العرضية مشكلة أنبوب ، تتطاول خلايا الأوعية سريعاً أثناء نموها لتعطيها طول واضح ، تهرم سريعاً ، تزداد سماكتها وتتخشب ، تفتح الخلايا على بعضها نتيجة ضغط السائل المغذي وتخسر محتواها الحيوي وللأوعية أشكال مختلفة إما **حلقية** أو **حلزونية** أو **سلمية** أو **شبكة منقطة** و**منقرة** ، فعلى الحلقية يترسب طبقات الجدار الثانوي على شكل حلقات ، والحلزونية على شكل حلزون



شكل (57)

نماذج لتغلطات الأوعية الخشبية ولتنقرات جدرها الجانبية  
 1- حلقي ، 2 ، 4- حلزوني ، 5- شبكي ، 6- سلمية ، 7- نقرات متقابلة ، 8- نقرات متعاقبة .

### برانشيم الخشب:

خلايا برانشيمية متخشبة تصطف شعاعياً نصف قطري بمركز الجذر والساق ، وهي خلايا حية تحيط بالأوعية والقصبات ، تتخشب جدرها مع الاحتفاظ بحيويتها قد تتحول لخلايا دعامية تساعد في تقوية الأوعية والقصبات

### ألياف الخشب:

هي خلايا استنادية وهي الدعامة الأساسية للنبات وهي التي تحافظ على هيكله، ذات جدار متخشب تحيط بالألياف الاستنادية بالخشب مشكلة دعامة قوية كالسوار كما هو في وحيدات الفلقة

### ب- الأنابيب الغربالية ( Sieve Tubes ) اللحاء Phloem

العضو الناقل الأساسي للمواد كالحموض الأمينة والساكار والشحوم والفيتامينات المصنعة

بالأوراق ، يتوضع الحاء في النباتات ثائية الفلقة في الجهة المحيطة من السوق والجذور وحسب أصل وزمن تشكل الحاء ، يمكن التمييز بين الحاء الأولي والحاء الثانوي الحاء الأولي: يتشكل من حزم البروكامبيوم في النسيج القسوم القمي بينما يتميز الحاء الثانوي من الكامبيوم. يتكون الحاء بشكل أساسي من الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة وبرانثيم الحاء وألياف الحاء .

**الأنابيب الغربالية:** تتألف من اتحاد عدد كبير من الخلايا الغربالية تتصل ببعضها طولياً ، تشبه القصبات لكنها حية تقوم بقل النسغ الكامل، تنتقب الحواجز العرضية في الأنابيب الغربالية لتشكل ما يشبه الغربال كما تظهر حواجز بين هذه الخلايا ، تغلق الأوعية الغربالية في فترة سكون النبات ، تتشكل الأنابيب الغربالية من البروكامبيوم تصطف جانب بعضها مشكلة حبل طويل وتنتج الخلية الأم خليتان إحداهما كبيرة هي خلية الأنبوب وخلية صغيرة مرافقة ، وقد تنقسم الخلية الأم عدة مرات وأيضاً المرافقة تنقسم عرضياً عدة مرات، الأنبوب الغربالي دقيق أضيق من القصبات لا يعمر طويلاً في الأشجار لا يتجاوز عمره السنتين .

**الخلايا المرافقة:** تتشكل مع الأنابيب الغربالية ولها بنية وظيفية متكاملة مع الأنبوب الغربالي حيث نقل النسغ الكامل.

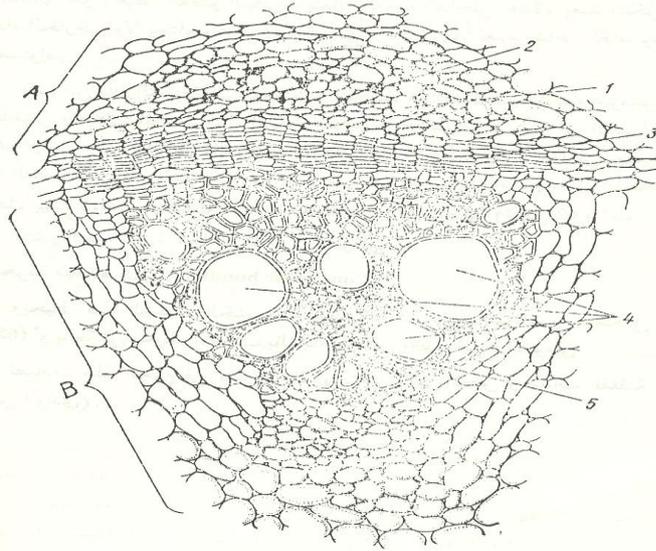
**برانثيم الحاء:** له وظيفة ادخارية ، يتوضع بشكل مواز للأنابيب الغربالية يخزن النشاء والليبيدات

**ألياف الحاء:** هي ألياف استنادية في الحاء الأولي والثانوي ، ففي الحاء الأولي تتشأ من البروكامبيوم والثانوي من الكامبيوم.

### الحزم الناقلة:

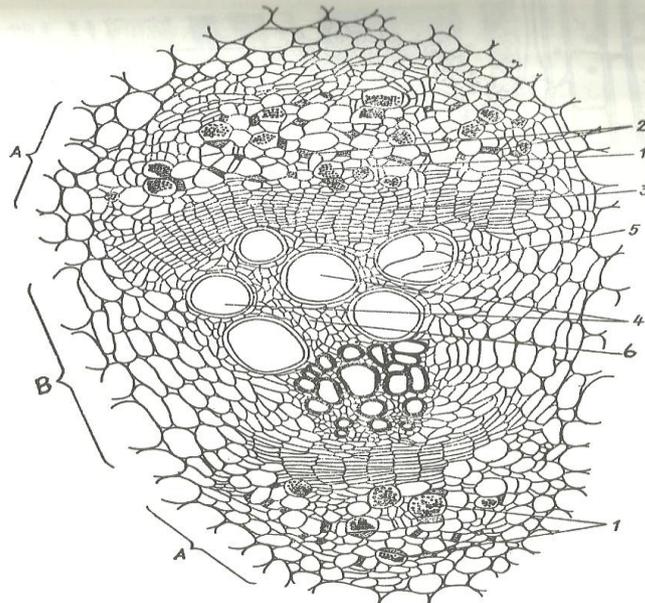
هي تجمع خاص وفق نظام محدد لكل من الحاء والخشب لتشكل جهاز متكامل يمتد من الجذور حتى نهاية الأوراق تتم في هذه الحزم كافة عمليات الاستقلاب اللازمة للنبات وهي شبكة معقدة منتشرة في الأعضاء الإعاشية. تتألف الحزمة من كتلة الخشب والحاء والألياف الاستنادية وفق نظام محدد متعلق بالعضو ونوع النبات ، تحيط ألياف استنادية بالحزم الناقلة من جميع الجهات كالسوار لتؤلف مجموعة الخشب والحاء الحزمة الكاملة.

لها أشكال متنوعة مثل: حزمة متطابقة جانبياً - حزمة متطابقة ثانياً الجانب - حزمة متحدة المركز ( وحيدات الفلقة)



شكل (61)

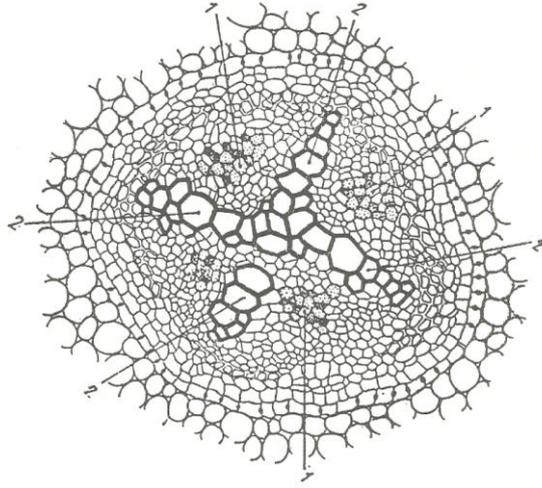
مقطع عرضي في حزمة ناقلة متطابقة جانبياً في ساق الزراوند الايريبي (*Aristolochia iberica*)  
 A - لحاء، B - خشب.  
 1 - أنبوب غربالي، 2 - خلية مرافقة، 3 - كامبيوم، 4 - وعاء، 5 - برنشيم متخشب.



شكل (62)

مقطع عرضي في حزمة ناقلة متطابقة ثنائية الجانب في ساق نبات الكوسا (*Cucurbita pepo*)  
 A - لحاء، B - خشب،  
 1 - أنبوب غربالي، 2 - خلايا مرافقة، 3 - كامبيوم، 4 - أوعية، 5 - إنخلاق الوعاء بالتشكيلات  
 البرنشيمية، 6 - برنشيم متخشب.  
 (Tutauok 1972)

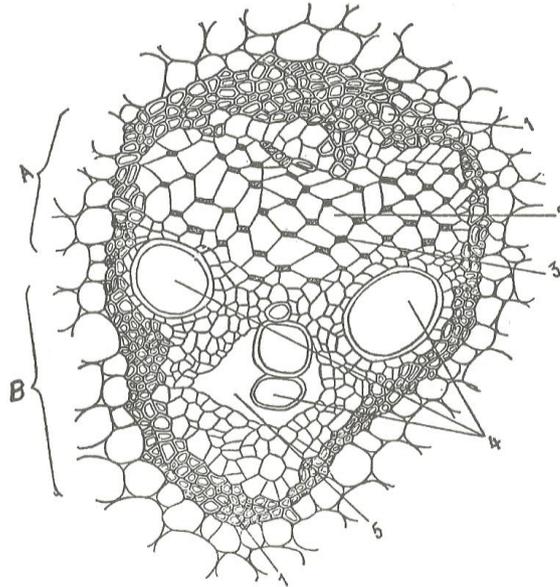
تصادف الحزم عادة في الجهاز الإعاشي إما متناوبة وحيدة أو ثنائية أو رباعية والأكثر انتشاراً هي الماسية تتشكل الحزم الأولية من البروكامبيوم وهي مغلقة في وحيدات الفلقة أما في ثنائيات الفلقة فإن وجود خلايا من البروكامبيوم يشكل لحاء جديد ويكون عناصر جديدة ويحافظ على نمو الحزمة وتسمى عندئذ الحزم المفتوحة



شكل (66)

حزم ناقلة متناوبة في جذر الفول (*Vicia faba*)

1 - حزم غربالية، 2 - حزم خشبية.



شكل (67)

حزمة ناقلة متطابقة جانبياً مغلقة في الذرة المايسية (*Zea mays*) (مقطع عرضي).  
 1 - إسكليرنشيم، 2 - أنابيب غربالية، 3 - خلايا مرافقة، 4 - أوعية، 5 - فراغ هوائي.

# المحاضرة العاشرة

## الجهاز الإعاشي

### أولاً - المجموع الجذري:

**الجذر:** هو واحد من خمسة أعضاء مهمة موجودة في النبات الجذر ، و هو أول الأعضاء ظهوراً و ينمو مثالياً تحت التربة و استثنائياً فوقها و قمة الجذر النهائي تنمو تحت الأسفل و لا يتشكل عليه أوراق و براعم متخصصة .

أكثر ما يهتم بالجذر هو علم الفسيولوجيا و اهم قراءات الجذر ( الطول - الشكل - اللون - درجة الافتراش العرضي - نوع التفرعات الجذرية - المساحة التي يشغلها - الوزن الجاف له ) .

### وظائف الجذر :

١- النقل ٢- الامتصاص

٣- خزن الغذاء ٤- اصطناع المواد العضوية

٥- ايجاد صلة بين النباتات و المتعضيات الحيوية .

### تصنيف الجذور:

#### أ- حسب المنشأ:

١- جذر اولي : يتكون نتيجة نمو الجنين كالجذر الودي وهو الجذر الرئيسي

٢- جذور ثانوية: تظهر على الجذر الأولي.

٣- جذور عرضية: تظهر على أعضاء النبات كالسوق والأوراق

#### ب- تصنيفها حسب بيئة النمو:

١- بيئة ترابية: قد تنمو الجذور كلياً تحت سطح التربة مثل نبات القطن و الشوندر أو جزئياً كما في نبات الذرة الصفراء أو كف مريم أو تين المطاط .

٢- بيئة مائية: كما في نبات عدس الماء و ابن سينا بحيث تنمو جذوره في الطبقة العليا من سطح الماء و لا تبلغ قاعه .

٣- بيئة هوائية: كما في جذور نبات تين المطاط و قلب عبد الوهاب و هذه الجذور العارضة ذاتية التغذية و شرهة للرطوبة و عندما تصل للتربة تمتص الغذاء و عادة ما تقوم هذه الجذور بالتمثيل الضوئي .

٤- بيئة نباتية : كما في نبات الحامول و الدبق الأبيض حيث يرسل النبات ممصاته ليخترق نسيج اللحاء في ساق بعض النباتات المجاورة ليمتص منها الغذاء الجاهز من النسغ الكامل .

٥- بيئة ترابية متحركة : أي جذور شادة متقلصة تعمل على شد النبات إلى اسفل التربة و اشهرها الأبصال كما في السوسن و الكورمات كما في الزعفران التي تنشأ جذوره من قاعدة الساق (عارضه ) و تشده إلى الأسفل لحمايته من العوامل البيئية إذاً كلها تقوم جذورها بحركة شد البصلة أو الساق لتبقيها تحت سطح التربة حفاظاً على النبات من العوامل البيئية الخارجية .

### ج- تصنيف الجذور بطريقة المجاميع :

١- مجموع جذري ليفي : و هي جذور عرضية و تنشأ من أي جزء ما عدا الجذر الأولي الذي يموت مبكراً أو ينمو ضعيفاً و يلاحظ تفرع هذه الجذور العارضة في بعض الأحيان إلى ثانوية و ثالثية كما في النجيليات .

٢- مجموع جذري وتدي : قد يكون مغزلياً كما في الشوندر أو مخروطياً كما في الجزر أو وتدي متكور كما في اللفت و هذا الجذر ينشأ و يتضخم انطلاقاً من الجذير الأولي و تختص به ثنائيات الفلقة ( البلوط ، الجوز ، التوت ) و عريانات البذور و يمتاز بسيطرة الجذر الرئيسي مدى حياة النبات .

٣- مجموع مختلط : كما في نبات الفريز الحراجي أي نميز فيه ليفي و وتدي معاً .

جدول يوضح التباين في مواصفات الجذور لبعض النباتات :

المحصول	نوع المجموع الجذري	المدى الفعال للامتصاص
قمح	ليفي	١١٥ سم
شوفان	ليفي	٧٥ سم
ذرة صفراء	ليفي	١٠٥ سم
شوندر سكري	وتدي	٣٠ سم
فول صويا	وتدي	٣٠ سم
فصة	وتدي	١٢٠ سم

## أهم تحورات الجذر :

تتغير الجذور بشكلها ووظيفتها تبعاً للظروف البيئية المحيطة و لما هو مطلوب منها من قبل النبات فقد تتحول إلى وظيفة ادخارية أو وظيفة تكاثرية أو وظيفة شد تبعاً تبعاً لغنى و فقر التربة بالماء ، أو لتعايش مع الفطور فكل هذه هي تحورات أهمها :

### ١- جذور ادخارية (برانشيم القشرة أو برانشيم الخشب ) و تقسم إلى :

- ادخارية لحمية : هي جذور وتدية رئيسية التراكم فيها يكون في برانشيم القشرة كما في الجزر أو في برانشيم الخشب كما في الفجل .
- ادخارية درنية : هنا يوجد للجذر تفرع يتضخم ليقوم بعملية التخزين كما في نبات البطاطا الحلوة و الأضاليا و زهر الهواء الخشن .

### ٢- جذور شادة عرضية مثل السوسن الأبصال نبات الزعفران و البصل العادي .

### ٣- جذور هوائية : و تقسم إلى :

- أ- جذور داعمة عرضية : تنمو من عقد الساق كما في الذرة الصفراء و القصب .
- ب- جذور مساعدة عرضية : تنمو من افرع الساق الطولية و لها وظائف مختلفة في التنفس و التغذية و امتصاص الرطوبة الجوية كما في نبات تين المطاط .
- ج - جذور تنفسية عرضية : كما في نبات ابن سينا حيث تخرج الجذور التنفسية خارج سطح الماء انطلاقاً من الجذر الرئيسي لتنفس هوائياً و تغطي هذه الجذور التنفسية بالفلين و يتم التنفس عن طريق فتحات تدعى بالعديسات داخل الماء أحياناً .
- د- جذور متسلقة عرضية : تخرج من السوق الضعيفة لبعض النباتات فتؤمن لها فرصة الصعود و الالتصاق بالجدران و افرع الأشجار لنيل حصتها من الضوء و هي غالباً نباتات غابوية كنبات اللبلاب حيث أن هذا النبات لا يقوى على الالتصاق لذلك تخرج من ساقه جذور متسلقة عرضية و هذه الجذور تؤمن تغذية ضعيفة لأنها فقيرة بالأوعية و غنية بالخشب و بشكل عام تساهم الجذور الهوائية في التمثيل الضوئي .

## البنية الشكلية للجذر:

\* يتكون الجذر من:

### ١- القلنسوة : تقوم بحماية القمة النامية للجذر وتقيها من الاحتكاك أثناء نمو الجذور وتغلغلها

في التربة وهي مكونة من خلايا برانشيمية غير متماسكة

وظائف القلنسوة :

\* حماية المرستيم القمي للجذر.

\* شق الطريق عبر التربة نتيجة لانسلاخ سطحها وبشكل دائم مما يسهل حركة الجذر بين جزيئات التربة.

\* مسؤولة عن الانحاء الأرضي فقطع القلنسوة يفقد الجذر خاصة الجاذبية الأرضية.

\* مصدر الطاقة الضرورية لنمو الخلايا الجديدة " حاوية على النشاء".

٢- منطقة خلايا المركز الهامد : أول خلايا بدأت تتمايز عند تطور الجذر ووظيفة هذه المنطقة

تكوين المواد التي تشجع على انقسام الخلايا

٣- منطقة النسيج الغير متميزة : منطقة الاتصال والنشاط حيث تعطي بانقساماتها خلايا جديدة

لمنطقتي القلنسوة والاستطالة ، خلايا صغيرة نسبياً رقيقة الجدر ذات نوى عديدة وكبيرة متشابهة

٤- منطقة الاستطالة: تلي منطقة الانقسام لها في زيادة طول الجذور لا يتجاوز طولها بضعة

الميللمترات .

٥- منطقة الأوبار الماصة : تحمل زوائد اسطوانية رقيقة تنمو كبروزات من خلايا بشرة

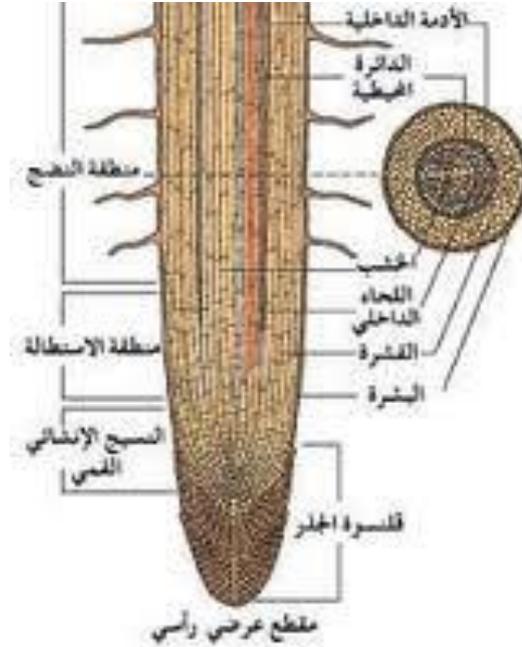
الجذر تقوم بامتصاص الماء والأملاح المعدنية من التربة ، جدرها رقيقة تتألف من

السللوز والمواد البكتينية .

٦- منطقة التمايز : وهي منطقة ذات خلايا متميزة ، جدران خلاياها مغطاة بالخشب وفيها

خلايا اللحاء وهي تشكل أولى خلايا الحزم الناقلة.

٧- المنطقة المتقلنة : لها لون بني جدرها فلينية تحمي الجذر من العوامل الخارجية



### البنية التشريحية للجذر :

تقسم بنية الجذر إلى بنية ابتدائية ( أولية ) وبنية ثانوية

### أولاً - البنية الابتدائية للجذر :

في حال قمنا بعمل مقطع عرضي في جذر نبات فإننا سوف نلاحظ وجود ثلاثة مناطق:

## أ- المنطقة المركزية الداخلية الأسطوانة الوعائية المركزية:

تتألف من : \* المحيط الدائر: يتوضع على الوجه الداخلي للبشرة الداخلية ، يتكون من صف واحد من الخلايا بشكل عام لكن قد توجد أنواع من النباتات يتكون فيها من صفين .  
\* النخاع: وهو الجزء المركزي من الاسطوانة خلاياه ذات جدر سللوزية يختزل مع تقدم الجذر بالعمر .

\* الأشعة المخية: خلايا رقيقة الجدران تشغل الفراغ بين النخاع والمحيط الدائر والأوعية الناقلة

\* الحزم الوعائية الناقلة: تختلف في ترتيبها وعددها حسب نوع النبات فهي مبعثرة في أحاديات الفلقة ومنتظمة في ثنائياتها وتحوي الأوعية اللحائية والأوعية الخشبية ، تتألف الأوعية الخشبية من ( برانشيم الخشب والقصبات والخشب الأولي ) أما الأوعية اللحائية تتكون من ( الأنابيب الغربالية والبرانشيم والخلايا المرافقة وألياف اللحاء )  
**ب- المنطقة الخارجية أو القشرة الأولية:**

وتتكون من الخارج من الأوبار الماصة ومن الداخل الأدمة ( البشرة الداخلية ) يتوضع بينهما البرانشيم القشري ، الذي يتألف من مجموعة من الخلايا رقيقة الجدران تفصلها فراغات تضيق باتجاه الأدمة الداخلية ويلى القشرة الداخلية التي تحاط بشريط كاسبار نتيجة ترسب مادة القشرين على جدرانها ويختلف باختلاف النوع النباتي  
**وظائف نسيج القشرة الأولية :**

أ- هي مسالك لانتشار الماء و الغازات بفضل كثرة المسافات البينية بين خلاياها .  
ب- تخزين الغذاء كما في ثنائيات الفلقة .

ج- نقل الماء و الأملاح الممتصة من قبل الشعيرات الجذرية إلى خلايا الاوعية الناقلة التي هي داخل الأسطوانة المركزية .

## ج- منطقة البشرة المغلفة للقشرة :

مكونة من صف واحد من الخلايا المتراسة تحيط بالجذر لها دور في امتصاص الماء والأملاح المعدنية بواسطة الشعيرات الماصة الممتدة من خلاياها

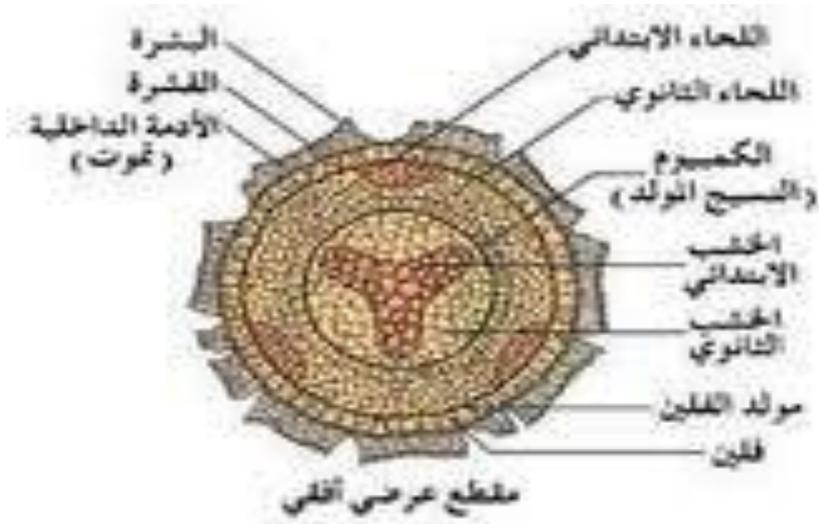
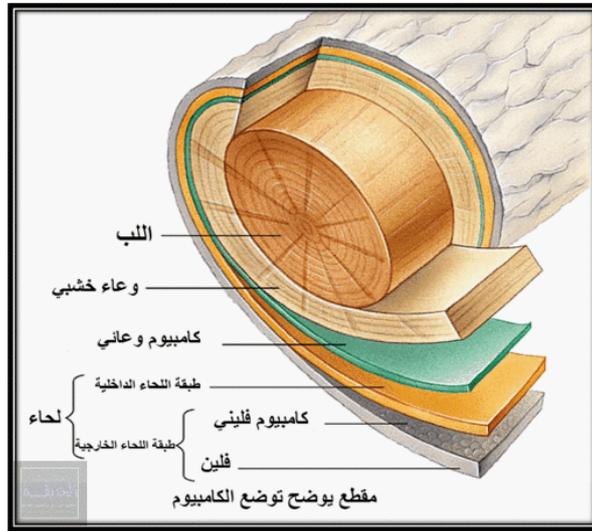
## ثانياً - البنية الثانوية للجذر :

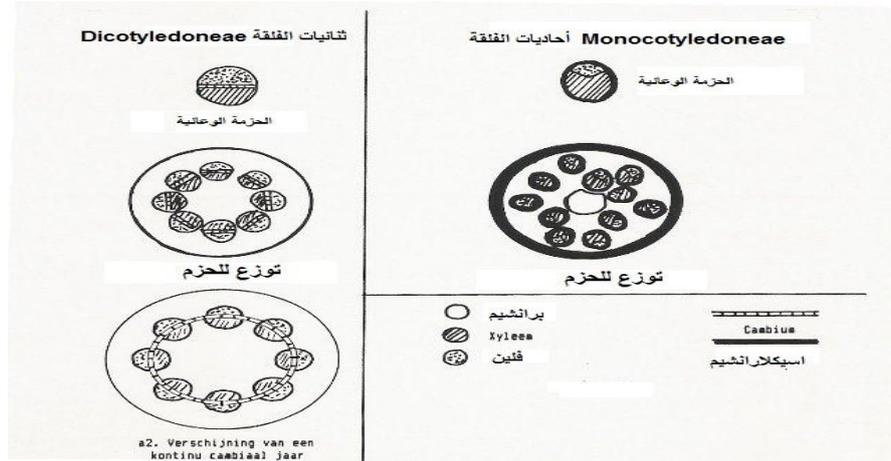
إن جميع الأنسجة التي ذكرت سلفاً هي نسج ابتدائية تنشأ من نشاط النسيج الجنيني الموجود في قمة الجذر و جذور احاديات الفلقة بنيتها الابتدائية دائمة أما في ثنائيات الفلقة و عريانات البذور فخلال تطور الجذر تتمايز البنية الثانوية بعد تشكل الكامبيوم الوعائي .

فالكامبيوم يعطي من خلال انقساماته الخشب الثانوي إلى المركز و إلى المحيط الخارجي اللحاء الثانوي و ايضاً ينشأ عن نشاطه خلايا برانشيمية تشكل الأشعة المخية الواصلة ما بين مركز المقطع و القشرة .

يكون نشاط الكامبيوم مستمراً طيلة حياة الجذر و لكن يختلف من فصل لآخر و يكون تراكم الخشب الثانوي أكثر من تراكم اللحاء الثانوي .

أما الكامبيوم الفليني في ثنائيات الفلقة فينشأ إما عن تمايز و نشاط البشرة الداخلية أو عن المحيط الدائر أو عن طبقات عميقة من الاسطوانة المركزية . و يتشكل هذا النسيج الوافي بعد تموت القشرة الأولية عندها يتوضع الفلين المتراكم على مستوى المحيط الدائر فيفصل بذلك القشرة الأولية كاملاً.





### مقارنة ما بين جذر أحادي الفلقة وجذر ثنائي الفلقة

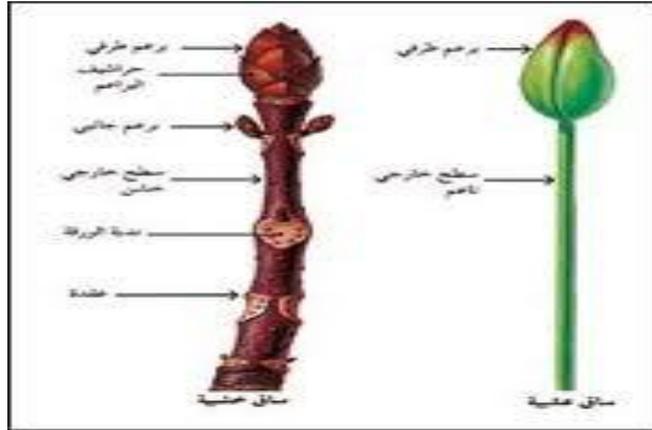
جذر ثنائي الفلقة	جذر أحادي الفلقة
صف من خلايا البشرة الحاوية على أبار ماصة	صف من خلايا البشرة الحاوية على أبار ماصة يليها طبقة من الخلايا التي تحل محل البشرة مع التقدم بالعمر
البشرة المتوسطة لا يوجد طبقة متفاننة وهي سميكة على حساب صغر الاسطوانة المركزية	البشرة المتوسطة قليلة السماكة على حساب كبر الاسطوانة المركزية وهي خلايا برانشيمية
البشرة الداخلية صف من الخلايا تحدث عليه ترسبات مماسية على جدران الخلايا الجانبية وتشكل شريط كاسبار ولا وجود لخلايا العبور	البشرة الداخلية قطرها واسع صف من الخلايا يتوضع ليها تغلظات على شكل U من مادة السوبرين " شريط كاسبار " مع بقاء بعض الخلايا في نسيج البشرة الداخلية بدون تغلظ " خلايا عبور "
الاسطوانة المركزية : - محيط دائر :منشأ الجذور الجانبية الخشب واللحاء في الحزمة اولي وثانوي والسبب يعود لوجود الكامبيوم ومقطع الأوعية مضلع	الاسطوانة المركزية : - محيط دائر :صف من الخلايا يلي البشرة الداخلية - الخشب واللحاء : أوليان مصدرهما جنيني ومقطع الأوعية دائري
الحزم الوعائية: قليلة العدد وعدد الاوعية فيها كثير	الحزم الوعائية : كثيرة وعدد الاوعية في الحزمة الواحدة قليل
المخ مختزل بسبب تدافع الأذرع الخشبية نحو مركز المقطع	المخ : نسيج برانشيمي يتوسط المقطع

# المحاضرة الحادية عشرة والأخيرة

## ثانياً - المجموع الخضري

### آ- الساق

- تنمو الساق فوق سطح التربة ، و تحمل الأوراق و اعضاء التكاثر للنبات . و تعرض الساق هذه الأجزاء للهواء ، حيث يمكنها أن تستقبل ضوء الشمس ، وتوجد بعض الساق التي تنمو تحت سطح الأرض و تسمى السيقان التي تنمو فوق سطح الأرض سيقاناً هوائية ، و التي تنمو تحت الأرض تسمى سيقاناً أرضية .
- تكون الساق الهوائية خشبية أو عشبية (غير خشبية) و تشتمل النباتات ذات السيقان الخشبية على الأشجار ، و الشجيرات . و هذه النباتات ساقها لها بنية هيكلية واضحة قوية وصلبة، لاحتوائها على كميات كبيرة من نسيج الخشب و تكون أغلب السيقان العشبية غضة ، و خضراء لاحتوائها على كميات قليلة من نسيج الخشب.



- تنمو الساق و تطول في جميع النباتات تقريباً عند القمة لوجود البرعم القمي الذي يعطي بانقسامه عموداً من خلايا جديدة خلف بعضها . تنمو هذه الخلايا إلى أنسجة متخصصة بالساق. و يسمى النسيج الانشائي القمي ويكون محاطاً بأوراق حرشفية متجمعة مع بعضها تشكل برعماً ، و قد تنمو البراعم على الأجزاء المختلفة للساق إذ يوجد برعم طرفي عند نهاية الفرع ، و يتكون برعم جانبي عند نقطة التقاء الورقة بالساق . و تعرف هذه النقطة بالعقدة . و قد تنمو البراعم و تعطى أفرع جديدة ، أو أوراقاً ، أو أزهاراً و تغطي بعض البراعم بأوراق صغيرة جداً متداخلة تسمى الحراشيف البرعمية .

الأنسجة النامية الغضة في النسيج الإنشائي القمي .و خلال فصل الشتاء تكون براعم العديد من النباتات كامنة ( غير نشطة ) و يمكن مشاهدتها بسهولة ، و في فصل الربيع تستعيد هذه البراعم نشاطها.

## أنواع البراعم :

\* البراعم الخضرية ومنها :

\* البراعم الصيفية : و هي براعم ذات أوراق خصوصية خضراء ، غير محكمة الإغلاق تعطي الأوراق الخضراء مثل براعم نبات الياسمين

\* البراعم الشتوية : فهي براعم لمجابهة موسم الشتاء البارد لذلك فهي مغطاة من الخارج بأوراق حرشفية تغطي الأوراق العادية للبراعم و هي مغطاة من الخارج ببعض الصمغ و المواد الراتنجية ، و توجد هذه البراعم في النباتات متساقطة الأوراق شتوياً كالتوت Mours و الحور Populus .

\* البراعم الزهرية : تعطي أزهار وتظهر خلال موسم النمو لتتفتح حسب نوع النبات

\* البراعم المختلطة تعطي نموات خضرية وأزهار الحمضيات ، الأكي دنيا وتسمى عندئذ البراعم المركبة

## تحورات الساق:

• **ساق متسلقة (Climbing stems) :** وهي سوق ضعيفة لا تستطيع الانتصاب وحيدة لذا تحتاج إلى دعائم تتسلق عليها وتثبت بها وتلتف حولها منها ما تتسلق بالمحاليق حول الدعائم مثل سيقان نبات العنب Vitis ، أو بواسطة جذور هوائية مثل نبات اللبلاب أو بواسطة الأشواك والخطاطيف كورد السياج  
توجد بعض السواق المتسلقة **بالالتفاف** حول الدعائم تسمى بالسيقان الملتفة (Twining stems) مثل نبات العليق Convolvulus.

• **الساق الزاحفة (Prostrate stems) :** لا تلتف على الدعائم و تزحف على الأرض دون أن تتصل بالأرض إلا من جذورها الأصلية بحيث أنك تستطيع رفع النبات من على الأرض بسهولة حتى تصل إلى مكان جذوره ، و من أمثلة ذلك سيقان الخيار Cucumber و القرع CUCURBITA .

• **السوق الجارية (Runner) :** بعض السيقان الضعيفة تخرج جذور عرضية (Adventitious roots) تتصل بها بالأرض في مواضع متعددة خلاف موضع الجذر الأصلي من أمثلتها نبات الفريز Fragaria .

ومن السواق ما هو :- مجوف مثل ساق نبات البرسيم Trifolium

- مصمت مثل ساق نبات القطن *Gossybiun* و الملوخية *Corchyorus*.
- سوق أرضية درنية : مثل البطاطا *Tuborosum Solanum* وهي تقوم بوظيفتي تخزين الغذاء و التكاثر الخضري .
- ساق خازنة: للمواد الغذائية كما هو الحال في نبات قصب السكر *Saccharum* و الريزومات مثل السوسن
- ساق ورقية : تتحور الساق إلى ورقة في النباتات التي تفقد مبكرا أوراقها "منتصف الربيع" وتتميز هذه السوق بصفات النباتات الصحراوية وتغطي الساق بمادة الكيوتين .

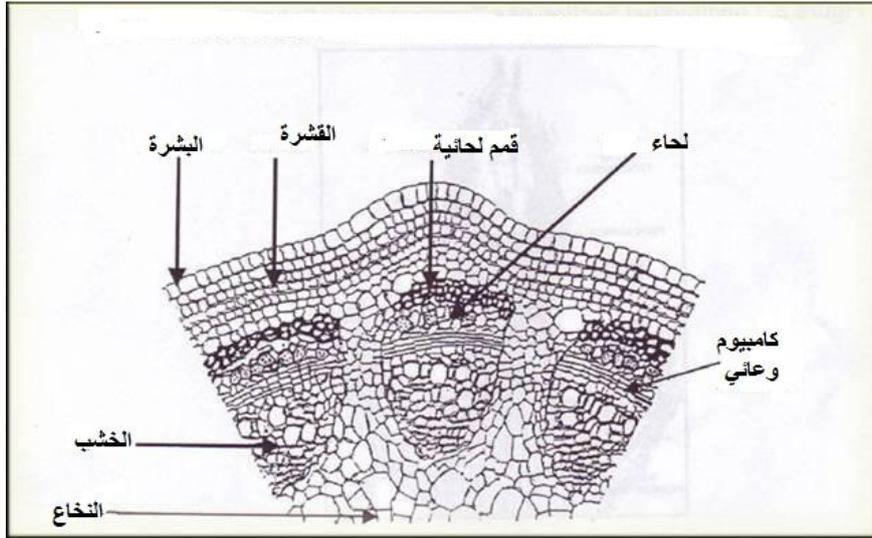
#### استخدامات الساق :

- تنتج الأخشاب
- و بعض أنواع العطور مثل عطر دهن العود و الصندل *Album Santalum*.
- يستخدم القلف في صناعة المشروبات كما هو الحال في نبات القرفة.
- تستخدم في إنتاج الصمغ كما هو الحال في الصمغ العربي الناتج من سيقان نبات السنط *Acacia*.
- تنتج بعض النباتات المواد الراتنجية المستخدمة في العلاج و التخدير و هي تنتج من العديد من النباتات منها الصنوبر *Pinus sp*.
- تستخدم ساق لنبات السواك أو الأراك *Persica salvadora* في تنظيف الأسنان و اللثة .
- ينتج اللبان من سيقان شجرة اللبان *Sacra boswelia* و ينتج المطاط من سيقان شجرة المطاط

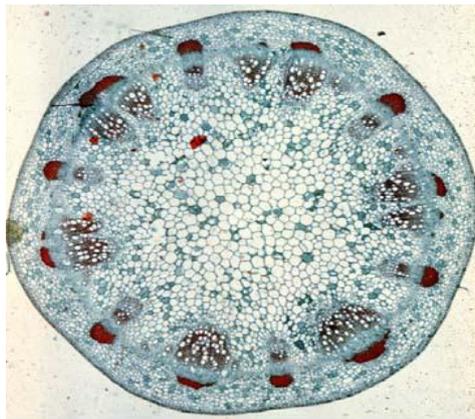
#### بنية الساق:

تتألف السوق النباتية بشكل عام من:

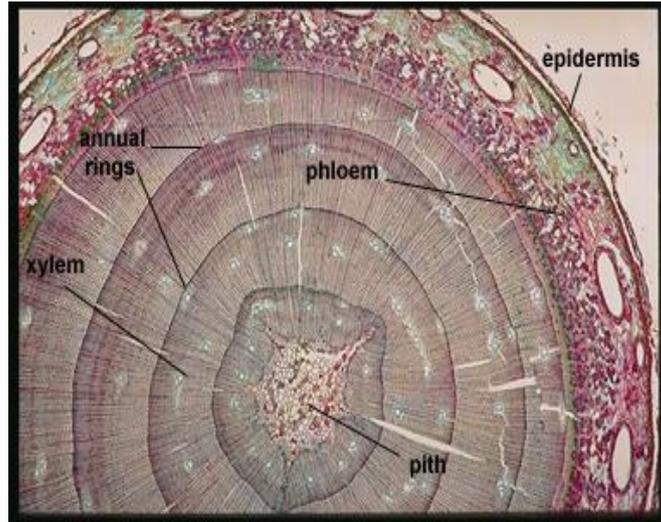
- البشرة *Epidermis*
- القشرة *Cortex*
- أوعية توصيل للماء و المعادن و الأملاح و هي أوعية الخشب *Xylem* .
- أوعية توصيل الغذاء الناضج المنتج من البناء الضوئي و تسمى باللحاء *Phloem*.



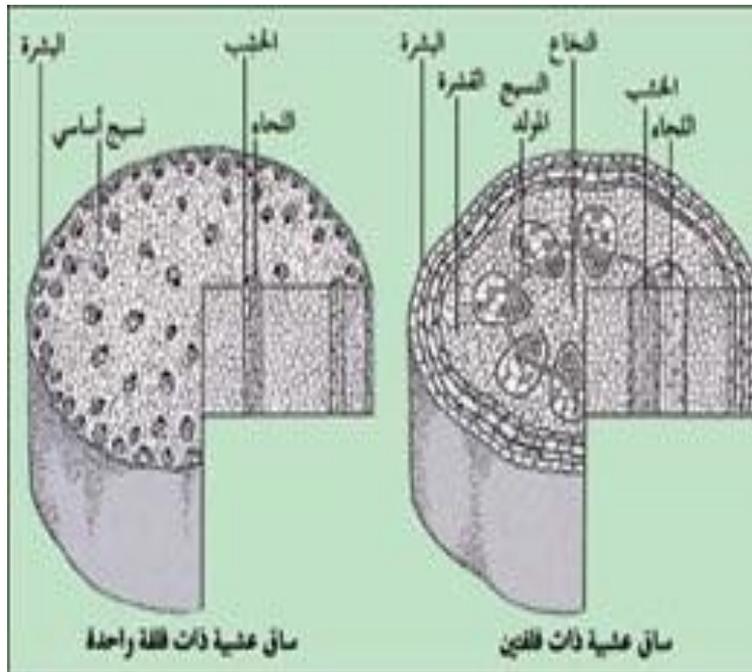
\* نباتات ذوات الفلقتين (Dicotyledon): تنتظم الحزم الوعائية (Vascular bundle) في تركيب منظم في حلقة حول مركز مقطع الساق بحيث يكون الخشب و اللحاء على انصاف أقطار واحدة ، و نلاحظ وجود نسيج الكامبيوم الذي يعطي التغلطات الثانوية (الخشب الثانوي و اللحاء الثانوي) ضمن أنسجة الخشب و أنسجة اللحاء الأوليين ، و يتم نمو الساق بانتظام بحيث يمكن معرفة عدد السنوات التي مرت على هذا النبات ، و مواسم الجفاف و مواسم الأمطار من خصائص تلك الحلقات و سمكها ، و كلما احتاج النبات إلى ماء أكثر لكبر حجم النبات فتنشأ حلقات خشب جديدة و يمكن أن يكبر قطر الساق بحيث شقت في إحدى الأشجار أنفاق تمر منها السيارات .



Dicot stem-x.s.



\* نباتات ذوات الفلقة (Monocotyledon): تتميز بخواص عامة حيث تتبعثر الحزم الوعائية في الساق بحيث يصعب تمييز الأسطوانة المركزية و القشرة و المخ و لا يحدث نمو ثانوي في السمك لغياب الكامبيوم عادة لأنها عادة نباتات حولية تعيش مواسم محددة و قصيرة .  
 كما أن نباتات ذوات الفلقة (Monocotyledon) تتميز بخواص عامة حيث تتبعثر الحزم الوعائية في الساق بحيث يصعب تمييز الأسطوانة المركزية و القشرة و المخ و لا يحدث نمو ثانوي في السمك لغياب الكامبيوم عادة لأنها عادة نباتات حولية تعيش مواسم محددة و قصيرة .



ساق عشبية ثنائية الفلقة ( عباد الشمس)	ساق عشبية أحادية الفلقة ( الذرة)
صف من خلايا البشرة يعلوها القشرين غالباً تتخللها خلايا حارسة	صف من خلايا البشرة تتخللها خلايا حارسة يلاحظ وجود أوبار كأسية
القشرة عبارة عن نسيج برانشيمي يبدأ بعد صفوف من التغطط الطبقي خلف البشرة مباشرة يختلف عدد الطبقات حسب العمر	نسيجي المخ والقشرة غير واضحين ولا وجود لبنية الاسطوانة المركزية والسبب يعود لتبعثر الحزم الوعائية في كامل المقطع قرب البشرة نحو المركز
البشرة الداخلية واضحة بأول عمر النبات ثم تخنقي أو تتلاشى	لا وجود للبشرة الداخلية
الاسطوانية المركزية واضحة تبدأ بصف من خلايا المحيط الدائر الذي مع العمر تنقسم خلاياه فتعطي الألياف	الاسطوانية المركزية غير واضحة بسبب انتشار وتوزع الحزم الوعائية بصورة غير منتظمة
الحزم الوعائية مفتوحة عددها قليل وأوعيتها كثيرة تتوضع بشكل منتظم حول المقطع -اللحاء يعلو الخشب ونميز نوعين من اللحاء اولي وثانوي والخشب أولي وثانوي بسبب وجود الكامبيوم الوعائي بين الخشب واللحاء - أوعية الخشب في الحزمة تتوضع بشكل صفوف نحو الداخل والحزم الوعائية مفتوحة غير محاطة بغمد -اللحاء الأولي مؤلف من أوعية غربالية وخلايا مرافقة وبارنشيم اللحاء - الخشب الأولي خشب ابتدائي ضيق المقطع يكون للداخل وخشب تالي ويتداخل معهما نسج حشوية متخشبة	الحزم الوعائية مغلقة عددها كبير وأوعيتها قليلة مغلقة كونها محاطة بغمد وصف من الخلايا يحيط بالحزمة -اللحاء و الخشب ونميز نوعين من اللحاء اوليان لعدم وجود الكامبيوم - أوعية الخشب في الحزمة تتوضع بشكل y ومع تقدم العمر تحاط الحزمة بغمد ( نسج متخشبة) -اللحاء الأولي مؤلف من أوعية غربالية وخلايا مرافقة فقط - الخشب مؤلف من الخشب الابتدائي للداخل ضيقة المقطع وأوعية واسعة المقطع هي الخشب التالي
المخ موجود	المخ غير واضح بسبب تبعثر الحزم عشوائياً
الحزم الوعائية يحميها من الأعلى نسيج سكلرانشيمي يسمى القبعة	لا وجود للقبعة السيكليرانشيمية

## ب - الأوراق

تحمل الأوراق على السوق في مناطق منتفخة تدعى بالعقد والزاوية بين الورقة والساق تدعى إبط الورقة حيث هنا تنشأ البراعم.

الأجزاء الورقية: تتركب الورقة من

١. **عنق الورقة (حامل)** : جزء اسطواني يمتد ما بين الغمد والنصل ويحمل الورقة بعيداً عن الساق في الورقة المعنقة وقد تكون الورقة بدونها وتسمى ( لاطئة) ومقطع العنق مختلف من نبات لآخر ويمتاز بالمرونة الجيدة.

٢. **نصل الورقة**: هو الجزء الاخضر المفطح الذي يحمله العنق والذي يعد الجزء النشط من الورقة لغناه باليخضور وبالتالي قيامه بعملية التركيب الضوئي ،العروق في الورقة إما أن تنفرع عن عرق رئيسي عروق ثانوية او هناك أوراق بدون عرق رئيسي حسب توزع العروق في نصل الورقة يمكن أن نميز:

أ- التعرق الأحادي : حيث النصل ضيق ويخرقه عرق واحد فقط مثل نبات الطرفاء

ب - التعرق المتوازي: يصادف عند أحاديات الفلقة

\* متوازي متباعد: مثل الموز

\* متوازي متقارب " متجمع" : النجيليات

ج- التعرق الشبكي: يصادف في ثنائيات الفلقة ، العروق تتوزع على شكل شبكة في انحاء

النصل منه كفي " الخبازة المزهرة" أو ورشي " الكرز و الكستناء"

٣. الغمد " القاعدة: نهاية العنق المنتفخة عند اتصاله بالساق .

### نظام ترتيب الأوراق:

إن توضع الأوراق على الساق ليس عشوائياً إذ هناك نظام معين لتوزيعها :

- أوراق متبادلة التوضع على الساق : مثل نبات الكرمة

- أوراق متقابلة التوضع أو الترتيب على الساق : مثل الياسمين

- أوراق سوارية التوضع على الساق : مثل نبات الشفليرا

### أنواع الأوراق :

تقسم الأوراق حسب النصل حيث هو مكونة من قطعة واحدة أو أكثر إلى:

أ- أوراق بسيطة الورقة يتألف نصلها من قطعة واحدة وقد يكون: رمحي (الكافور)،

بيضاوي(التوت)، قلبي(البطاطا) ،مثلثي (الحور) ،بيضي (لسان العصفور)، قرصي(أبو خنجر)

نصل بفسين(خف الجمل)،أنبوبي( البصل) ، إبري ( الصنوبر)، شريطي (الذرة).....

ب- أوراق مركبة: نصل الورقة يتكون من أكثر من قطعة وهي إما:

\*ريشية: تتوضع الوريقات على العنق الرئيسي كالريشة مزدوجة ومتقابلة ( الجوز)

\* أوراق كفية: حيث تتوضع قواعد كل الوريقات في نقطة واحدة من المحور الرئيسي كأصابع الكف (الكستناء، الترمس، البازلاء)

يلعب شكل قمة الورقة دوراً في توصيفها ولها عدة أشكال:

- مستوية القمة - حادة القمة - مستدقة القمة - مذنبة القمة  
- مشقوقة القمة - غائرة القمة - شوكية القمة

و تلعب حافة الورقة أيضاً دوراً في توصيفها:

- كاملة الحافة - منشارية الحافة - مسننة الحافة  
- مقروضة الحافة - متموجة الحافة - شوكية الحافة

ويمكن أن توصف الأوراق حسب درجة تفصيلها:

- قليلة التفصص الراجي (الختمية) - عميقة التفصص الراجي (الخرع، التين، العنب)  
- قليلة التفصص الريشي (الحنظل) - عميقة التفصص الريشي (الخشخاش)

### تحورات الأوراق:

يصيب الأوراق عدة تحورات شكلية تبعاً لتغيرات الوسط وهذا التحور قد يصيب أحياناً شكلها الخارجي فقط وأحياناً أخرى كلا من الشكل الخارجي والبنية التشريحية:

١- الأوراق الخازنة: تلعب الورقة فيها دوراً مخزناً للغذاء مثل الملفوف

٢- الأوراق الشوكية: تتحول الورقة كلياً أو جزئياً (حواف الورقة فقط) إلى أشواك مثل نبات البربري .

٣-الأوراق المحلاقية : تتحول الأوراق جزئياً إلى محاليق كما في البازلاء أو تتحور كلياً لمحاليق كما في القثاء البرية.

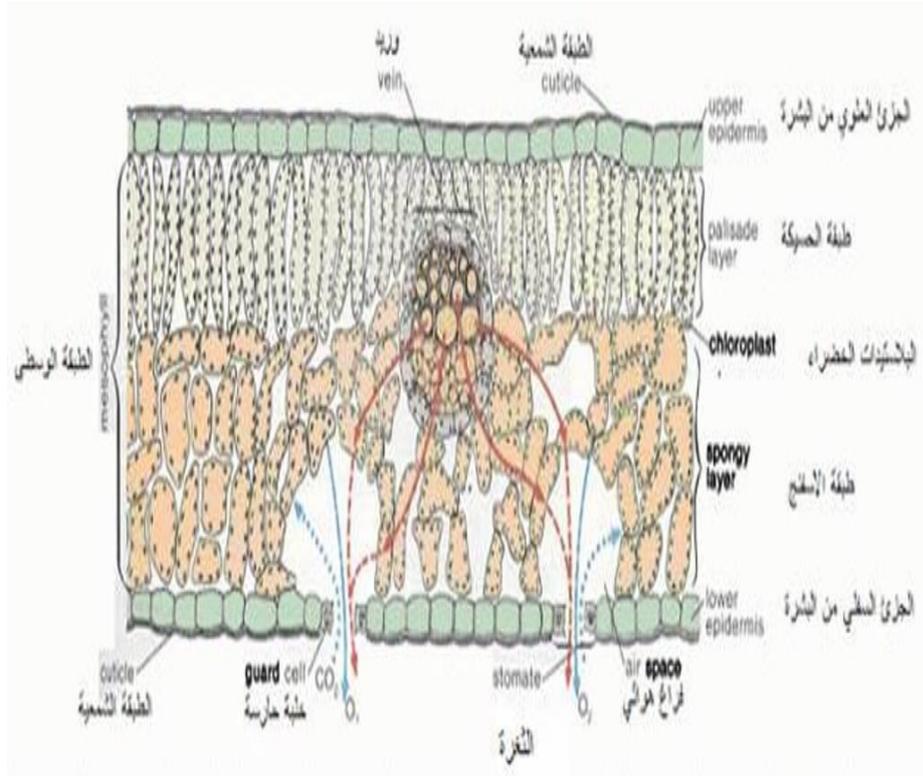
٤- أوراق نبات آكلة للحشرات

٥- أوراق النباتات المائية: الأوراق مغمورة بالماء تكون ذات نصل مقسم لصفائح رقيقة مشرشرة وبشرتها مغطاة بقشيرة رقيقة خالية من المسام والبرانشيم فراغي

٦- أوراق النباتات الصحراوية: تطراً على البنية التشريحية تحورات عديدة حيث تخفف من سطح التبخر عن طريق التزود بقشيرة سميكة ومسام غائرة وأوبار غزيرة عندئذ تصبح الأوراق سميكة لحمية مؤلفة من نسج خازنة للماء.

## البنية التشريحية للورقة:

- تتألف الورقة عند أجزاء مقطع عرضي فيها من بشرتين:
- **بشرة عليا:** تتألف من طبقة واحدة من الخلايا تغطي طبقة شمعية وظيفتها الحماية من العوامل البيئية الغير مناسبة
  - **بشرة سفلى:** تتألف من طبقة واحدة من الخلايا غالباً مغطاة بالأوبار وتنتشر فيها الثغور التنفسية عند كافة النبات أحاديات وثنائيات الفلقة .
- تتميز احاديات الفلقة بأن كلا البشريتين تحوي ثغور تنفسية، بينما ثنائيات الفلقة تتركز في البشرة السفلى فقط .وما بين البشريتين يتركز نسيج يدعى النسيج المتوسط وهو نسيج اسفنجي بارنشيبي يحوي الصانعات الخضراء يكون متمايز في ثنائيات الفلقة إلى نسيجين : نسيج عمادي ونسيج اسفنجي بينما يكون غير متمايز في أحاديات الفلقة
- **الحزم الناقلة:** تتكون من الخشب واللحاء بكل عناصره المعروفة وهذه الحزم مغلقة في أحاديات الفلقة ، بينما تكون مفتوحة في ثنائيات الفلقة الدائمة الخضرة



مقطع عرضي في ورقة ثنائية الفلقة

ويلاحظ اختلاف عند بعض النباتات من حيث البنية التشريحية للورقة وتسمى هذه الاوراق أوراق شاذة وعند إجراء مقطع عرضي في ورقة منها ( الدفلة) نجد:

١- بشرة علوية مؤلفة من ٢-٣ صفوف من الخلايا الشفافة و قد نلاحظ فيها بعض البلورات مغطاة بطبقة من الشمعية اللامعة .

٢- يليها النسيج المتوسط المتميز إلى :

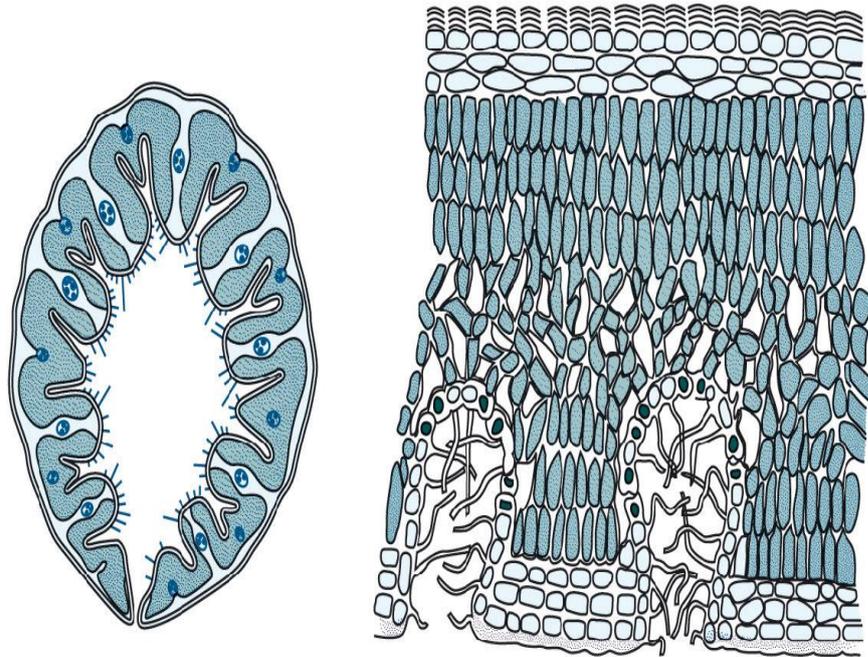
عمادي خلاياه متطاولة متراسة إلى حد كبير غني بالصبغات الخضراء .

اسفنجي خلاياه كبيرة الحجم غير منتظمة في الشكل متباعدة تفصل بينها مسافات بينية كبيرة فقير بالصبغات الخضراء .

عمادي خلاياه متطاولة متراسة إلى حد كبير غني بالصبغات الخضراء .

٣- الحزم الوعائية : الحزمة الوعائية الرئيسية موجودة في العرق الوسطي تتألف من أوعية خشبية مرتبة في صفوف منتظمة باتجاه البشرة العلوية و يكون اسفلها اللحاء ،الخشب يعلو اللحاء إذاً كما في ثنائيات الفلقة الحزمة مفتوحة و ليست محاطة بغمد كما في أحاديات الفلقة و إنما تتخشب النسيج أسفل و أعلى الحزمة لتقويتها .

٤- بشرة سفلية : مؤلفة من صفين من الخلايا الشفافة تتخللها الخلايا الحارسة و التي تمتاز بأنها غائرة في نسيج البشرة الداخلية لداخل الورقة و تكون محاطة بأهداب (استطالات كينية ملحقة لخلايا البشرة ) تعمل كمراوح لتلطف الحرارة المرتفعة حول المسام الغائرة لتقليل النتج .



مقطع عرضي في ورقة شاذة(الدفلة)

## ج- الأزهار والثمار:

### أ- الأزهار:

تشمل الزهرة الكاملة اربعة محيطات ، يتألف كل منها من عدد من الأوراق تخرج جميعها من أعلى كرسي الزهرة العريض:

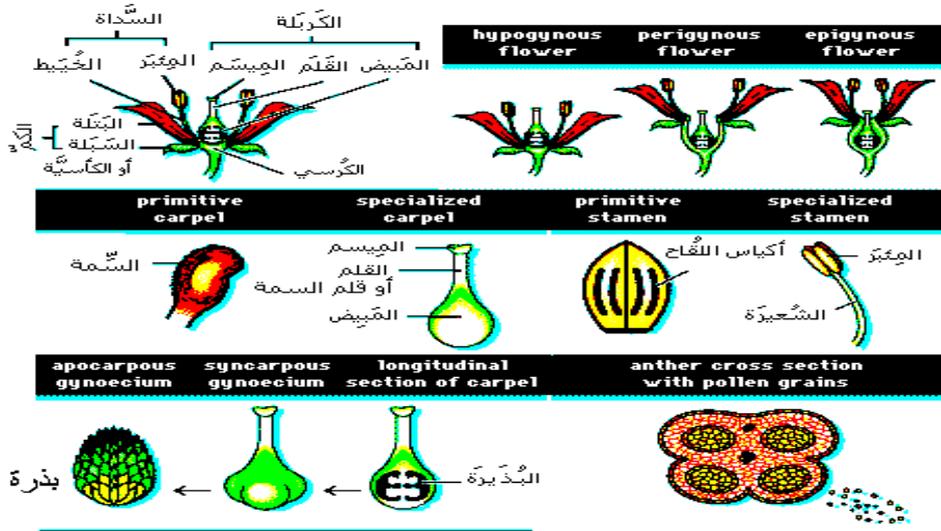
- المحيطان الخارجيان ( الكأس : أوراق خضراء " السبلات" ) و ( التويج: أوراق ملونة بأغلب الأحيان " البتلات" ) يشكلان الغلاف الزهري .
- أعضاء التذكير أو الأسدية : وتتكون السداة الواحدة من خيط ينتهي بجزء منتفخ المئبر بداخله حبوب الطلع .
- أعضاء التأنيث في مركز كرسي الزهرة : جزء سفلي منتفخ "المبيض" يعلوه جزء رفيع هو القلم ينتهي بالميسم الذي يستقبل حبوب الطلع

### أشكال كرسي الزهرة:

١- كرسي الزهرة المحدب : تخرج المحيطات الزهرية عليه في مستويات مختلفة بحيث يتربع المبيض قمة التحذب ويوصف بأنه علوي والمستويات الأخرى أخفض منه ويقال الزهرة سفلية (أزهار الرتبة الحوذانية )

٢- كرسي الزهرة مستوي ( قرصي): يأخذ شكلا قرصيا يحمل وسطه المبيض وتخرج الأسدية على حوافه الخارجية ومحيطا الغلاف الزهري يخرجان خارج القرص توصف الزهرة بأنها محيطية والمبيض نصف علوي أو نصف سفلي (المشمش ، الخوخ ، الكرز)

٣- كرسي الزهرة مقعر : يتقعر كرسي الزهرة متخذًا شكلا كالكأس وتلتحم معه السبلات والبتلات وتبدو الأسدية خارجة من حواف الكرسي العلوية وبالتالي تبدو اجزاء الزهرة أعلى من المبيض وتسمى الزهرة علوية والمبيض سفلي ( التفاح ، القرع، عباد الشمس )

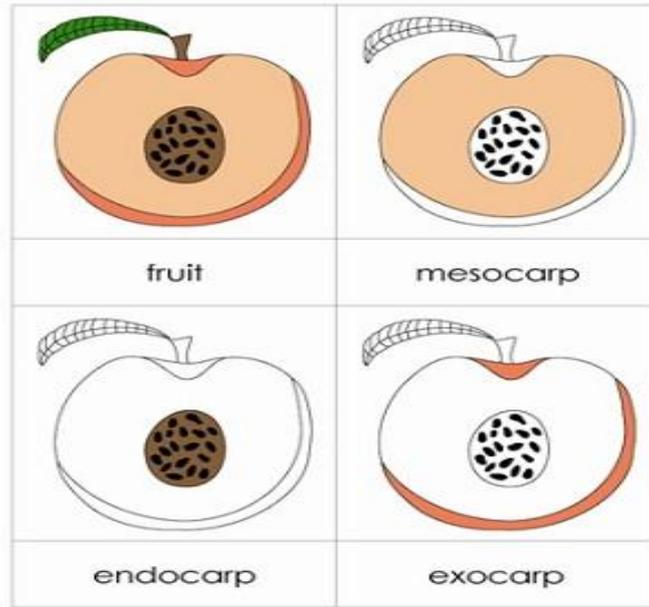


## ب- الثمار

**الثمرة :** عضو حافظ للبذور او الاجنة النباتية ينتج بشكل ثانوي عن عملية اللقاح النباتي كنتيجة مباشرة للتغيرات التي تصيب الزهرة بعد عملية اللقاح .  
الزهرة تتحول إلى ثمرة و الازهار المختلفة تعطي ثمارا مختلفة .

### أولاً - الثمار :

تنشأ اغلفة الثمرة عن تحول اغلفة المبيض و يتكون غلاف الثمرة من :  
غلاف خارجي Exocarp وهو اما ان يكون املس او اوبار او شعيرات او زغب .  
غلاف متوسط Mesocarp قد يكون رقيق و قد يكون سميك و منه ينشأ معظم حجم الثمرة و فيه تمر الحزم الوعائية .  
غلاف داخلي Endocarp و هو إما ان يكون صف واحد من الخلايا او عدة صفوف .



إن مدى تطور طبقات الغلاف الثمري والقوام الذي تتخذه كل منها يمكن تمييز نوعين من الثمار:

\* ثمار طرية \* ثمار جافة

- ثمار طرية: الغلاف الخارجي جلدي والغلاف المتوسط عصيري خلاياه ذات جدر سللوزية رقيقة أما الغلاف لداخلي فقد يكون عصيريا كما الغلاف المتوسط (ثمار عنبية) أو يتخذ مع الغلاف الداخلي قواما متخشبا ويشكلان نواة صلبة قاسية (ثمار حسلة "الكرز" )
- ثمار جافة : تتميز بأن الغلاف الثمري بأكمله يكون جافا وغير نفوذ" البندق ، الجوز...

## تصنيف الثمار :

تصنف الثمار وفق التالي:

**أولاً- ثمار بسيطة:** تتكون الثمرة الواحدة من مبيض زهرة واحدة وتقسم حسب طبيعة

الغلاف الثمري:

أ- ثمار بسيطة طرية ( أو اللحمية ): الغلاف الثمري ذو طبيعة غضة وتقسم إلى:

- ثمرة عنبة: فيها يكون الغلاف الخارجي جلدي أما الجداران الداخليان عصيريان وقد تحتوي بذرة واحدة كما في البلح أو قد تحتوي على بذور عديدة كما في البندورة والعنب والكوسا والبرتقال
- ثمرة حسلة: تنشأ من مبيض علوي أو سفلي عند النضج تعطي بذرة واحدة الجدار الخارجي رقيق والجدار المتوسط لحمي وسميط والجدار الداخلي صلب متخشب " جوز الهند ، الخوخ ، الدراق .. )
- ثمرة تفاحية: تعتبر من الثمار الكاذبة تتكون الثمرة من المبيض وبشارك في تكوينها كل من كأس الزهرة وكروسي الزهرة .

ب- ثمار جافة: \* ثمار غير متفتحة \* ثمار متفتحة

### ١- ثمار متفتحة:

- جرابية: مبيضا علوي لكننها تنفتح من الدرز البطني(نبات الماغنوليا، العايق)
- خردلة: ثمرة طويلة ذات حجرتين وتنفتح من الأسفل بمصراعين (نبات المنثور)
- قرنية: تنفتح الثمرة عند نضجها لمصراعين بواسطة خطين طوليين بطني وظهري (البازلاء )
- علبة: تنشأ من مبيض عديد الأخبية وملتحمة ويكون تفتحها بعدة طرق:

- انفتاح بواسطة الثقوب (ثمرة الخشخاش)
- انفتاح بالأسنان (ثمرة القرنفل)
- انفتاح عرضي ( ثمرة لسان الحمل)
- انفتاح طولي ( ثمرة نبات الداتورا)
- انفتاح بالانفجار ( ثمرة قناء الحمار)

### ٢- ثمار غير متفتحة :

- فقيرة: ثمرة صغيرة وحيدة البذرة (الفريز ، شقائق النعمان)
- سبسلاء: فيها بذرة واحدة فقط تتميز بها العائلة المركبة ( عباد الشمس)
- برة (حبة): فقيرة عديمة الغلاف البذري يلتحم الجار الثمري مع البذرة ( القمح )
- بندقة: غلافها الثمري قاسي متخشب يحوي بذرة واحدة ( البندق ،الجوز)
- مجنحة: ثمرة فقيرة استطال غلافها الثمري جانبييا على هيئة جناح رقيق بسيط(الدردار) أو جناح مزدوج

- منشقة: تنشأ من مبيض مكون من عدة حجيرات تعطي كل حجرة ثمرة فقيرة وتتفصل ثمرات الحجرات عند النضج ( الكمون، الخبيزة المزهرة...)

### ثانياً- الثمار المركبة:

تنشأ الثمار المركبة من عدة أزهار " ما يسمى بالنورة الزهرية" متجمعة على محور زهري أو شمراخ ( التين ، توت العليق)

### ثالثاً- الثمار المتجمعة:

تتشكل الثمار من عدة مبايض منفصلة كل مبيض يعطي ثمرة صغيرة تتجمع بما يسمى التخت الزهري ( الفريز ، التوت، الأناناس )

كما يمكن تصنيف الثمار وفقاً لأجزاء الزهرية التي ساهمت في تكوينها فيكون لدينا:

- ثمار كاذبة : و فيها يكون تكوين الثمرة من المبيض بالاشتراك مع اجزاء الزهرة الاخرى مثل التخت ( كأس الزهرة ، كرسي الزهرة.. ) مثال ( التفاح - إجاص)
- ثمار حقيقية : و هي التي تكونت من المبيض فقط مثال (مشمش - خوخ).

