مورفولوجًيا وتشرًيح النبات

اعـــــــداد

استاذ مساعد /إيمان عبدالعاطًي حسن الولًيد

كلية العلوم

قسم النبات والميكروبيولوجي

العام الجامعي
2023/2022

بُيانات الكتاب

الكلية: العربية

الفرقة: الاولى

التخصص: اساسي علوم

تاريخ النشر:2022

عدد الصفحات: 251

المؤلف: أم/ ايمان عبد العاطي حسن

المحتوي

مقدمة	5
الفصل الاول	.
الشكل الظاهري للنبات	6
انواع الجذور	8
الأهمية الاقتصادية للجذور	14
السيقان	15
وظيفة الساق	16
انواع السيقان	17
تحورات السيقان	20
الاوراق	26
الفصل الثاني	.
مقدمة عن علم التشريح والخلية النباتية	32
تركيب الخلية النباتية	36
المحتويات غير الحية في الخلية النباتية	45
الأنسجة النباتية	52
الأنسجة الانشائية	53
الأنسجة الدائمة	55
التركيب التشريحي للأعضاء النباتية	75
التركيب التشريحي للجذر الحديث	75
التركيب التشريحي للساق	79
التركيب التشريحي للسيقان الحديثة ذوات الفلقتين	80
التركيب التشريحي للسيقان الحديثة ذوات الفلقة الواحدة	84
التركيب التشريحي للأوراق	85
التغلظ الثانوي	88
التغلظ الثانوي الشاذ	98
أثر البيئة علي التركيب التشريحي للنبات	101
المراجع	106

مقدمة

Plant Morphology and Anatomy

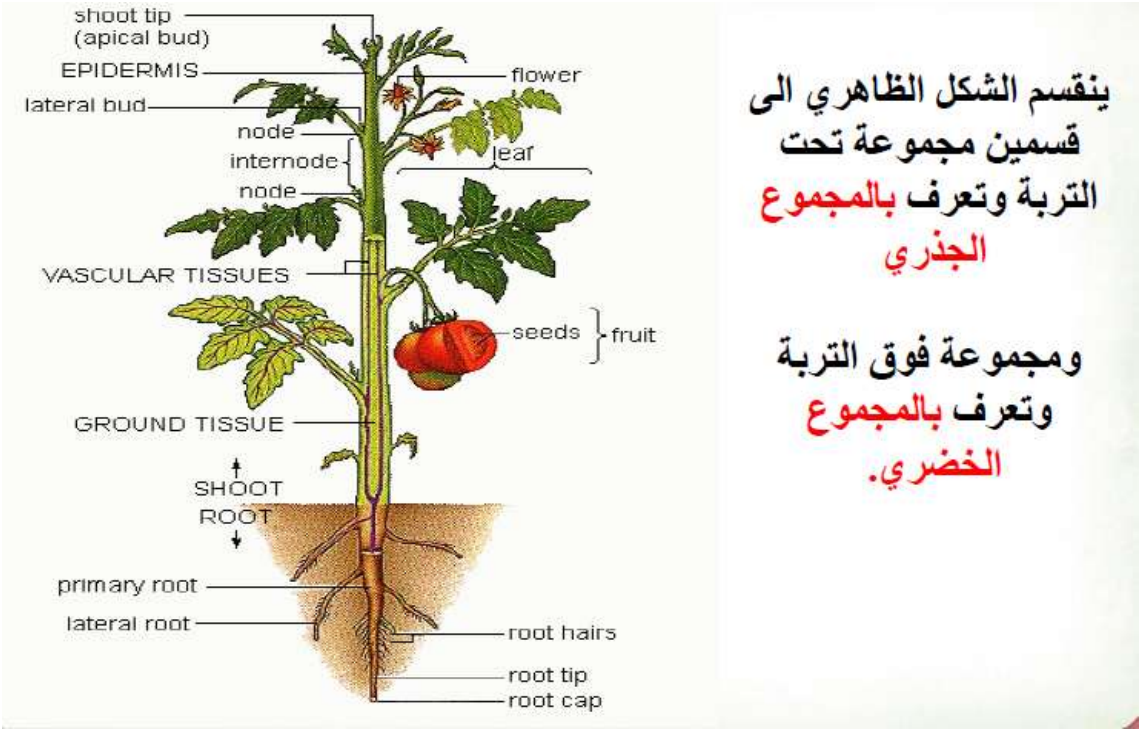
علم مورفولوجيا وتشريح النبات هو أحد الفروع الرئيسية لعلم النبات العام، ويعنى بدراسة النباتات الزهرية مورفولوجيا وتشريحيا خلال أطوار حياتها المختلفة بداية من البذرة وحتى النبات الكامل عن طريق وصف التركيب الخارجي لأجزاء النبات المختلفة وصفا دقيقا وبيان ما قد يوجد بها من تحورات إلى جانب دراسة التركيب الداخلي لها. لذا فإن هذا الكتاب يتناول استعراضا مناسبا للوصف المورفولوجيا للنباتات الزهرية يتضمن التركيب الخارجي والتركيب الداخلي لأعضاء النبات المختلفة مع دراسة شامله لتركيب الخلية النباتية وفقا لما أوضحته الدراسات باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني. علاوة على دراسة أنواع الخلايا والأنسجة المختلفة وتوزيعها فى جسم النبات مع إيضاح العلاقة بين التركيب والوظيفة لخلايا وأنسجة وأعضاء النبات المختلفة وكذلك نظام توزيع العمل داخل جسم النبات. هذا بالإضافة إلى دراسة العلاقة بين تركيب النبات وظروف البيئة التي يعيش فيها لإيضاح التحويرات التي تحدث في التركيب الظاهري والتركيب الداخلي لأعضاء النبات بما يحقق له درجة عالية من التكيف مع ظروف البيئة التي يعيش فيها. وتتركز الدراسة هنا على النباتات ذات الأهمية الاقتصادية والتي يكون الحصول عليها أمرا يسيرا

I- الجذور

❖الشكل الظاهري للجذور

- وظيفة الجذور
- المناطق المختلفة للجذر
- نفرق بين الجذور العادية والعرضية
- التفرقة بين الجذور الدرنية والوتدية
- التمييز بين انواع الجذور العرضية

الشكل الظاهري للنبات



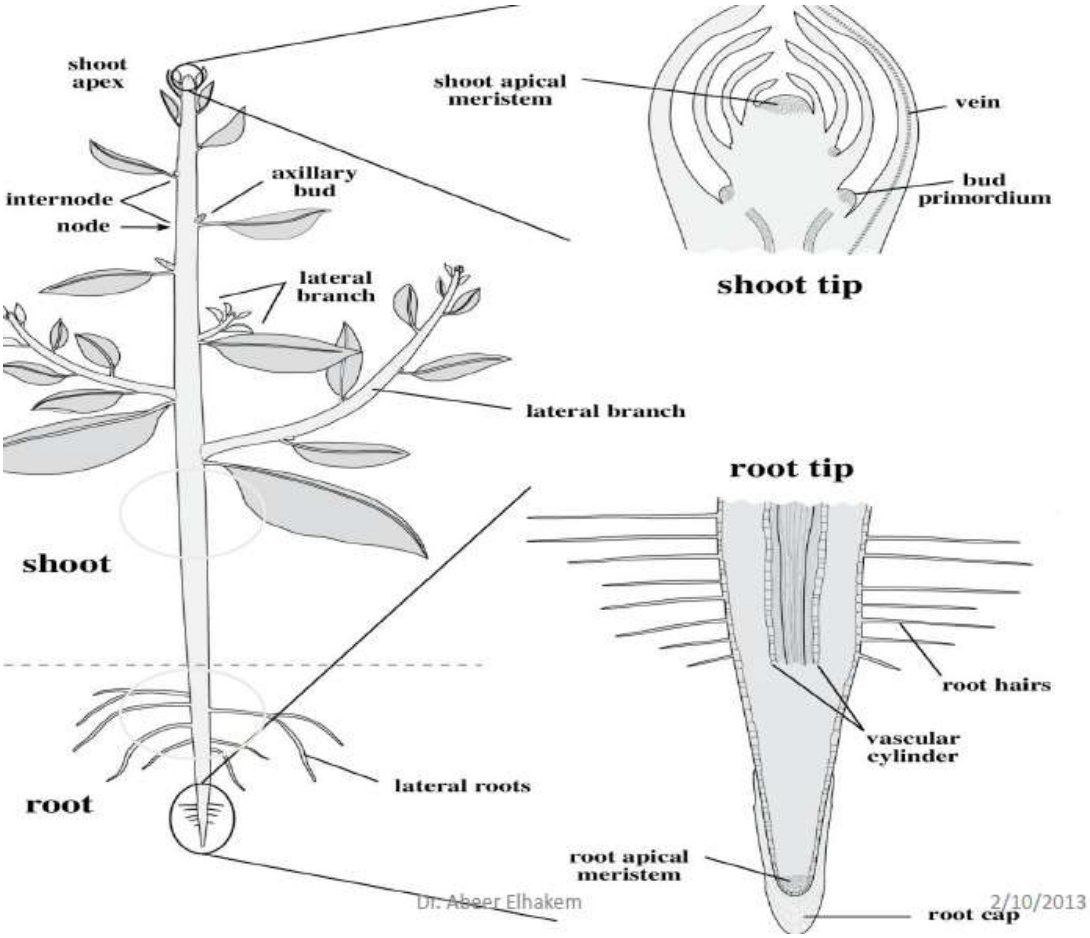
شكل 1 الشكل الظاهري للنبات

- ويتكون المجموع الجذري من محور يمتد الى اسفل على استقامة الساق يعرف بالجذر الابتدائي وهو يتغلغل عموديا في التربة باتجاه الجاذبية الأرضية وتخرج منه جذور ثانوية وهي اصغر حجما من الجذر الابتدائي وتستمر في التشعب حتى الشعيرات المجهرية التي تلتصق بحبيبات التربة.
- أما المجموع الخضري فيتكون من محور رئيسي يمتد الى الأعلى على استقامة الجذر الإبتدائي ويعرف بالساق وهو ينمو أ رسيا في اتجاه الضوء وعكس الجاذبية الأرضية
- وتتضخم الساق في مناطق متعاقبة تعرف بالعقد تخرج عندها الأوراق ويسمى الجزء من الساق الواقع بين عقدتين متتاليتين بالسلامى.
- ويتكون المجموع الخضري أيضا من الأوراق والأزهار.

مميزات الجذور

1. تغطى قمة الجذر بنسيج واق يسمى القلنسوة Root cop .
2. وجود شعيرات جذرية متخصصة فى امتصاص الماء والذائبات من التربة.
3. تنشا الجذور الجانبية Lateral roots داخليا Endogenous من خلايا الطبقة المحيطة Pericycle للجذر.

4. تتميز الجذور بالانتحاء الضوئي السالب Negative phototropism أى أنها تنمو فى اتجاه المكان المظلم وانتحاء ارضي موجب Positive geotropism أى تنمو فى اتجاه الجاذبية الأرضية ولهذا تنمو الجذور لأسفل وتتغلغل فى التربة.



❖الوظائف الاساسية للجذور Root Functions

يقوم الجذر بمجموعه من الوظائف الهامة في النباتات الراقية من اهمها

1. **تثبيت النبات في التربة**

تُغلغل الجذر الرئيسّي في باطن الأرض ، وتضرب فروعه الجانبيةٌ مائلة ف كل اتجاه ، و تُشعب المجموع الجذري تشعبيا كبيرًا مما سّاعد على تدعيمٌ النبات وتثبيتُه .

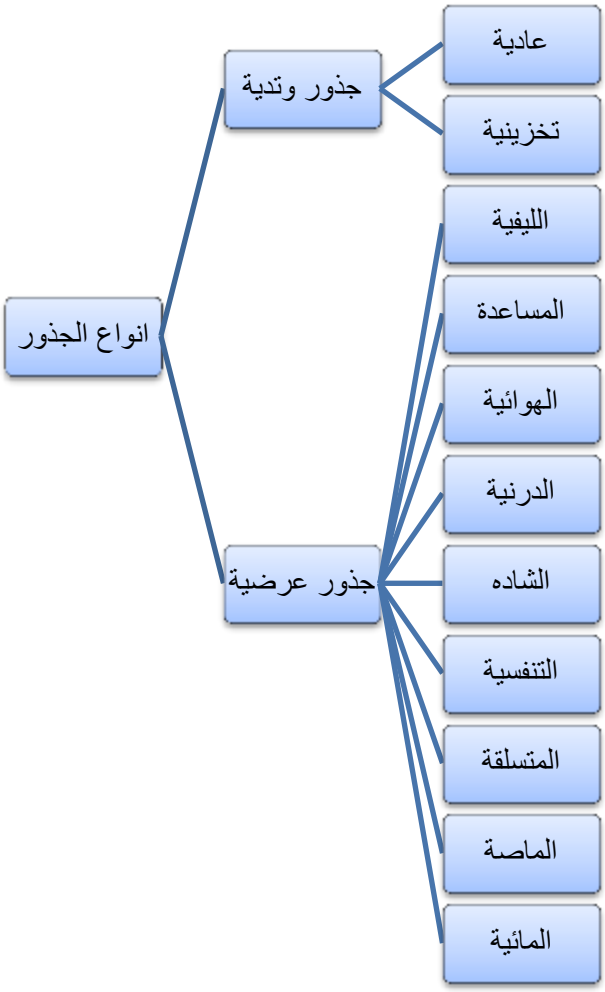
2. **امتصاص الماء والاملاح الذائبة:**

تقوم الشعيرّات الجذريةٌ بامتصاص الماء والأملاح الذائبة في التربة ، كما تساعد خلا ياً الطبقة الوبريةٌ في منطقة الامتصاص بالجذر بهذه الوظيفٌة.

3. اختزان الغذاء المدخر:

يحٌدث في حالات معينٌة تجمع المواد المغذيةٌ الادخارية في جذور بعض النباتات كما هو الحال في : ً جذور البطاطا واللفت والبنجر والفجل والجزر وما شابهها من الجذور المنتفخة المتشحمة .

❖انواع الجذور Root Types

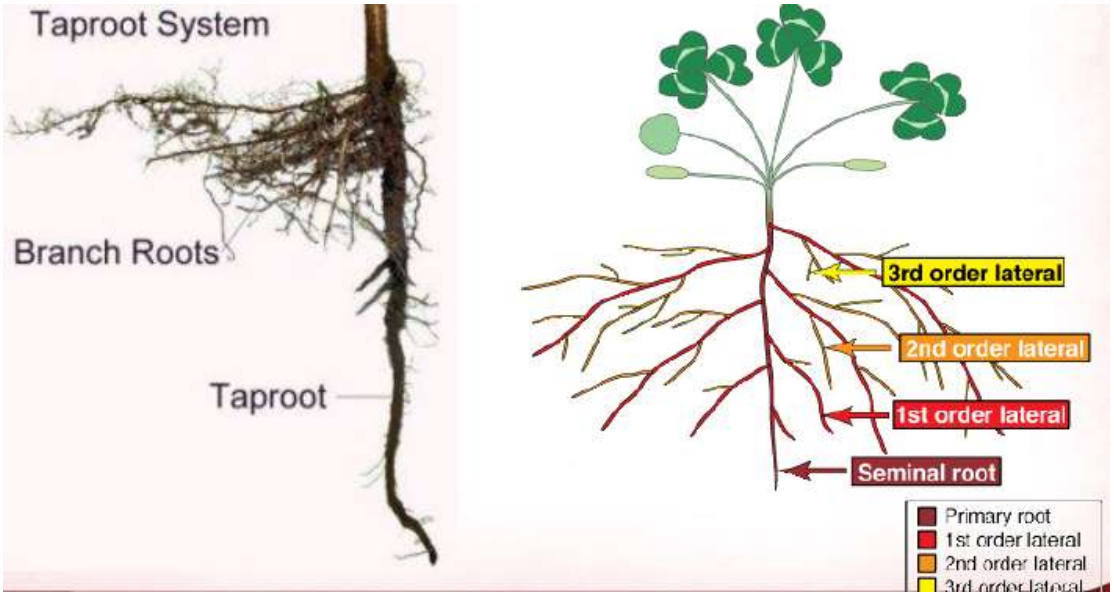


I- الجذر الوتدي Tap Root system

ينٌشأ من نمو جديرٌ الجنينٌ وتتميزٌ معظم النباتات ذوات الفلقتينٌ بوجود الجذر الوتدي.

- و يتكون الجذر الوتدي من الجذر الرئيسٌى و يسمي الجذر الابتدائى Primary root وفروعه الجانبية والتى تعرف بالجذور الثانوية أو الجذور الجانبية
- وتترتب الجذور الجانبية فى تعاقب قمى بمعنى أن أحداثها وأقصرها بالقرب من قمة الجذر بيِّنما أكبرها سنا وأكثرها طولا بالقرب من القاعدة ونتيجًة لذلك ظٌهر الشكل العام للمجموع الجذر الوتد مخروط يًا تٌؤلف من الجذر الابتدائى وهو المحور الرئيسٌى تخرج عل الجذور الجانبيةٌ وتنشا علي فروع تسمى جذور ثالثة ورابعة حتى السابعة
- وتقوم الجذور الوتد ةٌ بتثب تٌ النبات فى التربة وامتصاص الماء والذائبات من التربة.
- و يعٌتبر هذا النوع من الجذور هو السائد بين النباتات ذوات الفلقتينٌ كالقطن والخروع والملوخيةٌ

1-الجذر الوتدي العادي Tap Root system

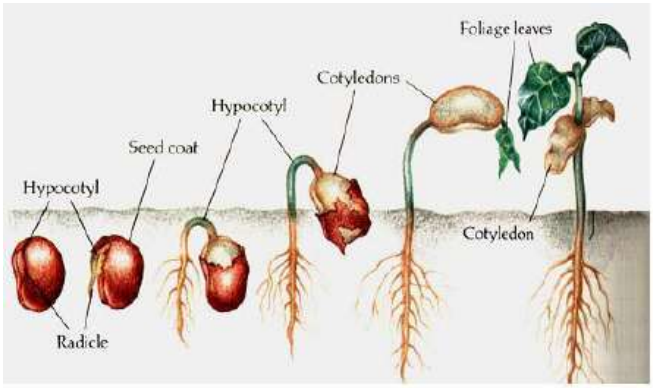


2- الجذر الوتدي المختزن

ان يختزن الجذر الوتدي الغذاء فتشحم وينتفخ ويتخذ اشكالا مختلفة:

II- الجذور البذرية او الجنينية

وهي تنمو في الطبقة السطحية للتربة تشاهد عند انبات العديد من الحبوب مثل الذرة والقمح والشعير



III- الجذور العرضية

كل جذر لا ينشأ أساساً من الجذير (الجنين) يعتبر جذراً عرضياً ، فالجذور العرضية هى الجذور التى تنشأ على أى جزء من أجزاء النبات عدا جذير الجنين ، فهى تنشأ على الأوراق والسيقان كما تنشأ على الكورمات والأبصال وتتكون الجذور العرضية على العقل الساقية والورقية أثناء إجراء التكاثر الخضرى. في بعض الأحيان الأخرى قد تتحور الجذور العرضية لتؤدي وظائف خاصة . وتتميز النباتات ذات الفلقة الواحدة بأن الجذر الابتدائى قصير العمر وتتوقف عن النمو وتموت فى المراحل المبكرة من النمو ونتيجة لذلك يقوم النبات بتكوين مجموعة أخرى من الجذور تنشأ من العقد السفلى للساق تسمى هذه الجذور بالجذور العرضية.

أنواع الجذور العرضية :

1 - **الجذور الليفية (الخيطية): *Fibrous roots***

2 - **جذور عرضية مساعدة: *Prop roots***

3- **الجذور الهوائية: *Aerial roots***

4 - **الجذور الدرنية (المخزنة): *Tuberous roots***

5 - **الجذور الشادة المتقلصة: *Contractile roots***

6- الجذور التنفسية: ***Respiratory roots***

7- الجذور التسلقية: ***Tendrils or Climbing roots***

8- الممصات: ***Haustoria***

9- الجذور المائية: ***Aquatic roots***

1 - الجذور الليفية (الخيطية):Fibrous roots

جذور رقيقة تخرج من العقد الأرضية الموجودة في قاعدة الساق وهي جذور رفيعة ودقيقة كالخيوط وتكثر في النباتات ذوات الفلقة الواحدة كالذرة والقمح والشعير، وتنشأ مبكرة أحياناً لتحل محل الجذر الابتدائي الذي يتوقف عن النمو وهو صغير. في نباتات ذات الفلقة الواحدة كالنباتات النجيلية مثلاً ، بعد أن ينشأ الجذر الإبتدائي من جذير جنين البذرة ، يذبل ويموت ، ثم تقوم قاعدة الساق بإنتاج جذور ثانوية كثيرة التي تشبه في شكلها الليف، لهذا تسمى هذه الجذور بالجذور الليفية . كما تتكون على السيقان الأرضية كالأبصال و الريزومات وغيرها.

-2 **- الجذور المساعدة:Prop roots**

تخرج من العقد السفلى القريبة من سطح الأرض ، على سيقان بعض النباتات القائمة الرفيعة غير المتفرعة كسيقان الذرة وقصب السكر ، وتتجه هذه الجذور مائلة إلى الأسفل حتى إذا بلغت سطح التربة اخترقته وتفرعت في باطن الأرض وانتشرت كما تنتشر الجذور العادية ، ومن أهم وظائفها مساعدة الجذور في تدعيم النبات وتثبيته في الأرض وحفظه قائماً برغم العواصف والمؤثرات الجوية.

3- الجذور الهوائية: Aerial roots

تخرج من السيقان الهوائية متجهة إلى أسفل وتمتد في الهواء حتى تصل إلى سطح الأرض فتخترقها وتتفرع فيها وتنتشر كما في نبات التين البنغالي ، وتعمل هذه الجذور كدعامات تعمل على تثبيت النبات وحمل الفروع وزيادة لقدرة على امتصاص الماء والغذاء من التربة. وتلك الجذور تمتد في الهواء وتستطيع أن تمتص منه بخار الماء قبل أن تبلغ سطح الأرض ومن أمثلتها جذور التين البنغالي ***Ficus benghalensis***.

4 - الجذور الدرنية: Tuberous roots

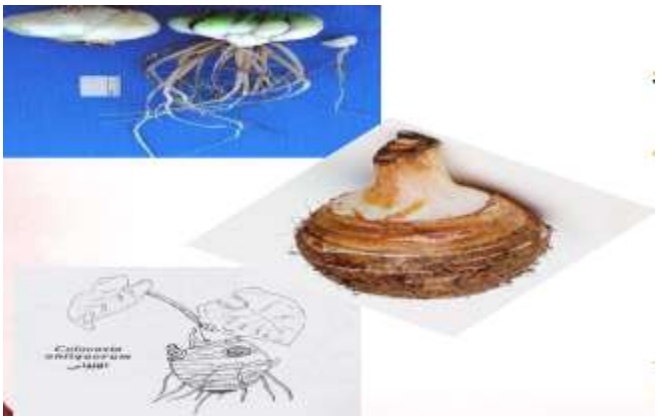
أ- جذور عرضية رئيسية مخزنة مثل البطاطا *Ipomoea batates*

ب- جذور عرضية ثانوية مخزنة مثل الأسبرجس *Asparagus*

وهي جذور عرضية متشحمة تختزن فيها المواد الغذائية التي يعتمد عليها النبات في بعض أدوار حياته ، ومن أمثلتها درنات البطاطا ودرنات الأسبرجس والأصل في المجموع الجذري لكثير من هذه النباتات انه عرضي ليفي ، تشحمت بعض جذوره في أجزاء منها مكونة هذه الدرنات ، ومختزنة فيها المواد الغذائية .

5- الجذور الشادة:Contractile roots

وهي جذور متقلصة توجد في أسفل الكورمات والأبصال وتستطيع بتقلصها أن تشد النبات إلى الأسفل ، فتهبط الكورمة أو البصلة إلى المستوى الطبيعي الملائم إن كانت البذور قد غرست في مستوى مرتفع قريب من سطح الأرض . وبفضل هذه الجذور تظل الساق الأرضية المختزنة دائماً على بعد ملائم من سطح الأرض يزيد من دعامتها ضد الرياح .



6- الجذور التنفسية:Respiratory roots

توجد هذه الجذور في النباتات التي تعيش في مستنقعات طينية رخوة ، من حيث التربة سيئة التهوية ومشبعة بالماء وغنية بالبقايا النباتية المتحللة ، في مثل هذه التربة ترتفع نسبة ثاني أوكسيد الكربون الناتج من تحلل المواد العضوية ولا تجد جذور النباتات كفايتها من الأكسجين اللازم لتنفسها ، ومن مثلة هذه النباتات نبات ابن سينا ***Avicennia officinalis*** (ويعرف أيضاً بالشورة) وهو شجيرات تعيش على شواطئ البحر الأحمر كما توجد بمحمية رأس محمد بشبه جزيرة سيناء. وتخرج من أجزاء النبات السفلى والمغمورة في الطين جذور عرضية تنفسية تنبثق من جذور أفقية تمتد لمسافات طويلة تحت سطح الأرض وتتجه إلى الأعلى بدلاً من اتجاهها إلى الأسفل وينتشر على سطحها عديسات كثيرة ، وظيفتها توصيل الهواء الجوي بالفراغات الهوائية التي تخلل أنسجة الجذور الداخلية ، وبذلك يستطيع الجذر أن يتنفس الهواء الجوي مباشرة .

7- الجذور التسلقية أو المحاليق الجذرية:Tendrils or Climbing roots

وهي جذور عرضية تخرج من سيقان بعض النباتات الملتفة مثل نبات حبل المساكين ***Hedera helix*** أو المتسلقة مثل نبات الشمع ***Cereus*** ، وتخترق هذه الجذور التسلقية الدعامة أو

الحافظ فتعمل بذلك على تثبيت السيقان المتحللة بها وبذلك يستمر صعود النبات لأعلى . وتخرج هذه الجذور في الغالب من جانب الساق الموجه للدعامة .

8- جذور ماصة طفيلية: Haustorial Roots

هى جذور عرضية تخرج من بعض سيقان النباتات الجذرية المتطفلة وتخرج أنسجة العائل حيث تحصل منه على الغذاء المجهز اللازم كما في نبات الهالوك ***Orobanche*** الذي يتطفل على الفول ونبات الحامول ***Cscuta*** الذي يتطفل عل البرسيم.

9- الجذور المائية: Aquatic roots

كما فى نبات ورد النيل ***Eichhornia***

❖ الأهمية الاقتصادية للجذور:

١ - جميع النباتات لا يمكنها النمو والإنتاج عند غياب الجذر.

٢ - يمكن استخدام الجذور كغذاء للإنسان مثل: البنجر - الجذر - اللفت.

٣ - يمكن استخدام جذور بعض النباتات مباشرة أو بطريق غير مباشر كمصدر أساسي للاحتياجات الدوائية للإنسان وتعتبر جذور الأعشاب أكثرها استعمالا منذ قديم الأزل.

٤ - تستخدم جذور بعض النباتات في صناعة التوابل وكذلك المواد العطرية مثل الفجل البرى.

٥ - تستخدم جذور بعض النباتات كأصباغ DYES في الصناعة وللأغراض العلمية.

II- السيقان

❖ الشكل الظاهري للسيقان

- وظيفة الساق
- انواع السيقان
- تفرع الساق
- تحورات الساق
- البراعم وانواعها

❖ الساق:

هو المحور الرئيسي للمجموع الخضري و الذي يمُتد على استقامة الجذر الابتدائي

❖ مميـزات الساق:

1- يحمل الساق الاوراق والبراعم والازهار والثمار

2- يتكون محور الساق من عقد وسلميات

3- الافراع علي الساق خارجية المنشأ

4- السوق ذو انتحاء ارضي سالب

5- لا تتغطي القمم النامية للساق بالقلنسوة

❖ وظائف الساق Stem Functions

1- إنتاج الأوراق والأزهار والثمار وحملها.

2- نقل العصارة النيئُة (الماء والأملاح المعدنية) من الجذور الي الاوراق عبر اوعية الخشب.

3- بنقل الغذاء الجاهز من الأوراق إلي جميع انحاء النبات عبر نسيج اللحاء

4- تخزين المواد الغذائية (النشا السكروز في قصب السكر والمواد الرتنجية في الصنوبر)

5- وظائف اخري : البناء الضوئي والتكاثر الخضري

❖ طبيعة السيقان وانواعها:

يمكن ان تقسم النباتات استنادا الى طبيعة الساق الى ما يلي:

1. **اعشاب** :**Herbaceous plants**-:وهي نباتات غالبا ما تكون خضراء وطريه ولا تكون انسجة خشبية كثيرة وتموت كلها او جزء منها خصوصا الهوائية بعد انتهاء فصل النمو كالباقلاءVicia والسوسنIris والباذنجانSolanum
2. **الشجيرات** :**Shrubs** وتمتاز بامتلاكها عدة سُقان تخرج من الارض كالورد Rosa والرمانPunica والدفلةNerium
3. **الاشجار** :**Trees**وتمتاز بامتلاكها ساق رئُيسَي واحد متفرع من الاعلى كالنخُلPhoenix والُوكالبتسEucalyptus والغربPopulus والتوت Morus
4. **الاعناب: Liana: (Vine)** وهَي نباتات ذات سُيقان متسلقة وتحتوي على حوالقTendrils كما فَي العنب **Vitis .**

انواع السيقان : Stem Types

1.**السيقان الهوائية**:**Aerial stem** وهَي سٌيقان تنمو فوق سطح التربة وتكون السٌيقان باشكال تبعاً لاتجاه النمو فيها Direction of growth وهي كماٌيلًي-:

أ- **قائمةErect :** ينمو الساق عمودياً على سطح التربة كما فًي التوت Morusوالذرة.Zea mays

ب-صاعدة:**Ascending:**ينمو الساق بصورة مائلة مشكلا زاوٌية حادة مع سطح الارض كما فًي شجٌيرات الدفلة Nerium والورد Rosa

ج-الضعيفة :weak:- وهي سيقان لا تسطيع حمل نفسها وتنقسم الي

1. المنبطحة Prostrate:

وهَي سٌيقان تفترش الارض وهَي اما ان تكون منبطحة مرفوعة القمة كما فًي ورد المينا وقد تكون السٌيقان منبطحة نائمة القمة مثل الحنظل

2. السيقان الراكضةrunning stem :

وهيً سٌيقان راكعة وتكون جذرا عرضية عند العقد وافرعا هوائية مقابل تلك الجذور وتسمي المسافات بين الافرع الهوائية بالمدادات كما فًي الشلٌك

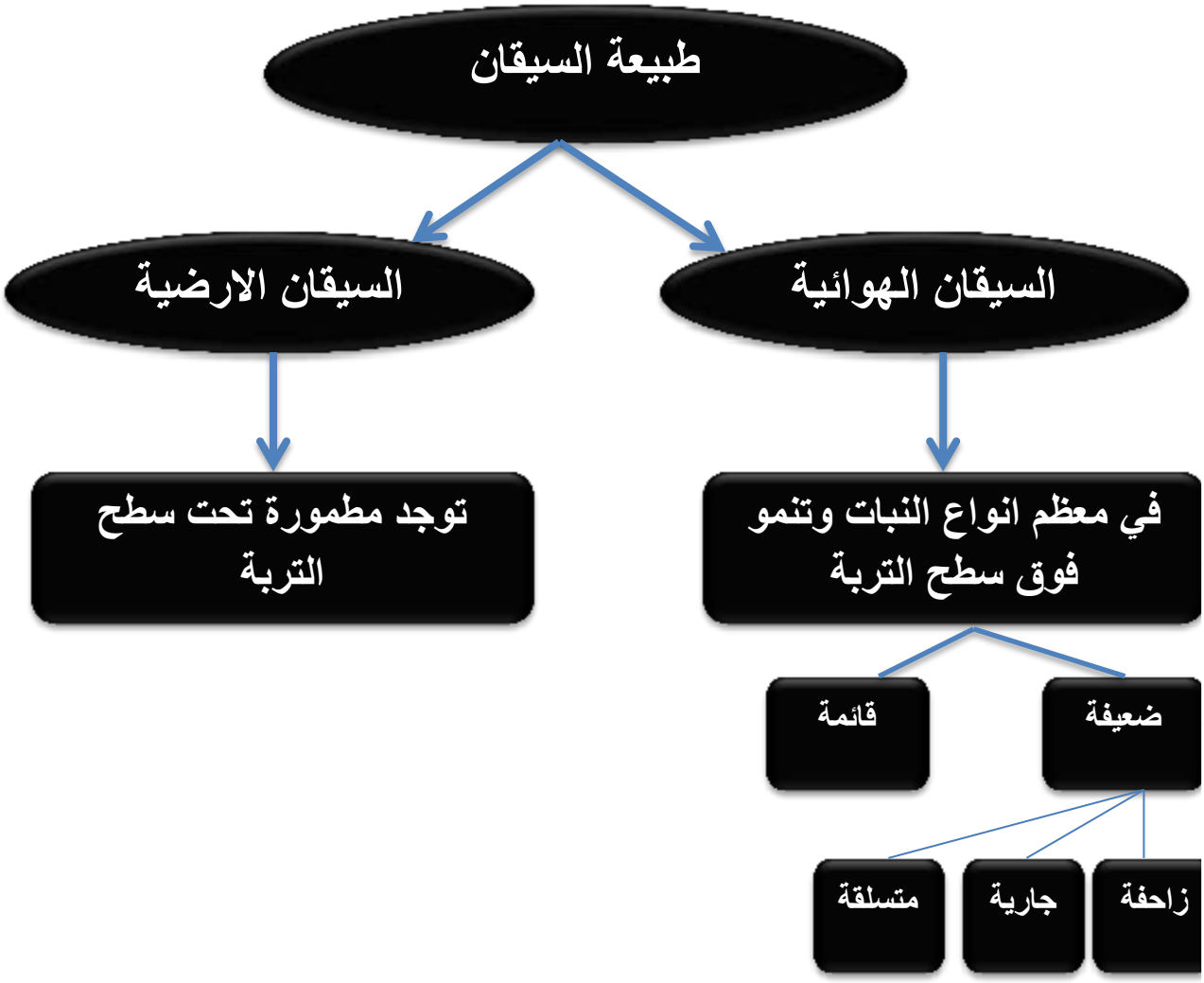
3. الملتفةTwiningاو Twiner

وهَي سٌيقان ضعٌيفة تحتاج الى مسند لتلتف علٌيه كما فًي Convolunlus اللبلاب

وهَي سٌيقان ضعٌيفة تحتاج الى مسند ووسٌيلة لمسك المسند Climberاو Climbingالمتسلقة Vitisحٌيث تمتلك تحورات خاصة كالاشواك والمحاجم والحوالق او المماٌلق كما في العنب

اما النوع الاخر من السيقان فهَي السٌيقان الترابٌية وهَي سٌيقان تنموتحت الارض والتربة وتأخذ اشكالا متعددة منها :

- **الرايزومات:Rhizomes**: وهي سيقان تنمو بموازاةسطح الارض وتكون جذورا ليفية عند العقد كما في النيل والقصب والبردي
- **الدرانات:Tuber :**ساق خازنه للمواد الغذائية تكون فيها العقد والسلميات غير متميزة الا انها تحمل براعم كما في البطاطا
- **الابصال :Bulbs**ساق قرصٌيةdiscoid تحاط بأوراق خازنة وظٌيفتها خزن الغذاء والتكاثر كما فًي البصل Allium cepaوالثوم.Allium satirum
- **الكورمات**:**Corm:** ساق خازنة شبه كروٌية تكون عمودٌية على التربة وتكون مقسمة بوضوح الى عقد وسلامٌات كما فًي السعد.Cypres


طبيعة السيقان
السيقان الهوائية
السيقان الارضية
في معظم انواع النبات وتنمو فوق سطح التربة
توجد مطمورة تحت سطح التربة
ضعيفة
قائمة
زاحفة
جارية
متسلقة

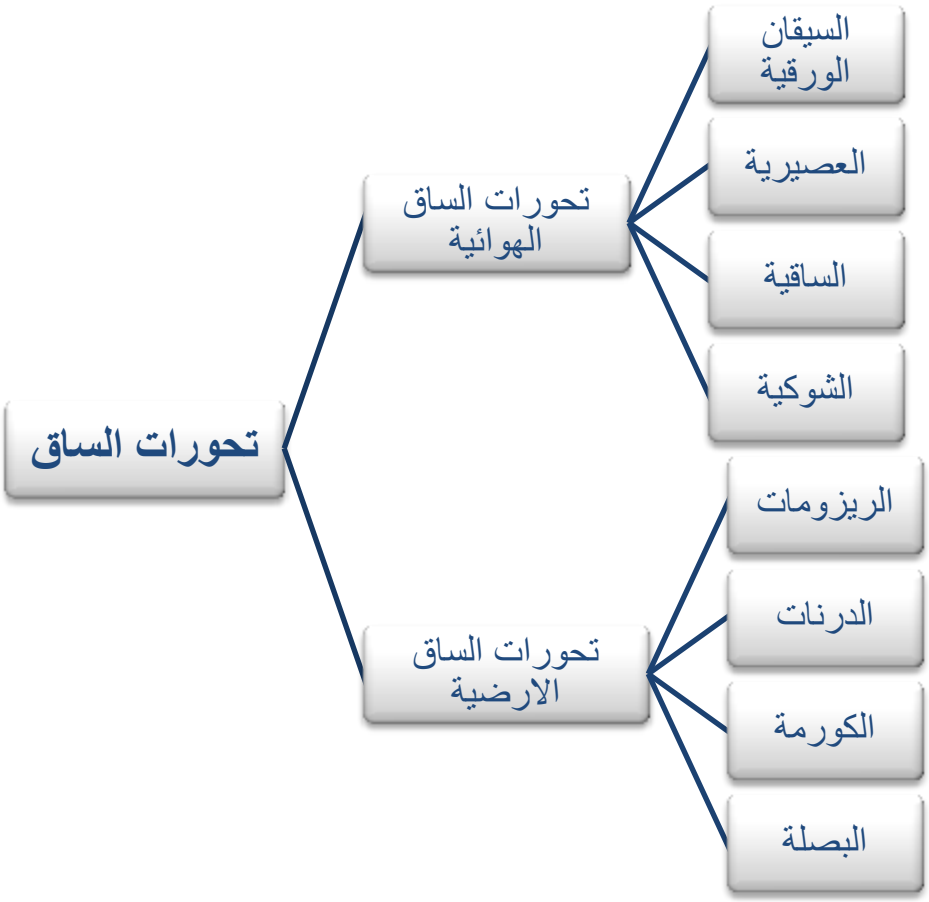
انواع السيقان Types of stem

لما كان نمو الساق دائما متجها الي الاعلي (بعكس الجذر الذي ينمو الي اسفل) متجها في الهواء حاملا معهالاوراق معرضا اياهاللضوء كي يتمكنها من القيام بعملية البناء الضوئي

فان هناك وظيفة اساسية يقوم بها الساق وهي توصيل المواد الغذائية المجهزة من الاوراق الي الجذور وكذلك الماء والاملاح المعدنية من الجذور الي الاوراق

ولكن في بعض الاحيان تؤدي السيقان وظائف اخري فتتحور وتاخد اشكالا تلائم تلك الوظائف التي تؤديها

تحورات الساق



تحورات السيقان الهوائية

1 – السيقان الورقية: Leafy stems

بعض النباتات تكون أوراقها إما حرشفية لا تسطيع القيام بعملية البناء الضوئي أو خضراء صغيرة لا تفي بإحتياجات النبات من الغذاء، ولهذا السبب قد نجد أن بعض السيقان تتحور إلى عضو مفلطح أخضر اللون يقوم بوظيفة البناء الضوئي، ومن أمثلة هذا الساق يوجد في نبات السفندر

2 – السيقان العصيرية : stems Succulent

وهنا يتحور الساق إلى عضو عصيري متشحمة يختزن الماء في أنسجته، ويقوم بوظيفة البناء الضوئي كما في نبات التين الشوكي، تعتبر الأعضاء الشائكة التي يحملها النبات فروعاً متحورة، تحمل في بادئ الأمر عند تكوينها أوراقاً خضراء صغيرة تسقط بعد فترة قصيرة تاركة مكانها ندبة، توجد في آباط الأوراق براعم محمولة على وسائد (انتفاخات) وتخرج من هذه الوسائد أشواك صغيرة حادة يمكن اعتبارها أوراقاً متحورة.

3 – السيقان الشوكية : Spiny stems

وتوجد غالباً في النباتات الصحراوية. كنبات السلة ونبات العاقول. وهنا تتحور السيقان (أحياناً الفروع كلها) إلى أشواك مدببة مما يساعد النبات على وقايته من

حيوانات الرعي، وكذا يؤدي إلى اختزال مساحة سطحها الناتج لما يصحبه من اختزال حجم الورقة.

4 – المحاليق الساقية: Tendrils stems

تتحور السيقان في بعض النباتات المتسلقة ، كما في نبات العنب إلى محاليق للتسلق ففي العنب تتحول البراعم الطرفية إلى محاليق للتسلق، أما الذي يكمل نمو الساق ويضيف سلاميات جديدة له هو البرعم الإبطي الذي يوجد في آباط الأوراق.

تحورات السيقان تحت أرضية:

قد تلجأ بعض السيقان للنمو تحت سطح التربة لتتجنب التعرض المؤثرات الجوية من درجات حرارة منخفضة أثناء فصل الشتاء على وجه الخصوص، وتحمل هذه السيقان الأرضية براعم وأوراق حرشفية وينقسم الساق إلى عقد وسلاميات .

ومن أهم الفوائد التي تؤديها السيقان تحت الأرضية هي التعمير، لما لهما من مقدرة على اختزان المواد الغذائية عاماً بعد عام ولما لها من براعم أرضية تمكنها من تكوين فروع هوائية خضراء، كذلك تتكاثر النباتات التي لها مثل هذه السيقان بدون بذور، إذ أنه إذا قطعت الساق إلى قطع صغيرة تحتوي كل منها على برعم أو أكثر من البراعم الكامنة مع توفر كمية كافية من الغذاء ، وزرعت تلك القطع في ظروف ملائمة ، فإن كل قطعة منها تستطيع أن تعطى نباتاً جديداً كاملاً ومن أمثلة هذه السيقان تحت الأرضية ، وأهمها:

– الريزومات: Rhizomes

و**الريزومة** هي ساق تمتد أفقياً تحت سطح الأرض وتتفرع في كل إتجاه ، وتنقسم إلى عقد وسلاميات وتحمل عند العقد جذوراً عرضية ليفية، كما تحمل أوراقاً حرشفية – تغطي الساق – وفي آباط هذه الأوراق توجد البراعم .

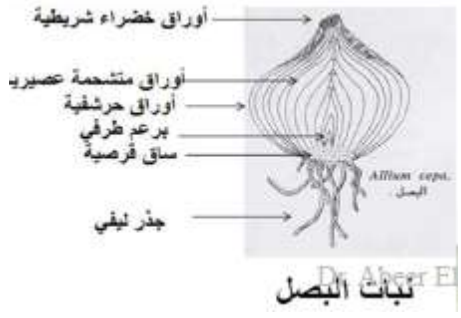
وتتفرع الريزومات في أغلب الاحيان تفرع كاذب المحور. إذ ينثني البرعم الطرفي (القمة النامية) إلى أعلى ويتحول إلى فارع هوائي يبرز فوق سطح الأرض، أما محور الريزومة نفسه فيستمر في النمو بواسطة برعم جانبي آخر في أبط ورقة حرشفية ويمتد البرعم الجانبي على إستقامة المحور الأصلي حتى يبدو وكأنه جزء متمم له . ومن أمثلة الريزومات : النجيل، وهي ريزومة رفيعة تقل فيها كمية الغذاء المدخر أما في ريزومة السوسن فنجدها سميكة لإختزانها قدراً وافراً من المواد الغذائية.

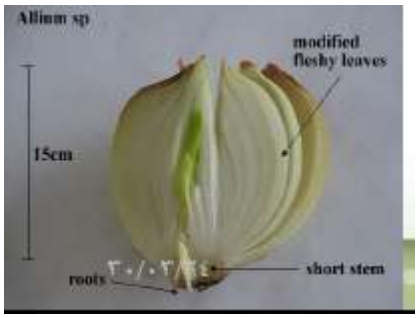
2 – الكورمات: Corms

الكورمة هي ساق أرضية إنتفخت تشحمت بالمواد الغذائية النشوية، وهي ركيزة لسيقان هوائية تحمل أوراقاً خضراء . **وتنقسم الكورمة إلى عقد وسلاميات،** وتظهر العقد واضحة على سطح الكورمة، وتحيط بالعقد أوراقاً حرشفية عريضة، بنية اللون، في آباطها براعم مختلفة الأحجام ، وتخرج أيضاً من سطح الكورمة جذور عرضية ليفية (خيطية) تخترق التربة وتقوم بعملية الإمتصاص. ويسمى الجزء الغض من الكورمة بكورمة السنة الحالية أما الجزء الجاف القديم أسفلها فيسمى بكورمة السنة الماضية لأنه استنفذ ما به من غذاء مدخر، وهي أكثر جفافاً من كورمة السنة الحالية ويميل لونها إلى السواد. ويعتبر القلقاس أهم أمثلة الكورمات.

3 – الأبصال : Bulbs

البصلة ساق قصيرة قرصية الشكل، تعرف بالقرص وتحمل على سطحها السفلي جذوراً عرضيه ليفية تتجه إلى الأسفل وتمتد في التربة لتثبيت النبات وتمتص الماء والأملاح.



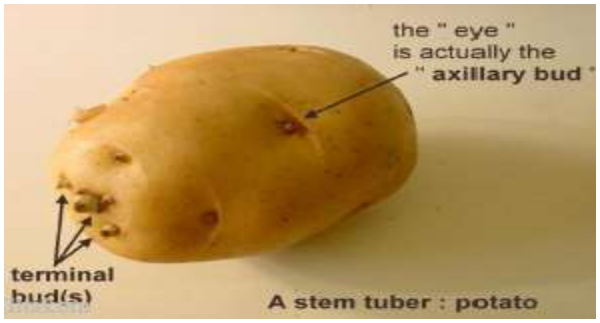


وتحمل على سطحها العلوي حراشف بيضاء سميكة عصيرية، يغلف بعضها بعضاً في طبقات متعددة، وتمثل هذه الحراشف قواعد الأوراق الهوائية الخضراء ، ويوجد في آباطها براعم جانبية ، كما يوجد برعم طرفي في نهاية البصلة الذي ينمو ويعطي فروعاً هوائية ذات أوراق خضراء، ولا يتم اختزان المادة الغذائية في حالة البصل على شكل نشاء ولكن على شكل سكر .

وتظل الأبصال كامنة في الأرض طالما بقيت الظروف الجوية غير ملائمة ثم عندما تصبح الظروف مناسبة ، تنشط البراعم وتكون فروعاً هوائية تحمل الأوراق التي تؤدي وظيفتها في عملية تكوين المواد الغذائية ، وتخزن جزأ منه في قواعد أوراقها ، فتتفتح هذه القواعد وتكبر مكونة أبصالاً جديدة مثل البصل والثوم والنرجس والتيوليب.

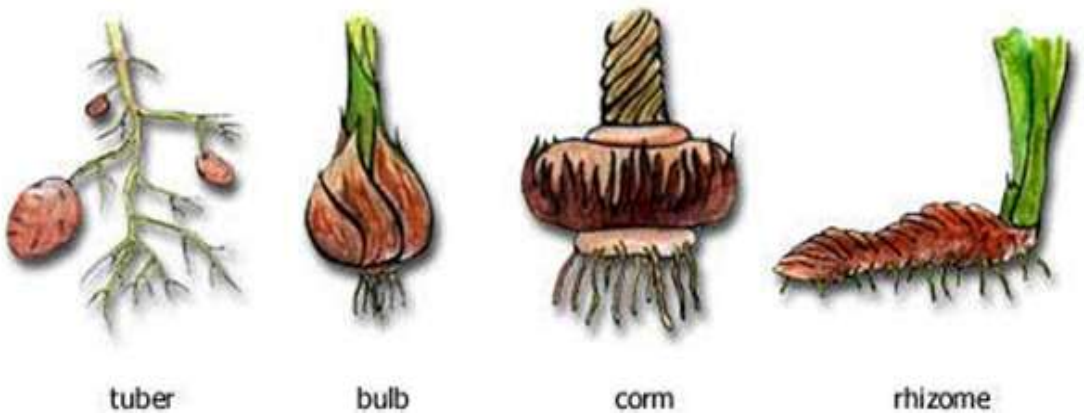
– الدرنات : Tubers

الدرنة ساق تحت أرضية منتفخة لامتلائها بالمواد الغذائية المدخرة والتي تكون معظمها من المواد النشوية. لا يمكن تقسيم الدرنة إلى عقد وسلاميات واضحة، ولكنها تحمل أوراقا حرشفية وبراعم في تجاويف ليست غائرة، تسمى العيون،



تنتشر على سطح الدرنة في غير انتظام. يعتبر نبات البطاطا أهم النباتات التى تتكون لها درنات ساقيه. ويوضح الشكل الأتي التحورات المذكورة أعلاه .

https://www.youtube.com/watch?v=q1yks48jt_ctd]d,



شكل يوضح أنواع التحورات الأرضية للساق

III- الاوراق

- الشكل الظاهري للورقة
- تركيب الاوراق
- تحورات الاوراق

مورفولوجيا الأوراق Morphology of leaves

❖ الأوراق:

هى الصحائف الخضراء المنبسطة التي تنشأ على الساق فى مواضع العقد وتقوم بعملية التمثيل الضوئى Photosynthesis وتجهيز الغذاء العضوي إلى جانب القيام بعملية النتح Transpirationوالتبادل الغازي. تتصل الورقة بالساق فى منطقة العقدة، والزاوية المحصورة بين قاعدة الورقة والساق تسمى بإبط الورقة الذى يوجد به عادة برعم ابطى واحد أو أكثر.

❖تركيب الورقة

1 - القاعدة Base : هى الجزء الذى تتصل عنده الورقة مباشرة بعقدة الساق ولها عدة أشكال منها:

أ- قاعدة عاديةNormal base : Doranta كما فى الدورانتا

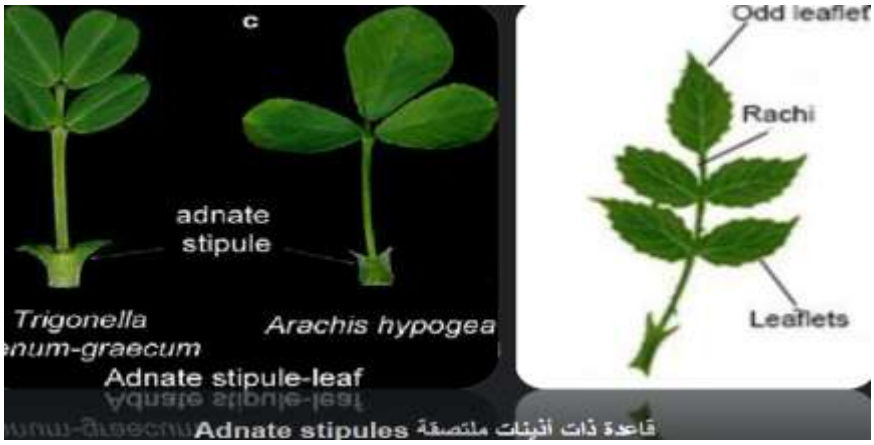
ب-قاعدة غمدية Sheathing base الجذر والبقدونس والنجيليات عموما .

ج- قاعدة منتفخة (وسادية) Pulvinate base الأراليا Aralia والبوانسيانا Poinciana

د- عديمة الأذينات Exstipulate كما فى الكافور.

ه- ذات أذينات Stipulate وفى هذه الحالة يوجد على جانبى قاعدة الورقة زائدتان تسميان بالأذينات Stipules والتى لها صور متعددة منها :

-أذينات ملتصقة Adherent stipules كما فى الورد والبرسيم



-أذينات ورقيه Leafy stipules كما فى البسلة والفول .

-أذينات شوكيه Thorny stipules كما فى السنط Acacia. .

-أذينات محلاقية Tendril stipules كما فى السيميلاكس Smilax

-أذينات شعرية Hairy stipules كما فى الملوخية .

-أذينات غمديه Ochreat stipules كما فى نبات أبو ركبة

❖العنق Petiole

هو الجزء الذى يحمل النصل بعيدا عن الساق لينال حظ أوفر من الضوء والهواء حتى يستطيع القيام بوظائفه على نحو ملائم كما يقوم العنق بتوصيل الغذاء المجهز فى نصل الورقة إلى الساق ونقل الماء والمواد الذائبة فيه من الساق إلى الأوراق، يختلف العنق طول ا وقصر اا باختلاف النباتات وقد يغيب كلية فتسمى الورقة جالسة Sessile كما فى الكتان Linum أما إذا كان العنق موجود فتسمى الورقة معنفة Petiolate ، قد يتحور العنق ويصبح محلاقى كما فى أبو خنجر أو يصبح مجنح كما فى النارنج أو يصبح ورقى كما فى بعض أنواع السنط.

❖ النصل (Lamina) Blade

هو ذلك الجزء الرقيق المنبسط من الورقة ذو اللون الأخضر والذى يقوم بعمليتى البناء الضوئى والنتح .

<u>تقسيم الأوراق تبعا لطبيعة النصل:</u>

1 - ورقة بسيطة Simple leaf : وفيها يكون النصل عبارة عن قطعة واحدة غير مقسمة أو مقسمة إلى أجزاء غير منفصلة عن بعضها تماما

الأوراق البسيطة يكون فيها النصل عبارة عن قطعة واحدة غير مقسمة أو مقسمة إلى أجزاء

غير منفصلة عن بعضها تمام اا، وتبعاا لنظام التقسيم فى النصل تقسم الأوراق البسيطة إلى الأشكال التالية:

ورقة المركبة Compound leaf : وفيها يكون النصل مقسم إلى أجزاء منفصلة عن بعضها تماما يسمى كل جزء منها بالوريقة Leaflet

أشكال الأوراق المركبة

اشكال قمة النصل

اشكال قاعدة النصل

❖تحورات الاوراق:

- اوراق عصيريه

- اوراق محلاقية

- اوراق شوكية

- اوراق متشحمة

قواعد الاوراق المتشحمة الوظيفة: اختزان الغذاء
مثال: البصل

- اوراق الحرشفية

الأوراق الحرشفية فى البصل أو النجيليات
الأوراق المتحورة إلى أشواك صغيرة فى التين الشوكى

الوظيفة :حماية البراعم

- مصائد الحشرات

اصطياد الحشرات

علم تشريح النبات Plant Anatomy

Anatomy derived from the Greek *anatemnō* “I cut up, cut open" from *ana* "on, upon", and *temnō* "I cut".

يعرف علم تشريح النبات أنه العلم الذي يهتم بدراسة التركيب الداخلي للنبات، حيث يدرس الأعضاء المكونة لجسم النبات والأنسجة التي تكون هذه الأعضاء وكذلك نوع الخلايا وتكيفها للقيام بوظائفها المختلفة. ويعد علم التشريح أحد فروع علم المورفولوجي حيث يدرس شكل النبات من الداخل (Anatomy = internal morphology).

الخلية النباتية Plant Cell

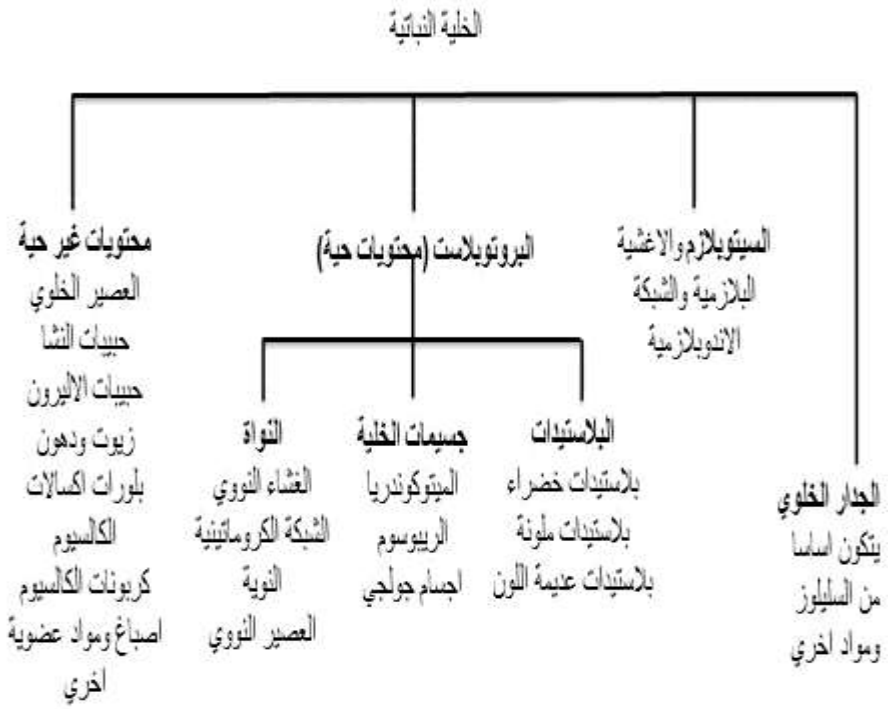
يتركب جسم النبات من وحدة أو أكثر من الوحدات الدقيقة تسمي الخلايا. ولدراسة الخلية أهمية خاصة، لأنها تمثل وحدة التركيب ومركز العمليات الفسيولوجية للكائن الحي والحاملة للصفات المتوارثة التي تنتقل من جيل لآخر. وقد اشتق الاسم الأجنبي (Cell) من المصدر اللاتيني Cellula ومعناه المسكن الصغير

وأول من تعرف علي الخلية وأعطاها اسمها cell هو العالم روبرت هوك Robert Hooke عام 1665 ولاحظ أنها وحدات صغيرة لها جدار وتحتوي بداخلها عصير خلوي. ولم يعط أهمية خاصة إلي محتويات الخلية حيث أنه اعتبر ما بداخل الخلية عبارة عن محلول مغذي.

وأول من أعلن النظرية الخلوية هما العالمان الألمان شليدن Schleiden وشوان Schwannفي عام 1828 والتي تقول بأن الكائن الحي يتركب من وحدات تركيبية وفسيولوجية هي الخلايا.

ويتراوح حجم الخلية من الميكرون كما في بعض الكائنات الدقيقة إلي عدة سنتيمرات كما في الألياف والشعيرات. وهي تتكون من جدار سليلوزي غير حي يحيط بالجزء الحي من الخلية وهو البروتوبلاست protoplastوتسمي كل المادة الحية في جسم الكائن بالبروتوبلازم protoplasm. وهذه المادة الحية هي التي ترعي كل مظاهر الحياة المختلفة من تمثيل للغذاء وتكاثر، واستجابة للمؤثرات الخارجية. وما إلي ذلك مما يتميز بها الكائن الحي. وسوف نتحدث بالتفصيل عن المكونات المختلفة للخلية النباتية.

تركيب الخلية النباتية

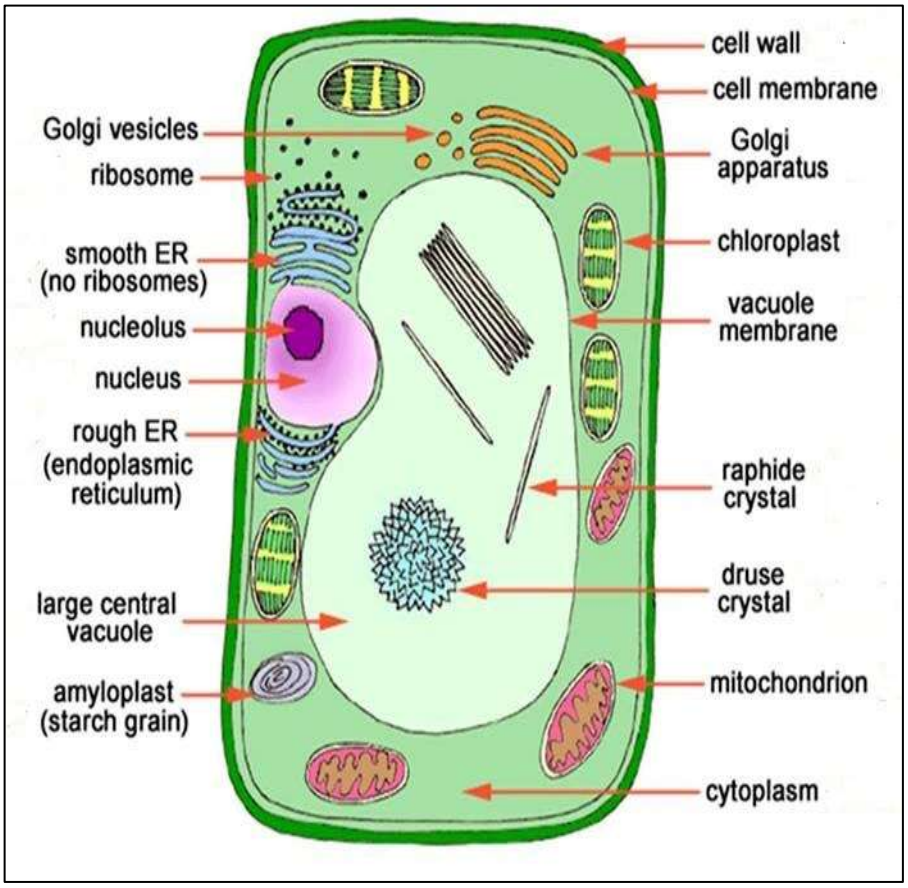


البروتوبلاست Protoplast

سبق أن ذكرنا أن جسم الكائن الحي يتكون من مادة حية تسمي البروتوبلازم ويطلق علي وحدة البروتوبلازم الموجودة داخل الخلية الواحدة البروتوبلاست. ويتكون البروتوبلازم من مواد عضوية وغير عضوية. وتشمل المواد العضوية أساسا البروتينات والدهون والمواد الكربوهيدراتية وبعض الأحماض العضوية. وتكون البروتينات حوالي ثلث الوزن الجاف للبروتوبلازم. وتشتمل المواد غير العضوية علي الماء وبعض الأملاح المعدنية. ويحتوي البروتوبلازم علي نسبة عالية من الماء تصل إلي حوالي 90% في حين لا تزيد نسبة الاملاح المعدنية عن 1%.

ومع أن البروتوبلازم يبدو كسائل بسيط الا أنه في الحقيقة نظام ديناميكي معقد له القدرات المميزة للحياة وهي البناء والتمثيل والنمو والحساسية. ويشتمل البروتوبلازم علي سائل شفاف محبب قليل اللزوجة يسمي السيتوبلازم وجسم كروي أكثر كثافة من السيتوبلازم يسمي النواة ويحتوي السيتوبلازم علي مجموعة كبيرة من الجسيمات الدقيقة التي يظهر بعضها تحت

الميكروسكوب الضوئي وهي البلاستيدات ويظهر البعض الاخر بواسطة الميكروسكوب الالكتروني وهي الشبكة الاندوبلازمية والميتوكوندريا وأجسام جولجي.



تركيب الخلية النباتية النموذجية

السيتوبلازم والأغشية البلازمية

يكون السيتوبلازم الجزء الرئيسي للبروتوبلازم. وهو مادة شفافة محببة قليلة اللزوجة، وتظهر تحت الميكروسكوب كسائل عديم اللون به حبيبات دقيقة معلقة وقطرات لمواد قابلة للذوبان. وكثيرا ما تشاهد هذه الحبيبات في حركة براونية، وأحيانا ما يكون السيتوبلازم متحرك حيث ينساب حول السطوح الداخلية لجدار الخلية، وتعرف هذه الظاهرة بالانسياب السيتوبلازمي Cytoplasmic Streaming.

ويظهر السيتوبلازم تحت الميكروسكوب الالكتروني أكثر تعقيدا، ويحتوي علي جهاز معقد من الجسيمات الدقيقة والأغشية. ويطلق علي مجموعة الأغشية الموجودة داخل السيتوبلازم اسم الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum (ER). ويعتقد أنها مركز كثير من العمليات الحيوية التي تحدث بالخلية وخصوصا عمليات التحول الغذائي. ويوجد علي هذه

الأغشية حبيبات دقيقة تسمي الريبوسومات Ribosomes وهي تدخل في عملية تكون البروتين في الخلية.

وتعرف الطبقة الخارجية للسيتوبلازم والملاصقة لجدار الخلوي بالغشاء البلازمي الخارجي ectoplast وهي طبقة رقيقة وأكثر كثافة من السيتوبلازم، ويتحكم هذا الغشاء في انتقال المواد المختلفة من خارج الخلية إلي داخلها والعكس حيث أنه يسمح بنفاذية أيونات المواد بنسب متفاوتة ويعبر عن هذه الخاصية بشبه النفاذية semi-permeability ومن الممكن رؤية الغشاء البلازمي بالميكروسكوب الالكتروني حيث يظهر علي شكل طبقتين وتعرف الطبقة الداخلية للسيتوبلازم والملاصقة للفجوة العصارية بالغشاء البلازمي الداخلي tonoplast وتحمل نفس صفات الغشاء البلازمي الخارجي.

النواة Nucleus

وهي من أهم الاجسام البروتوبلازمية وأكثرها وضوحا في الخلية. وهي جسم كروي أو بيضي الشكل، يصل قطرها في المتوسط إلي حوالي 15 ميكرونا. وأول من اكتشف النواة هو روبرت براون Robert Brown عام 1831، ولاحظ وجودها في جميع الخلايا الحية وأطلق عليها اسم النواة

وتتميز النواة بالقدرة علي الانقسام. وتتميز عن السيتوبلازم بأنها أكثر كثافة. وتوجد في جميع الكائنات الحية ماعدا الطحالب الخضراء المزرقة والبكتيريا، التي تحتوي علي المادة النووية في حالة منتشرة في السيتوبلازم تسمي مكافئ النواة. وتوجد عادة نواة واحدة بالخلية، إلا أنه في بعض النباتات الدقيقة قد تحتوي الخلية علي نواتين أو اكثر.

ويغلف النواة غشاء رقيق يسمي الغشاء النووي nuclear membrane، ويختفي هذا الغشاء أثناء عملية انقسام النواة ثم يعود للظهور عند إتمام عملية الانقسام. وتمتلئ النواة بسائل هلامي يسمي بالعصير النووي nuclear sap تنتشر به مجموعة من الخيوط الدقيقة والمتشابكة يطلق عليها اسم الشبكة الكروماتينية chromatin reticulum. وتعتبر الشبكة الكروماتينية من أهم مكونات النواة، حيث تلعب دورا هاما في عملية انقسام الخلايا، وانتقال الصفات الوراثية من جيل لاخر. وعند انقسام الخلية تتميز خيوط الشبكة الكروماتينية إلي خيوط واضحة تسمي الكروموسومات ذات عدد ثابت في النوع الواحد للنبات.

وتحمل الكروموسومات عددا كبيرا من الأجسام تسمي بالجينات genes وهي المسئولة عن حفظ الصفات الوراثية في النبات. وقد أثبت التحليل الكيميائي للمادة الكروماتينية أنها تتكون من مواد بروتينية متحدة مع حمضي RNA و DNA لتكوين بروتينات نووية.

تحتوي كل نواة علي جسم مستدير صغير متجانس لا يحدده غشاء يعرف بالنوية nucleolus، وتمثل انتفاخا في الشبكة الكروماتينية. وقد يوجد بالنواة أكثر من نوية وهي تتكون من بروتينات متحدة مع حمض RNA وتظهر أكثر كثافة من بقية النواة. وتختفي النوية أثناء عملية انقسام الخلية وتعود إلي الظهور بعد انتهاء عملية الإنقسام.

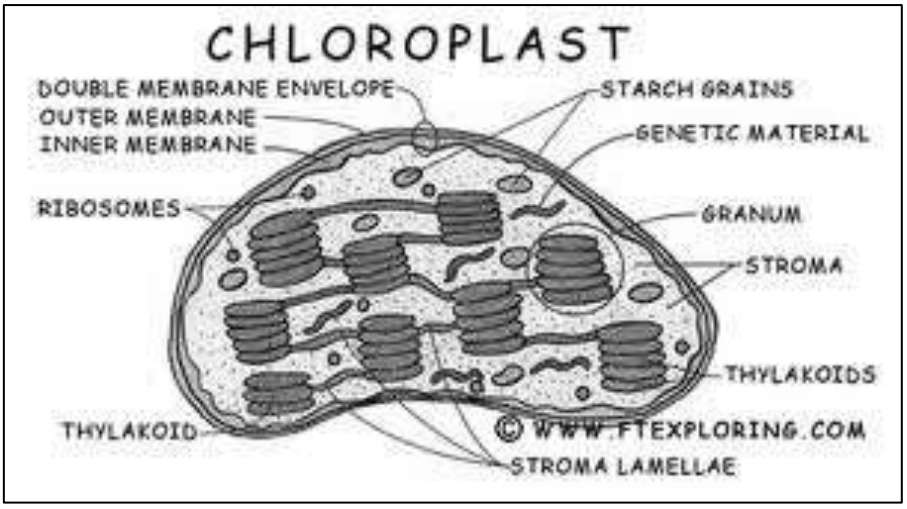
البلاستيدات Plastids

هي أجزاء بروتوبلازمية مميزة توجد منغمسة في السيتوبلازم، وتقوم بوظائف معينة، وتتباين في الشكل والحجم واللون. وتنشأ البلاستيدات في الخلية من أجسام صغيرة غير متميزة تتكون في الخلايا الانشائية وتعرف بمنشئات البلاستيدات proplastids. لها القدرة علي الانقسام. ويتم التقاطها من الخلية الأم إلي الخلايا البنوية أثناء انقسام الخلية.

تنقسم البلاستيدات إلي ثلاثة أنواع حسب لونها:

البلاستيدات الخضراء Chloroplasts

تتميز بلونها الأخضر المميز نتيجة وجود صبغ أخضر هو الكلوروفيل chlorophyll الذي يلعب دورا هاما في عملية التمثيل الضوئي. والأصباغ الموجودة في البلاستيدات الخضراء هي كلورفيل (أ) ولونه أخضر مزرق وكلورفيل (ب) ولونه أخضر مصفر **والزانثوفيل** xanthophyll ولونه أصفر والكاروتين carotene ولونه برتقالي. ويمثل الكلورفيل الصبغ الغالب في البلاستيدات الخضراء ولهذا فهو يعطيها لونها الأخضر المميز. وتوجد هذه البلاستيدات في خلايا الأجزاء الخضراء من النبات.



رسم تخطيطي لبلاستيدة خضراء

وتختلف البلاستيدات الخضراء في الشكل والحجم في النباتات المختلفة في حين تتشابه في خلايا النسيج الواحد وهي غالبا قرصية الشكل في النباتات الراقية ويبلغ قطرها حوالي من 4-6 ميكرون. وقد تكون حلزونية كما في طحلب الاسبيروجيرا أو كأسية كما في طحلب الكلاميدوموناس. وتظهر البلاستيدات الخضراء تحت الميكروسكوب الضوئي كوحدة متجانسة خضراء قد تحتوي داخلها علي حبيبات النشا، وتظهر تحت الميكروسكوب الالكتروني محاطة بجدار مزدوج شبه منفذ وتحتوي بداخلها علي مجموعات من الصفائح الرقيقة مرتبة فوق بعضها في طبقات تسمي بالجرانا granum وتوجد هذه الصفائح منغمسة داخل كتلة محببة تسمي بالستروما stroma ويوجد صبغ الكلورفيل مرتبا في طبقات بين الصفائح المكونة للجرانا.

البلاستيدات الملونة Chromoplastids

تختلف في لونها من الأصفر إلي البرتقالي أو الأحمر ويرجع اللون غالبا إلي صبغ زانثوفيل والكاروتين. وتوجد هذه البلاستيدات في بتلات الأزهار وبعض الجذور مثل الجزر والثمار مثل الطماطم والفلفل. وتختلف هذه البلاستيدات في الشكل فقد تكون غير منتظمة أو حبيبية أو مضلعة أو إبرية أو مفصصة.

ويرجع السبب في أن أطرافها معظمها مدببة إلي وجود مادة الكاروتين بها في صورة بلورية. وقد تتحول البلاستيدات الخضراء إلي بلاستيدات ملونة كما يحدث عند نضج بعض الثمار مثل الطماطم والفلفل حيث يختفي الكلوروفيل في البلاستيدات الخضراء ويظهر لون الأصباغ الأخري. ولكن الغالب أن تنشأ البلاستيدات الملونة من منشئات بلاستيدات خاصة بها.

ولا تعرف وظيفة البلاستيدات الملونة بالنسبة للنبات علي وجه التحديد. ولصبغ الكاروتين فائدة للحيوان حيث يتحول في جسمه إلي فيتامين (أ).

البلاستيدات عديمة اللون Leucoplastids

يصعب رؤية البلاستيدات عديمة اللون تحت الميكروسكوب دون صبغها بأصباغ خاصة. ويكثر وجودها في الأجزاء النباتية غير المعرضة للضوء. ويختلف شكلها في النباتات المختلفة وهي غالبا منتظمة الشكل ويختلف شكلها تحت الظروف المختلفة وغالبا ما تحتوي علي حبيبات النشا وخصوصا في الخلايا الاختزانية الموجودة في الجذور الدرنية والكورمات والدرنات. ويبدأ تكوين حبيبات النشا داخل البلاستيدات عديمة اللون ثم تكبر هذه الحبيبات حتي تملأ البلاستيدة كلها.وقد يظل البلاستيدة محيطا بالحبيبة النشوية أو قد يختفي تماما.

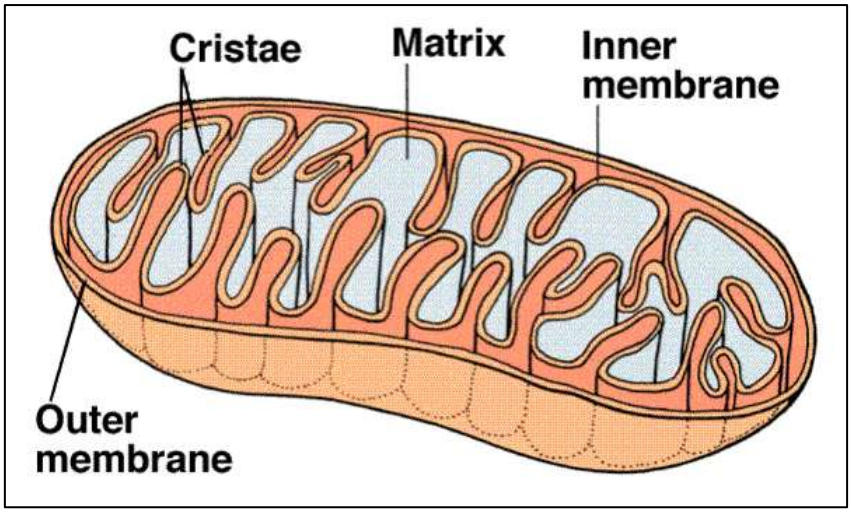
قد تتحول البلاستيدات عديمة اللون إلي بلاستيدات خضراء إذا ما عرضت للضوء. وذلك لتكوين صبغ الكلوروفيل بها كما يحدث لدرنات البطاطس وثمار الطماطم حديثة التكوين عند تعرضها للضوء. وهناك بعض أنواع من البلاستيدات عديمة اللون تختزن فيها الدهون كما في بذور القطن والخروع والفول السوداني وتعرف هذه بالبلاستيدات الزيتية.

الميتوكوندريا Mitochondria

يحتوي سيتوبلازم جميع الخلايا علي عدد كبير من أجسام حية دقيقة الحجم مستديرة أو عصوية يصل طولها أو قطرها من 0.2-0.3 ميكرون وتسمي الميتوكوندريا. ويمكن رؤية هذه الاجسام بالميكروسكوب الضوئي باستعمال طرق صباغة خاصة. وتظهر الميتوكوندريون بواسطة الميكروسكوب الالكتروني محاطة بجدارين، الخارجي منتظم أما الداخلي فينثني داخل فراغ جسم الميتوكوندريون مكونا ثنيات cristae تزيد من مساحة سطحه الداخلي. ويوجد بداخل الميتوكوندريا مادة الأساس matrix التي تحتوي علي مجموعة من الأنزيمات التي تساعد في إتمام تفاعلات عملية التنفس وتكوين الطاقة اللازمة للخلية.

الريبوسومات Ribosomes

هي أجسام دقيقة توجد بالسيتوبلازم ولا تري بالميكروسكوب الضوئي ولكنها تري تحت الميكروسكوب الالكتروني وهي جسيمات دقيقة يصل قطرها إلي 0.1 ميكرون ويعتقد أنها تنشأ من النواة وتخرج منها إلي السيتوبلازم وتتكون من حمض RNA ووظيفتها الرئيسية هي تكوين الانزيمات والبروتينات.



تركيب الميتوكوندريا

أجسام جولجي Golgi bodies

هي مجموعة من الأجسام المفصصة تعرف في مجموعها بأجسام جولجي (نسبة إلي مكتشفها)، أو الديكتيوسومات Dictyosomes وهي توجد في السيتوبلازم وتتركب من بروتينات ليبيدية. وتوجد هذه الأجسام بكثرة في الخلايا الحيوانية. وهناك من الدلائل ما يشير إلي وجودها في الخلايا النباتية حيث يعتقد أن لها علاقة بعملية الإفراز داخل الخلية وتكوين الفجوات.

الجدار الخلوي Cell wall

تحاط الخلية النباتية بجدار صلب ويتكون أساسا من مادة السليلوز ويعمل علي حفظ شكلها حيث أن بروتوبلاست الخلية مادة شبه سائلة ليست لها قوام متماسك. ويعتبر الجدار الخلوي من أهم مكونات الخلية النباتية ومن المميزات الهامة التي تميزها عن الخلية الحيوانية التي تفتقر إلي وجود جدار خلوي. وتحتوي كل من الخلية النباتية والحيوانية علي غشاء بلازمي وهذا يختلف تماما عن الجدار الخلوي، فيتبع الأول المحتويات الحية للخلية في حين يعتبر الجدار الخلوي من الأجزاء غير الحية هذا إلي جانب أن الغشاء البلازمي غير صلب ويتغير في مساحة سطحه وشكله في حين أن الجدار الخلوي صلب ذو شكل ثابت وفي معظم الأحيان لا يتغير في مساحته.

ووجود هذا الجدار لا يعني فصل المادة الحية في الخلايا عن بعضها، فوحدات المادة الحية تتصل فيما بينها بواسطة خيوط سيتوبلازمية دقيقة يصعب رؤيتها أحيانا تحت الميكروسكوب تمر من خلية إلي أخري خلال فتحات في الجدار الخلوي وتعرف هذه الخيوط

بالروابط البروتوبلازمية Protoplasmic Strands (Plasmodesmata). ووجود هذه الروابط يعمل علي تنظيم وتجانس الأنشطة الحية في الخلايا العديدة التي يتكون منها جسم النبات.

وينشأ الجدار الخلوي من افرازات البروتوبلازم أثناء عملية انقسام الخلية الميرستمية، حيث يبدأ ظهوره كغشاء رقيق في الطور الأخير لعملية الانقسام يفصل بروتوبلاست الخليتين الجديدتين ويسمي بالصفيحة الوسطي Middle Lamella ويتركب من مواد بكتينية. وبزيادة عمر الخلية وحجمها يترسب علي جانبي الصفيحة الوسطي طبقة رقيقة مكونة من سليلوز ومواد بكتينية وتمثل هذه الطبقة الجديدة الجدار الابتدائي. ولهذا فإن الجدار الفاصل بين الخليتين يتكون من ثلاث طبقات عبارة عن جدار ابتدائي لكل خلية تفصلهما الصفيحة الوسطي وتظهر الطبقات الثلاث تحت الميكروسكوب كطبقة واحدة رقيقة. وأحيانا يستمر الجدار الابتدائي كما هو في الخلية البالغة دون إضافة طبقات جديدة كما في الخلايا البرانشيمية ويتميز الجدار الابتدائي بقدرته علي زيادة مساحة سطحه. وفي كثير من أنواع الخلايا قد يترسب علي الجدار الابتدائي طبقات جديدة من السليلوز ومواد أخري ولهذا يظهر الجدار مغلظا بدرجة واضحة وتسمي الطبقات الجديدة المضافة بالجدار الثانوي.

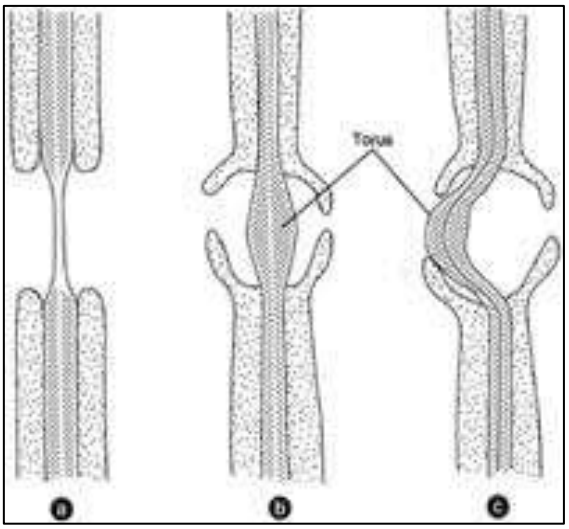
ويتكون الجدار الثانوي من مادة السليلوز مختلطة بمواد أخري مثل اللجنين lignin والسيوبرين suberin والكيوتين cutin والهيموسليلوز hemicellulose. والسليلوز هو مادة كربوهيدراتية عديدة التسكر تعطي بالتحلل المائي سكر الجلوكوز. أما اللجنين وهو يكون الجزء الأساسي من الجدار الثانوي في جدار خلايا الألياف والعناصر الخشبية فهو عبارة عن مواد عضوية معقدة التركيب. والجدر الملجننة عادة أكثر صلابة ومرونة من الجدر السليلوزية وأكثر مقاومة للانضغاط. ولا يعوق اللجنين مرور المواد الذائبة والماء خلال جدر الخلايا شأنه في ذلك شأن السليلوز.

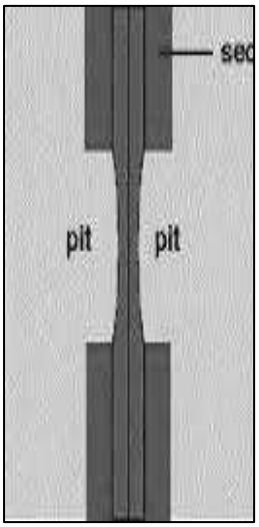
والسيوبرين والكيوتين مواد شمعية توجد في جدر الخلايا المعرضة للجو الخارجي. ويقتصر وجود الكيوتين في جدر خلايا البشرة في حين يوجد السيوبرين في جدر خلايا الفلين المغلفة لسيقان وجذور النباتات المسنة. وهذه المواد غير منفذة للماء ولهذا فإن وجودها في الجدار يقلل من فقد الماء من الخلايا الداخلية.

وتحدث الزيادة في مساحة الجدار وسمكه إما بترسيب طبقات جديدة علي السطح الداخلي للجدار المتكون ويعبر عن هذه العملية **بالتراكم** حيث يظهر الجدار مكونا من طبقات متعددة أو قد

يحدث ترسيب المواد الجديدة بين المواد السابق تكوينها ويعبر عن هذه العملية **بالإدماج** وتحدث الزيادة في السمك عادة بالطريقة الأولي أما الزيادة في السطح فتحدث بالطريقة الثانية.

وأثناء عملية تكوين الجدار الثانوي قد يكون الترسيب علي الجدار الابتدائي منتظما أو قد تترك فراغات دون ترسيب تظهر علي شكل ثقوب في الجدار تسمي بالنقر Pits. وتظهر النقر في المنظر السطحي علي شكل ثقب مستدير محدد وتتكون النقرة من جزأين هما تجويف النقرة وغشاء النقرة وهو الجدار الابتدائي العلوي الذي لم يترسب عليه جدار ثانوي. وتعمل النقر كقنوات يتم من خلالها انتقال العصارة من خلية إلي أخري. ويدل علي ذلك وجود الروابط البلازمية في الخلايا الحية في أماكن النقر. وقد يكون تجويف النقرة منتظما من جميع أجزائه وتعرف النقرة في هذه الحالة بالنقرة البسيطة simple pit. وغالبا ما يتقابل تجويفا النقرتين في الخليتين المتجاورتين ويعرفا بزوج النقرة البسيطة simple pit pair وهذا النوع من النقر واسع الانتشار في الخلايا البرانشيمية. وفي بعض أنواع الخلايا ذات الجدر السميكة كالخلايا الحجرية الموجودة في ثمار الكمثري والتفاح فإن تجويف النقرة يتفرع وتعرف النقر في هذه الحالة بالنقر المتفرعة branched pits.

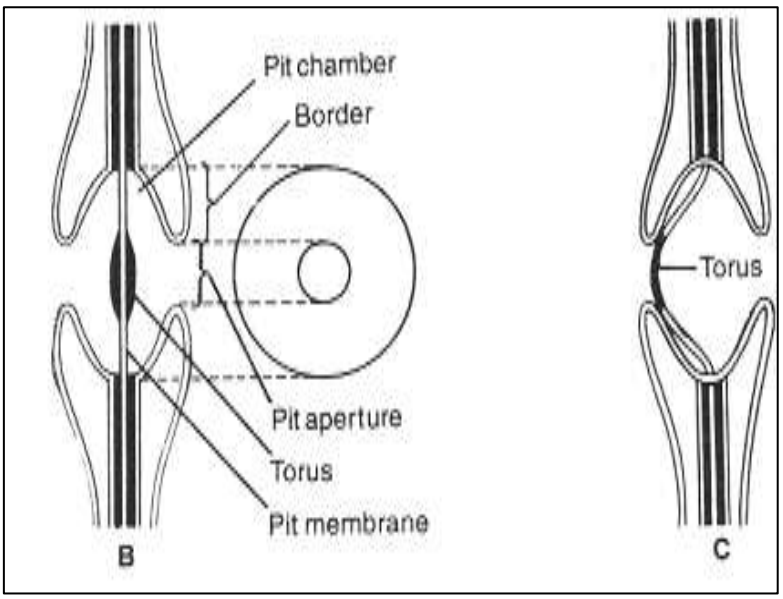




النقرة البسيطة والمصفوفة

وهناك نوع أخر من النقر يوجد في الأوعية الخشبية والقصيبات ويسمي بالنقر المصفوفة bordered pits. وفي هذا النوع يأخذ اللجنين شكل قبوة مفتوحة حول غشاء النقرة بحيث يكون قطر فوهة القبوة أضيق من قطر غشاء النقرة. وحينما يتجاور وعاءان فإن القبوة يقابلها قبوة أخري في الوعاء الثاني مما يجعل الاتصال مستمرا بين الوعائين وتسمي النقرتان بزوج النقر المصفوفة. ويتغلظ مركز غشاء النقرة مكونا ما يسمي بالتخت النقري Torus وهو يشبه العدسة

محدبة الوجهين وقطره أكبر قليلا من قطر فوهة النقرة وهذا التخت يمكنه أن يتحرك بسهولة بين تجويفي النقرتين وبذلك يحكم إغلاق الفوهة التي يتحرك إليها ويمنع اتصال الوعاء في هذا الموضع بالوعاء المجاور. وهذا إجراء وقائي يحدث في حالة وجود فقاقيع غازية كبيرة داخل الوعاء يخشي انتقالها بين الأوعية المختلفة. وفي بعض الحالات حينما يجاور الوعاء خلية برانشيمية فإن القبوة اللجنينية يقابلها من الجانب الاخر لغشاء النقرة نقرة بسيطة وتسمي بالنقرة نصف المصفوفة



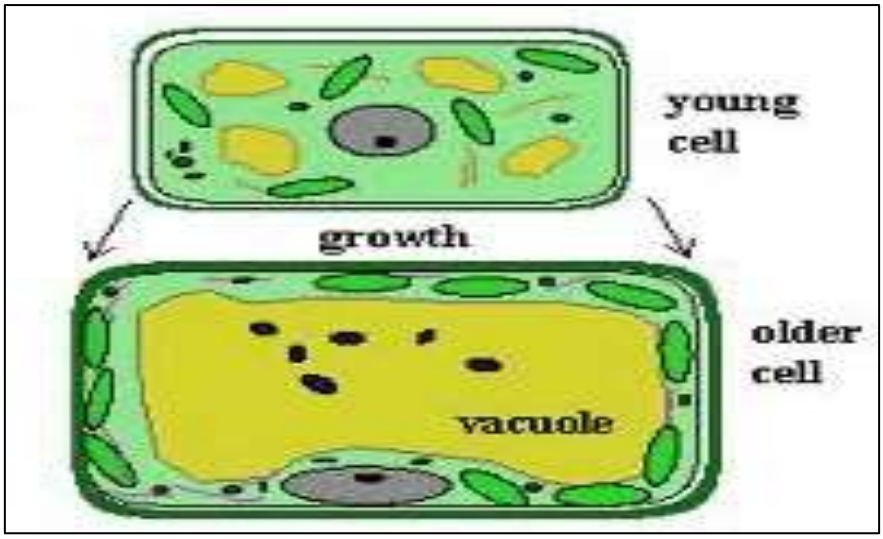
النقرة المصفوفة

المحتويات غير الحية في الخلية

Non-living component of the cell

الفجوة العصارية Vacuole

يوجد بسيتوبلازم الخلايا البالغة فجوة أو أكثر يطلق عليها اسم الفجوة العصارية تمتلئ بمحلول مائي ويحدها غشاء شبه منفذ هو الغشاء البلازمي الداخلي ويتكون العصير الخلوي من حوالي 98% ماء ويحتوي علي كثير من المواد التي توجد في حالة ذائبة أو غروية وهذه تتكون من مواد بروتينية وكربوهيداتية وأحماض عضوية وأصباغ ومواد أخري



مراحل تكوين الفجوة العصارية أثناء نمو الخلية المرستيمية وتحولها لخلية بالغة

ويبدأ ظهور الفجوات في الخلايا المرستيمية علي شكل قطرات دقيقة منتشرة بالسيتوبلازم. وخلال تقدم الخلية في العمر وزيادة حجمها تكبر هذه الفجوات تدريجيا وتمتلئ بالعصير الخلوي وتتصل مع بعضها مكونة فجوة كبيرة تضغط علي سيتوبلازم الخلية وتدفعه نحو الجدار فيظهر كشريط رقيق يبطن جدار الخلية البالغة. ويحدث زيادة للفجوة العصارية في الحجم نتيجة امتصاص الخلية للماء فقد وجد أن الخلية البالغة تحتوي علي كمية من الماء قد تصل إلي 20 ضعف ما يوجد في الخلية الميرستيمية.

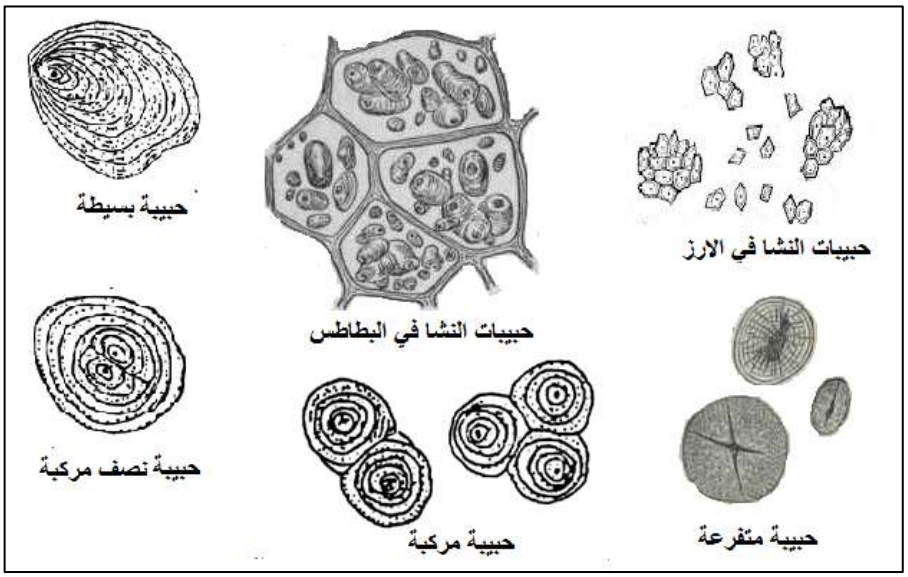
المواد الكربوهيدراتية Carbohydrates

تمثل هذه المواد إحدي صور الغذاء المختزن. وهي توجد إما ذائبة في العصير الخلوي أو غير ذائبة. ومن أمثلة المواد الكربوهيدراتية الذائبة سكر الجلوكوز والفركتوز وهي من السكريات الأحادية وتوجد بالعصير الخلوي لمعظم النباتات. سكر القصب وهو من السكريات الثنائية ويوجد بوفرة في العصير الخلوي في جذور البنجر وسيقان قصب السكر. ومن المواد عديدة التسكر الذائبة يوجد الأنيولين وهو مادة عديدة التسكر تعطي بالتحلل المائي سكر الفركتوز ويوجد بوفرة في جذور نبات الداليا. وهناك قلة من النباتات يحتوي عصيرها الخلوي علي مواد سكرية أخري مثل الديكسترين والمانيتول والبنتوزانات.

وتمثل حبيبات النشا starch granules أهم صور المواد الكربوهيدراتية المختزنة الموجودة في الخلية وتوجد في البلاستيدات الخضراء والبلاستيدات عديمة اللون. وتكون الحبيبات المتكونة في البلاستيدات عديمة اللون فهي أكبر حجما وأطول بقاء وغالبا ما يتكون في

البلاستيدة عديمة اللون حبيبة نشا مفردة. وتظهر الحبيبة النشوية تحت الميكروسكوب مكونة من عدة طبقات متميزة مختلفة في الكثافة. ويتم ترسب طبقات النشا داخل البلاستيدة حول نقطة مركزية تسمي بالسرة hilum، قد تكون واضحة في بعض أنواع الحبيبات النشوية مثل التي يوجد في درنات البطاطس وحبوب القمح وبذور البقوليات، في حين يصعب تمييزها في البعض الأخر كما في حبيبات الأرز.

وقد توجد السرة في مركز الحبيبة وتسمي في هذه الحالة أنها مركزية concentric مثل القمح أو توجد منحرفة عن المركز وتسمي بأنها لامركزية مثل البطاطس وقد تحتوي الحبيبة النشوية علي سرة واحدة وتسمي حبيبة بسيطة simple أو تحتوي علي اثنين أو أكثر وتعرف بالحبيبة المركبة compound، وفي هذه الحالة تتكون الحبيبة المركبة من حبيبات بسيطة لا يغلفها طبقات مشتركة من النشا أما إذا غلفت طبقات النشا حبيبتان أو أكثر بأغلفة مشتركة فتسمي حبيبة نصف مركبة semi-compound وتوجد هذه الأنواع كلها في حبيبات النشا لدرنة البطاطس.

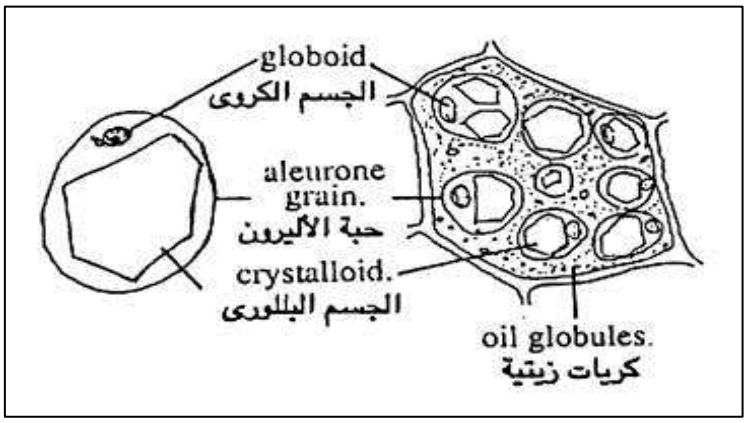


أنواع حبيبات النشا داخل الخلايا

ويختلف شكل السرة في الحبيبات النشوية في الأنواع النباتية المختلفة فقد تكون مستديرة كما في البطاطس أو مستطيلة تخرج منها شقوق قطرية كما في الفاصوليا أو علي شكل شق متفرع كما في الذرة. ويختلف شكل الحبيبة النشوية في الأنواع النباتية المختلفة وثابتة للنوع الواحد من النبات ومميز له. وحبيبات النشا غير قابلة للذوبان في الماء البارد وتعطي لونا أزرق مع محلول مخفف لليود في يوديد البوتاسيوم.

المواد البروتينية Proteins

وهي تمثل مواد غذائية مختزنة وتوجد إما ذائبة في العصير الخلوي أو غير ذائبة في السيتوبلازم. وفي كثير من البذور الغنية بالمواد الدهنية مثل بذور الخروع يحتوي العصير الخلوي لخلايا الإندوسبرم علي كمية من البروتينات الذائبة، وعندما تجف البذرة وتنضج تتحول هذه المواد البروتينية إلي ما يسمي بحبيبات الأليرون Aleurone grains.



خلية اندوسبرم بذرة الخروع يظهر بها حبيبات دهنية وحبيبات الاليرون

وتظهر حبيبة الأليرون تحت الميكروسكوب محاطة بغشاء يوجد بداخله كمية من المواد البروتينية في صورة غير بلورية ينغمس فيها جسم أو أكثر من مواد بروتينية متبلورة أحدهما كبير نسبيا مضلع الشكل ويسمي الجسم البلوري crystalloid ويتكون من مواد بروتينية والأخر صغير ومستدير ويتكون من مواد بروتينية متحدة مع مواد فسفورية يسمي بالجسم الكروي globoid. يمكن التعرف علي هذه المكونات حيث تذوب المواد البروتينية غير المتبلورة في الماء البارد تاركة الجسم البلوري والجسم الكروي وتصبغ حبيبات الأليرون باللون الأصفر أو البني اذا عوملت بمحلول اليود وبهذا يمكن تمييزها عن حبيبات النشا.

الزيوت والدهون Oils and Fats

توجد بكثرة في بعض أنواع البذور مثل القطن والخروع والكتان وهي تمثل مواد غذائية مختزنة وتوجد في الخلية علي هيئة قطرات في العصير أو البروتوبلازم. وتتكون الزيوت

والدهون من أحماض دهنية وجليسرول ويمكن الكشف عنها تحت الميكروسكوب بصباغة الخلية ببعض الصبغات الخاصة حيث تتلون باللون الأحمر.

الأنثوسيانينات Anthocyanin

هي أصباغ توجد ذائبة في العصير الخلوي ويعزي إليها الألوان الزاهية المختلفة التي توجد في بتلات الكثير من الأزهار وبعض الأعضاء النباتية مثل جذور اللفت الأحمر والفجل والبنجر وثمار الكريز والبرقوق وبعض أصناف العنب. وتتراوح ألوانها بين الأحمر والأزرق والأرجواني.

وتظهر الأنثوسيانينات منتشرة داخل الخلية ولا تنفذ من الخلية إلي خارجها إلا عند هدم نفاذية الغشاء البلازمي. فعند وضع جذور البنجر في ماء يغلي فإن الماء يتلون باللون الأحمر نتيجة خروج الأنثوسيانينات من الخلية. وتتركب الأنثوسيانينات من اتحاد سكر مع مادة عضوية من المركبات الحلقية تعرف بالأنثوسيانينات ويتغير لون الأنثوسيانينات تبعا لاختلاف الرقم الهيدروجيني للوسط الذي توجد به.

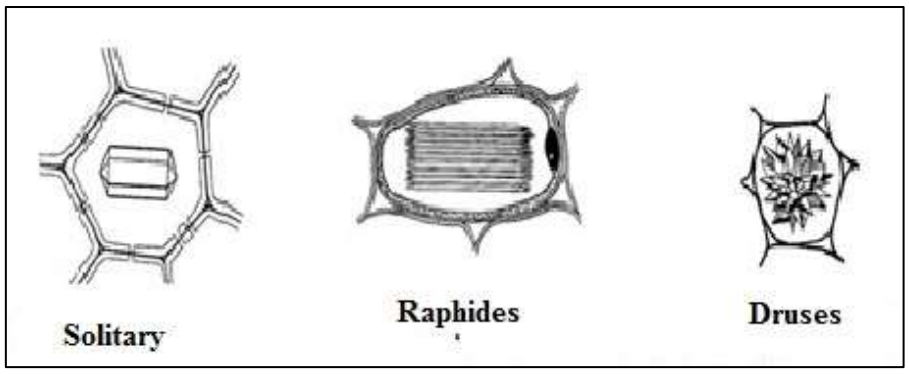
الجليكوسيدات Glycosides

وهي مواد توجد ذائبة في العصير الخلوي وتمثل نواتج ثانوية لعمليات التحول الغذائي ولا تعرف وظيفتها بالنسبة للنبات. وتتركب كيميائيا من مركبات عضوية معقدة تعطي بالتحليل المائي سكرا أحاديا هو الجلوكوز غالبا ومركبات عضوية حلقية. ومن أمثلتها مادة الأميجدالين التي توجد في بذور الخوخ المشمش والبرقوق واللوز. وهي تعطي بالتحليل المائي سكر الجلوكوز والبنزالدهيد. وتعزي الرائحة والطعم المميزين لنوي الخوخ والمشمش إلي وجود مادة البنزالدهيد. وتتحلل الجليكوسيدات بواسطة أنزيمات خاصة ولا يظهر تأثير هذه الأنزيمات إلا عند طحن الخلايا. وهناك بعض الجليكوسيدات التي تعطي بالتحلل المائي حمض الهيدروسيانيك السام مثل التي توجد في أوراق الخوخ وبعض أنواع الذرة الرفيعة.

الأحماض العضوية Organic acids

يحتوي العصير الخلوي علي أحماض عضوية توجد غالبا في صورة ذائبة تتكون نتيجة عمليات التحول الغذائي مثل حمض الستريك والماليك والطرطريك والأكساليك الذي يوجد في صورة أكسالات الكالسيوم غير الذائبة والتي تظهر في كثير من النباتات في صورة بلورات مختلفة الأشكال. فقد توجد بلورة مفردة solitary معينية الشكل أو مضلعة في الخلية كما في

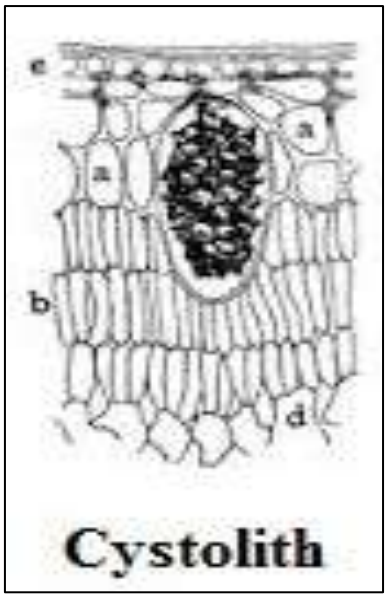
اللبخ أو توجد متجمعة في صورة نجمية druses الشكل كما في ساق التيليا أو في صورة إبرية raphides كالتي توجد في ساق الدراسينا حيث تتجمع البلورات الإبرية المتساوية في الطول في حزمة متوازية.



بلورات أكسالات الكالسيوم (النجمية والابرية والمعينية)

كربونات الكالسيوم Calcium carbonates

وهي واسعة الانتشار في النباتات وتمثل أحد النواتج الثانوية لعمليات التحول الغذائي وأهم صورها الحويصلة الحجرية Cystolith التي توجد في خلايا بشرة نبات التين المطاط، إذ تترسب بلورات كربونات الكالسيوم حول عنق سليلوزي يتدلي من قمة الخلية التي تكبر في الحجم وتكون جسما عنقوديا كبيرا يملأ فراغ الخلية ويمكن الكشف عن هذه المواد بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف حيث تذوب الحويصلة ويتصاعد غاز ثاني اكسيد الكربون.



كربونات الكالسيوم (الحويصلة الحجرية)

المواد المخاطية Mucilaginous substances

توجد بالعصير الخلوي في بعض النباتات حيث تعطيه قواما لزجا كما في الأبصال وكثير من النباتات الصحراوية. وهذه المواد لاتذوب في الماء ولكنها تتشربه لزيادة في الحجم وهي غير قابلة للذوبان في الكحول. والمواد المخاطية عبارة عن مركبات عديدة التسكر يمكن الكشف عنها بواسطة أزرق الميثلين حيث تصطبغ باللون الأزرق.

التانينات Tannins

وهي مجموعة من المركبات ذات تركيب كيميائي معقد والتانينات مواد غير متبلورة تذوب في الماء. ويعتقد أنها مصدر الطاقة التي يستهلكها النبات في عمليات التحول الغذائي. ويعتقد أن التانينات مواد مطهرة تحمي النبات من الحشرات والفطريات الضارة

وتوجد في بعض النباتات مثل أوراق الشاي وهي تعطي العصير الخلوي لونا داكنا. وقد توجد في الجدار الخلوي نفسه ويمكن الكشف عن هذه المواد بواسطة صباغتها بكلوريد الحديديك حيث تعطي لونا أسود مزرقا أو لونا أخضر. ويحتوي قلف البلوط وأبوفروة علي نسبة عالية من التانينات قد تصل إلي 40% من الوزن الجاف.

القلويدات Alkaloids

هي مركبات حلقية معقدة تحتوي علي النيتروجين وتوجد في كثير من أنواع النباتات ومعظمها يستعمل طبيا في علاج بعض الأمراض. ومن أمثلتها النيكوتين الذي يوجد في التبغ والكيتين في شجر السينكونا والمورفين في ثمار نبات الخشخاش والاتروبين في نبات الاتروبا بلادونا والكافيين في البن والشاي والثيوبرومين في ثمار الكاكاو. وأهمية هذه المركبات بالنسبة للنبات غير معروفة ولكنها عبارة عن نواتج ثانوية للأيض النيتروجيني بها.

اللبن النباتي Latex

هو إفرازات تتكون في بعض أنواع النباتات تتكون من خليط من المواد الراتنجية والصمغية والكربوهيدراتية وغيرها. وأهميتها للنبات غير معروفة ومن أنواعه ما يستعمل اقتصاديا في صناعة المطاط.

الأنسجة النباتية

Plant tissues

يتكون جسم النبات في النباتات الأولية من خلية واحدة تقوم بكل الوظائف الحيوية، أو من مستعمرة تتكون من عدد من الافراد مجتمعين مع بعضهم، أو من خيط تنتظم فيه الخلايا طوليا. ومع استمرار رقي وتعقد النبات ظهر مبدأ انقسام العمل الذي يعطي لكل نوع من الخلايا تركيبا خاصا ووظيفة خاصة. وبهذا ظهرت الأنسجة النباتية التي يتكون كل منها من مجموعة من الخلايا التي تتشابه في التركيب والوظيفة. واستناداً إلى تشابه واختلاف صفات خلايا النسيج

تقسم الأنسجة إلى نوعين:

- **الأنسجة البسيطة Simple tissues:**

وهي الأنسجة المكونة من مجموعة من الخلايا المتشابهة في صفاتها كنسيج البشرة والنسيج البارنشيمي والنسيج الكولنيشيمي.

- **الأنسجة المعقدة Compound tissues:**

وهي الأنسجة المكونة من أكثر من نوع واحد من الخلايا المختلفة في صفاتها كنسيجي الخشب واللحاء.

النظام النسيجي : tissue system

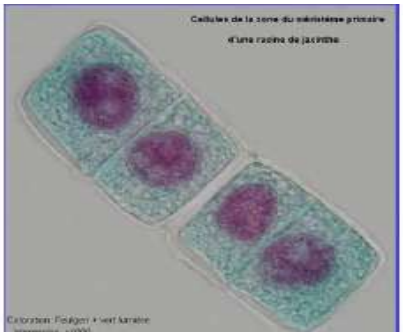
وهي مجموعة من الأنسجة المتجمعة مع بعضها البعض نتيجة للاستمرار الطوبوغرافي أو التشابه الوظيفي أو كليهما معاً. ويحتوي جسم النبات البالغ في أجزاءه ثلاثة أنظمة رئيسية (نسيجية أساسية) هي:

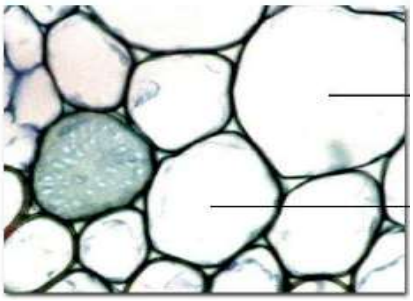
- النظام النسيجي الضام Dermal tissue system
- النظام النسيجي الأساسي Ground tissue system
- النظام النسيجي الوعائي. Vascular tissue system

وهكذا فجسم النبات الراقي يتكون من مجموعة من الأنسجة المختلفة التي ترعي في مجموعها احتياجات النبات ووظائفه.

وتنقسم الأنسجة بشكل عام إلي نوعين رئيسيين

1. **أنسجة انشائية (مرستيمية) Meristematic tissues**
2. **أنسجة دائمة Permanent tissues**





6- الأنسجة الانشائية Meristemtic Tissues

تتميز خلايا هذه الأنسجة بقدرتها علي الانقسام وتكوين خلايا جديدة. والخلية الانشائية مكعبة الشكل تقريبا ذات جدر رقيقة، ولا يوجد بينها فراغات بينية. ويملأ السيتوبلازم كل تجويفها أي لا يوجد بها فجوات عصارية واضحة. والنواة فيها كبيرة الحجم نسبيا.

وتنقسم الأنسجة الانشائية إلي نوعين:

أنسجة انشائية ابتدائية primary meristematic tissues

ويوجد هذا النوع من الأنسجة في القمم النامية للساق والجذر وتسمي في هذه الحالة أنسجة انشائية قمية apical meristems وتوجد كذلك في الجنين ومنشئات الأوراق وبدايات الأزهار. كما توجد أيضا عند قواعد السلاميات في بعض نباتات ذوات الفلقة الواحدة كما في النجيليات وتسمي أنسجة انشائية بينية intercalary meristems ومنها أيضا ما يوجد بين الخشب واللحاء في نباتات ذوات الفلقتين ويسمي بالكمبيوم الحزمي vascular meristems.

وتتميز الأنسجة الانشائية الابتدائية بميزتين رئيسيتين:

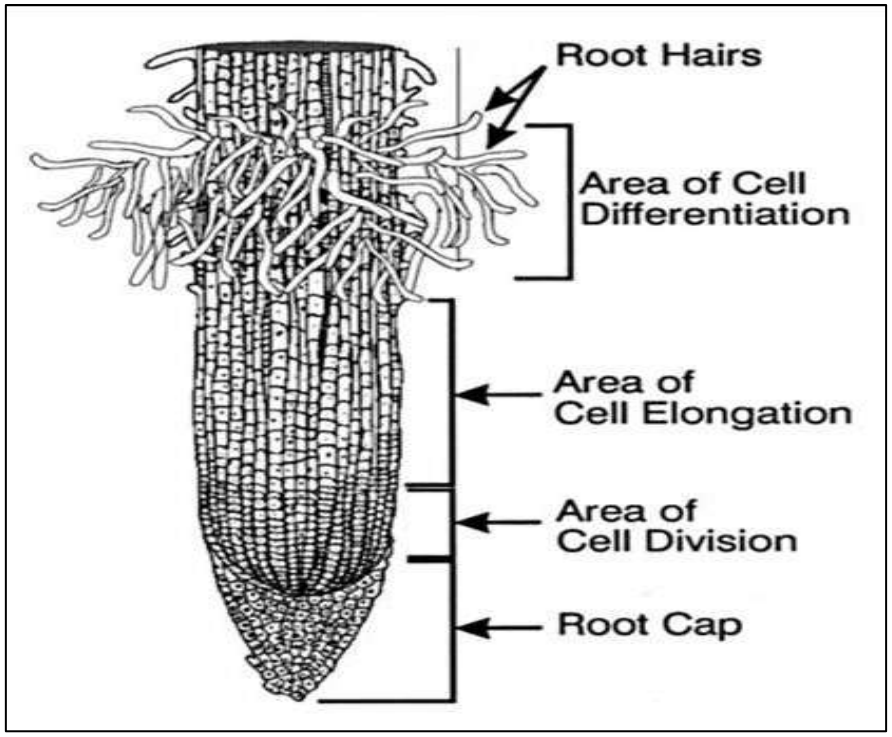
1. أنها تنشأ من أصل مرستيمي يسمي بالنسيج الانشائي الاولي
2. أن نشاطها يؤدي إلي تكوين أنسجة دائمة ابتدائية

صفات خلايا الانسجة المرستيمية:

1- **صغيرّة الحجم وجدرانها ابتدائيةٌ رقيقة .**
2- **لها القابل ةٌ على الانقسام .**
3- **ذات سيتُوبلازم وفيرٌ ونواة كبيرّة**
4- **الفجوات العصار ةٌ معدومة وأن وجدت فصغيرة .**
5- **تحتوي على البلاستيدّات الأوليةٌ Proplastids .**
6- **المسافات الب نٌ ةٌ معدومة .**

وعند دراسة القمة النامية للجذر يلاحظ وجود النسيج الانشائي الأولي الذي يتكون من مجموعة من الخلايا الانشائية المتشابهة والتي تشغل منطقة صغيرة في نهاية قمة الجذر، ويؤدي انقسام خلاياه إلي تكوين الأنسجة الانشائية الابتدائية التي تتميز إلي الأنسجة الانشائية التالية:

1. **منشئ البشرة Dermatogen**: ويتكون من طبقة واحدة خارجية من الخلايا الانشائية التي تنقسم لتعطي نسيج البشرة الجذرية
2. **منشئ النسيج الاساسي Periblem:** ويتكون من عدة طبقات من الخلايا الانشائية التي تعطي مستقبلا القشرة والنخاع



قطاع طولي في قمة الجذر

3. **منشئ الاسطوانة الوعائية Plerome:** ويتكون من عدة طبقات من الخلايا الانشائية التي تكون الخشب واللحاء والكمبيوم فيما بعد.

وقد يتميز في بعض الجذور نسيج انشائي رابع هو **منشئ القلنسوة Calyptrogen** ويعطي مستقبلا القلنسوة وفي بعض الجذور قد تنشأ القلنسوة من منشئ البشرة.

وتوجد هذه الأنسجة الانشائية الابتدائية في قمة الساق أيضا فيما عدا منشئ القلنسوة، حيث تتولي وقاية القمة النامية للساق مجموعة من منشئات الأوراق.

أنسجة انشائية ثانوية Secondry meristematic tissues

وتتميز هذه الأنسجة بأنها تنشأ من خلايا دائمة استعادت قدرتها علي الانقسام، كما أن نشاطها يؤدي إلي تكوين خلايا دائمة ثانوية ومنها الكمبيوم بين الحزمي الذي ينشأ أثناء عملية التغلظ الثانوي من خلايا الأشعة النخاعية الرئيسية. ويمكن أن يوضع الكمبيوم الحزمي في مجموعة الأنسجة الانشائية الثانوية إذا ظل ساكنا بدون انقسام لفترة طويلة ثم استعاد نشاطه بعد ذلك. ومن هذه الأنسجة أيضا الكمبيوم الفليني الذي قد ينشأ من طبقة البشرة أو القشرة أو البريسيكل.

الأنسجة الدائمة Permanent Tissues

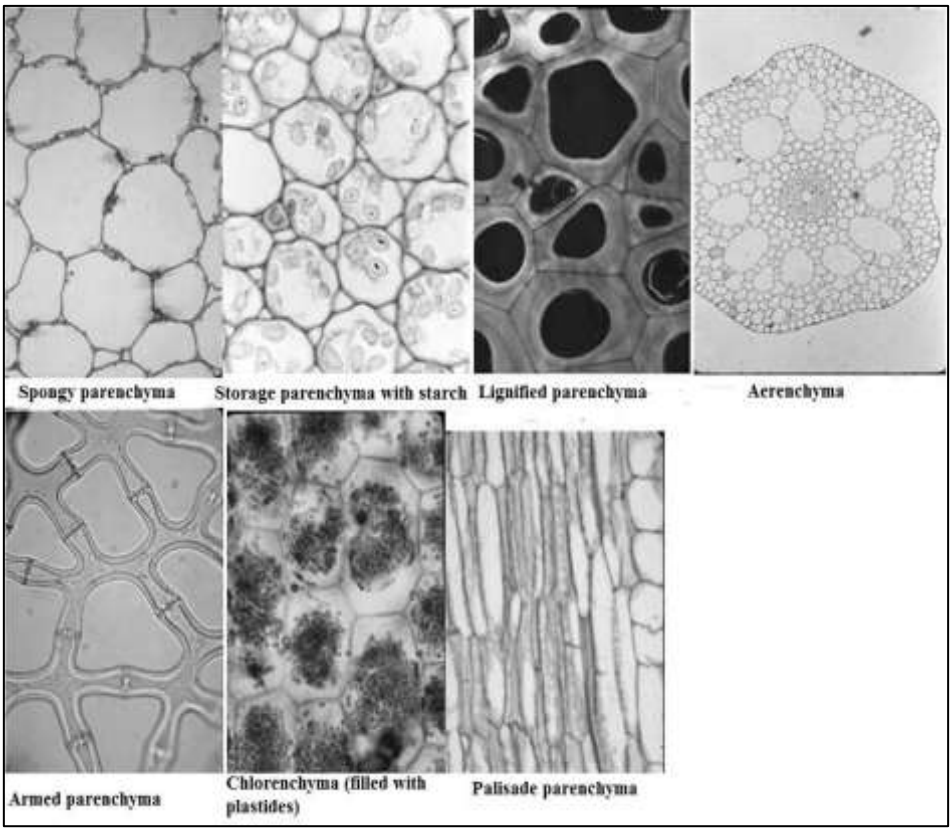
وهي مجموعة من الأنسجة التي فقدت خلاياها القدرة علي الانقسام، وأصبحت تؤدي وظائف معينة كالتخزين والتمثيل والتدعيم والتقوية وتوصيل الغذاء والإفراز. وقد تظل خلاياها حية تحتوي علي سيتوبلازم ونواة، أو قد تفقد الحياة ويختفي منها السيتوبلازم والنواة. وتتغلظ جدرها بدرجات متفاوتة علي حسب طبيعة الوظيفة التي تؤديها.

نسيج البارنشيما Parenchyma

وهو أكثر الأنسجة شيوعا في النباتات، فهو يكون الجزء الأكبر من الأجزاء الرخوة كالقشرة والنخاع والنسيج الوسطي في الورقة. وخلايا البشرة إما أن تكون مضلعة، مستديرة، أو بيضية وهذه تسمي بالبارنشيما الإسفنجية Spongy parenchyma أو تكون مستطيلة متعامدة علي سطح النبات وتسمي بالبارنشيما العمادية Palisade parenchyma أو قد تكون مذرعة Armed parenchyma أو نجمية والبارنشيما الهوائية Aerenchyma. وجدار الخلية البارنشيمية رقيق يتكون أساسا من مادة السليلوز. ووجود الجدار السليلوزي لا يعوق مطالب

البروتوبلازم الحي فهو يسمح بنفاذية الماء والأملاح والغازات والضوء ولذلك فإن خلية البارنشيما حية تحتوي علي سيتوبلازم ونواة وفجوة أو فجوات عصارية كما تتكون بها مواد مختلفة هي نواتج النشاطات الحيوية كحبيبات النشا والبروتين أو الزيوت والدهون وغيرها. وكقاعدة عامة فإن الفراغات البينية توجد بينها بوفرة.

ويرتبط وجود البارنشيما أساسا بعمليات التغذية والتخزين في النبات. فالبارنشيما التي تحتوي علي البلاستيدات الخضراء تسمي الخلايا الكلورنشيمية chlorenchyma وتقوم بتكوين المواد السكرية خلال عملية التمثيل الضوئي. في حين تقوم أنواع اخري من البارنشيما بتخزين الفائض من هذه المواد. وتشارك البارنشيما أيضا في وظيفة تدعيم النبات حينما تكون منتفخة بالماء وهذا يتضح في النباتات العشبية التي تتكون أساسا من البارنشيما والتي يكون جسمها قويا متماسكا إذا كان الماء متوافرا في البيئة التي تحيا فيها، بينما تذبل سريعا حينما تحرم من الماء. وقد يضاف اللجنين إلي جدار الخلية البارنشيمية وتسمي في هذه الحالة بالبارنشيما الملجننة Lignified parenchyma. وهناك أنواع أخري منها هي بارنشيما الخشب واللحاء والأشعة النخاعية.



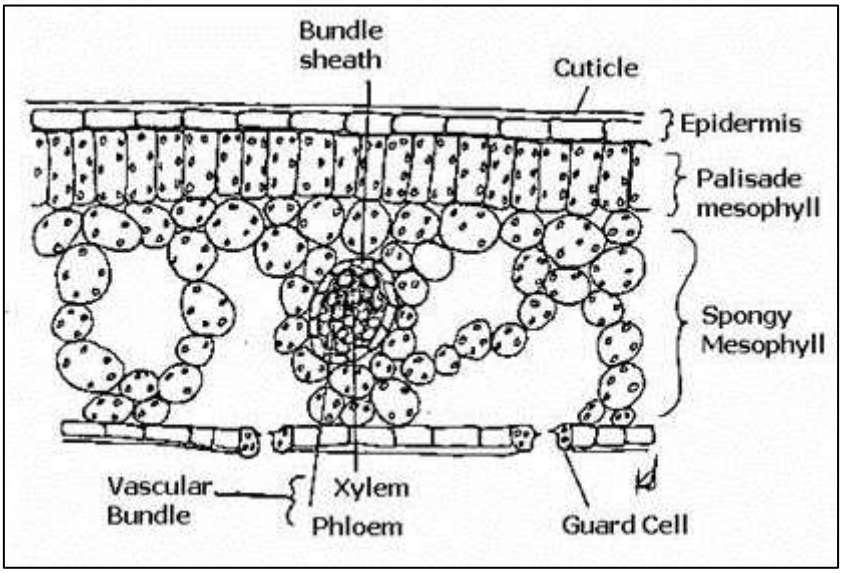
الأشكال المختلفة للخلايا البرانشيمية

ويثور بعض الجدل حول اعتبار البارنشيما كنسيج مستقل فهي ذات وظائف متعددة كما أنها تنشأ عن أصول مرستيمية مختلفة. وعندما يقارن هذا النسيج بالأنسجة النباتية الأخري فإنه يمكن القول بأن البارنشيما هي نسيج بدائي لأنه لا يتميز بتخصص وظيفي دقيق كالأنسجة الأخري، كما أنه يعتبر من الناحية التطورية الأصل الذي انحدرت منه الأنسجة النباتية الأخري إلا في النباتات الراقية.

نسيج البشرة Epidermis

ويتكون هذا النسيج من طبقة واحدة من الخلايا تغطي سطح النبات كله حينما يكون حديثا. وهي تنشأ من النسيج الانشائي المسمي بمنشئ البشرة. ووظيفة البشرة الأساسية هي حماية النبات من العوامل البيئية وكذلك الاحتفاظ بالماء الموجود بالأنسجة الداخلية. وخلايا البشرة حية متراصة بإحكام إذ ليس بينها مسافات بينية وهي خالية من البلاستيدات فيما عدا الخلايا الحارسة ويستثني من ذلك النباتات المائية والظليلة حيث تحتوي خلايا البشرة فيها علي بلاستيدات خضراء.

ويغطي الجدار الخارجي لخلية البشرة بالكيوتيكل (الأدمة) cuticle التي تتميز بعدم نفاذيتها للماء وبهذا تمنع فقد الماء. ويختلف سمك هذه الطبقة باختلاف البيئة فهي سميكة جدا في النباتات الصحراوية حتي أنها تزيد في سمكها علي سمك خلية البشرة نفسها، ورقيقة في النباتات الظليلة أو الوسطية وغير موجودة تماما في الجذور والأجزاء المغمورة من النباتات المائية. وقد تتغطي الكيوتيكل بطبقة شمعية رقيقة كما في النباتات التي تتعرض لضوء شديد أو التي تنمو في بيئة شديدة الجفاف وهذا بالطبع يؤدي إلي زيادة وقاية النبات وحماية محتواه المائي.

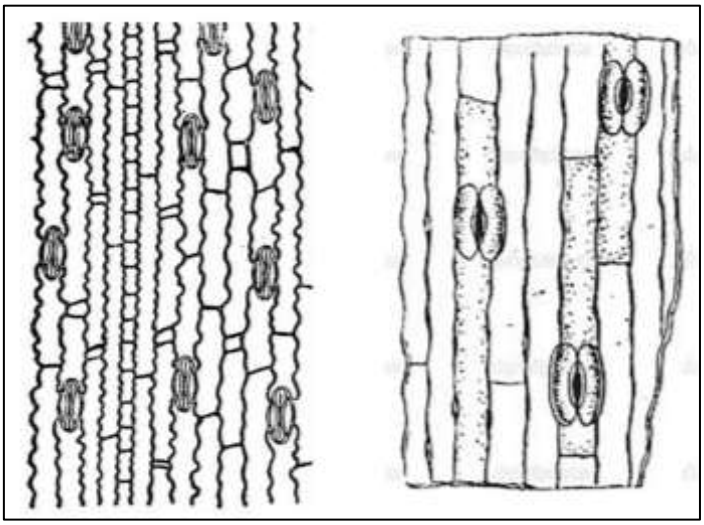


الثغور Stomata

هي فتحات توجد في الأجزاء الخضراء الهوائية وخصوصا الأوراق تقوم بربط الفراغات البينية العديدة الموجودة في الأنسجة الداخلية بالجو الخارجي وهي بهذا تساهم في عملية تبادل الغازات بين أنسجة النباتات والهواء الخارجي. ويحيط بكل ثغر خليتان حارستان guard cells كلويتا الشكل غالبا وتؤدي فتحة الثغر إلي فراغ بيني كبير يعرف بالغرفة تحت ثغرية sub-stomatal cavity، وتتصل هذه الغرفة بالفراغات العديدة بين الخلايا. وقد تحاط الخلايا الحارسة بخلايا خاصة تسمي بالخلايا المساعدة تؤدي دورا مساعدا في عملية فتح وغلق الثغور.

وتختلف الخلايا الحارسة عن خلايا البشرة في صفتين اساسيتين:

1. أنها تحتوي علي بلاستيدات خضراء
2. أن جدرها ذات تغليظ غير منتظم، فالجدار البعيد عن فتحة الثغر رقيق نسبيا في حين أن بقية الجدر كلها سميكة وهذا يساعد علي أن تغير الخلية الحارسة من شكلها فهي تنكمش أو تنتفخ علي حسب محتواها المائي مما يؤدي في النهاية إلي غلق أو فتح الثغر



خلايا البشرة والخلايا الحارسة في ورقة ذوات الفلقتين وورقة فلقة واحدة

ميكانيكية غلق وفتح الثغر

تحتوي الخلايا الحارسة علي الكلورفيل وهي بذلك يمكنها أن تبني المواد السكرية خلال عملية التمثيل الضوئي في وجود الضوء ويؤدي ذلك إلي زيادة تركيز المواد السكرية وزيادة قوة

الامتصاص الاسموزية بها وهذا يؤدي إلي انتشار الماء اسموزيا من الخلايا المجاورة إلي الخلايا الحارسة التي تنتفخ بالماء عندئذ. ويؤدي انتفاخ الخلايا الحارسة إلي الضغط علي الجدر الرقيقة البعيدة عن فتحة الثغر فتتمدد إلي الخارج وتشد معها الجدر السميكة الملاصقة لفتحة الثغر بعيدا فينفتح الثغر.

وفي الظلام يتناقص تركيز المواد السكرية في الخلايا الحارسة نتيجة تحول جزء منها إلي نشا واستهلاك الجزء الاخر في عملية التنفس، وهذا يؤدي إلي تناقص قوة الامتصاص الاسموزية، فينتشر الماء اسموزيا منها إلي الخلايا المجاورة فتنكمش وترتخي الجدر الرقيقة وتتقارب الجدر السميكة الملاصقة لفتحة الثغر حتي تلتصق تماما وينغلق الثغر.

توزيع الثغور

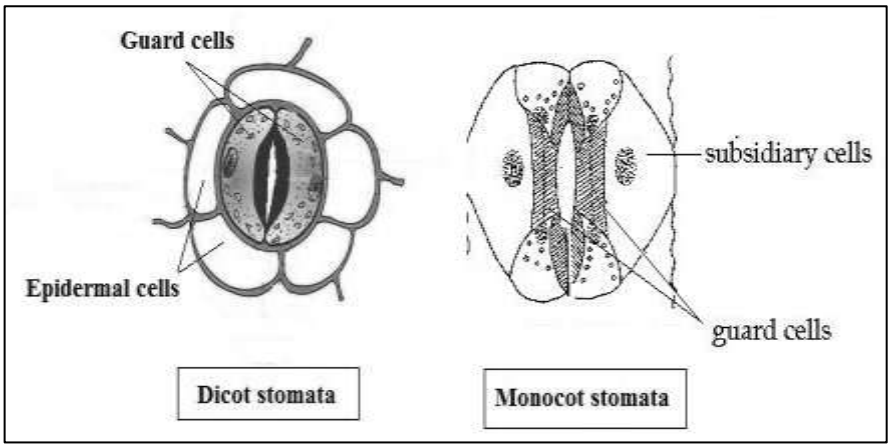
توجد الثغور علي كل الأجزاء الهوائية للنبات وخصوصا الأوراق، وهي لا توجد في الجذور أو في الأجزاء المغمورة بالماء. ويختلف عددها علي حسب نوع النبات وكذلك موضع الورقة واتجاهها بالنسبة للضوء، ففي الأوراق التي يتعرض سطحها العلوي للضوء توجد الثغور بوفرة علي السطح السفلي، بينما في الأوراق التي يتعرض سطحيها للشمس يتساوي عدد الثغور علي السطحين. وفي النباتات المائية ذات الأوراق الطافية توجد الثغور علي السطح العلوي فقط. ويبين الجدول التالي متوسط عدد الثغور في المليمتر المربع علي السطح العلوي والسفلي لبعض أوراق النبات.

اسم النبات	السطح العلوي	السطح السفلي
البسلة	101	216
زنبق الماء الأبيض	460	0
الجوز	0	461
القمح	33	14
عباد الشمس	175	325
الزيتون	0	625
القرع	82	269

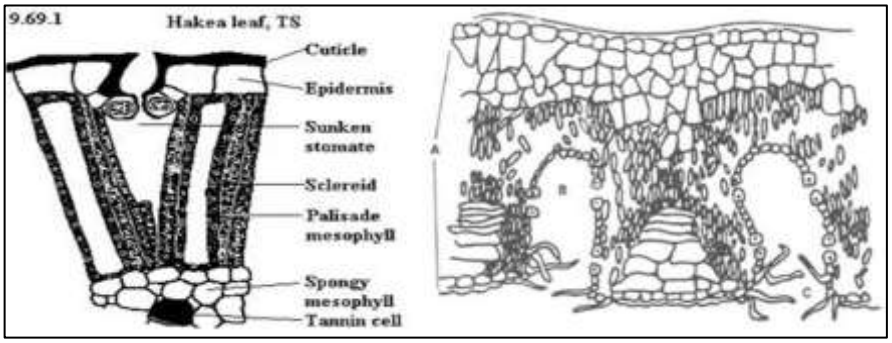
أنواع الثغور

تنقسم الثغور حسب شكل الخلية الحارسة إلي نوعين رئيسيين:

1. النوع العام: وهو الذي يوجد في كل النباتات البذرية فيما عدا العائلة النجيلية والعائلة السعدية وفيه تكون الخلايا الحارسة كلوية الشكل. وقد تكون الخلية الحارسة في مستوي سطح البشرة كما في النباتات الوسطية أو تكون غائرة عن مستوي سطح البشرة وبهذا تتكون فوق فتحة الثغر غرفة هوائية خارجية وهذا النوع يوجد في النباتات الصحراوية. ويساعد ذلك علي حماية الثغر من التعرض المباشر للظروف البيئية الجافة كما في ورقة الصنوبر.
2. ثغور العائلة النجيلية: وفي هذا النوع تكون الخلية الحارسة صولجانية الشكل ذات طرفين منتفخين رقيقي الجدر بينما الجزء الوسطي سميك الجدار وتحاط الخليتين الحارستين بخليتين مساعدتين تكونان أصغر حجما من خلايا البشرة. وينفتح الثغر حينما ينفتح الطرفان رقيقا الجدر حيث يؤدي ذلك إلي تباعد الخليتين الحارستين.



الثغر الكلوي (ذوات الفلقتين) والصولجاني (ذوات الفلقة الواحدة)

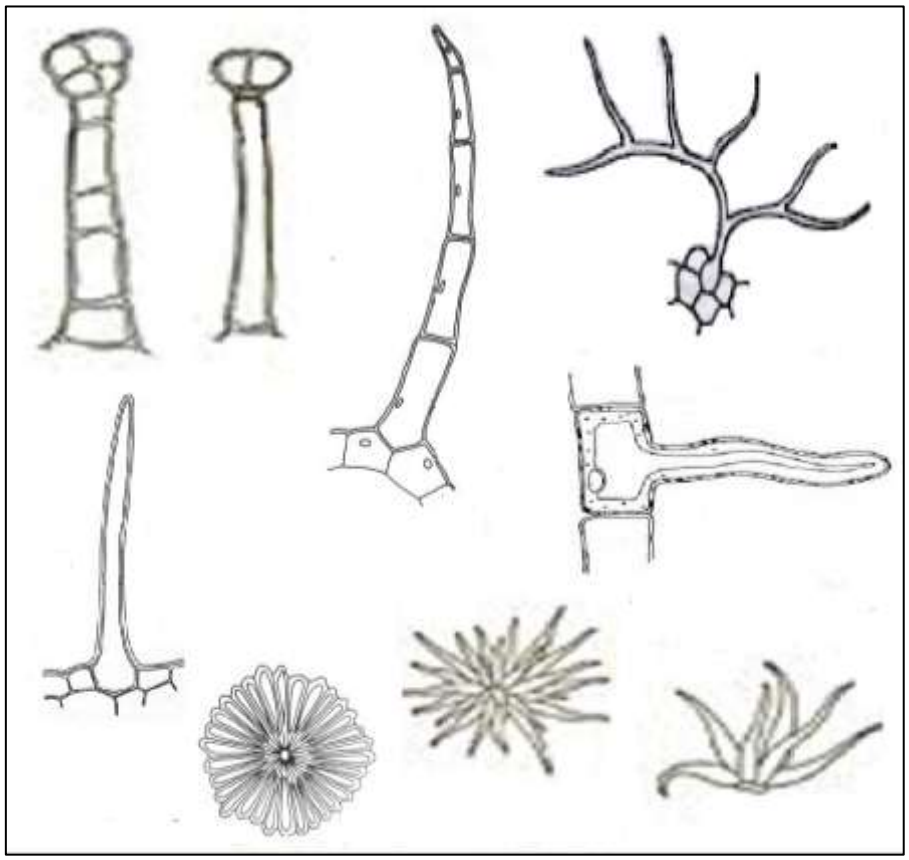


أشكال الثغر الغائر

الشعيرات والزوائد البشرية

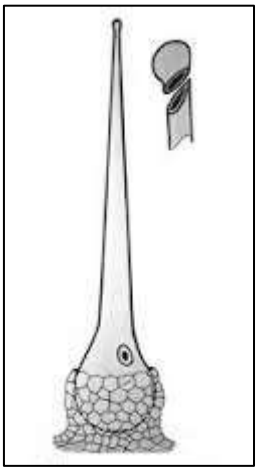
تسمي trichomes وهي كلمة من أصل اغريقي ومعناها الشعيرات ويختلف موضع وعمر الشعيرات باختلاف النبات، فقد تغطي سطح النبات كله أو توجد في مواضع محددة، وقد تظل طيلة عمر النبات أو قد تتساقط بعد فترة قصيرة، وقد تظل بعض الشعيرات حية محتوية علي البروتوبلازم بينما البعض الاخر يفقد الحياة والبروتوبلازم. وتظهر الزوائد اختلافات واسعة فهي قد تختلف من جنس إلي أخر في نباتات الفصيلة الواحدة وذلك مما يجعلها أساسا لتمييز بعض الفصائل النباتية وبعض الأنواع من النباتات.

وينقسم تركيب الشعيرات إلي وحيدة الخلية وعديدة الخلايا. والشعيرات وحيدة الخلية قد تكون متفرعة أو غير متفرعة. والشعيرات عديدة الخلايا قد تكون صف واحد أو من صفوف. وقد تتفرع هذه تفرعا شجريا أو توجد الفروع في مستوي واحد لتكون شعيرة نجمية. ومن الأمثلة الشهيرة للزوائد البشرية ألياف القطن وهي تنشأ من نسيج منشئ البشرة في بويضات القطن ثم تبدأ في النشأة بعد الاخصاب وتستمر استطالتها لمدة 15-20 يوما ليصل طولها إلي حوالي 0.5-2.5 بوصة حسب نوع القطن. وتتميز الليفة بأن جدارها الثانوي سميك ويتكون من سليلوز نقي.



انواع الشعيرات

ومثال اخر للشعيرات هو الشعيرة اللاسعة stinging hair لنبات الحريق. والشعيرة هنا رقيقة جدارها سيليكي عند القمة متكلس عند القاعدة وقاعة الشعيرة منتفخة كمثانة bladder shape تمتد تحت البشرة يفرز فيها سائل لاسع وقمتها منتفخة تنكسر بسهولة عند الضغط عليها تاركة حافة مدببة تنغرز في الجسم الضاغط. ويتسبب الضغط أيضا في اندفاع السائل اللاسع وتفريغه داخل الجسم. وقد ثبت وجود مادتي الهستامين histamine المسببة للحساسية في الانسان وكذلك مادة الاستيل كولين acetyl coline التي تتحكم في العضلات الارادية، في السائل اللاسع.



الشعيرة اللاسعة

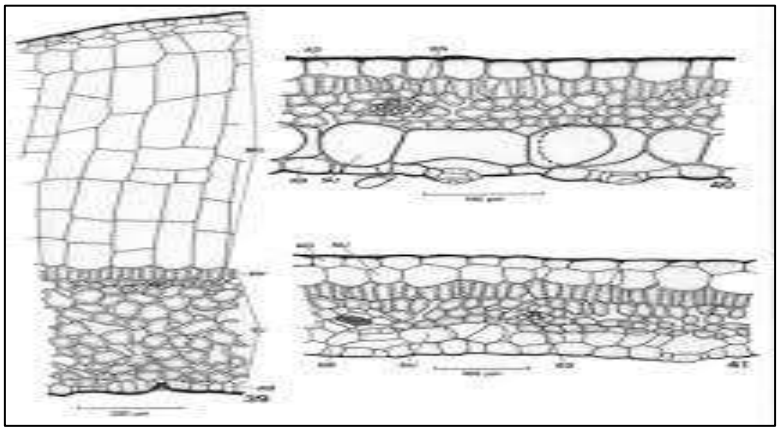
الشعيرات الجذرية Root hairs

تتميز البشرة الجذرية بأنها لا تتزود بكيوتيكل أو ثغور ولكنها تحمل الشعيرات الجذرية. والشعيرة الجذرية امتداد أنبوبي للجدار الخارجي لخلية البشرة الجذرية. والشعيرة عادة غير متفرعة ويتراوح قطرها ما بين 15-18 ميكرون وطولها ما بين 80-1500 ميكرون. وتتزود الشعيرة بجدار رقيق وفجوة عصارية كبيرة. ويتركب الجدار من طبقة سليلوزية داخلية تتغطي بمادة بكتات الكالسيوم التي تكون في صورة جيلاتينية في الجذور الحديثة.

ويختلف عمر الشعيرات الجذرية من نبات لاخر. ولكن متوسط العمر عادة هو بضعة أيام. وحينما تموت وتتساقط الشعيرات، يتغطي جدار البشرة بمادة السوبرين أو اللجنين. وفي بعض الحالات تعمر الشعيرة إلي بضع سنوات، وفي هذه الحالة يصبح جدارها سميكا، وهو ما يجعل استمرار قيامها بالامتصاص أمرا غير محتمل.

البشرة المركبة

قد يوجد تحت البشرة طبقة أو أكثر من الخلايا التي تختلف مورفولوجيا وفسيولوجيا عن الخلايا المجاورة من النسيج الأساسي. وهذه تسمي بتحت البشرة hypodermis. وتنشأ تحت البشرة إما من منشئ البشرة (أي من أصل واحد مع البشرة نفسها) وفي هذه الحالة تكون مع البشرة ما يسمي بالبشرة المركبة. أو قد تنشأ من الطبقة الخارجية لمنشئ النسيج الأساسي. والواقع أنه لا يمكن في حالة الأعضاء البالغة التمييز بين النوعين إلا اذا تتبعنا النشأة من البداية الأولي. ويصل عدد طبقات البشرة المركبة إلي ما بين 2-16 طبقة من الخلايا وفي العادة تكون خلايا الطبقات الداخلية أكبر حجما من خلايا الطبقة السطحية.



البشرة المركبة

وخلية الحويصلة الحجرية في ورقة التين المطاط هي خلية من خلايا البشرة الخارجية كبرت في الحجم وامتدت إلي الداخل ليصبح سمكها يساوي أو يزيد علي طبقات البشرة المركبة كلها.

نسيج الكولنشيما

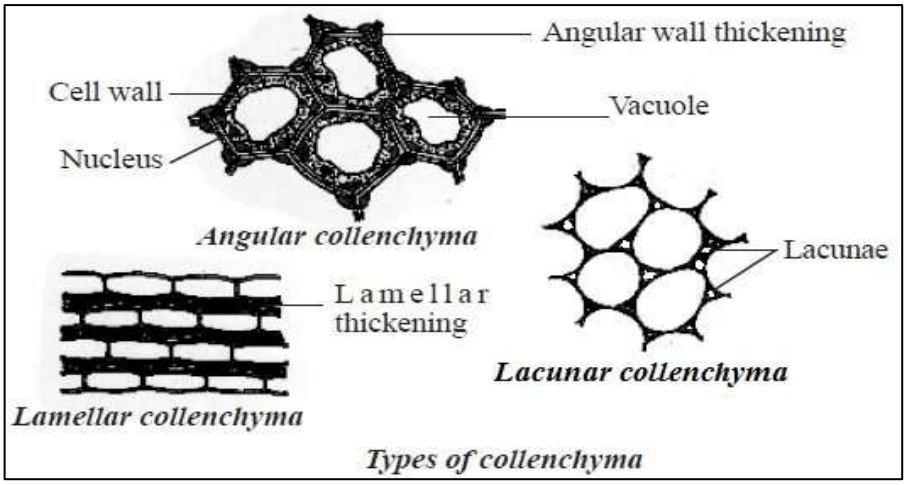
واسمها مأخوذ من كلمة colla ومعناها غراء، حيث يبدو الجدار غليظا لامعا كمادة الغراء. ونسيج الكولنشيما حي يتكون من خلايا مستطيلة ذات جدر سميكة تتغلظ تغليظا غير منتظم بمادة السليلوز. وهي أصلا خلايا دعامية تزيد من صلابة العضو النباتي. ونسيج الكولنشيما من النوع البسيط الذي يتكون من نوع واحد من الخلايا المتشابهة تركيبيا وفسيولوجيا. وهناك تشابه كبير بين البارنشيما والكونشيما مما دعا المشتغلين بعلم التشريح إلي اعتبارها نوعا من الخلايا البارنشيمية المغلظة فكلاهما فيه البروتوبلازم حي والجدار سليلوزي وكلاهما قد

يحتوي علي البلاستيدات الخضراء. والكولنشيما هي النسيج الدعامي في الأجزاء النامية من الأعضاء النباتية. وفي الأجزاء البالغة للنباتات العشبية التي تتغلظ تغليظا ثانويا محدودا أو التي لا يظهر فيها تغليظ ثانوي أبدا. وكذلك توجد في الأوراق البالغة لنباتات ذات الفلقتين. وعموما فإن الكولنشيما غير موجودة في سيقان وأوراق نباتات ذات الفلقة الواحدة التي تتزود بخلايا اسكلرنشيمية من البداية.

وموضع الخلايا الكولنشيمية هو عند حافة الأوراق والسيقان وهي توجد عادة تحت البشرة مباشرة. وفي السيقان الأسطوانية قد توجد الكولنشيما منتشرة تحت البشرة أو توجد في قطع منفصلة وفي السيقان المضلعة كما في نبات القرع والسلفيا تشغل الكولنشيما أركان هذه الاضلاع.

جدار الخلية الكولنشيمية

إن تركيب الجدار في خلية الكولنشيما هو أهم خصائص هذه الخلية. فالتغليظ الجداري فيها غير منتظم كما يختلف من نبات لاخر. ويتكون الجدار من مادة السليلوز وكذلك التغليظ. ويأخذ التغليظ في القطاع العرضي صور مختلفة فقد تكون الخلايا منتظمة ويحدث التغليظ في أركان الخلية عند التقاء أركان الخلايا مع بعضها وتملأ الفراغات البينية بمادة السليلوز ويعرف مثل هذا النوع بالكولنشيما الزاوية (المضلعة) angular collenchyma وتوجد في ساق العنب والتوت والبنجر. وفي نوع أخر يوجد التغليظ أساسا علي الجدر المماسية في حين تظل الجدر القطرية غير مغلظة وهذا النوع يسمي كولنشيما صفائحية lamellar collenchyma. وفي نوع ثالث يحدث التغليظ علي الجدر المحيطة بالخلايا تاركة بعض الفراغات البينية دون تغليظ ويسمي هذا النوع كولنشيما تجويفية lacunar collenchyma ويوجد هذا النوع في نباتات العائلة المركبة ونباتات السلفيا والخطمية.



الأشكال المختلفة للكولنشيما

الارتباط بين الوظيفة والتركيب في الكولنشيما

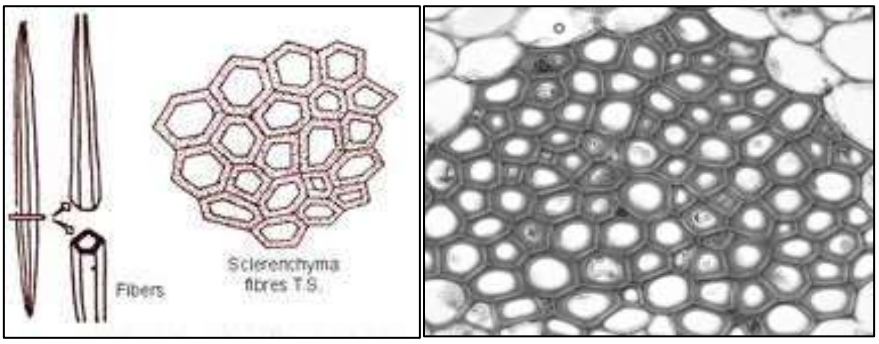
تمثل الكولنشيما الخلايا الداعمة في الأعضاء النامية فهي سميكة الجدر ومتراصة تراصا محكما. وظيفة الجدار السليلوزي يسمح باستطالة الجدار دون فقده لقوته الدعامية حيث تضاف طبقات متجاورة جديدة للجدار في حين تستمر استطالته. وهكذا تجمع الخلية الكولنشيمية بين القدرة علي زيادة سمك الجدار ومساحة سطحه. ومن الصفات البارزة للجدار السليلوزي هي الليونة وتعني التغير في الشكل وفي الطول إذا ما تعرض لشده أو ضغط دون أن يعود إلي سابق حالته إذا زال الضغط أو الشد الواقع عليه. وهذا يفسر وجود الكولنشيما في الأعضاء النامية فليونة الجدار تسمح للخلية بالاستطالة والتشكل لكي تلائم نمو العضو النباتي.

نسيج اسكلرنشيما Sclerenchyma

وهو نوع أخر من أنسجة التدعيم وخلايا هذا النسيج تمتاز بجدرها الصلبة الملجننة والتي تحتوي علي نسبة ضئيلة من الماء وعند تمام النضج تكون الخلايا غالبا خالية من البروتوبلاست (خلايا ميتة). وكلمة sclar تعني صلب أو متحجر للدلالة علي كون خلايا هذا النسيج ذات جدر صلبة متينة. وخلية الاسكلرنشيما سميكة الجدار ومادة التغليظ هي اللجنين. وتختلف خلية اسكلرنشيما عن الكولنشيما بالصلابة والمرونة وتظهر خلايا الاسكلرنشيما اختلافا كبيرا في الشكل والتركيب والنشأة ويمكن تقسيمها إلي نوعين: الألياف والخلايا الحجرية

الألياف Fibers

توجد الألياف مبعثرة أو في قطع منفصلة أو حلقات كاملة في القشرة وفي أغماد الحزم وفي الخشب واللحاء. وهي علي وجه العموم تأخذ تنظيما معينا في أنسجة العضو النباتي يختلف باختلاف النبات. ففي نباتات ذوات الفلقة الواحدة تنتظم الألياف في حلقة تحت البشرة كما تكون أغماد الحزم في سيقان وأوراق هذه النباتات. وفي نباتات ذوات الفلقتين فقد توجد الألياف عند قمة اللحاء مكونة ألياف البريسيكل أو تنتشر بين اللحاء الابتدائي والثانوي وتسمي ألياف اللحاء. وفي بعض نباتات ذوات الفلقتين تكون الألياف حلقة كاملة إما أن تكون ملاصقة تماما للحزم كما في البلارجونيوم أو منفصلة عنها بطبقة برانشيمية كما في القرع. وتنتشر الألياف أيضا في الخشب الابتدائي والثانوي وتسمي ألياف الخشب. والألياف خلايا مستطيلة مدببة الأطراف ذات شكل مغزلي مما يساعدها علي أن تتجمع وتتراص مع بعضها في حزم قوية متينة. وجدرها علي وجه العموم ملجننة ذات تغليظ لجنيني منتظم قد توجد به نقر بسيطة. وفي بعض الحالات القليلة يكون التغليظ سليلوزيا كألياف الكتان ومتوسط الطول في الألياف يتراوح بين 1-2 مم وقد يصل إلي 40 مم كألياف الكتان. وتظهر الألياف في القطاع العرضي عديدة الأضلاع بينما في الحالات التي تتبعثر فيها البرانشيما تظهر مستديرة.

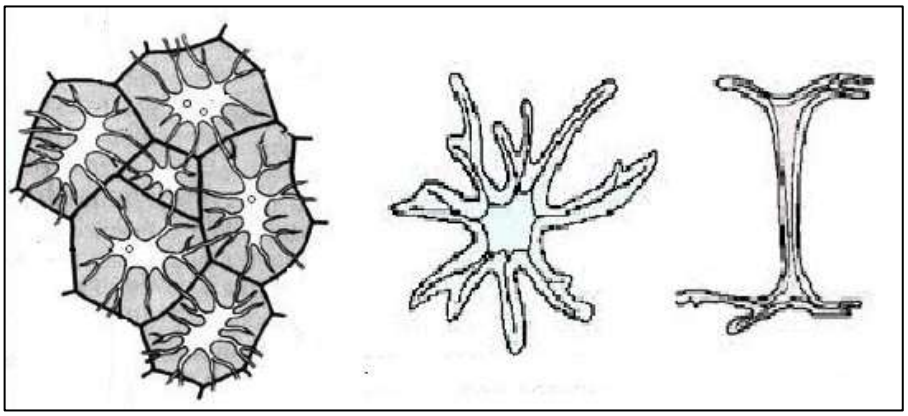


الألياف

الخلايا الحجرية Sclereids

تختلف عن الألياف في الشكل والنشأة. فهي قصيرة ذات أطراف مستديرة كما أنها أسمك جدرا من الألياف. وتنشأ الخلايا الحجرية من أصل برانشيمي بينما تنشأ الألياف من أصل مرستيمي. وتوجد الخلايا الحجرية في القشرة واللحاء وأغلفة بذور بعض البقوليات وفي الجدار الخشبي لثمرة البندق كما توجد في ثمار التفاح والكمثري والجوافة في تجمعات بها خلايا بارنشيمية. وفي هذه الحالة يكون الجدار سميكا جدا وتجويف الخلية ضيقا جدا إذا ما قورن بحجم الخلية ويخترق الجدار نقر تبدو كقنوات متفرعة تسمي بالنقر المتفرعة.

وتتباين الخلايا الحجرية في أشكالها فمنها المستدير والأسطواني والمتفرع ومنها أيضا عظمي الشكل كما في ورقة الهاكيا كما توجد متجمعة أو مبعثرة ويتغلظ فيها الجدار باللجنين الذي يترسب في طبقات عديدة. وتغلظ الجدار يعطي النسيج الذي توجد به الخلايا الحجرية قوة وصلابة.



الخلايا الحجرية

نسيج الخشب Xylem

يتولي هذا النسيج نقل الماء والأملاح من الجذر إلي الساق والأوراق، وهو نسيج مركب مكون من عناصر تختلف في التركيب والوظيفة هي الأوعية أو القصيبات وألياف الخشب وبارنشيما الخشب.

1. الأوعية Vessels:

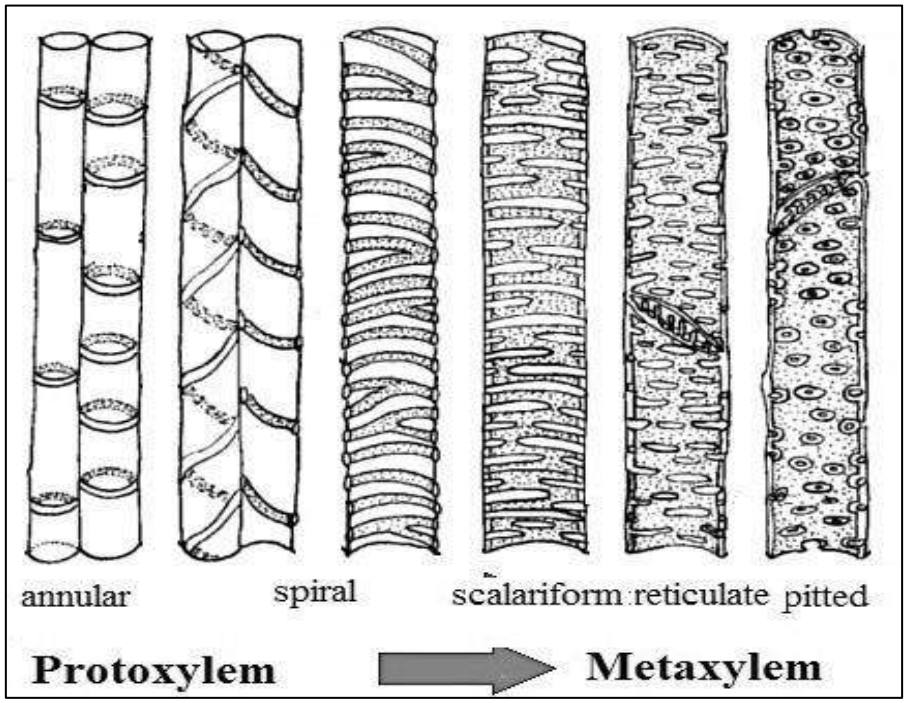
عبارة عن قنوات طويلة تنشأ من التحام طولي لعدد كبير من الخلايا الانشائية ذابت الجدر المستعرضة الفاصلة بينها. والأوعية وحدات تشريحية ميتة خالية من المحتويات الحية. وهي توجد في نباتات مغطاة البذور وغير موجودة – باستثناء حالات نادرة – في معراة البذور والنباتات التريدية. ولأن جدرها مغلظة تغليظا لجنينيا قويا فهي مع القصيبات تشترك في تقوية النبات وتدعيمه بالإضافة إلي ماتقوم به من توصيل الغذاء وهذا ما يسمي بالازدواج الوظيفي.

وتتميز الأوعية إلي عدة أنواع تختلف فيما بينها باختلاف طريقة التغليظ فيها. فقد يترسب اللجنين علي شكل حلقات منفصلة علي طول السطح الداخلي للجدار السليلوزي الأصلي للخلية. والوعاء هنا يسمي بالوعاء الحلقي annular. وفي الوعاء الحلزوني spiral يترسب اللجنين في صورة حلزونية. وفي بعض الحالات يوجد هذان النوعان من التغليظ في نفس الوعاء الواحد.

وتوجد هذه العناصر الحلزونية والحلقية في الخشب الأول الذي يتكون حينما يكون العضو النباتي أخذا في النمو والاستطالة. واللجنين في هاتين الصورتين يسمح للوعاء بأن ينمو كي يجاري نمو العضو النباتي.

وفي الأجزاء التي توقف نموها الطولي يبدأ النبات في تكوين الأنواع الأخري من الأوعية فتتكون الأوعية الشبكية reticulate ويترسب اللجنين في هذه الحالة في صورة شبكة غير منتظمة علي السطح الداخلي للجدار الأصلي. وأخيرا يظهر النوع المنقر وفي هذا النوع يترسب اللجنين علي الجدار كله ماعدا مناطق صغيرة وعديدة تظل غير مغلظة وهذه تسمي النقر. وتبدو النقر في المنظر السطحي كفتحات صغيرة أو نقط ضيقة. والنقر إما أن تكون بسيطة أو مصفوفة. وقد تستطيل النقر في بعض الحالات في اتجاه مستعرض وتترتب فوق بعضها. وبذلك يصبح اللجنين الموجود بينها علي شكل حواجز تشبه حواجز السلم، ولهذا يسمي الوعاء بالسلمي المنقر pitted scalariform vessel.

وتختلف طول الأوعية الخشبية باختلاف النبات، فطولها في المتوسط حوالي 10 سنتيمرات وقد يصل في بعض النباتات إلي بضعة أمتار.



أنواع الأوعية الخشبية في القطاع الطولي

2. القصيبات tracheids:

وهي تشبه الأوعية في كل صفاتها التشريحية فيما عدا أنها نشأت من خلية كمبيومية واحدة. والجدر الفاصلة تبدو في القطاع الطولي مائلة مما يجعلها تبدو ذات أطراف مدببة نسبيا. وتوجد القصيبات في نباتات مغطاة البذور كما تكون العنصر الأساسي للخشب في معراة البذور والتريديات. وهي خلايا ميتة خالية تماما من السيتوبلازم والنواة والجدار ملجنن. ويترسب اللجنين علي سطحه الداخلي بنفس الصور التي شاهدناها من قبل في حالة الأوعية. وهكذا توجد القصيبات الحلقية والحلزونية في الخشب الأول كما توجد القصيبات الشبكية والمنقرة والسلمية في الخشب التالي.

3. ألياف الخشب xylem fibers:

وهي كما سبق وصفها في النسيج الاسكلرنشيمي، خلايا ميتة يترسب علي جدرها اللجنين في صورة منتظمة فيما عدا مناطق ضيقة صغيرة هي النقر التي تبدو هنا مائلة وبسيطة. وفي كثير من النباتات كما في نبات العنب يظهر بداخل الليفة حواجز سليلوزية تقسم تجويفها إلي حجرات منفصلة. ووظيفة الألياف هنا دعامية بحتة وليس لها علاقة بالتوصيل.

4. برانشيما الخشب xylem parenchyma:

خلايا حية مستطيلة تبدو مضلعة في القطاع العرضي وليس بينها مسافات بينية. والجدار سليلوزي رقيق في برانشيما الخشب الابتدائي بينما البرانشيما الموجودة في الخشب الثانوي جدارها غليظ نسبيا وملجنن. والجدار عموما منقر بنقر بسيطة. وتوجد بارنشيما الخشب في كل النباتات ما عدا الخشب الثانوي فقط في النباتات الصنوبرية. ووظيفة البرانشيما هي تخزين المواد الغذائية كالنشا هذا إلي جانب اشتراكها مع العناصر الخشبية الأخري في توصيل العصارة.

علاقة التركيب بالوظيفة

يتولي الخشب توصيل العصارة غير المجهزة من الجذر إلي الأوراق وهي تتكون من الماء مذابا فيه بعض الأملاح ذات الأهمية لحياة النبات. وحجم هذه العصارة كبير جدا اذا ما قورن بالعصارة الناضجة التي تتكون في الأوراق. ولهذا فعناصر التوصيل في الخشب يجب أن تكون واسعة ذات أقطار كبيرة حتي يمكنها توصيل الحجم الكبير من الغذاء. واتجاه تيار التوصيل هنا مضاد لجاذبية الأرض. والتيار الصاعد يبذل ضغطا شديدا علي جدر عناصر التوصيل التي لابد أن تتزود بجدار مغلظ لكي تواجه الضغط الناشئ عليها.

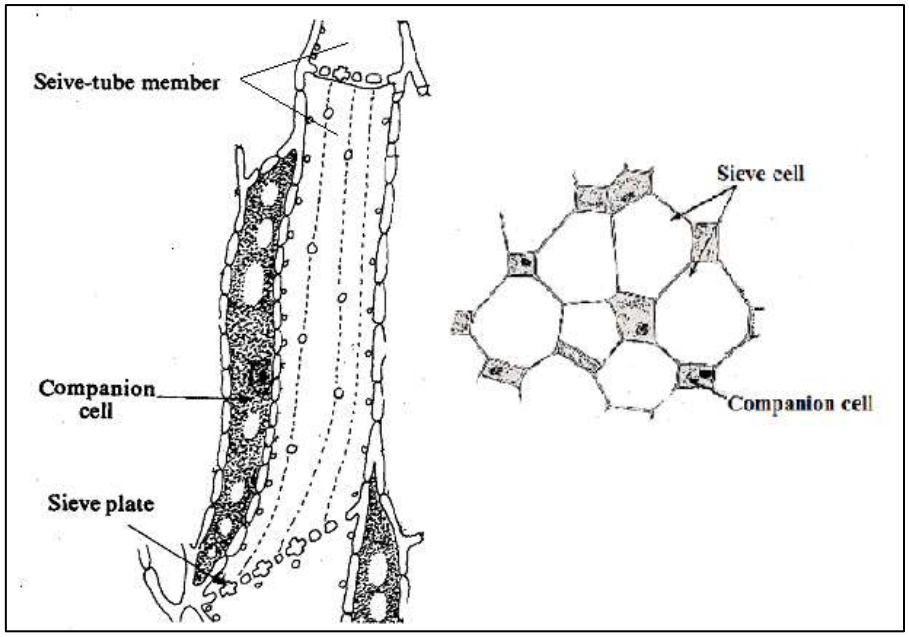
نسيج اللحاء Phloem tissue

يقوم هذا النسيج بنقل العصارة المجهزة من الأوراق إلي بقية أجزاء النبات. ويتكون من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وبرانشيما لحاء وألياف لحاء وهو من هذا الجانب يعتبر نسيجا مركبا.

1. الأنابيب الغربالية Sieve tubes:

عبارة عن صف من خلايا مستطيلة ذات جدر سليلوزية رقيقة تترتب فوق بعضها طوليا. والجدر الفاصلة سميكة نسبيا ولكنها مثقبة علي شكل غربال. ويسمي هذا الجدار المثقب بالحاجز الغربالي sieve plate. وقد يكون الجدار الفاصل مائلا ويحمل عدة غرابيل ويسمي في هذه الحالة بالحاجز الغربالي المركب compound sieve plate كما في حالة العنب. وقد توجد الغرابيل علي الجدر الجانبية القطرية التي تفصل بين الأنابيب الغربالية المختلفة كما في حالة نبات الصنوبر. ويوجد داخل كل خلية طبقة من السيتوبلازم لا توجد به نواة. ويحتوي هذا السيتوبلازم علي حبيبات دقيقة من النشا وقليل من البلاستيدات عديمة اللون. والسيتوبلازم متصل مع بعضه خلال ثقوب الغربال. وبالإضافة إلي السيتوبلازم تحتوي الأنبوبة الغربالية علي عصير مائي قلوي غني بالمواد البروتينية والكربوهيدراتية والأملاح غير العضوية.

وتقوم الأنابيب الغربالية بنقل العصارة المجهزة خلال فترة النشاط الخضري للنبات وتقف هذه العملية خلال فصل الخريف حيث يتغطي الحاجز الغربالي من الجانبين بطبقة من الكالس. وتذوب هذه المادة في فصل النشاط المقبل لتستعيد الأنبوبة الغربالية قدرتها علي التوصيل. وقد يأتي فصل النشاط المقبل دون أن يختفي الكالس وهذا معناه أن الأنبوبة قد فقدت نشاطها التوصيلي إلي الأبد. وتصطبغ مادة الكالس باللون الأزرق الفاتح اذا عوملت بأزرق الأنيلين.



الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة في نسيج اللحاء

2. الخلايا المرافقة Companion cells:

وتسمي هكذا لأنها ترافق تماما الأنابيب الغربالية حيث أنهما ينشأن من أصل واحد. وهي خلايا حية غنية بالبروتوبلاست ويوجد بكل منها نواة والجدار السليلوزي رقيق ويوجد به نقر بسيطة تصل بينها وبين الأنابيب الغربالية. وتنشأ خلية الأنبوبة الغربالية والخلية المرافقة من خلية واحدة تنقسم إلي قسمين غير متساويين. القسم الأكبر يكون خلية الأنبوبة الغربالية والقسم الأصغر يكون الخلية المرافقة. وقد تنقسم الخلية الأم إلي أكثر من قسمين وفي هذه الحالة يكون للأنبوية الغربالية أكثر من خلية مرافقة. وتوجد الخلايا المرافقة في لحاء مغطاة البذور فقط ولاتوجد في معراة البذور أو التريديات.

3. برانشيما اللحاء Phloem parenchyma:

وهي تشبه إلي حد كبير برانشيما الخشب، فهي حية وجدارها سليلوزي توجد به نقر بسيطة وتقوم باختزان المواد الغذائية العضوية. وقد يضاف إلي جدارها اللجنين وهذا يحدث في اللحاء الثانوي القديم. وتوجد برانشيما اللحاء في كل النباتات الوعائية فيما عدا النباتات ذات الفلقة الواحدة.

4. ألياف اللحاء Phloem fibers:

توجد باللحاء الابتدائي واللحاء الثانوي ووظيفتها دعامية بحتة وليس لها أي صلة بعملية التوصيل وهي لا تختلف أبدا عن ألياف الخشب إلا في موقعها.

علاقة التركيب بالوظيفة

يتولي اللحاء نقل العصارة المجهزة من الأوراق إلي بقية أجزاء النبات وحجم هذه العصارة قليل ومن هنا فإن قطر عناصر التوصيل وهي الأنابيب الغربالية يكون صغيرا إذا ما قورن بالأوعية الخشبية. واتجاه تيار التوصيل مع اتجاه جاذبية الأرض ولهذا فالتيار الهابط لا يبذل ضغطا علي الجدار الذي يكون في هذه الحالة رقيقا سليلوزيا ثم أن وجود الحواجز الغربالية يساعد علي انتقال الغذاء من خلية إلي أخري، ولكنه في نفس الوقت يعمل علي ابطاء وتهدئة تيار التوصيل الهابط حتي يمكن أن تجد الأجزاء المختلفة من جسم النبات احتياجاتها من العصارة الناضجة.

النسيج الافرازي Secretory tissue

يتكون هذا الجهاز من غدد تفرز مواد مختلفة التركيب والوظيفة. وتنقسم هذه الغدد إلي غدد خارجية تتكون علي سطح النبات وغدد داخلية تتكون داخله.

الغدد الخارجية External glands:

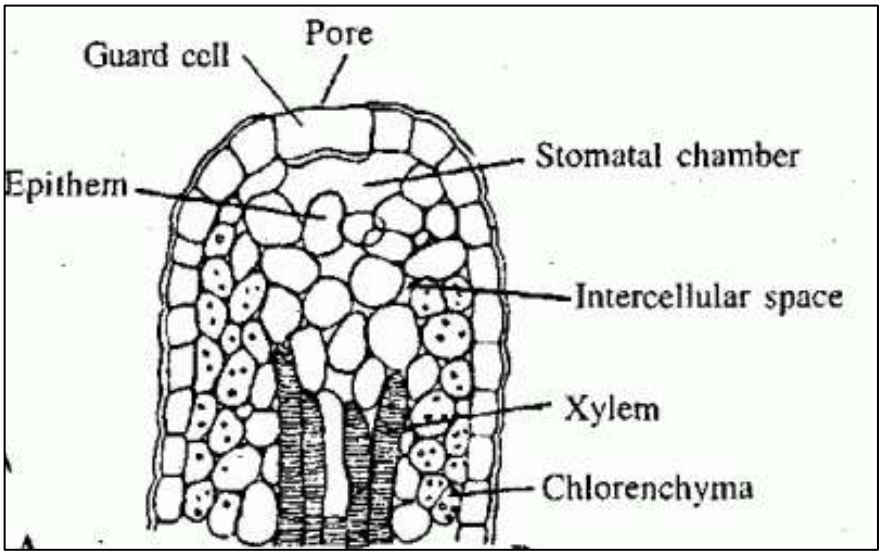
ومن أمثلتها:

الغدد الرحيقية nectaries التي توجد في عدد كبير من أنواع الأزهار، وتفرز رحيقا سكريا يجذب الحشرات إليه لتقوم بنقل حبوب اللقاح وهناك الخلايا الإفرازية الموجودة علي سطح بتلات الأزهار ذات الرائحة العطرة. وهي عبارة عن خلايا البشرة امتدت جدرها الخارجية لتكون بروزات أنبوبية تزيد من مساحة السطح المفرز للمواد العطرية الطيارة.

الغدد الهاضمة digestive glands الموجودة بالنباتات آكلة الحشرات. فمثلا في حالة نبات الدروسيرا Drosera توجد اذرع كثيرة علي سطح نصل الورقة تنتهي بانتفاخات تفرز مادة لزجة تمسك جسم الحشرة عند تلامسها معها. وتفرز هذه الانتفاخات أيضا انزيمات هاضمة تتقوم بتحليل وهضم جسم الحشرة المصادة. وهناك أمثلة أخري من النباتات أكلة الحشرات مثل نبنش Nepenthes، وديونيا Dionaea وغيرها.

الثغور المائية Hydathodes: توجد في حواف أوراق نباتات أبو خنجر، الطماطم، الشعير، الذرة. وتتكون كمبدأ عام في النباتات التي تنمو في جو حار مشبع بالرطوبة حيث تساعد الحرارة

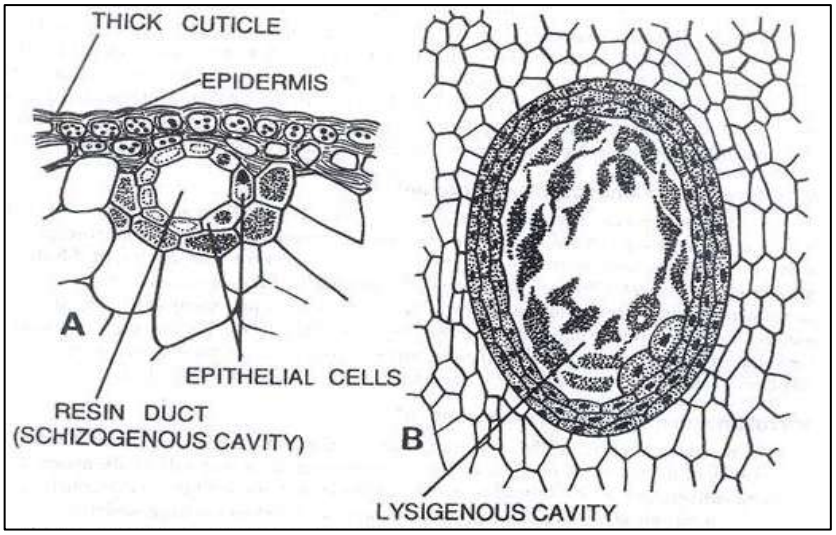
علي سرعة امتصاص الماء ولكن الرطوبة العالية تحول دون التخلص من الماء الفائض بواسطة عملية النتح، ولهذا يصبح النبات متخما بالماء مما يدعو الحاجة إلي تكوين هذه الثغور المائية.



تركيب الثغر المائي

ويتكون الثغر المائي من فتحة الثغر تحيط بها خليتان حارستان. وهذا الثغر ليس له القدرة علي الفتح والغلق كما يحدث في الثغور العادية فهو مفتوح دائما. وتحت هذه الفتحة توجد خلايا بارنشيمية ذات مسافات بينية واسعة تسمي بالخلايا الطلائية تقوم بإفراز الماء الفائض وطرده خلال فتحة الثغر. ويساعدها علي ذلك أنها تلاصق نهايات الاوعية الخشبية للورقة. وتسمي عملية فقد الماء بهذه الصورة بالإدماع Guttation. وتختلف هذه العملية عن النتح في أن الماء المفقود هنا يكون في صورة سائلة وليست غازية كما أنه ليس نقيا ولكنه يذوب فيه عدد من الأملاح المعدنية.

الغدد الداخلية Internal ducts: وهذه إما أن تنشأ بانقراض بعض الخلايا تاركة فراغا كرويا يحاط ببقايا ممزقة من الخلايا. وتسمي هذه بالغدد الانقراضية Lysigenous ducts. وأفضل مثال لها هو الغدد الموجودة في أغلفة ثمار الموالح. أو تنشأ الغدد من انفصال الخلايا عن بعضها البعض ثم انقسامها لتكون طبقة طلائية منتظمة تحيط بتجويف الغدة التي تسمي بالغدة الانفصالية Schizogenous ducts. وتبدأ هذه الغدة كروية ولكنها تمتد بعد ذلك وتستطيل لتكون قنوات طويلة تنتشر في جسم النبات كتلك التي توجد في نبات الصنوبر. وتفرز الغدد الانفصالية زيوتا طيارة ومواد راتنجية أو مخاطية.



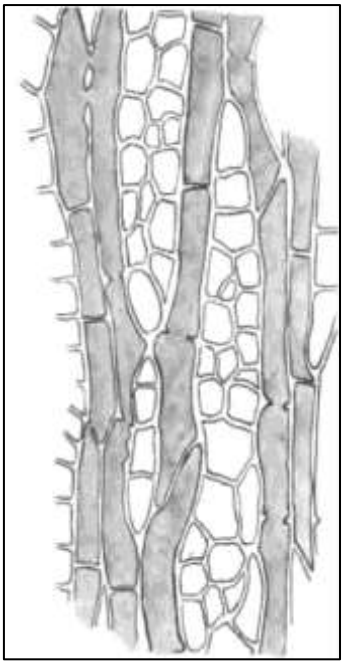
الغدة الانقراضية والانفصالية

الغدد اللبنية laticiferous ducts

هي أيضا غدد داخلية تفرز سائلا أبيض اللون غالبا يسمي باللبن النباتي. وهناك نوعان من هذه الغدد. نوع ينشأ من اتحاد طولي لعدد كبير من الخلايا تذوب جدرها المستعرضة الفاصلة بينها لتكون قنوات طويلة. وتسمي هذه بالأوعية اللبنية latex vessels وهي إما أن تكون متفرعة وتلتقي فروع الأوعية المختلفة وتتشابك لتكون ما يشبه الشبكة كما في الخس والخشخاش. أو أن تكون غير متفرعة كما في الموز والعليق. والنوع الثاني هو الخلايا اللبنية latex cells وهي تنشأ من خلية واحدة تستطيل وتمتد داخل جسم النبات. وقد تتفرع وتتشعب لتنتشر داخل الأعضاء المختلفة. وهي إن كانت قد نشأت من خلية واحدة إلا أن السيتوبلازم فيها يحتوي علي عدد كبير من الأنوية التي نشأت بانقسام النواة الأصلية للخلية ولذلك فهي تمثل ما يسمي بالمدمج الخلوي.

وتوجد الخلايا اللبنية في كثير من النباتات كالدفلة وبنت القنصل. واللبن النباتي يختلف في لونه باختلاف النبات فهو يبدو أحيانا كسائل مائي كما في الموز، وأحيانا أخري يكون برتقالي اللون. ولكن اللون الغالب في معظم الأحيان هو اللون الأبيض.

ويتكون اللبن النباتي من الماء الذي يحتوي علي مواد مختلفة إما أن تكون ذائبة فيه أو معلقة. وبعض هذه المواد ذات أهمية اقتصادية. فالأفيون عبارة عن اللبن النباتي المجفف لنبات الخشخاش. والكاوتشوك يصنع من اللبن النباتي المستخرج من نبات الهيفيا البرازيلي.



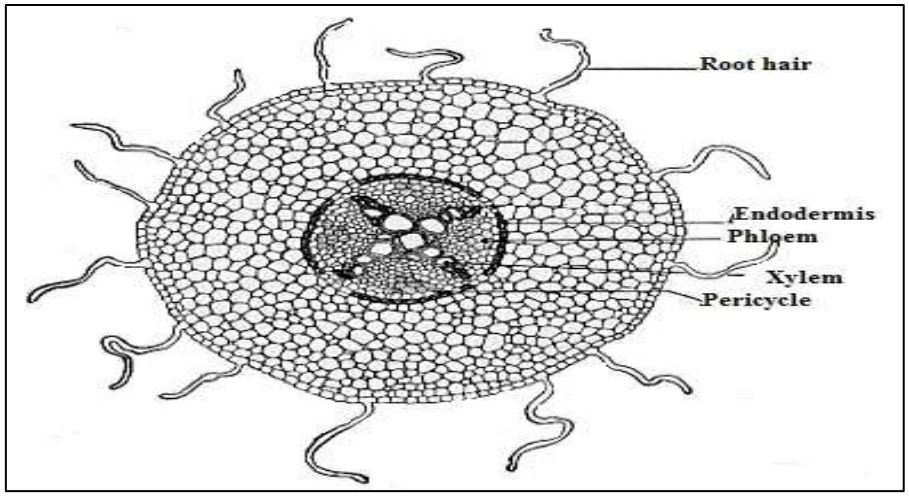
الاوعية اللبنية

التركيب التشريحي للاعضاء النباتية

التركيب التشريحي للجذر الحديث

Anatomy of young root

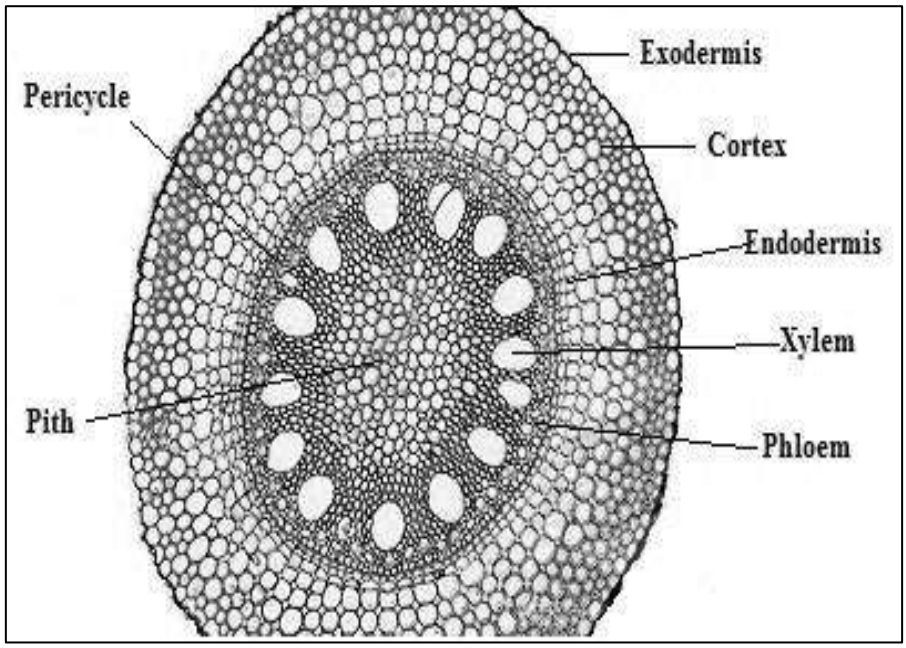
ويمكن دراسة التركيب التشريحي للجذر الحديث بعمل قطاع مستعرض حيث يمكن التعرف علي ثلاث مناطق مختلفة هي **الطبقة الوبرية والقشرة والاسطوانة الوعائية**.



قطاع عرضي في جذر حديث من ذوات الفلقتين

الطبقة الوبرية Piliferous layer:

وهي عبارة عن صف واحد من الخلايا تغلف الجذر وتتزود بشعيرات دقيقة هي امتدادات أنبوبية لخلايا الطبقة الوبرية. والتي تتمزق باستمرار عندما تصبح مسنة وذلك كلما بعدنا عن منطقة الامتصاص. وخلايا الطبقة الوبرية رقيقة الجدر تحتوي علي فجوة عصارية كبيرة ويبطن السيتوبلازم جدرها. ولا تنشأ الشعيرات الجذرية إلا من بعض خلايا معينة من الطبقة الوبرية. ويتراوح طولها بين أقل من المليمتر إلي حوالي سنتيمتر. ويبطن جدار الشعيرة الجذرية من الداخل طبقة من السيتوبلازم حيث تتزود هي الأخري بفجوة عصارية. وتنمو الشعيرة في اتجاه افقي إذا نشأت عارية في الهواء الرطب وذلك عندما يستنبت الجذير علي سطح رطب، أما في التربة فإنها تكون منثنية نوعا ما.



قطاع عرضي في جذر حديث من ذوات الفلقة الواحدة

وعندما تتمزق الطبقة الوبرية تحل محلها – في حماية الأنسجة الداخلية – الطبقة الخارجية لمنطقة القشرة والتي تتسوبر جدر خلاياها وتعرف بالبشرة الخارجية او الإكسوديرم exodermis. وهي توجد غالبا في نباتات الفلقة الواحدة وخلايا هذه الطبقة أصغر حجما من خلايا القشرة وتتميز جدرها بلون بني داكن.

القشرة Cortex:

هي مجموعة من الطبقات تلي الطبقة الوبرية. والقشرة في الجذر الحديث تبدو عريضة قد يبلغ سمكها قدر الاسطوانة الوعائية عدة مرات. وتتكون من خلايا برانشيمية بينها فراغات بينية واضحة وتنتهي إلي الداخل بطبقة الاندودرميس endodermis التي تعتبر اخر طبقة داخلية من خلايا القشرة وهي خلايا متراصة ليس بينها فراغات. وتتغلظ جدر خلايا الإندودرمس بطريقة مميزة فقد يتغلظ الجدار الداخلي وكذلك الجدار القطري أو قد تتغلظ جميع الجدر بمادة السيوبرين أو قد يأخذ التغليظ شكل شريط مسوبر علي السطح الداخلي للجدارين القطري والداخلي، ويسمي هذا الشريط بشريط كسبار casparian strip. وفي حالة تسوبر جدر خلايا الاندودرميس تترك خلايا دون تسوبر في مواجهة الخشب الأول وتسمي بخلايا المرور passage cells تسمح بمرور الماء من خلايا القشرة إلي الأسطوانة الوعائية. وتتحكم بذلك خلايا الاندودرميس في مرور الماء من القشرة إلي الأسطوانة الوعائية كما أن سوبرة جدر هذه الخلايا تزيد من قوة وصلابة الجذر.

الأسطوانة الوعائية Vascular cylinder:

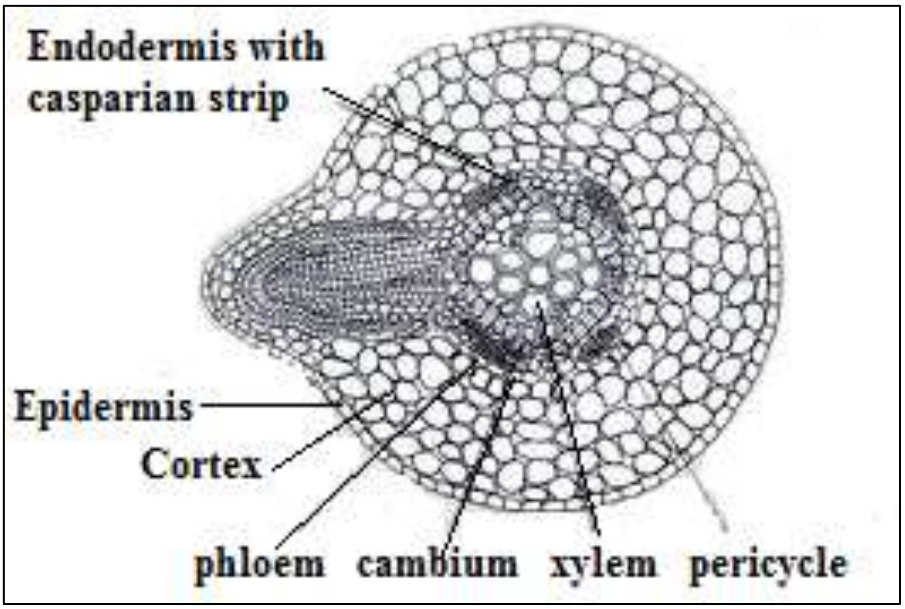
تلي طبقة الاندودرمس من الداخل مباشرة منطقة ضيقة عبارة عن طبقة واحدة أو أكثر من خلايا برانشيمية هي منطقة البريسيكل pericycle. وأهمية طبقة البريسيكل هي أن الجذور الثانوية secondary roots تنشأ منها.

ويوجد الخشب الابتدائي واللحاء الابتدائي علي أنصاف أقطار متبادلة وتعرف الحزم في هذه الحالة بالحزم القطرية radial bundles. ويتراوح عدد الحزم الوعائية من 2-8 في نباتات ذوات الفلقتين، أما في ذوات الفلقة الواحدة فإن هذا العدد يزيد علي ذلك. ويتركب الخشب من البروتوزيلم protoxylem (الخشب الأول) إلي الخارج والميتازيلم metaxylem (الخشب التالي) إلي الداخل. ولهذا فالحزمة الوعائية خارجية الخشب الأول. ويتكون اللحاء من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وبرانشيما اللحاء (برانشيما اللحاء غير موجودة في ذوات الفلقة الواحدة). ويفصل مجموعات اللحاء عن أذرع الخشب صف أو أكثر من خلايا برانشيمية. ويحتل النخاع pith مركز الجذر وهو منطقة ضيقة تتكون من خلايا برانشيمية وقد يتلاقي الخشب التالي لجميع الحزم وتلتحم في مركز الجذر مما يؤدي إلي اختفاء النخاع تماما. وعموما فالنخاع أوسع في جذور ذوات الفلقة الواحدة عنه في جذور ذوات الفلقتين.

تكوين الجذور الجانبية (الثانوية)

من أحد الخصائص التي تميز الجذور عن السيقان هي طريقة تكوين زوائد المحور الجانبية. ففي السيقان تتكون بدايات الفروع في المرستيم القمي (القمة النامية) حسب نظام معين. أما في الجذور فلا تتكون فروع من أي مرستيم قمي. وعندما تتكون الجذور الجانبية فإنها تنشأ من أنسجة مرستيمية نسبيا وبدون نظام محدد بالنسبة لبعضها. وتتكون بصورة وفيرة في المنطقة التي تلي منطقة الشعيرات الجذرية مباشرة. والجذور الجانبية داخلية النشأة بمعني أن الأصل المرستيمي لها ينشأ من الأنسجة الداخلية للجذر الاصلي. وتنشأ مرستيمات هذه الجذور في مغطاة البذور وعاريات البذور من البريسيكل المقابل لأذرع الخشب عندما يوجد ثلاثة أو أكثر من هذه الأذرع أو متبادلة معها في الجذور ثنائية الأذرع.

وعند تكوين جذر ثانوي تصبح خلايا البريسيكل مرستيمية وتنقسم انقساما مماسيا تليها انقسامات متتالية في أي مستوي. وعلي ذلك تتكون بسرعة منطقة نمو محددة بما فيها من بدايات خلوية وقلنسوة وتراكيب أخري مميزة. وتضغط هذه المنطقة علي نسيج القشرة والبشرة التي سرعان ما تتمزق ويشق الجذر طريقه للخارج ميكانيكيا وقد تفرز قمة الجذر الجانبي إنزيمات تساعد علي تحلل أنسجة القشرة.



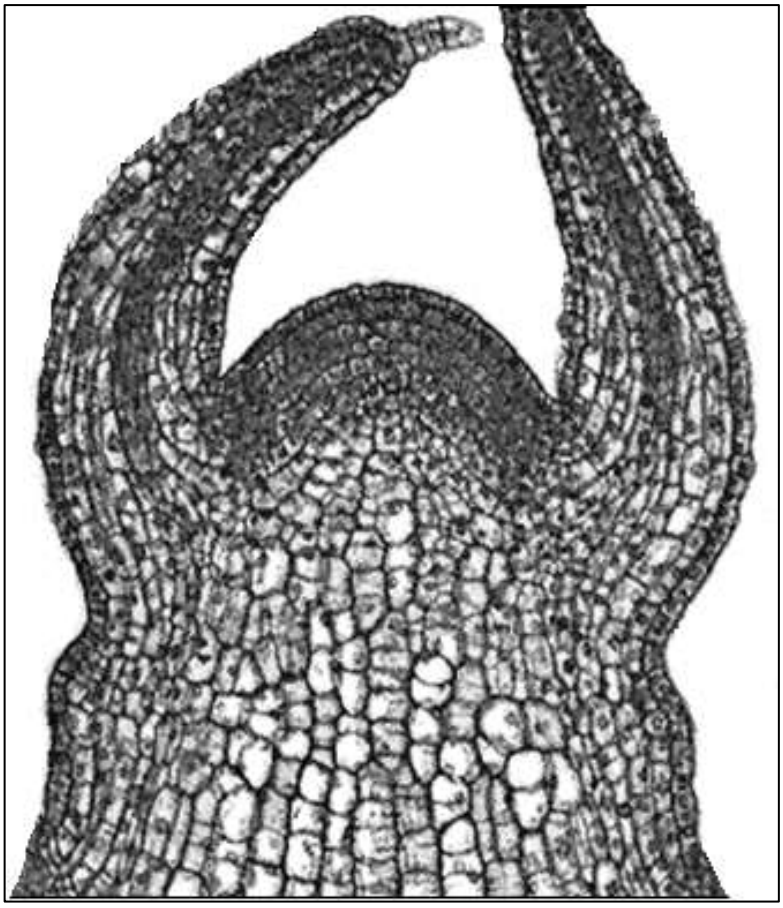
نشأة الجذر الثانوي من البريسيكل

التركيب التشريحي للساق

نمو الساق

سبق أن ذكرنا أن عملية النمو تحدث نتيجة نشاط خلايا مرستيمية توجد في القمم النامية للجذر والساق وفي الكمبيوم الحزمي. ويوجد مرستيم قمة الساق في جميع قمم السيقان بما في ذلك البراعم الساكنة. وكذلك يوجد الكمبيوم الحزمي في سيقان نباتات ذوات الفلقتين ومعراة البذور. ويلاحظ وجود مرستيمات بينية في سيقان نباتات ذوات الفلقة الواحدة. وتوجد غالبا فوق العقد مباشرة. وينتج عن نمو ونشاط المرستيمات القمية تكوين أنسجة النبات الابتدائية. ولذلك فهي المسئولة عن أية زيادة في طول النبات. وأما الزيادة في سمك الساق فإنها تتم نتيجة نشاط الكمبيوم الحزمي الذي ينقسم ليكون أنسجة ثانوية.

وتشبه المنطقة المرستيمية الموجودة في قمة الساق مثيلتها التي توجد في قمة الجذر والتي سبق الاشارة اليها. ويطلق علي أصغر الأجزاء وأقربها من قمة الساق اسم المرستيم الأول promerstim ولا يزيد طولها علي بضعة ملليمترات وتتكون من مجموعة من الخلايا الانشائية الغير متميزة. ويلي هذه المنطقة مباشرة منطقة أخري تستطيل فيها الخلايا المرستيمية الناتجة عن انقسام خلايا المرستيم الأول. وتظهر الخلايا المرستيمية في هذه المنطقة أكثر تباينا في أشكالها وأحجامها عنها في منطقة المرستيم الأولي وذلك نتيجة لاختلاف فى درجات النمو، وتكون هذه منطقة الأنسجة الانشائية الابتدائية وهي تقابل منطقة الاستطالة في الجذر ويمكن تمييزها كما في الجذر إلي منشئ البشرة ومنشئ النسيج الأساسي ومنشئ الأسطوانة الوعائية. وبزيادة البعد عن قمة الساق تتحول الأنسجة الانشائية إلي أنسجة بالغة يطلق عليها الأنسجة الابتدائية، وفيها يزداد حجم الخلايا وتظهر بها الفجوات العصارية وبينها المسافات البينية. وتتغلظ جدرها بدرجات متفاوتة إلي الأنسجة المختلفة التي تكون جسم النبات الابتدائي. ويختلف تركيب الأنسجة الابتدائية في سيقان نباتات ذوات الفلقتين عنها في نباتات ذوات الفلقة الواحدة وسوف نتعرض للتركيب التشريحي لكل منها تفصيلا.



قطاع طولي في قمة الساق

التركيب التشريحي للسيقان الحديثة لنباتات ذوات الفلقتين

Anatomy of young dicot stem

تظهر الأنسجة المكونة للسيقان الحديثة لنباتات ذوات الفلقتين في ترتيب مميز. فيحتل النخاع مركز الساق مكونا منطقة واسعة مكونة من خلايا برانشيمية، أما الأسطوانة الوعائية فإنها تتكون من خشب ولحاء وكمبيوم. وقد تتكون من حلقة متصلة تحيط بالنخاع أو من مجموعة منفصلة من الحزم الوعائية ويكون الخشب إلي الداخل مجاورا للنخاع مباشرة في حين يجاور اللحاء القشرة. ويتكون الكمبيوم غالبا من طبقة واحدة من الخلايا تقع بين الخشب واللحاء. ويفصل الحزم الوعائية عن بعضها طبقات من الخلايا البرانشيمية يطلق عليها اسم الأشعة النخاعية وتعمل علي اتصال النخاع بالقشرة. وكثيرا ما توجد طبقة أو أكثر من الخلايا البرانشيمية أو الاسكلرنشيمية خارج الحزم الوعائية مباشرة بين اللحاء والقشرة وتسمي البريسيكل. وفي بعض السيقان قد توجد طبقة االاندودرمس خارج البريسيكل ولكن وجوده غير شائع. وأحيانا تمتلئ خلايا هذه الطبقة بالحبيبات النشوية ويطلق عليها اسم الغلاف النشوي. وتقع

خارج الحزم الوعائية مكونة نسيج يحيط بالأسطوانة الوعائية ويتصل بالنخاع عن طريق الأشعة النخاعية. ويغلف الساق من الخارج طبقة من خلايا البشرة. وسوف نتكلم تفصليا عن كل نسيج من هذه الأنسجة.

1. البشرة Epidermis

تتكون من طبقة واحدة من الخلايا المتراصة لا يوجد بينها مسافات بينية ولا فراغات فيما عدا الثغور. وجدر هذه الخلايا رقيقة فيما عدا الجدار الخارجي المعرض للجو الخارجي فهو سميك إذ تغطيه طبقة من الكيوتيكل أو الأدمة.

2. القشرة Cortex

وهي عبارة عن مجموعة من الطبقات تلي البشرة إلي الداخل وتغلف الأسطوانة الوعائية. وغالبا ما تكون الطبقات الخارجية من القشرة مكونة من خلايا برانشيمية تحتوي علي بلاستيدات خضراء ويطلق عليها خلايا كلورنشيمية. أو قد تكون مغلظة الجدر عند الأركان وتسمي بالخلايا الكولنشيمية، وهذه تكون جزءا من النسيج الدعامي وتعمل علي تقوية الساق. وأحيانا يتركز وجود الخلايا الكولنشيمية في الأركان، كما في السيقان المضلعة أو قد تكون اسطوانة متصلة كما في السيقان الاسطوانية.

وغالبية طبقات القشرة عبارة عن خلايا برانشيمية رقيقة الجدر مستديرة أو بيضاوية أو مضلعة. وفي بعض السيقان قد يوجد بالقشرة مجاميع من خلايا اسكلرنشيمية أو ألياف. وتتميز الطبقة الأخيرة من القشرة الملاصقة للاسطوانة الوعائية باحتواء خلاياها علي حبيبات نشوية وتسمي بالغلاف النشوي وهي تقابل طبقة الاندودرمس في الجذور.

3. البريسيكل pericycle

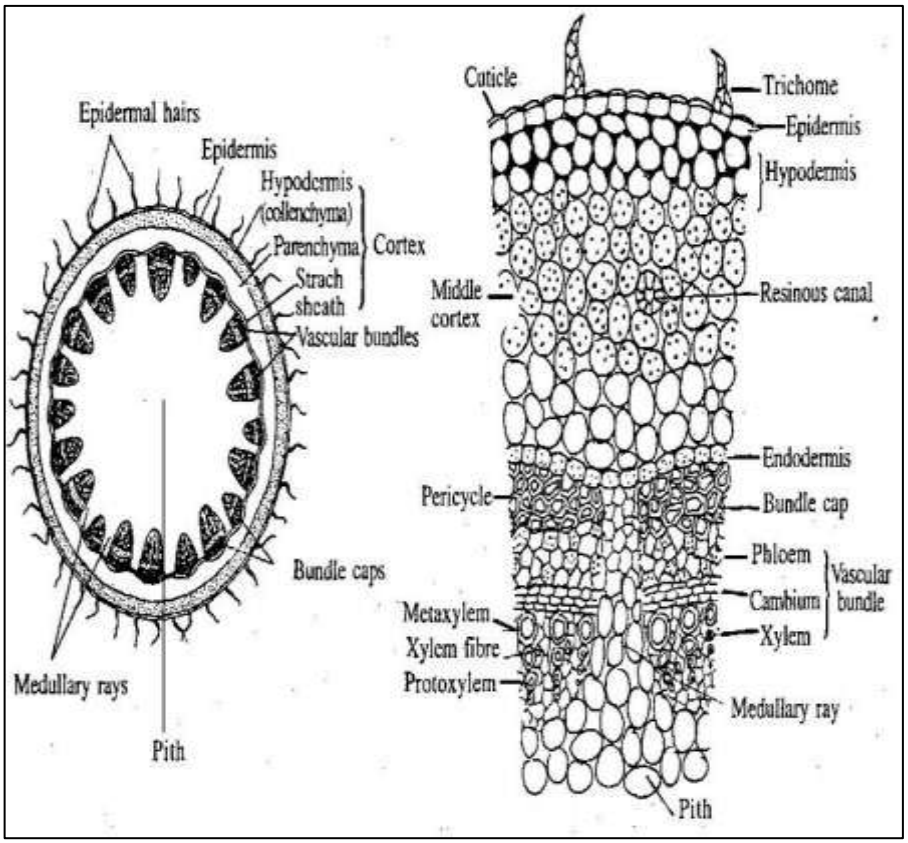
عبارة عن المنطقة الخارجية المحيطة بالاسطوانة الوعائية وتتكون من طبقة أو أكثر من خلايا برانشيمية غير منتظمة الشكل تحيط بالاسطوانة الوعائية. وكثيرا ماتتحول خلايا البريسيكل فوق الحزم مباشرة إلي خلايا اسكلرنشيمية. ويطلق عليها ألياف البريسيكل ويعتبرها بعض علماء التشريح ضمن خلايا اللحاء.

4. الاسطوانة الوعائية

في كثير من السيقان العشبية والخشبية لنباتات ذوات الفلقتين يتكشف منشئ الأسطوانة الوعائية ليكون حزما وعائية منفصلة أو يكون اسطوانة وعائية متصلة مجوفة تحيط بالنخاع. وتتكون الحزمة الوعائية من خشب ولحاء وكمبيوم. ويتجه الخشب نحو المركز واللحاء إلي

الخارج ويفصلهما طبقة الكمبيوم. وفي بعض النباتات مثل سيقان القرعيات يوجد لحاء اخر إلي الداخل يفصل النخاع عن الخشب، أي أنه يوجد لحاءان علي جانبي الخشب. وتسمي الحزمة في هذه الحالة بالحزمة ذات الجانبين bicollateral bundle في حين تسمي الحزمة التي تتكون من خشب ولحاء واحد فقط علي نصف قطر واحد بالحزمة الجانبية collateral bundle وهذا النوع هو الشائع في سيقان ذوات الفلقتين.

ويتكون اللحاء من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وبرانشيما اللحاء وأحيانا ألياف اللحاء. أما الخشب فيتكون من أوعية وقصيبات وألياف خشب وبرانشيما خشب. ويسمي الجزء من الخشب المجاور للنخاع والقريب من مركز الساق بالخشب الأول protoxylem وأوعيته ضعيفة وغالبا ذات تغلظ لجنيني حلقي وحلزوني. في حين يسمي الجزء من الخشب البعيد عن المركز بالخشب التالي metaxylem وأوعيته كبيرة وغالبا شبكة أو منقرة التغليظ. وتوصف الحزمة التي يوجد بها الخشب الأول أقرب إلي المركز بأنها داخلية الخشب الأول وهي مميزة للسيقان. وتختلف في هذا الجانب عن حزم الجذور التي يوجد بها الخشب الأول بعيدا عن المركز وتسمي بخارجية الخشب الأول.



قطاع عرضي في ساق من ذوات الفلقتين يوضح تركيب الحزمة الوعائية الجانبية

5. النخاع والأشعة النخاعية Pith and medullary rays

يحتل النخاع الجزء المركزي من الساق. ويتكون من خلايا برانشيمية بينها مسافات بينية واضحة. وفي كل سيقان ذوات الفلقتين التي تحتوي علي حزم وعائية منفصلة توجد طبقات من الخلايا البرانشيمية ذات اتجاه قطري تفصل الحزم الوعائية عن بعضها. وتصل ما بين القشرة والنخاع وتعرف بالأشعة النخاعية وهي تشبه خلايا النخاع في الشكل والوظيفة.

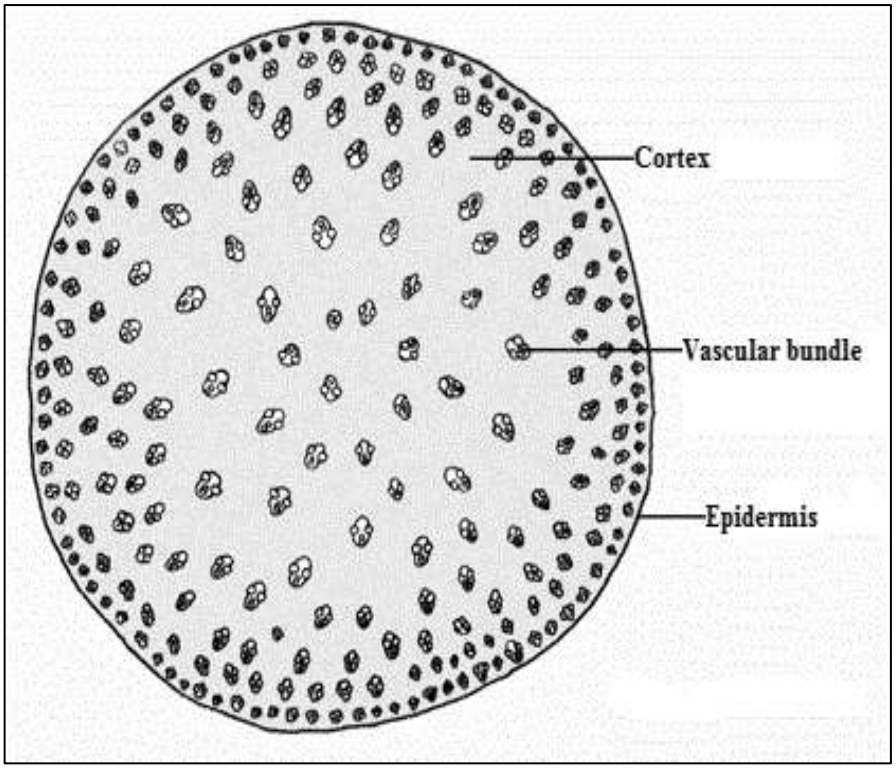
التركيب التشريحي لسيقان ذوات الفلقة الواحدة

Anatomy of monocot stems

يختلف التركيب التشريحي لسيقان ذوات الفلقة الواحدة عن سيقان ذوات الفلقتين في صفتين أساسيتين:

- لا توجد اسطوانة وعائية ولكن الحزم الوعائية توجد مبعثرة في النسيج الأساسي وغير مرتبة في حلقات كما في ذوات الفلقتين. لذلك يصعب تمييز النسيج الأساسي إلي قشرة ونخاع. وفي بعض أنواع الأعشاب مثل الغاب والقمح يلاحظ أن الساق مجوفة في المركز وبالرغم من ذلك فإن الحزم الوعائية تكون مبعثرة وغير مرتبة. وفي بعض الريزومات كما في ريزومة النجيل يلاحظ أن الحزم الوعائية تتجمع في الجزء المركزي من الساق.
- الحزم الوعائية خالية من الكمبيوم بين الخشب واللحاء. ولذلك توصف بأنها مغلقة في حين توصف حزم ذوات الفلقتين بالحزم المفتوحة وذلك لاحتوائها علي كمبيوم بين الخشب واللحاء. ولذلك تتكون سيقان ذوات الفلقة الواحدة من أنسجة ابتدائية ولا يحدث التغلظ الثانوي بوجه عام مهما تقدم السن.

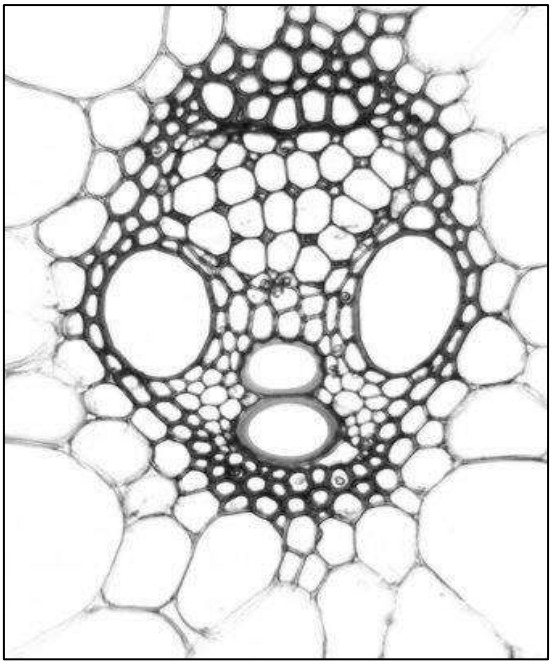
ويمكن دراسة التركيب التشريحي لسيقان ذوات الفلقة الواحدة في قطاع عرضي في ساق الذرة *Zea mays*. تتكون البشرة من طبقة واحدة من الخلايا تغلف الساق وقد تتخللها ثغور وتبرز منها شعيرات وحيدة الخلية. وتوجد تحت البشرة طبقتان أو أكثر من خلايا اسكلرنشيمية (ألياف) تكون قطعا منفصلة تتبادل مع خلايا كلورنشيمية. والحزم الوعائية مبعثرة في النسيج الأساسي وتتكون من خشب ولحاء وهي حزم جانبية collateral bundle، حيث يوجد اللحاء ناحية الخارج والخشب ناحية المركز مرتبين علي نصف قطر واحد كما في ذوات الفلقتين.



رسم تخطيطي لساق الذرة يبين بعثرة الحزم الوعائية في النسيج الاساسي

والخشب الأول يتكون من أوعية قليلة تتجه ناحية مركز الساق. وغالبا ما يجاوره ناحية الداخل فجوة cavity كبيرة غير منتظمة الشكل تمثل بعض أوعية الخشب الأول التي تمزقت نتيجة الشد الواقع عليها بسبب سرعة استطالة الساق في أطوار النمو الأولي. ويتكون الخشب التالي من وعائين كبيرين يوجد بينهما بعض الأوعية الصغيرة والقصيبات. وتتركب أوعية الخشب علي شكل حرف V حيث يمثل الخشب التالي الذراعين الاماميين أما الذراع الثالث فيمثله الخشب الأول.

ويتركب اللحاء من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة فقط ولا توجد برانشيما لحاء. ولهذا يظهر اللحاء منتظما في الشكل. وتحاط الحزمة الوعائية بغمد من الألياف تعاونها في ذلك الألياف التي تقع تحت البشرة. وتتصل أغماد الحزم الوعائية الواقعة إلي الخارج بالقرب من البشرة بهذه الألياف ويتكون النسيج الأساسي من خلايا برانشيمية رقيقة الجدر.



قطاع عرضي في الحزمة الوعائية لنبات الذرة

التركيب التشريحي للأوراق Anatomy of leaves

يمكن دراسة التركيب التشريحي للورقة وذلك بعمل قطاع مستعرض في النصل يمر بالعرق الوسطي والعروق الجانبية حيث يمكن تمييز الاتي:

البشرة

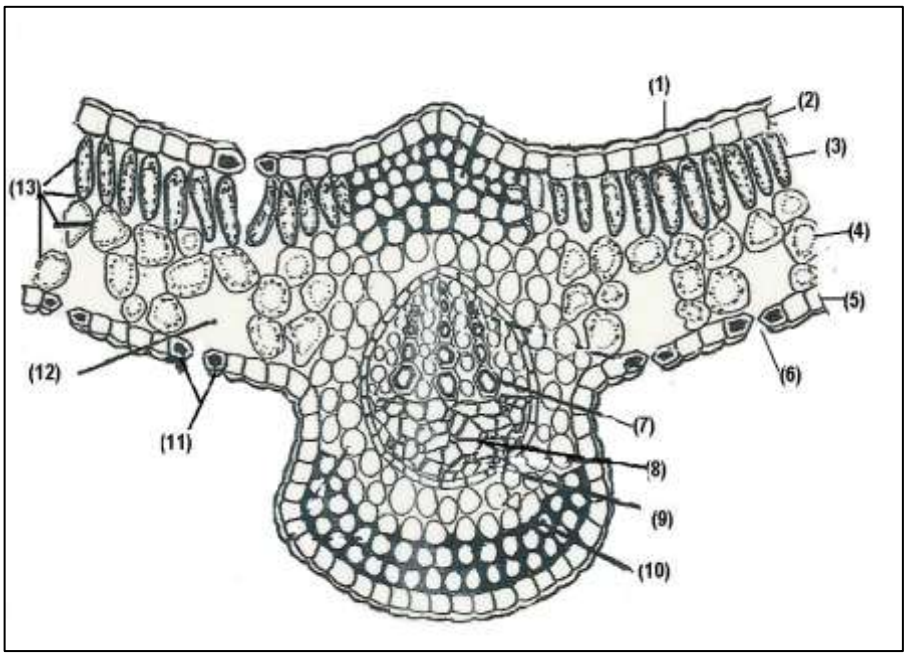
وتتكون من صف واحد من الخلايا المتراصة ولا يوجد بينها مسافات بينية وخالية من البلاستيدات الخضراء. وتحيط بالورقة من السطح السفلي والعلوي. ولذلك يمكن تمييزها إلي بشرة عليا وبشرة سفلي. وتغطي البشرة طبقة من الكيوتيكل (الأدمة) تعمل علي تقليل فقد الماء من خلايا البشرة. وفي أوراق بعض النباتات وخصوصا النباتات الصحراوية والأوراق المسنة يلاحظ وجود طبقات شمعية تحت الأدمة تعمل علي تقليل فقد الماء لدرجة كبيرة.

وعموما فطبقة الأدمة أكثر سمكا في نباتات البيئة الجافة عنها في نباتات البيئة الرطبة. كما أنها أغلظ علي السطح العلوي للورقة منها علي السطح السفلي. ويحدث التبادل الغازي بين أنسجة الورقة الداخلية والجو الخارجي خلال الثغور. وتوجد في النباتات الصحراوية أنواع خاصة من الثغور حيث ينخفض الثغر عن مستوي سطح البشرة وتسمي بالثغور الغائرة. ويساعد

ذلك علي حماية الثغر من التعرض المباشر للعوامل الجوية وتقليل كمية النتح كما في ورقة الدفلة.

النسيج الوسطي mesophyll

يتكون النسيج الوسطي من مجموعة من الأنسجة الموجودة بين البشرة العليا والبشرة السفلي وذلك باستثناء الحزمة الوعائية ويمثل النسيج الأساسي للورقة ويتميز إلي نسيجين. **النسيج العمادي** palisade tissue ويقع مباشرة

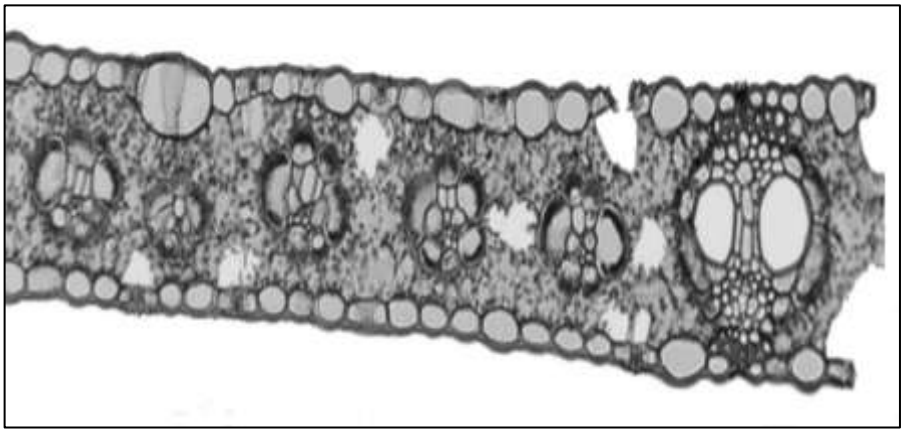


قطاع عرضي في ورقة ذوات الفلقتين: 1 الأدمة، 2 البشرة العليا، 3 النسيج العمادي، 4 النسيج الاسفنجي، 5 البشرة السفلي، 6 فتحة الثغر،7 نسيج الخشب، 8 نسيج اللحاء، 9 خلايا برانشيمية، 10 خلايا كولنشيمية، 11 الخلايا الحارسة، 12 غرفة تحت ثغرية، 13 النسيج الاساسي

تحت البشرة العليا ويتكون من خلايا برانشيمية اسطوانية مستطيلة محورها الطولي متعامد علي سطح الورقة وهي ممتلئة بالبلاستيدات الخضراء وتوجد بينها مسافات واضحة. وتترتب الخلايا العمادية في طبقة أو أكثر. ويقع النسيج الأخر ناحية السطح السفلي ويعرف **بالنسيج الاسفنجي** spongy tissue ويتكون من خلايا غير منتظمة الشكل تفصلها مسافات بينية واسعة وتتصل هذه المسافات البينية مباشرة مع الغرف الهوائية للثغور. وخلايا النسيج الاسفنجي خلايا برانشيمية حية تحتوي علي بلاستيدات خضراء أقل عددا مما يوجد في الخلايا العمادية حيث يصل عدد البلاستيدات الخضراء في الخلايا العمادية ثلاثة أمثال ما يوجد في النسيج الاسفنجي.

فتحتوي الخلية العمادية في ورقة عباد الشمس في المتوسط 77 بلاستيدة خضراء في حين تحتوي الخلية في النسيج الاسفنجي علي 27 بلاستيدة خضراء.

وفي أوراق نباتات ذوات الفلقة الواحدة لا يتميز النسيج الأساسي للورقة إلي نسيج عمادي ونسيج اسفنجي. وفي الغالب يتكون من خلايا برانشيمية تحتوي علي بلاستيدات خضراء والمسافات البينية أقل اتساعا من مثيلاتها في نباتات ذوات الفلقتين. ويمكن دراستها في قطاع في ورقة الذرة حيث تظهر خلايا النسيج الوسطي مضلعة والمسافات البينية بينها ضيقة ولاتوجد الفجوات الهوائية الواسعة إلا ملاصقة للثغور مباشرة.



قطاع عرضي في ورقة من ذوات الفلقة الواحدة

الحزمة الوعائية Vascular bundle

تقع الحزمة الوعائية الرئيسية للورقة في العرق الوسطي وتتكون من خشب ولحاء ويوجد الخشب ناحية السطح العلوي في حين يوجد اللحاء ناحية السطح السفلي. ويتكون الخشب من الخشب الأول الذي يتجه ناحية السطح العلوي والخشب السفلي الذي يتجه ناحية اللحاء.

ويتركب الخشب من أوعية مرتبة في صفوف تفصلها خلايا برانشيمية. أما اللحاء فيتركب من عناصره المعروفة. وقد توجد في بعض الحالات منطقة كمبيومية بين الخشب واللحاء. وتتميز منطقة العرق الوسطي بوجود خلايا كولنشيمية أعلي الحزمة الوعائية وتؤدي دورا دعاميا هاما في تقوية الورقة.

والحزمة الوعائية الفرعية أبسط تركيبا من الحزمة الرئيسية فيصبح اللحاء أقل تميزا وقد يختفي ويحل محله خلايا طويلة رقيقة الجدر وتحل قصيبات قصيرة محل الأوعية الخشبية وقد تختفي برانشيما الخشب تماما.

التغلظ الثانوي

Secondary Thickening

يعقب النمو الابتدائي في معظم ذوات الفلقتين ومعراة البذور نمو ثانوي يصبح في العادة من حيث التركيب والوظيفة أكثر أهمية من النمو الابتدائي. ويحدث النمو الثانوي نتيجة لنشاطات أنسجة مرستيمية جانبية توجد بين الخشب واللحاء الابتدائيين تعرف بالكمبيوم الوعائي، تنقسم لتعطي أنسجة وعائية ثانوية. ويؤدي النمو الابتدائي إلي زيادة في طول الجذر أو الساق أما النمو الثانوي فيؤدي إلي زيادة في السمك. ولا يحدث النمو الثانوي عادة في نباتات ذوات الفلقة الواحدة وانما يظل جسم النبات الابتدائي دون إضافة أنسجة ثانوية وتحدث الزيادة في السمك نتيجة لزيادة في حجم الخلايا الدائمة.

التغلظ الثانوي في جذور ذوات الفلقتين

يحدث التغلظ الثانوي عادة في الجذور الوتدية لنباتات ذوت الفلقتين وعاريات البذور، ويندر حدوثه في نباتات ذوات الفلقة الواحدة.

وينشأ التغلظ الثانوي نتيجة انقسام خلايا الكمبيوم ويؤدي ذلك إلي زيادة أقطار الجذور. وتنشأ طبقة الكمبيوم في الجذور الحديثة عند بدء عملية التغلظ الثانوي بأن تتحول الخلايا البرانشيمية التي تفصل بين الخشب واللحاء إلي خلايا انشائية مكونة أشرطة كمبيومية. وبعد ذلك تتحول الخلايا البرانشيمية المواجهة للخشب الاول إلي شريط كمبيومي. وتتصل الأشرطة الكمبيومية جميعها وتكون حلقة متعرجة، تصبح دائرية منتظمة بعد فترة من تكوين الأنسجة الثانوية، حيث أن نشاط الكامبيوم في الأجزاء التي تقع بين اللحاء والخشب الابتدائي أسرع منه في الأجزاء التي تقع خارج الخشب الاول.

وبعد أن يستمر التغلظ الثانوي فترة من الزمن تتكون اسطوانتين واسعتين من الخشب الثانوي واللحاء الثانوي تخترقهما طبقات من الخلايا البرانشيمية علي امتداد الخشب الاول تسمي الأشعة النخاعية وكذلك طبقات من الخلايا البرانشيمية تمتد بين الخشب واللحاء الثانوي تسمي بالأشعة الوعائية وهي أضيق من الأشعة النخاعية.

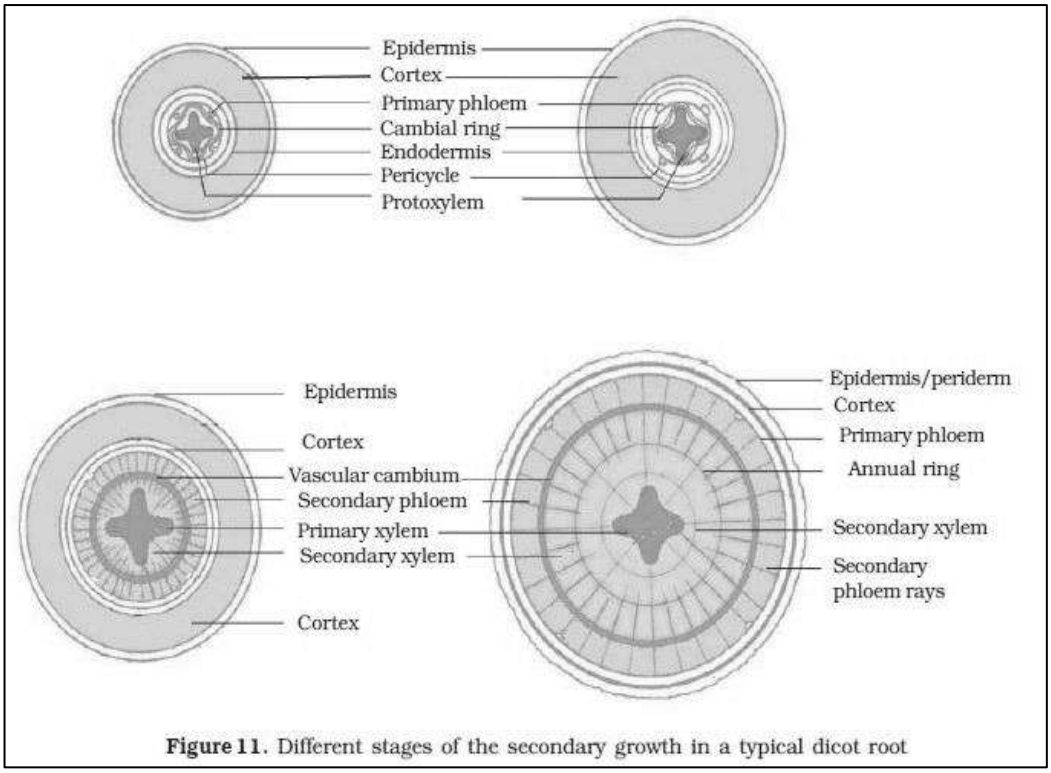


Figure 11. Different stages of the secondary growth in a typical dicot root

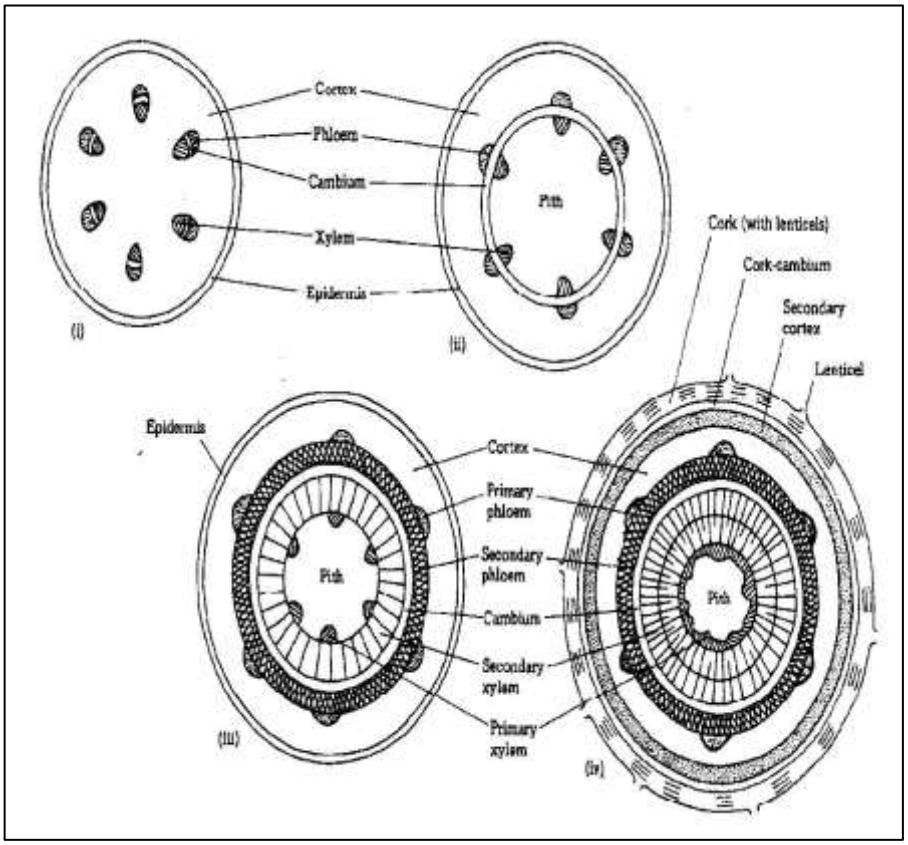
رسم تخطيطي يبين مراحل التغلظ الثانوي في جذر نبات من ذوات الفلقتين

وتحاط معظم جذور النباتات المعمرة بطبقات من خلايا الفلين وفي الغالب ينشأ الكمبيوم الفليني من منطقة البريسيكل. وبانقسام خلايا الكمبيوم الفليني تتكون طبقات من خلايا الفلين، ويؤدي ذلك إلي تمزق قشرة الجذر بما في ذلك الاندودرمس ثم تموت خلايا هذه الأنسجة وتتحلل. وبزيادة عمر الجذر قد ينشأ الكامبيوم الفليني من أنسجة اللحاء الداخلية ويتعمق فيها تدريجيا مما يؤدي إلي موت وتمزق البريسيكل وكذلك أنسجة اللحاء المسنة. ولا تتراكم طبقات الأنسجة الميتة (القلف) علي الجذور المسنة كما يحدث في السيقان لأن هذه الأنسجة التي توجد خارج النسيج الفليني تتحلل في التربة.

وفي الجذور التخزينية مثل البنجر والجزر واللفت والفجل والبطاطا تتكون معظم الأنسجة التخزينية من أنسجة ثانوية نشأت عن نشاط كامبيومي وهذه تحتوي علي كمية كبيرة من الخلايا البرانشيمية الاختزانية.

التغلظ الثانوي في سيقان ذوات الفلقتين

تنشأ الزيادة في أقطار سيقان النباتات ذوات الفلقتين ومعراة البذور نتيجة لنشاط مرستيمات الكامبيوم. وهذه المرستيمات هي المسئولة عن النمو الثانوي للنباتات أي تكوين الأنسجة الثانوية وأهم هذه المرستيمات هي الكمبيوم الحزمي الذي يوجد بين الخشب واللحاء والذي ينشأ من الأنسجة الابتدائية كطبقة من الخلايا تظل محتفظة بقدرتها علي الانقسام. وتنشط خلايا الكامبيوم وتنقسم. ويتوالي انقسامها وتكبر الخلايا الناتجة وتتشكل لتكون طبقات اضافية من الخشب تسمي الخشب الثانوي علي الجانب الداخلي للكمبيوم وطبقات جديدة من نسيج اللحاء يسمي اللحاء الثانوي علي جانبه الخارجي. ويبدأ نشاط الكمبيوم في سيقان معظم نباتات ذوات الفلقتين في مرحلة مبكرة جدا من النمو. ويؤلف الكمبيوم في كثير من السيقان الخشبية التي تحتوي علي اسطوانة وعائية متصلة حلقة كاملة، أما في السيقان التي تحتوي علي حزم وعائية منفصلة فإن الكمبيوم يتكون من شرائط منفصلة تتصل ببعضها عند بداية التغليظ الثانوي بتحول طبقة من الخلايا البرانشيمية الموجودة بين الحزم إلي خلايا مرستيمية وتعرف بالكمبيوم بين الحزمي. وفي بعض النباتات قد لايتكون كامبيوم بين حزمي ويقتصر النشاط الثانوي علي الكمبيوم الحزمي.



وبتتابع انقسام خلايا الكمبيوم يتكون الخشب الثانوي إلي الداخل واللحاء الثانوي إلي الخارج ويزداد قطر الساق نتيجة لتكوين هذه الأنسجة الجديدة. كما تزداد طول الأشعة النخاعية نتيجة انقسام بعض خلايا الكمبيوم بين الحزمي إلي خلايا برانشيمية.

وتنشأ خلايا الخشب الثانوي الجديدة بانقسام خلايا الكمبيوم بجدار محيطي في وسط الخلية يقسمها إلي خليتين تبقي الخارجية مرستيمية وتتحول الداخلية إلي عنصر خشب. وتنشأ خلايا اللحاء بطريقة مماثلة لخلايا الخشب، وفي هذه الحالة فإن الخلية هي التي تبقي مرستيمية في حين تتحول الخلية الخارجية إلي عنصر لحاء.

ونتيجة لاستمرار النمو الثانوي تتكون منطقة من الخشب الثانوي داخل طبقة الكمبيوم ومنطقة من اللحاء الثانوي خارجها ويؤدي كبر خلايا الخشب وكثرتها وعدم قابليتها للانضغاط إلي ازاحة الكمبيوم للخارج وكذلك جميع الأنسجة التي تقع خارجه وذلك بسبب زيادة في اتساع اسطوانة الكمبيوم. ويمكن القول بأن الانسجة الخشبية الثانوية المتكونة هي المسئولة أساسا عن زيادة الساق في القطر.

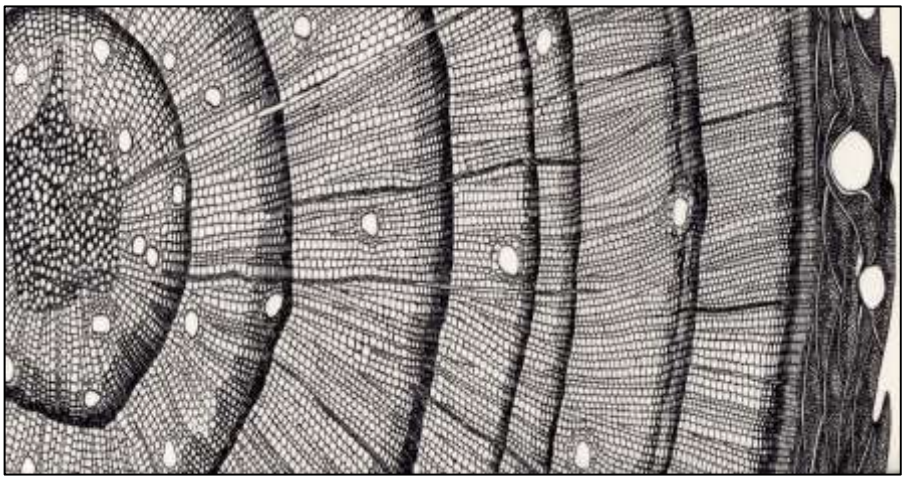
وتحدث الزيادة في قطر الحلقة الكمبيومية بتكوين خلايا كمبيومية جديدة تنشأ بالانقسام المماسي (المحيطي) لخلايا الكمبيوم ثم انزلاق الخلايا الناتجة حتي تصبح مجاورة لها أو بالانقسام القطري لهذه الخلايا.

وفي بعض أجزاء الحلقة الكمبيومية تنقسم الخلايا لتعطي إلي الداخل والخارج خلايا برانشيمية بدلا من أن تعطي أنسجة وعائية وتنتظم هذه الخلايا في صفوف قطرية تتخلل الأنسجة الوعائية الثانوية وتسمي بالأشعة الوعائية وهذه تنشأ من الكمبيوم الحزمي وأما الكمبيوم بين الحزمي فإنه يكون خلايا برانشيمية تنتظم في صفوف علي امتداد الأشعة النخاعية الأصلية.

الخشب الربيعي والخشب الصيفي

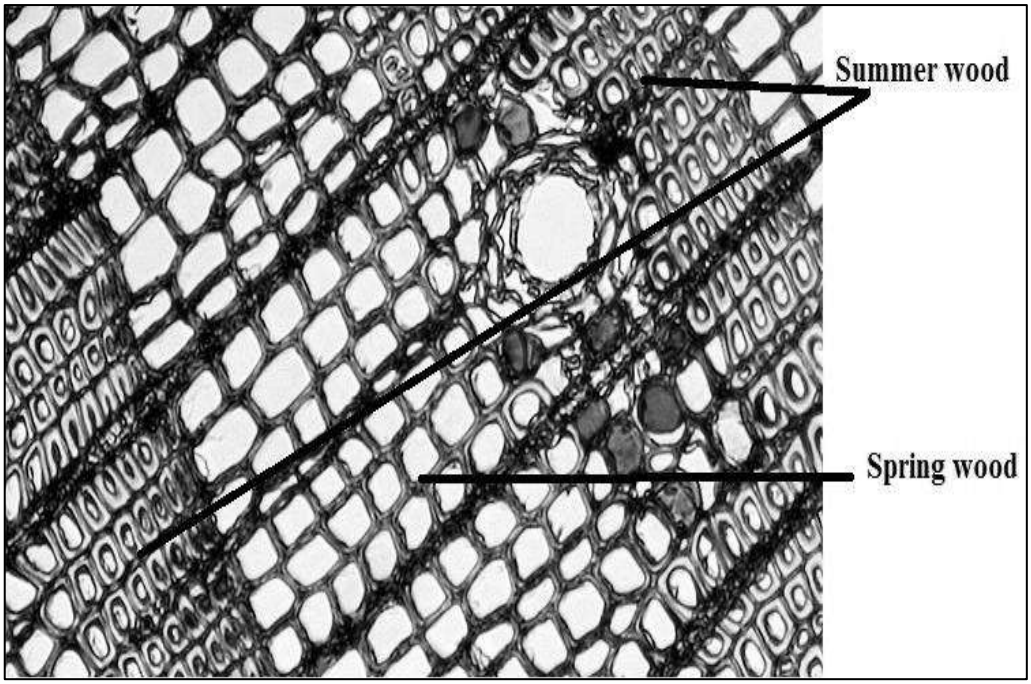
بتتابع إضافة الخشب الثانوي موسما بعد أخر حتي يصبح الخشب وهو الجزء الأكبر من الساق من النباتات الشجرية. وينتج عن ذلك تكوين طبقات نمو ظاهرة. وتمثل كل طبقة كمية

النمو خلال موسم محدد. ولهذا يظهر الخشب في السيقان المسنة مكونا من مجموعة من الحلقات المتتابعة تعرف بالحلقات السنوية. وتتميز كل حلقة إلي منطقتين متميزتين منطقة داخلية تمثل الخشب المتكون في فصل الربيع أو الخشب الربيعي ومنطقة خارجية تمثل الخشب المتكون في فصل الصيف أو الخشب الصيفي.



الحلقات السنوية في ساق مسن

وتختلف خلايا الخشب الربيعي عن الخشب الصيفي في نوعها وحجمها وسمك جدرها فيحتوي الخشب الربيعي علي كثير من الأوعية الواسعة ذات الجدر الرقيقة لمقابلة حاجة النبات في فصل النشاط إلي كمية كبيرة من الغذاء غير المجهز. في حين يحتوي الخشب الصيفي علي خلايا أصغر حجما وأغلظ جدرا. ويؤدي هذا التباين بين نوعي الخشب إلي تكوين الحلقات السنوية. ويدل عدد هذه الحلقات علي عمر الشجرة تقريبا.وتكون الحلقات السنوية أكثر وضوحا في أشجار المناطق المعتدلة حيث تتباين فصول النمو. أما في أشجار المناطق الحارة فالنمو يستمر طول العام بمعدل واحد.

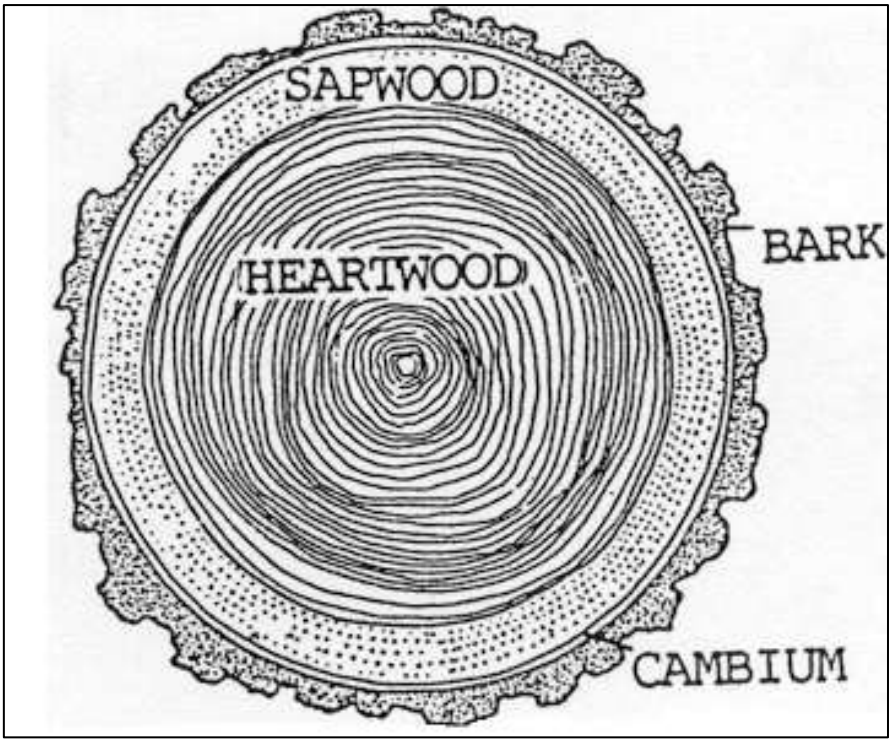


الخشب الربيعي ويتميز بأنسجة واسعة والخشب الصيفي ويتميز بأوعية ضيقة وألياف كثيرة

الخشب الرخو والخشب الصميمي

تكون جميع خلايا الخشب في بداية تكونها نشيطة فسيولوجيا، ولا تلبث أن تفقد كثير منها هذه الخاصية وتصبح وظيفتها دعامية فقط. وتمتلئ عناصر الخشب التي فقدت وظيفتها بمواد تانينية وراتنجية تعطيها لونا داكنا عن بقية أجزاء الخشب الحديثة التكوين. ولهذا يتميز في الخشب طبقتان، الأولي أفتح لونا وتقع إلي الخارج وتعرف بالخشب الرخو وتحتوي علي العناصر النشيطة من هذا النسيج. والأخري أدكن لونا وتقع في المركز وتسمي بالخشب الصميمي. ويمثل الخشب الصميمي في الأشجار البالغة مجرد عمود مركزي دعامي تحوطه أسطوانة من الخشب الرخو يتراوح سمكها من بضع إلي كثير من الحلقات السنوية.

ويؤدي ترسب المواد المختلفة من أصماغ وراتنجات ومواد أخري في الخشب الصميمي إلي اكسابه صفات مميزة كالصلابة ومقاومة التحلل والافات ولذلك فهو ذو قيمة اقتصادية مرتفعة.

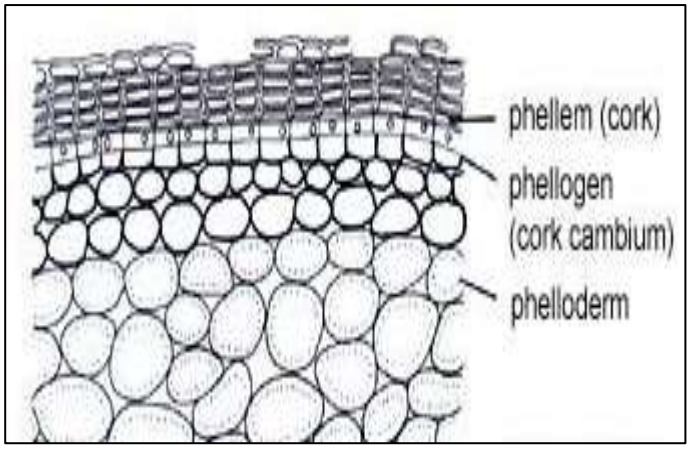


الخشب الصميمي والخشب الرخو

البريديرم

عندما تبدأ عملية التغلظ الثانوي في معظم السيقان الخشبية وما يصاحب ذلك من زيادة في قطر الساق. يبدأ ظهور نسيج مرستيمي ثانوي في البشرة او من الطبقات الخارجية في القشرة. ويظهر كأسطوانة كاملة تتكون من طبقة واحدة ويسمي هذا النسيج المرستيمي بالكمبيوم الفليني.

ويبدأ تكوين الكمبيوم الفليني بأن تنقسم الخلايا المستديمة بجدارين مماسين مكونة ثلاث طبقات من الخلايا تبقي الطبقة الخارجية منها مستديمة مكونة أولي طبقات الفلين وتتحول الطبقة الداخلية إلي خلايا برانشيمية هي خلايا القشرة الثانوية وتتحول الطبقة الوسطي إلي خلايا انشائية وتمثل الكمبيوم الفليني الذي ينقسم بعد ذلك بواسطة جدر مماسية ليكون طبقات متتابعة من الفلين للخارج وطبقات من خلايا القشرة الثانوية للداخل. وفي معظم أنواع السيقان تتكون خلايا الفلين بكميات أكبر من خلايا القشرة الثانوية. وقد لا تتكون خلايا القشرة الثانوية في بعض الانواع.



نسيج البريديرم

وخلايا الفلين غير حية تتميز بجدرها الرقيقة المسوبرة غير المنفذة للماء كما أنها توجد مرتبة في صفوف منتظمة وخالية من الفراغات البينية. ويؤدي تغلظ هذه الخلايا بمادة السيوبرين إلي انقطاع وصول الماء والغذاء إلي طبقات الخلايا التي تقع خارجها فتموت ثم لا تلبث أن تجف وتتساقط ويتعري بذلك الفلين. وتسمي هذه الأنسجة الميتة بالقلف. وأما خلايا القشرة الثانوية فهي خلايا برانشيمية بينها مسافات بينية وهي تشبه بذلك خلايا القشرة الابتدائية. وتسمي مجموعة الفلين والكمبيوم الفليني والقشرة الثانوية بالبريديرم.

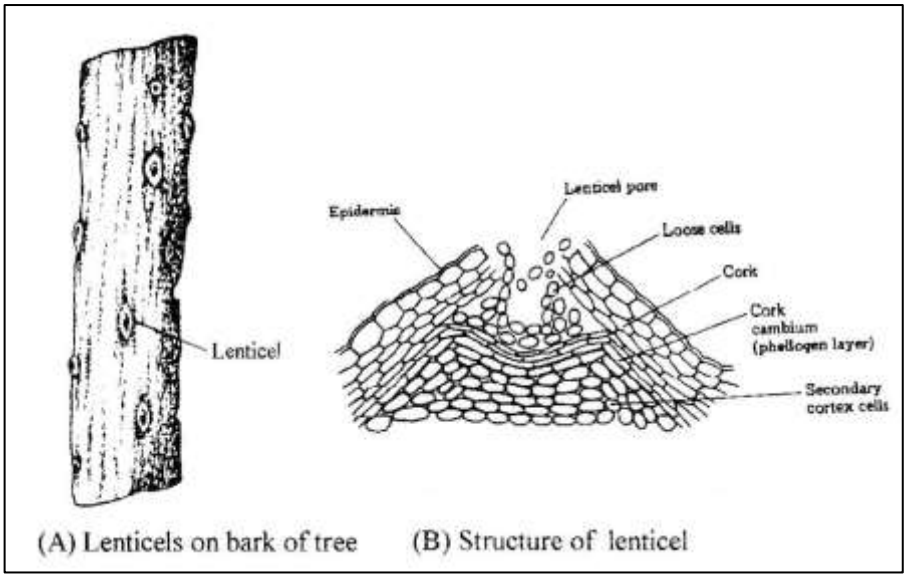
وفي بعض الأنواع يستمر نشاط الكمبيوم الفليني لفترة طويلة قد تستمر طول حياة النبات، وفي معظم الأنواع الخشبية يقف نشاط الكمبيوم الفليني بعد فترة قصيرة. وتحل محله كمبيومات فلينية أخري تنشأ من طبقات داخلية للقشرة أو البريسيكل أو اللحاء، وتشبه الكمبيوم الفليني في نشاطها. وبذلك يصبح الفلين مكونا من طبقات متعاقبة من الفلين والقشرة الميتة تشمل جميع الأنسجة الواقعة خارج أحدث حلقات الكمبيوم الفليني. وقد يتكون البريديرم من اللحاء الثانوي كما يحدث في كثير من الأشجار المسنة. ويؤدي النسيج الفليني وظائف الحماية من الافات والميكروبات كما يشارك في وظيفة التدعيم وحفظ حرارة الأنسجة الداخلية.

العديسات Lenticels

يحل البريديرم محل البشرة في السيقان الخشبية المسنة. وتمنع خلايا الفلين ذات الجدر المسوبرة عملية تبادل الغازات بين الأنسجة الداخلية للساق والهواء الخارجي. ولهذا تتكون أماكن

في البريديرم لا ينقسم فيها الكمبيوم الفليني ليعطي للخارج خلايا الفلين وإنما ليعطي خلايا مفككة رقيقة الجدر يوجد بينها مسافات بينية واسعة وجدرها غير مسوبرة تعرف بالنسيج المفكك يحدث خلالها تبادل الغازات. وتعرف هذه المناطق بالعديسات وهي فتحات تتخلل النسيج الفليني لتؤدي وظيفة تبادل الغازات بين الهواء الجوي والأنسجة الخارجية وتقابل في هذه الوظيفة الثغور التي تتخلل خلايا البشرة

وفي الظروف غير الملائمة والضارة بأنسجة النبات يتوقف الكمبيوم الفليني الذي ينتج العديسات عن إعطاء خلايا مفككة إلي الخارج ويعطي بدلا منها خلايا فلينية تنتظم في عدة طبقات تعرف بالنسيج المغلق يمنع اتصال الأنسجة الداخلية بالخارج. وعندما تعود الظروف الملائمة يعود تكوين الخلايا المفككة ثانية فتضغط علي النسيج المغلق فيتمزق وتتكرر هذه العملية خلال فترات النمو المختلفة فتظهر العديسة في الساق المسن عبارة عن أشرطة متعاقبة من أنسجة مفككة وأنسجة فلينية ممزقة.



قطاع في عديسة يظهر الكمبيوم الفليني والنسيج المفكك

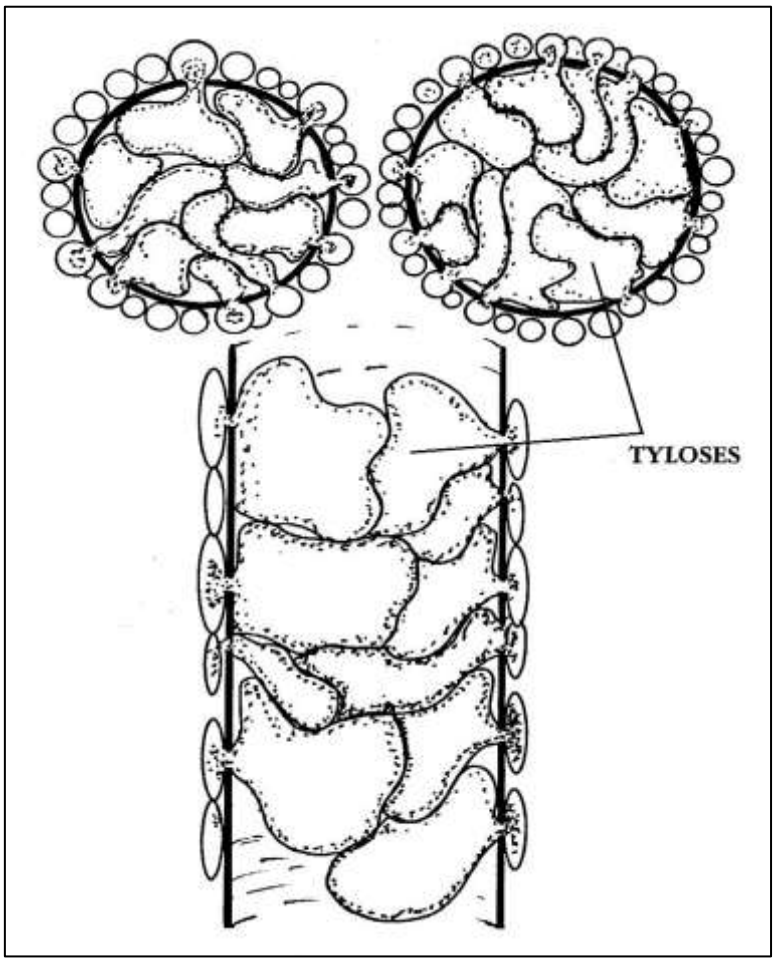
التيلوزات Tyloses

هي امتدادات مثانية الشكل تدخل إلي فراغات الأوعية عبر فتحات النقر وهي توجد أساسا في أوعية الخشب الثانوي وتنشأ عن امتداد الاغشية في النقر النصف مصفوفة التي توجد علي الجدر التي تفصل بين الوعاء وبرانشيما الخشب ويمتد بداخلها جزء من سيتوبلازم

البرانشيما وقد تنتقل اليها نواتها. وعند اكتمال نمو التيلوزات قد تتجمع فيها حبيبات النشا أو مواد راتنجية أو صمغية أو بلورات معدنية.

ويتباين حجم التليوزات فقد تبقي محدودة أو قد تكبر كثيرا. ويتوقف حجمها وشكلها علي شكل فراغ الوعاء الذي تنمو فيه وعلي عدد وحدات التيلوز التي تتجاور داخل الوعاء. والتيلوز من الصفات العامة لأخشاب مغطاة البذور ويتكون في كثير من الأخشاب عند تحول الخشب الرخو إلي صميمي كما يوجد أيضا في أوعية بعض النباتات العشبية كالقرع.

ولايعرف سبب واضح لتكون التيلوزات ولكن يعتقد أنه ينشأ نتيجة لاختلاف ضغوط الخلايا علي جانبي غشاء النقرة فتتمدد في اتجاه الضغط الضعيف. وللتيلوز أهمية اقتصادية كبيرة فهو يساعد علي قوة تحمل الخشب وبقاؤه، فالأخشاب القوية مثل الجوز والبلوط تتميز بوفرة التيلوزات في أوعيتها حيث تمنع سريان الهواء والماء وهيفات الفطريات من أن تتسرب داخل أوعيتها وهذه كلها من العوامل التي تساعد علي سرعة تحلل الخشب.



التيلوزات ممتدة داخل تجويف الوعاء الخشبي

التغلظ الثانوي الشاذ

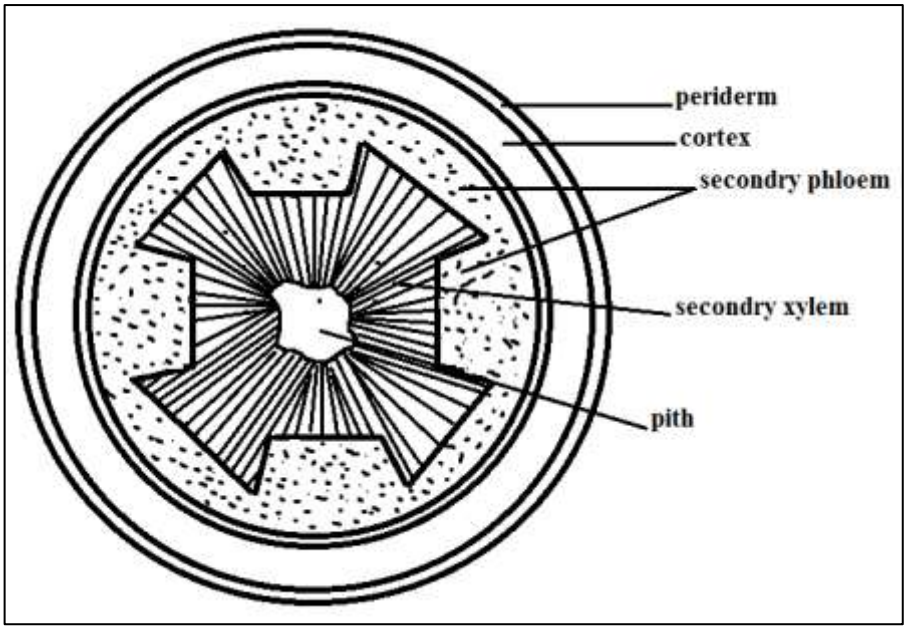
في ذوات الفلقتين

في الغالبية العظمي من النباتات ذوات الفلقتين يحدث التغلظ الثانوي بالطريقة السابق ذكرها وتعرف بالطريقة العادية. إلا أنه في أنواع أخري يتم التغلظ الثانوي في السمك بطريقة مغايرة لهذه وتعرف بالتغلظ الشاذ الذي يحدث بإحدي الطريقتين الاتيتين:

- أن يكون الكمبيوم الوعائي عاديا في موضعه (يوجد بين الخشب واللحاء الابتدائيين) ولكنه شاذ في نشاطه
- أن يكون الكمبيوم الوعائي شاذا في موضعه (لا ينشأ بين الخشب واللحاء الابتدائيين) وشاذا في نشاطه أيضا

ومن أمثلة الحالة الأولي التغلظ الثانوي الشاذ في ساق البجنونيا. وفي ساق هذا النبات يوجد الكمبيوم في أول الامر بطريقة عادية ليعطي خشبا ثانويا للداخل ولحاء ثانويا للخارج، فإذا ما تقدمت الساق في السن تتخصص أجزاء من الكمبيوم لتعطي أنسجة لحائية بكمية أكبر من الأنسجة الخشبية وبذلك تصبح الاسطوانة الخشبية غير مستمرة بل تعترضها أنسجة من اللحاء الثانوي.

ومن أمثلة النوع الثاني التغلظ الثانوي الشاذ في ساق عرف الديك وجذر البنجر. ففي ساق عرف الديك الحديث توجد حلقة اسطوانية من الحزم الوعائية الابتدائية تتكون كل منها من خشب ولحاء يفصلهما الكمبيوم الوعائي. وعند بداية عملية التغلظ الثانوي ينقسم الكمبيوم ليعطي كمية محدودة من الأنسجة الثانوية ويقتصر نشاط الكمبيوم علي الحزم نفسها أي لا يتكون الكمبيوم بين حزمي. وبتقدم الساق في السن تظهر حلقة كمبيومية جديدة في منطقة البريسيكل (كمبيوم شاذ في موضعه) تنقسم لتعطي حزما وعائية كاملة تتكون من خشب ولحاء يفصلهما أنسجة غير وعائية عبارة عن برانشيما ملجننة.



رسم تخطيطي يبين التغلظ الثانوي الشاذ في ساق البجنونيا

وفي جذر البنجر يحدث تغلظ عادي في بادئ الامر يستمر لفترة قصيرة ثم لا يلبث أن تظهر حلقات متتابعة من كمبيوم شاذ في منطقة البريسيكل يفصلها خلايا البريسيكل البرانشيمية. وبالرغم من أن حلقات الكمبيوم الشاذ تكون كاملة إلا أنها تنقسم لتعطي حزما وعائية منفصلة تتكون من خشب للداخل ولحاء للخارج يفصلها خلايا برانشيمية. وتنقسم كذلك خلايا البريسيكل البرانشيمية الموجودة بين حلقات الكمبيوم الشاذ لتكون مناطق عريضة نسبيا من خلايا برانشيمية غنية بالانثوسيانينات الحمراء اللون. ولهذا يظهر الجذر المسن مكونا من حلقات متتابعة حلقة حمراء فاتحة اللون تمثل الأنسجة الوعائية الثانوية تتبادل معها حلقة حمراء داكنة اللون تمثل منطقة خلايا برانشيمية.

اللحاء بين الخشبي

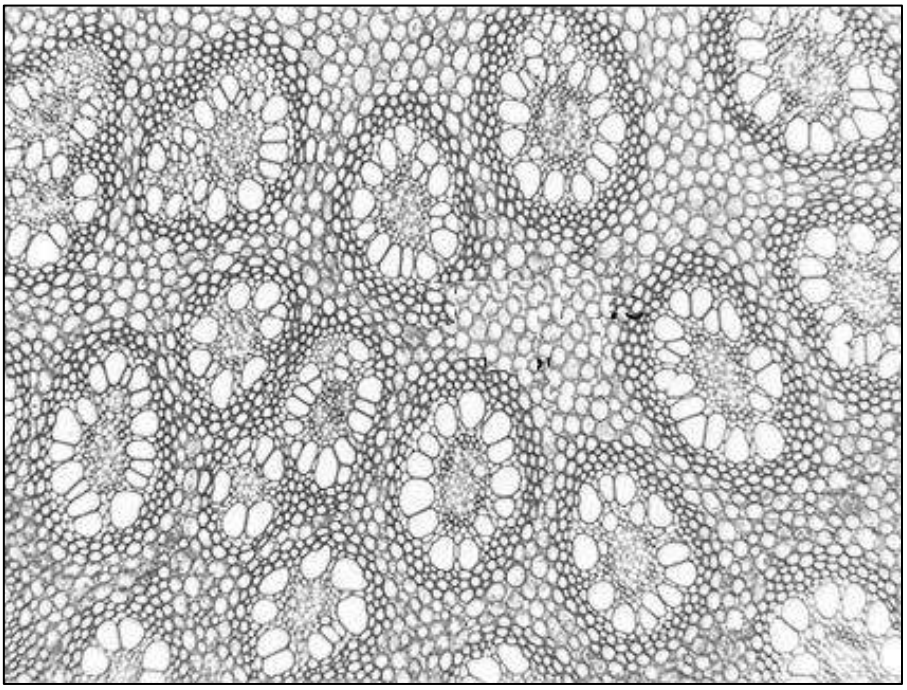
في بعض الحالات يحدث نوع أخر في نشاط الكمبيوم ينتج عنه ما يسمي باللحاء بين الخشبي، وهو عبارة عن أجزاء من اللحاء الثانوي تنطمر في الخشب الثانوي كما في نبات المرخ. ويتكون اللحاء بين الخشبي بأن تنقسم خلايا بعض أجزاء الحلقة الكمبيومية بعد فترة من نشاطها العادي لتعطي إلي الداخل خلايا لحاء لفترة قصيرة بدلا من خلايا الخشب ثم تعود ثانية إلي نشاطها العادي وتعطي خلايا خشب إلي الداخل وبذلك ينطمر اللحاء المتكون بين الخشب وهكذا تظهر أشرطة اللحاء بين الخشبي في الساق المسن.

التغلظ الثانوي الشاذ في سيقان ذوات الفلقة الواحدة

سبق الإشارة إلي أن التغلظ الثانوي لا يحدث بوجه عام في سيقان ذوات الفلقة الواحدة، وذلك لخلو الحزم الوعائية من الكمبيوم وهناك قلة من هذه النباتات يشاهد حدوث تغلظ ثانوي بها كما في سيقان بعض أفراد الفصيلة الزنبقية كالصبار والدراسينا، يطلق عليه التغلظ الثانوي الشاذ. ففي ساق الدراسينا الحديث تشاهد الحزم الوعائية الابتدائية مبعثرة في المنطقة الداخلية من النسيج الأساسي الذي يتكون من خلايا برانشيمية رقيقة الجدر.

وتبدأ عملية التغلظ الشاذ بتحول خلايا الطبقة الداخلية من القشرة والتي تقع خارج منطقة الحزم الوعائية إلي خلايا مرستيمية مكونة بذلك حلقة كمبيومية منتظمة تبدأ في الانقسام لتعطي إلي الداخل حزما وعائية ثانوية تنتظم في صفوف وتتكون كل منها من لحاء يحيط به الخشب من جميع نواحيه وتسمي حزما وعائية مركزية. ويفصل الحزم الوعائية عن بعضها خلايا برانشيمية تتلجنن جدرها. ويعطي الكمبيوم للخارج خلايا برانشيمية رقيقة الجدر وتمثل قشرة ثانوية.

وفي الدراسينا يتكون نسيج فليني مثل الذي سبق ذكره في ذوات الفلقتين. وعموما فإن النسيج الفليني نادرا ما يتكون في سيقان ذوات الفلقة الواحدة. حيث أنه غالبا ما تتسوبر جدر خلايا الطبقة الخارجية من القشرة حينما تتمزق البشرة وهذه الطبقة تؤدي وظيفة النسيج الفليني.



قطاع عرضي في ساق الدراسينا يظهر الحزم الوعائية المركزية

أثر البيئة علي التركيب التشريحي للنبات

تنطبق الصفات التشريحية السابق ذكرها علي النباتات الوسطية mesophytes التي تعيش تحت ظروف معتدلة من الماء والحرارة والاضاءة والتهوية. أما النباتات التي تتعرض في بيئاتها الطبيعية إلي ظروف مختلفة من العوامل البيئية فقد اكتسبت خلال العصور الطويلة صفات تشريحية خاصة تؤهلها وتمكنها من الحياة بكفاءة تحت هذه الظروف الخاصة.

وقد اصبحت هذه الصفات علي مر الزمن من الصفات الثابتة لهذه النباتات. ويتضح ذلك من احتفاظ هذه النباتات بصفاتها التشريحية خاصة اذا زرعت تحت عوامل بيئية عادية.

والماء ودرجة الحرارة وشدة الاضاءة والتهوية من العوامل البيئية التي لها أثرها علي التركيب التشريحي للنبات. فالنباتات التي تحيا تحت ظروف من وفرة الماء إما أن تكون مغمورة أو طافية تعرف بالنباتات المائية hydrophytes ولها صفاتها التشريحية المميزة وكذلك النباتات التي تعيش في ظروف من الجفاف والحرارة والإضاءة الشديدة مثل النباتات التي تعيش في المناطق الصحراوية xerophytes فلها أيضا صفاتها التشريحية الخاصة.

التركيب التشريحي للنباتات المائية

Anatomy of hydrophytes

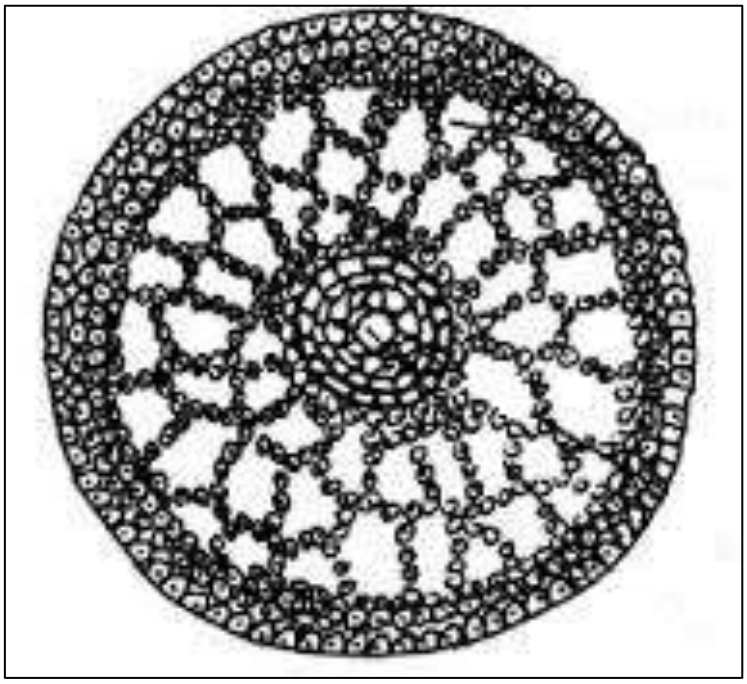
تكتسب النباتات المائية صفات تشريحية تتلائم وطبيعة البيئة التي تحيا فيها. فجسم النبات المائي يحيا كله أو جزء منه مغمورا في الماء حيث يتولي الماء تدعيم جسم النبات من الخارج. وتفتقر بيئة الماء إلي الأكسجين اللازم لحياة النبات، ولهذا يكون جسم النبات المائي غنيا بالفراغات الهوائية التي يختزن فيها الهواء كما يلاحظ اختزال حجم الأنسجة التوصيلية اذا ما قورنت بالنباتات الأرضية.

ويمكن دراسة الصفات التشريحية للنباتات المائية في ساق الالوديا. ويتغطي الساق بطبقة البشرة التي تتغطي من الخارج بطبقة رقيقة جدا من الكيوتيكل التي يصعب ملاحظتها. وتليها القشرة وهي منطقة عريضة من البرانشيما غنية بالفراغات الهوائية. وهي من النوع الانفصالي التي تحاط بخلايا برانشيمية منتظمة، وفي نهاية القشرة توجد طبقة الاندودرمس التي تتزود بشريط كسبار علي الجدر القطرية لها. وتلي القشرة الاسطوانة الوعائية التي تحتل مركز الساق.

وهي تتكون من طبقة البريسيكل ذات الخلايا البرانشيمية الرقيقة ثم اللحاء وهو يتكون من حلقة كاملة تحيط بالخشب. واللحاء عريض نسبيا ويتكون من أنابيب غربالية كبيرة الحجم وخلايا مرافقة كما يوجد به برانشيما لحاء مع أن هذا النبات من ذوات الفلقة الواحدة. ويتكون الخشب من قناة خشبية وهي أيضا من النوع الانفصالي حيث تحاط بطبقة من برانشيما الخشب.

ويلاحظ في الساق ما يلي:

1. اختزال الكيوتيكل
2. غياب العناصر التشريحية الملجننة
3. زيادة الفراغات الهوائية
4. تركيز الاسطوانة الوعائية في المركز، والساق من هذا الجانب يشبه الجذر في النباتات الأرضية حيث الساق يمتد داخل الماء كما يمتد الجذر في باطن الارض.
5. وجود الاندودرمس وشريط كسبار المميز وهي أيضا صفة جذرية
6. اختزال حجم الخشب وزيادة حجم اللحاء وهي صفة مغايرة لما يوجد في النباتات الأرضية. ففي النباتات المائية يكون احتياج النبات إلي اللحاء أكثر من احتياجه للخشب، فجسم النبات المغمور في الماء يمكنه أن يمتص الماء والغذاء المعدني من كل أجزاء جسمه ولهذا يكون النسيج الموصل للماء مختزلا جدا.



قطاع عرضي في ساق الالوديا

التركيب التشريحي لنباتات الجفاف

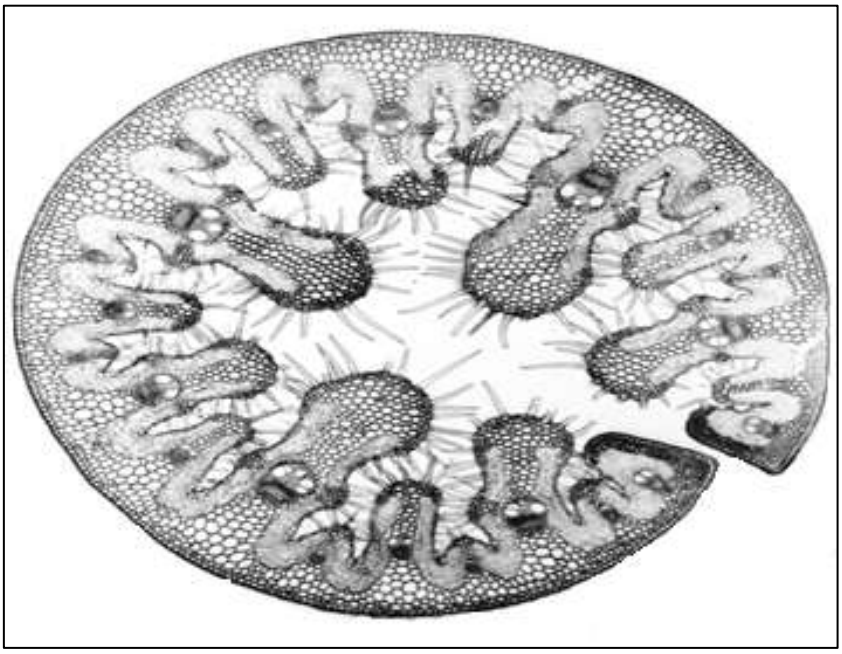
Anatomy of xerophytes

تختلف النباتات الجفاف عن النباتات الوسطية في كثير من الصفات التشريحية يمكن تلخيصها فيما يأتي:

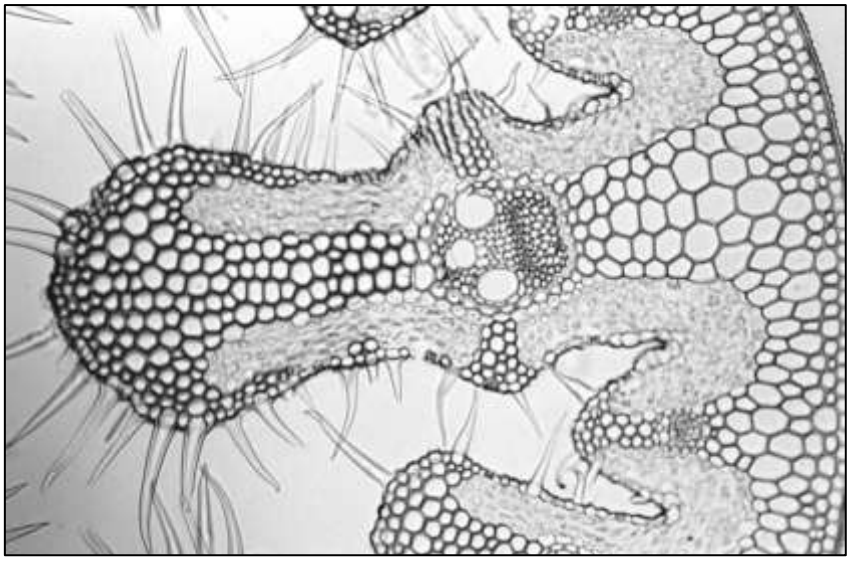
1. تتغطي البشرة بطبقة سميكة من الكيوتين وقد تمتد إلي خلايا تحت البشرة لتمنع فقد الماء عن طريق النتح الكيوتيني. وقد يصاحب تكوين البشرة درجات مختلفة من التلجنن قد تمتد إلي أجزاء من الخلايا البرانشيمية العمادية. وتتكون في كثير من النباتات طبقة شمعية تغطي البشرة قد يصبح في كميتها ذات قيمة اقتصادية كما في نخلة الشمع التي تعد مصدرا لشمع كارنويا.
2. تحتوي كثير من النباتات الجفافية علي طبقة أو أكثر من خلايا تقع تحت البشرة مباشرة تسمي تحت البشرة تشبه خلايا البشرة في التركيب عادة وتعمل علي تقويتها.
3. في كثير من النباتات الجفافية تكون الثغور مخبأة في تجاويف تملؤها شعيرات ميتة مما يعمل علي انخفاض النتح ويساعد علي ذلك أيضا اختزال عدد الثغور إما باختزال سطح الورقة أو باختزال عدد الثغور في وحدة المساحة.
4. يكثر في نباتات الجفاف وجود الاسكلرنشيما التي يضفي وجودها علي هذه النباتات قواما خشبيا تتميز به السوق والأفرع مما يساعدها علي الصمود أمام الرياح. ونظرا لأن هذه الخلايا ميتة فإنها لا تحتاج إلي كمية كبيرة من الماء مثل الأنسجة الأخري هذا إلي جانب أنها تعمل كحاجز جزئي ضد الضوء الشديد.
5. أوعية الخشب ضيقة نسبيا نظرا لقلة الماء الذي ينتقل خلالها وقد وجد أن الأوعية التي تكون تحت ظروف وفيرة من الماء تكون أكثر اتساعا من التي تكون تحت ظروف من ندرة الماء. ويحتوي الخشب علي كمية كبيرة من الألياف
6. نظرا لاختزال الأوراق في كثير من النباتات الجفافية وما ينتج عن ذلك من اختزال السطح القادر علي القيام بعملية التمثيل الضوئي، فإن النبات يستعيض عن ذلك بتكوين أنسجة تمثيلية في الساق.

ويمكن دراسة الصفات التشريحية لنباتات الجفاف في قطاع مستعرض في ورقة قصب الرمال Ammophila وفي ساق الكازورينا Casuarina.

وقصب الرمال نبات صحراوي يكثر وجوده علي ساحل البحر المتوسط وله أوراق طويلة نسبيا رفيعة وتلتف الورقة علي نفسها من جهة السطح العلوي الذي لا يتعرض بدوره للجو الخارجي مباشرة. وبدراسة التركيب التشريحي للورقة يلاحظ أن البشرة السفلي المعرضة للخارج مغطاة بطبقة سميكة من الكيوتين. أما السطح العلوي فيوجد به بروزات وأخاديد وتتكون الثغور في الأخاديد التي يبرز من سطحها شعيرات ميتة ويوجد علي جوانب الأخاديد نسيج تمثيلي. ويوجد بكل بروز حزمة وعائية مغلقة يحيط به غمد من الألياف يتصل من فوقه وتحته بشريط من أنسجة ملجننة تصل إلي البشرتين.



رسم تخطيطي لقطاع عرضي في ورقة قصب الرمال



رسم تفصيلي لقطاع عرضي في ورقة قصب الرمال

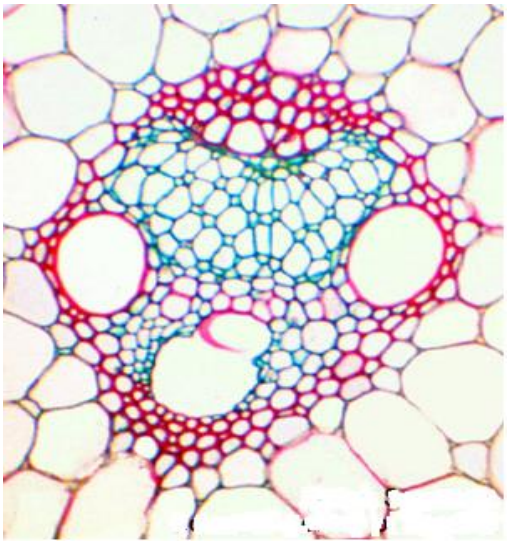
Eames A.J. and Macdaniels L. H. 1947. An introduction to plant anatomy. Mc Graw-Hill Book Company Inc.

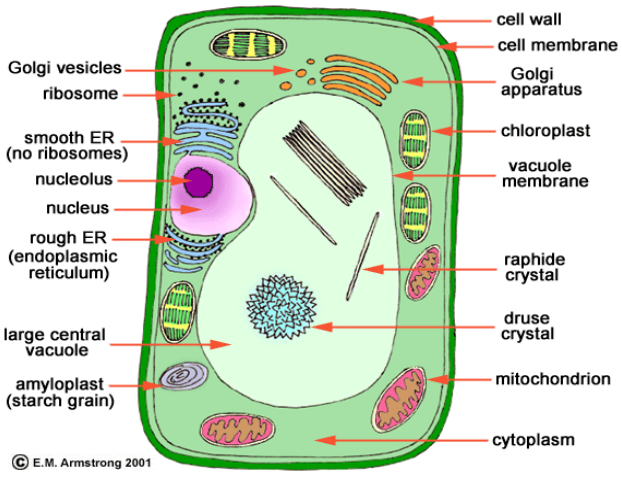
Esau K. 1962. Anatomy of seed plants. John Wiley and Sons Inc.

الدروس العملية في تشريح النبات

اعداد

أعضاء هيئة التدريس بقسم النبات والميكروبيولوجي





Microscope

Study the different parts of the microscope, with the aid of the plate. **Preparation of material for examination:**

Place a drop of water on a clean slide. The material to be examined is placed in this water. With the edge of the clean cover slip touching this water and tilted at an angle with slide, drop the cover slip until no air bubbles are formed. Blot off any excess water.

General remarks on using the microscope:-

1-Before using the microscope be sure all lenses are clean.

2–Always, keep the stage clean and dry.

3 - Move the mirror before the test to provide the best illumination and the best image.

4 – To study an object use first the low power and then high power. Do not use the latter before putting a cover slide.

5 - When you use the high power, use only the fine adjustment.

6 - Use both your eyes when looking in the microscope.

الميكروسكوب

ادرس اجزاء الميكرسكوب وذلك بالاستعانة بالرسم الموجود امامك.

طريقة تجهيز عينة للفحص ميكروسكوبيا:

ضع نقطة ماء علي شريحة نظيفة ثم ضع العينة المراد فحصها علي نقطة الماء ثم امسك الغطاء cover بين الاصبعين في وضع مائل ثم تخفض تدريجيا حتي يلامس سطح نقطة الماء بحيث يكون مرتكزا علي جانبه لتلافي تكوين فقاعات هوائية.

ارشادات عامة لاستعمال الميكروسكوب:

1- قبل استعمال الميكروسكوب نظف جميع عدساته بورق البفره.

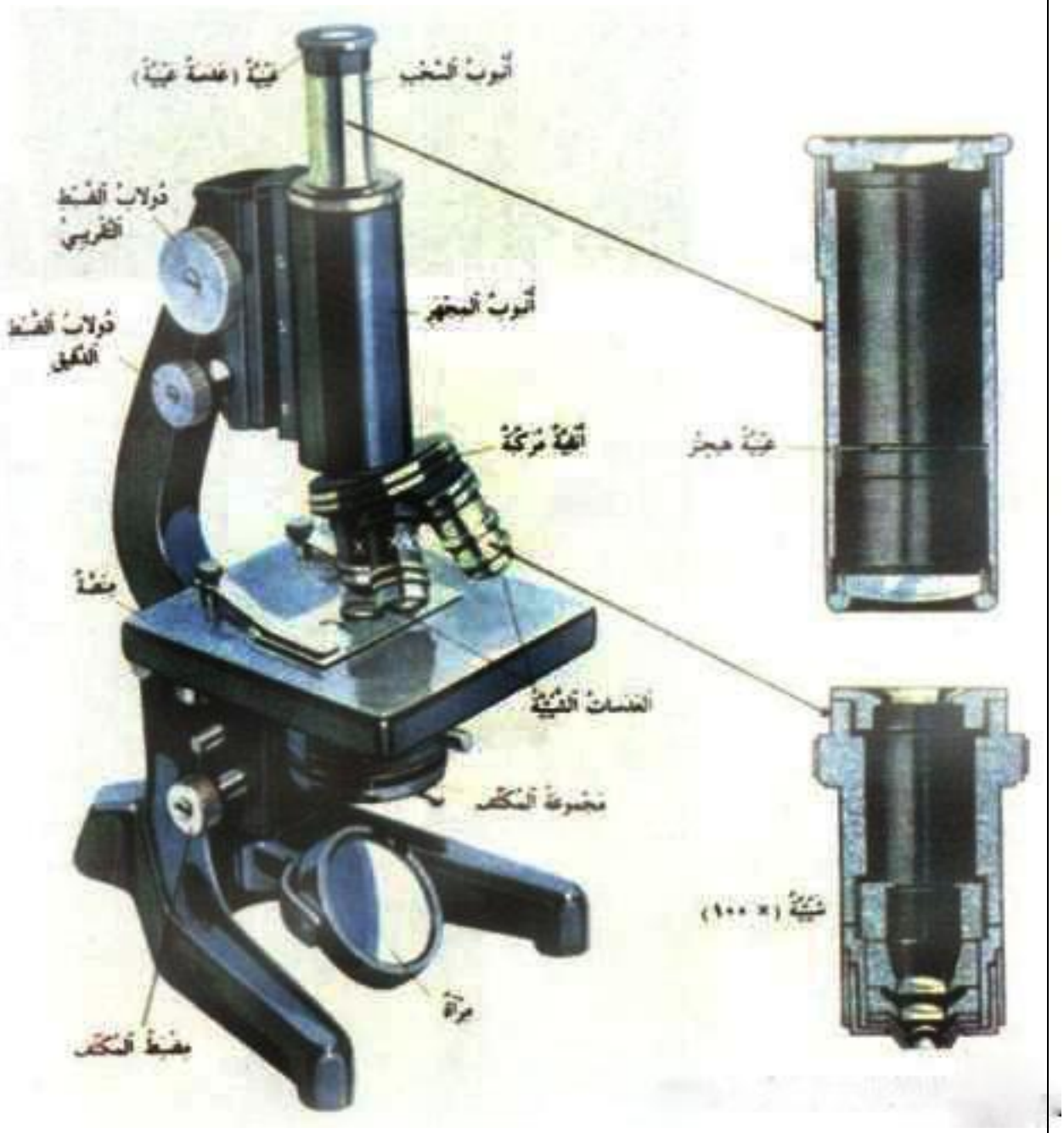
2- دائما اجعل المسرح او المنصة نظيفا وجافا.

3- حرك المرآة قبل الفحص للحصول علي احسن اضاءة.

4- افحص العينة اولا بالقوة الصغري ثم الكبري ولا تستعمل القوة الكبري دون استعمال غطاء للشريحة.

5- عند استعمال العدسة الكبري استعمل الضابط الصغير او الدقيق فقط.

6- استعمل كلتا عيناك عند النظر في الميكرسكوب.



تركيب الميكرسكوب الضوئي

Plant anatomy

Structure of the plant cell.

I. Living cell contents:

a) Cytoplasm b) nucleus

Examine a stripe of upper epidermis of fleshy onion.

c) Plastids

1- Chloroplast: Examine the leaf of *Elodea* and examine the spiral shape chloroplast of *Spirogyra*.

2- Chromoplast: squash little of tomato fruit and observe the different shape of chromoplast.

I. Non-living cell contents:

1- Starch grains:

a) Potato starch: three types which are simple (with excentric hilum), semi compound and compound grains.

b) *Phaseolus* starch: characterized by a branched hilum.

c) Wheat starch: simple grains with a concentric hilum.

d) Rice starch: very small and grouped in compound grains.

e) *Zea* starch: characterized by elongated and branched hilum.

2- Aleurone grains: composed of crystalloid and globoid (e.g. *Ricinus* seed).

3- Calcium oxalate crystals:

a- Solitary crystals as in *Tamarix* stem.

b- Druses as in *Tilia* stem.

c- Raphides as in *Draceana* stem.

4- Calcium carbonate: Examined T.S. in *Ficus elastica* leaf. Notice the enlargement of some epidermal cells forming a **cystolith**. A cellulose protuberance arises internally on the cell wall and becomes impregnated with calcium carbonate.

5- Anthocyanin pigment: stripe off a piece of the upper epidermis of a *Pelargonium* petal and examine to notice the red colour of anthocyanin pigment.

تشريح النبات

تتركيب الخلية النباتية من:

المحتويات الحية:

أ- **السيتوبلازم** ب- **النواة**

افحص سلخا في بشرة قواعد البصل ولاحظ تركيب خلاياه بالقوة الصغري والكبري للميكروسكوب.

ج- **البلاستيدات:**

1- بلاستيدات خضراء: افحص طحلب الاسبيروجيرا والزيجنيما وارسم البلاستيدة الحلزونية والنجمية وكذا افحص ورقة الالوديا ولاحظ البلاستيدات القرصية.

2- بلاستيدة ملونة: افحص هرسا من الطماطم ولاحظ البلاستيدات الملونة العصوية.

المحتويات الغير حية:

1- **حبيبات النشا:**

أ- نشا البطاطس: خذ كشطا من درنة البطاطس وافحصه ولاحظ السرة الغير مركبة ولاحظ وجود ثلاثة انواع من الحبيبات وهي : الحبيبات البسيطة والنصف مركبة والمركبة.

ب- نشا الفاصوليا: ويتميز بسرة متفرعة نجمية.

ت- نشا القمح: يتميز بوجود سرة مركزية.

ث- نشا الارز: حبيبات دقيقة مضلعة متجمعة.

ج- نشا الذرة: يتميز بوجود سرة طويلة متفرعة.

2- **حبيبات الاليرون**: وتتركب من جسم اساسي داخله جسم بلوري واخر شبه بلوري (بذرة الخروع).

3- **بلورات اكسالات الكالسيوم:**

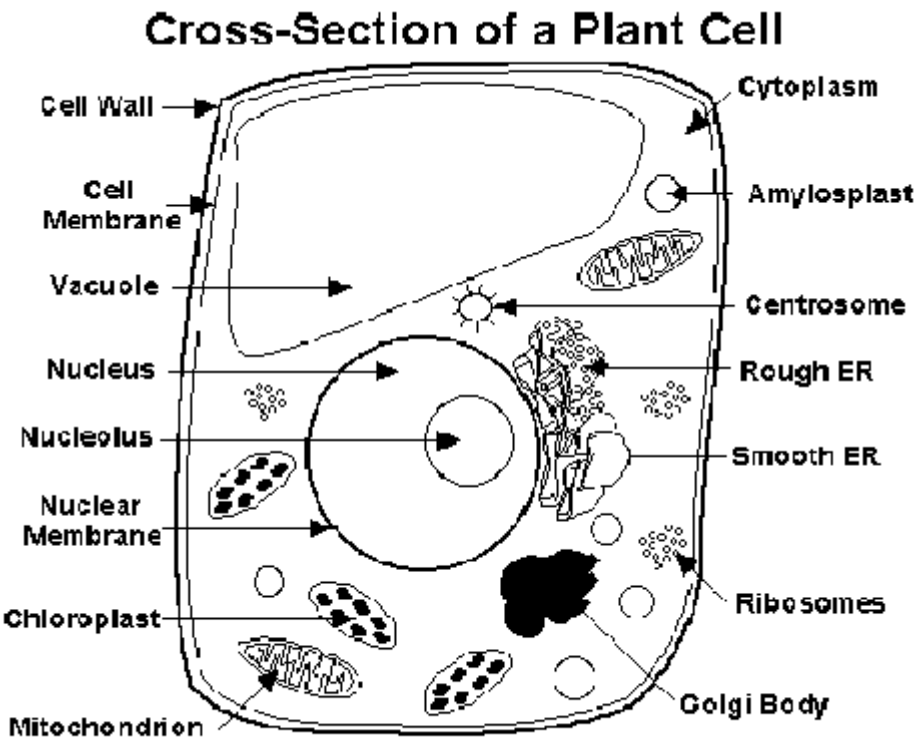
أ- بلورة مفردة (معينة): توجد في قشرة نبات اللبخ.

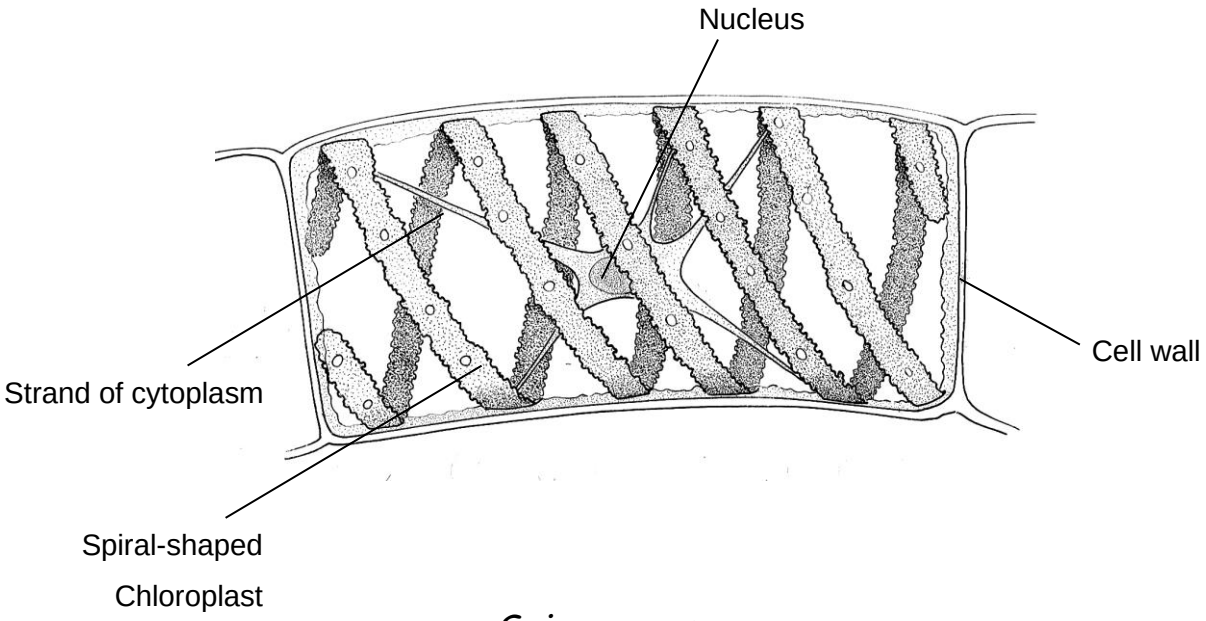
ب- بلورة ابرية: توجد في قشرة نبات الدراسينا المسن.

ت- بلورة نجمية: توجد في ساق نبات التيليا المسن.

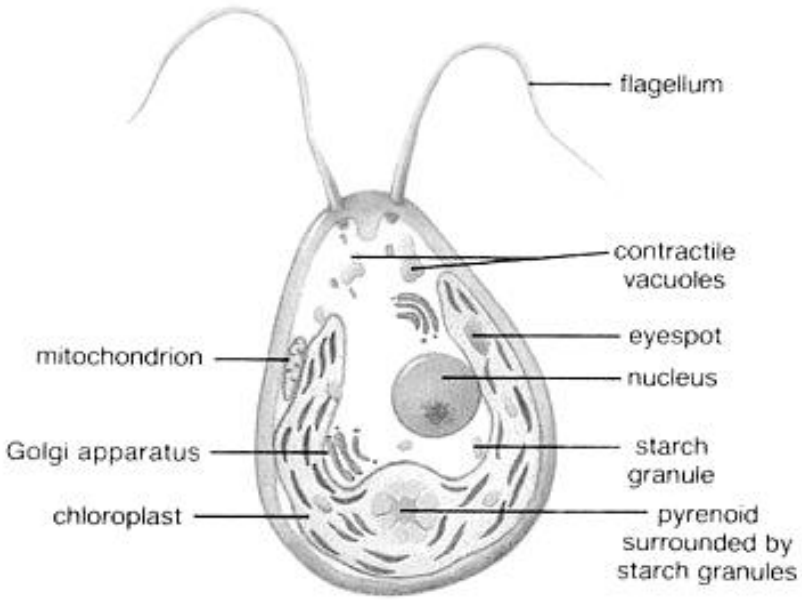
4- **كربونات الكالسيوم:** افحص قطاع عرضي في ورقة التين المطاط ولاحظ كربونات الكالسيوم الموجوده في صورة ما يسمي بالحويصلة الحجرية التي تتدلي من احد خلايا البشرة بواسطة نتؤ سليلوزي.

5- **صبغة الانثوسيانين**: افحص بشرة بتلات نبات الجارونيا ولاحظ ان جدر الخلايا مضلعة وتمتد من جذرها نتؤات سليلوزية متجهة نحو الداخل ويوجد بداخل الخلية صبغ الانثوسيانين الاحمر.

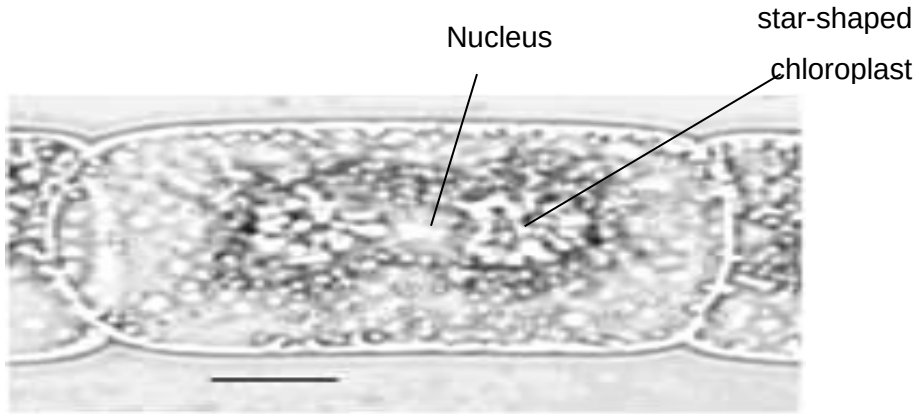




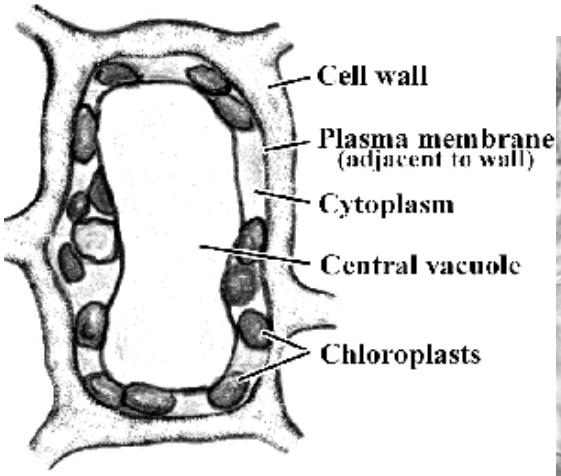
Spirogyra sp



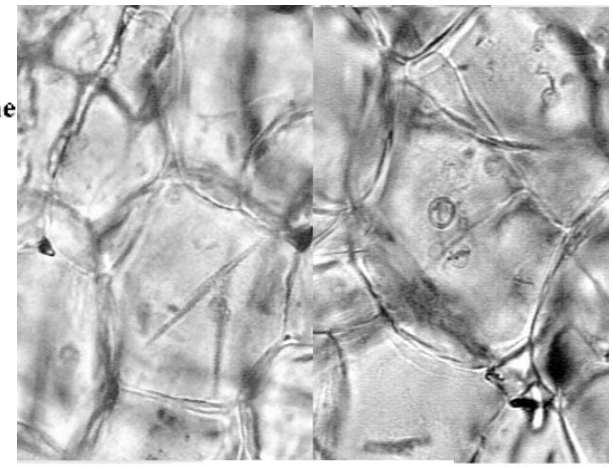
Chlamydomonas sp



Zygnema sp

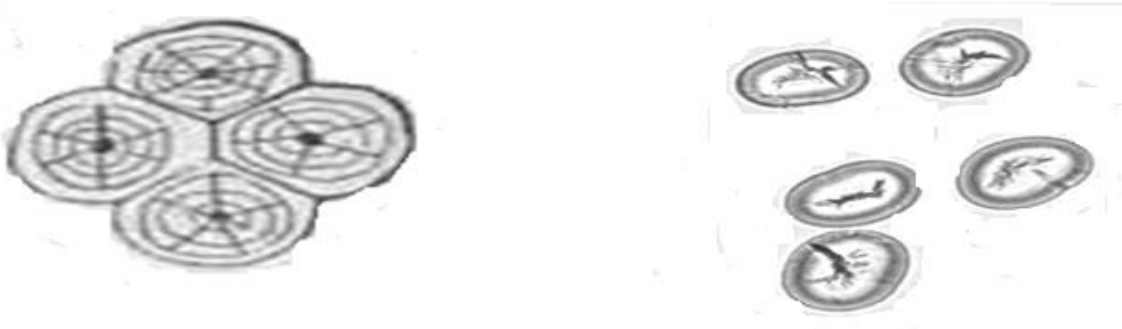


Normal Elodea Cell

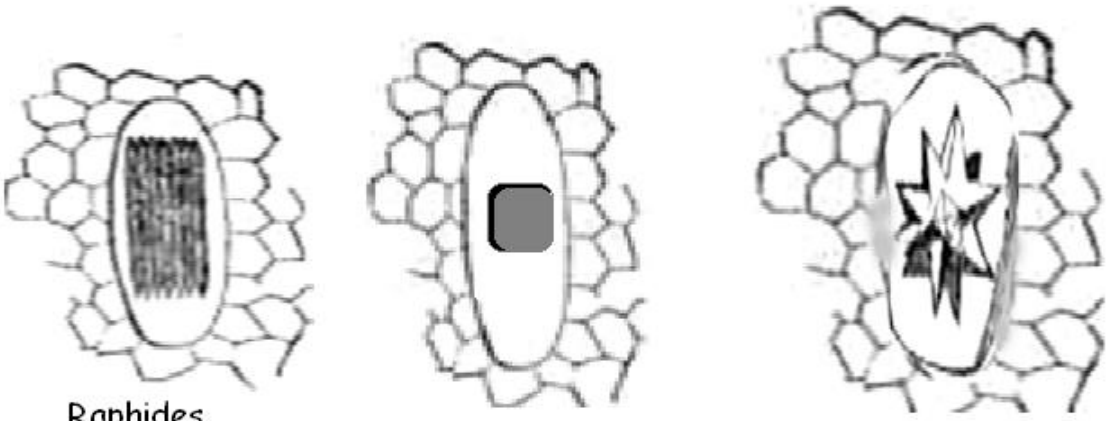


Chromoplast

Potato starch



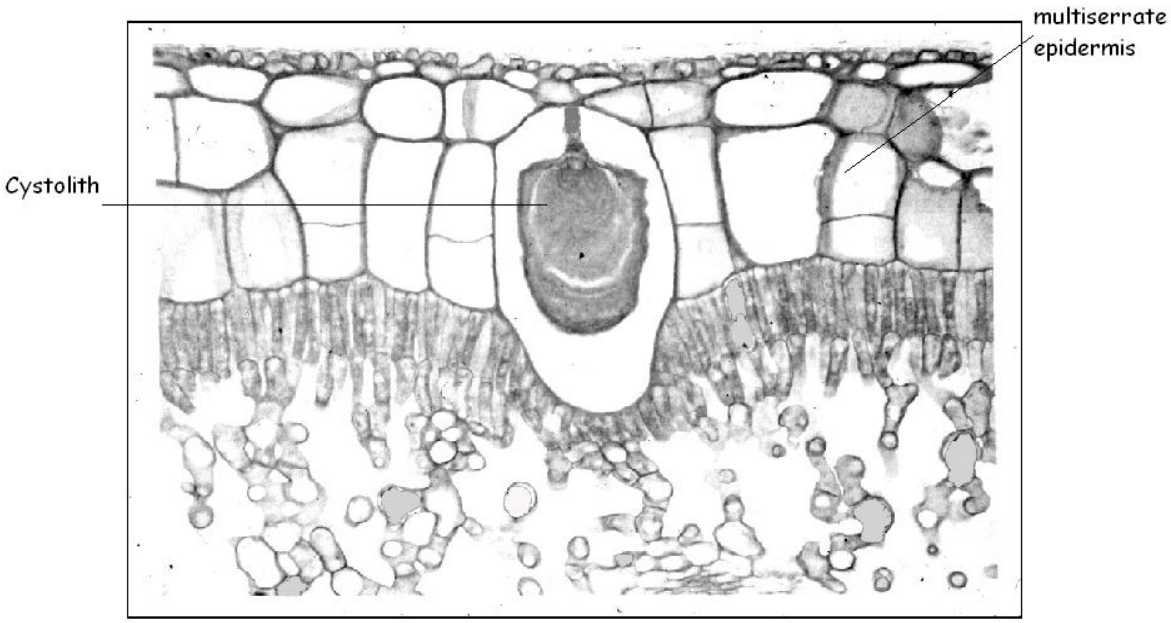
Phaseolus starch



Raphides

Solitary

Druses



Calcium carbonate (cystolith)

Cells and tissues

a- Epidermal cells:-

1- Normal epidermis: T.S. in *Helianthus* stem.

2- Cutinized epidermis: T.S. in *Aloe* leaf.

3- Multiserriate epidermis: T.S. in *Ficus elastic* leaf.

Hairs and tricomes:-

1- Simple hair: *Zea* hairs.

2- Compound hair: *Helianthus* hairs.

3- Glandular hair: *Pelargonium* hairs.

4- Branched unicellular hair: *Matthiola* hairs.

5- Peltate hair: Olea hairs.

6- Papillae: *Pelargonium* petals.

Stomata:-

1- Kidney shape: e.g. *Vicia faba* leaf.

2- Dumb-bell shape: e.g. *Zea* leaf.

3- Sunken: e.g. *Pinus* leaf or *Aloe* leaf.

4- Sunken stomata with hairs: e.g. *Nerium* leaf.

انواع الخلايا والانسجة

أ- **نسيج البشرة:-**

1- بشرة عادية: ق.ع. في ساق عباد الشمس.

2- بشرة متادمة: ق.ع. في ورقة الصبار.

3- بشرة عديدة الطبقات: ق.ع. في ورقة التين المطاط.

الشعيرات والزوائد السطحية:-

1- شعيرة بسيطة: شعيرات الذرة.

2- شعيرة مركبة: شعيرات عباد الشمس.

3- شعيرة غدية: شعيرات الجارونيا.

4- شعيرة متفرعة وحيدة الخلية: شعيرات المنثور.

5- شعيرة قرصية: شعيرات الزيتون.

6- خملات: بتلات الجارونيا.

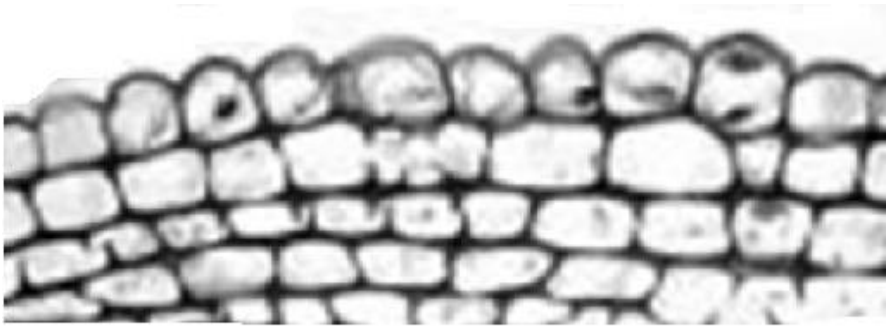
الثغور:-

1- ثغر كلوي: ورقة الفول.

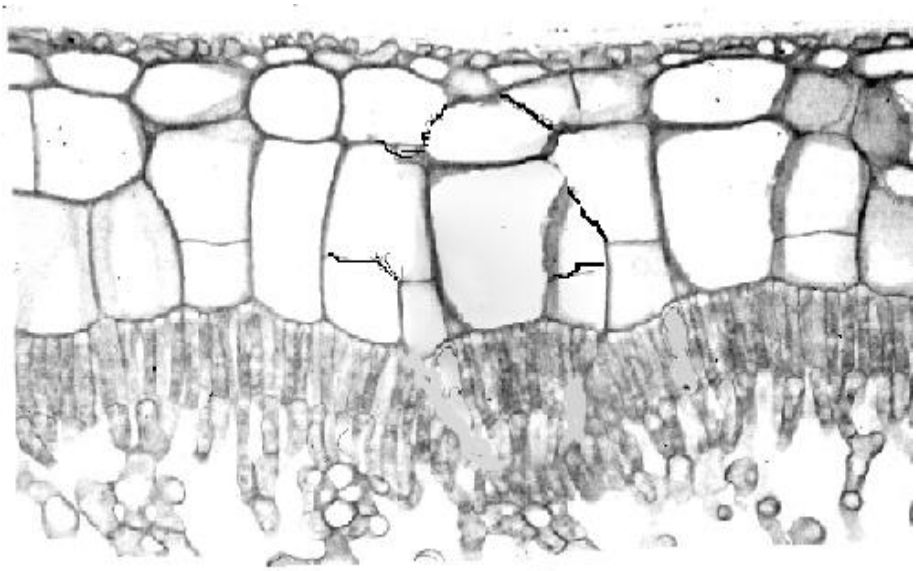
2- ثغر صولجاني: ورقة الذرة.

3- ثغر غائر: ورقة الصنوبر.

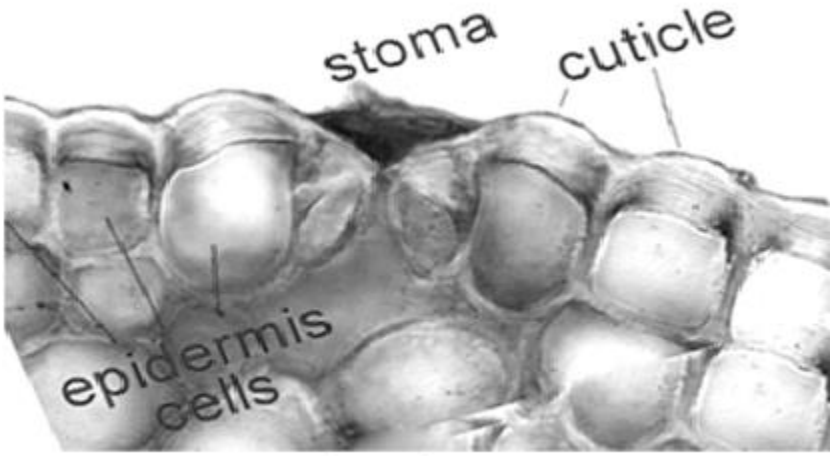
4- ثغر غائر بشعيرات: ورقة الدفلة.



normal epidermis

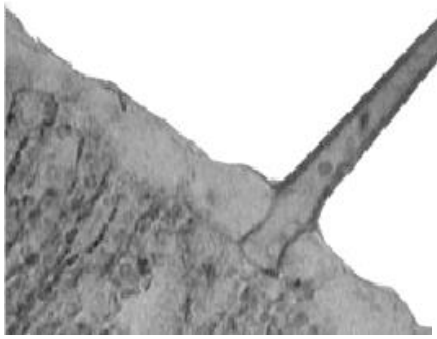


multiserrate epidermis



cutinized epidermis

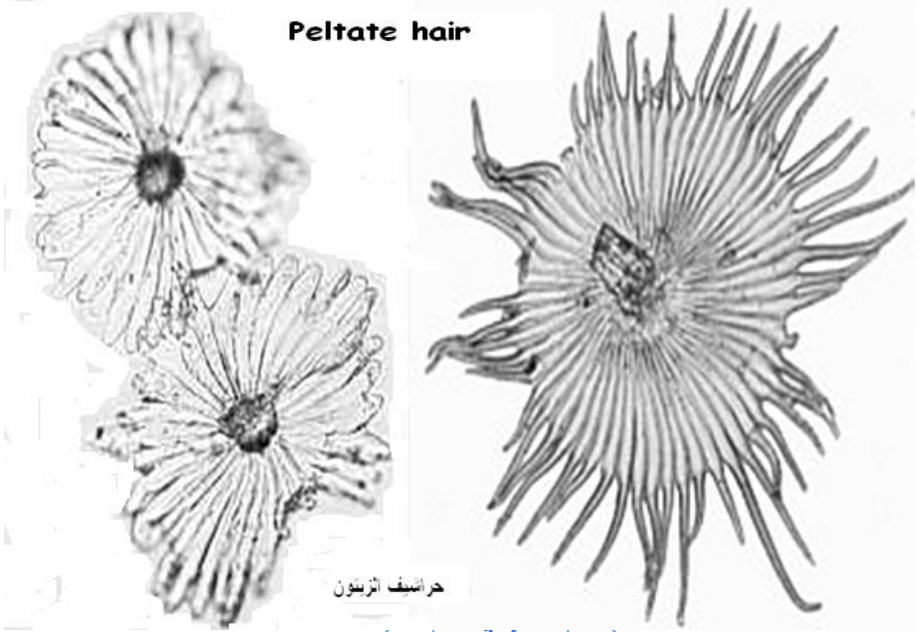
Simple hair



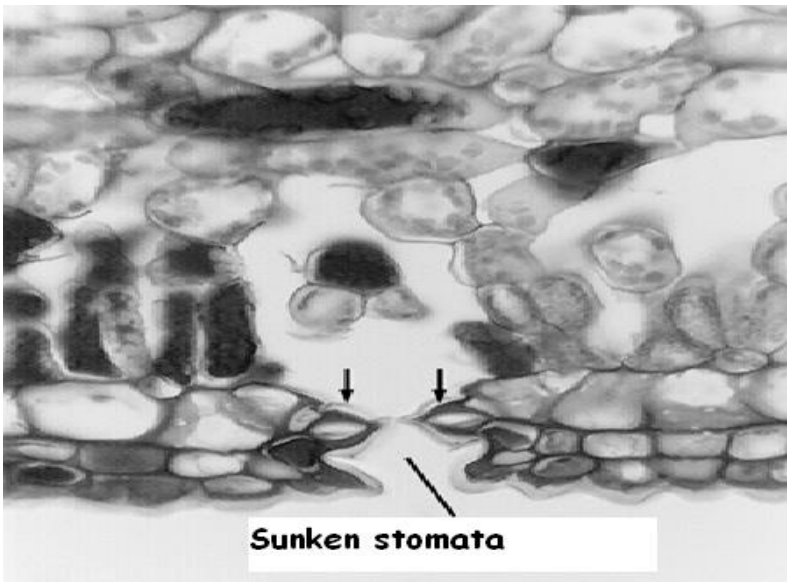
Glandular hair

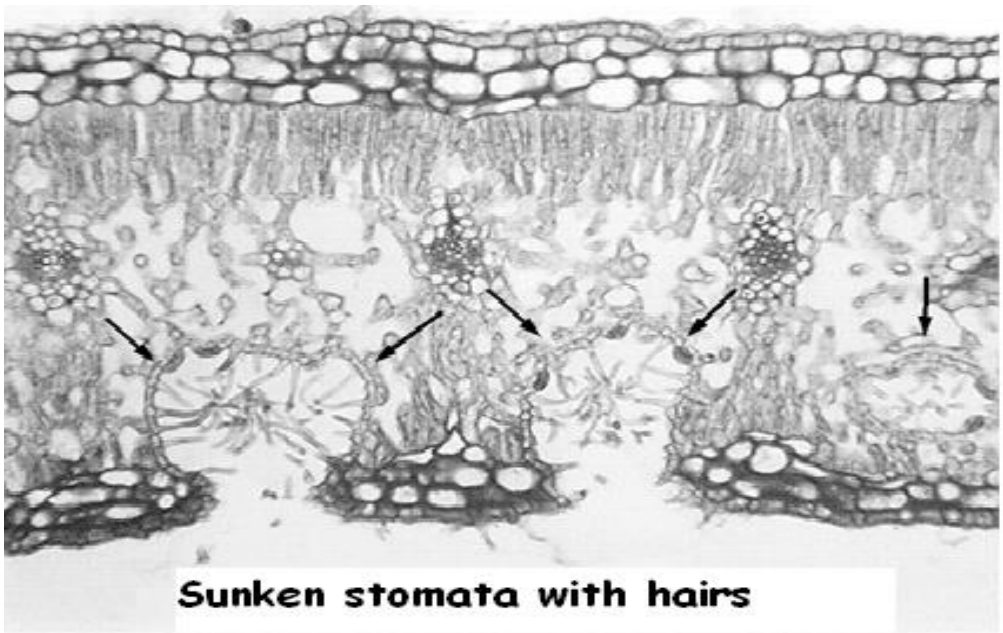
Glandular hair

Peltate hair



حراشيف الزيتون


Sunken stomata


Sunken stomata with hairs

b- Parenchyma cells:-

1- Polyhedral (spongy) 2- Armed 3- Aerenchyma

4- Lignified parenchyma 5- Chlorenchyma

c- Collenchymas cells:-

1- Angular 2- lamellar 3- lacunar

d- Sclerenchyma cells:-

1- Fibers 2- stone cells

e- Xylem tisse:

1- Vessels: differ in the type of lignifications:-

a- Annular b- Spiral c- Scalariform

d- Pitted e- Reticulate

2- Tracheids: posses bordered pits.

3- Xylem parenchyma.

4- Xylem fibers.

f- Phloem:-

1- Sieve cells

2- Companion cells

3- Phloem parenchyma 4- Phloem fibers

g- Secretory tissue:-

1- Schizogenous gland : e.g. *Pinus* stem.

2- Lysigenous gland: e.g. *Citrus.*

ب- الخلايا البرانشيمية : ومنها عدة انواع هي :-

1- عديدة الاضلاع (اسفنجية): ساق الذرة 2- مزرعة: ورقة الهاكيا 3- هوائية: ساق الالوديا 4- ملجننة: جذر الذرة 5- الكلورنشيمة: ساق اللوف

ج- الخلايا الكولنشيمية: ومنها ثلاثة انواع هي:-

1- زاوية: ساق اللوف 2- صفائحية: ساق عباد الشمس 3- تجويفية: عنق التوت

د- الخلايا الاسكلرانشيمية: خلايا مغلظة باللجنين سميكة الجدر وتنقسم الي:-

1- الياف: بريسيكل ساق عباد الشمس

2-خلايا حجرية: تتميز بوجود نقرة متفرعة وهي موجوده في ثمار الجوافة

هـ نسيج الخشب: ويتركب من:-

1- اوعية الخشب: تختلف في طريقة تغلظها باللجنين الي:-

أ- حلقي ب- حلزوني ج- سلمي د- منقر هـ- شبكي

2- القصيبات: وتوجد عليها نقر مضفوفة.

3- بارنشيمة الخشب.

4- الياف الخشب

و- نسيج اللحاء: يتركب من:-

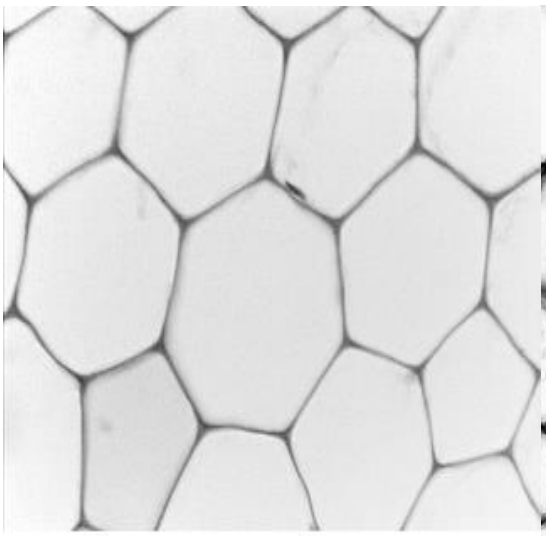
1- الخلايا الغربالية 2- خلايا مرافقة

3- بارنشيمة اللحاء 4- الياف اللحاء

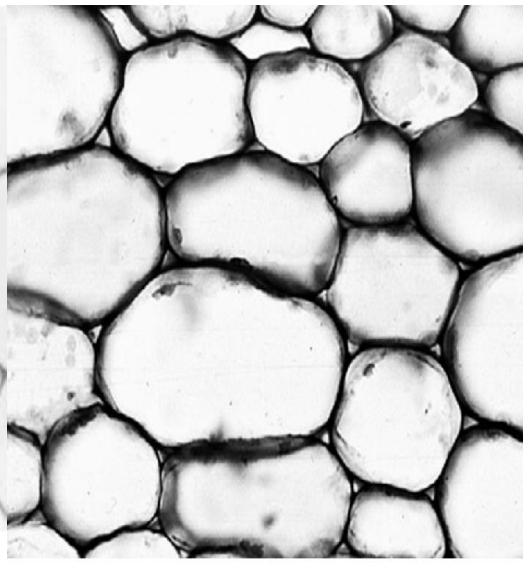
ز- النسيج الافرازي:

1- غدة انفصالية: ساق الصنوبر

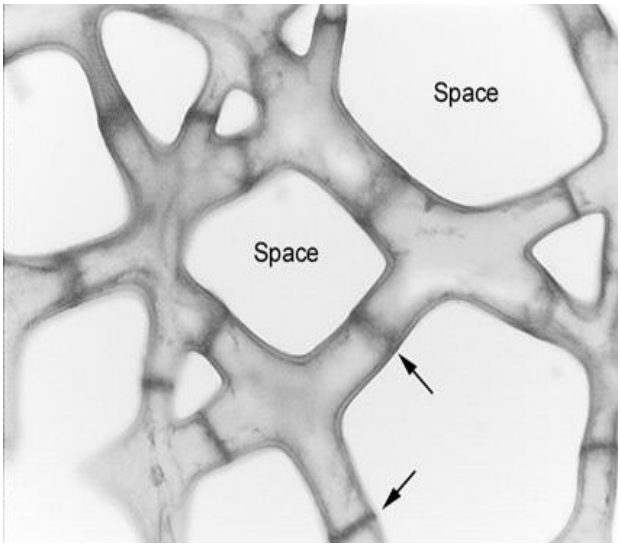
2- غدة انقراضية: قشرة البرتقال



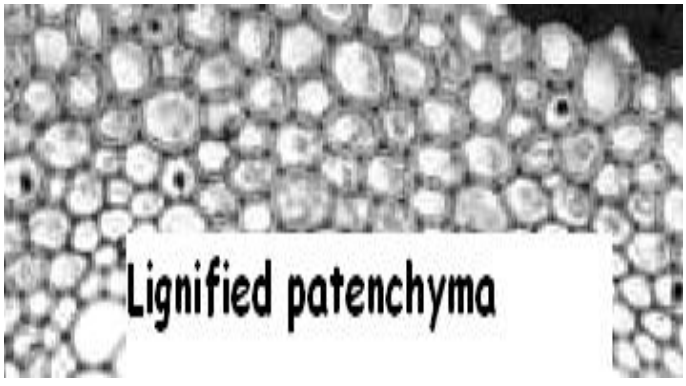
Spongy parenchyma

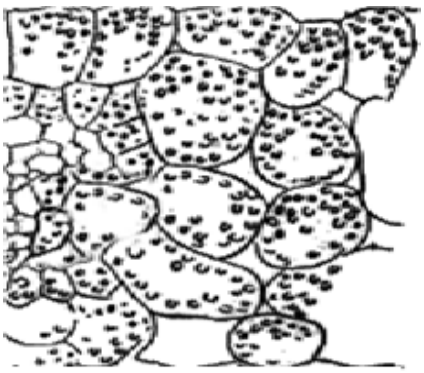


Spongy parenchyma

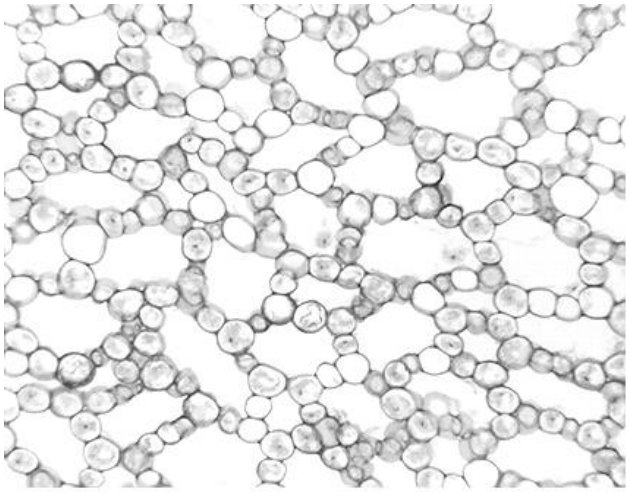


Armed parenchyma

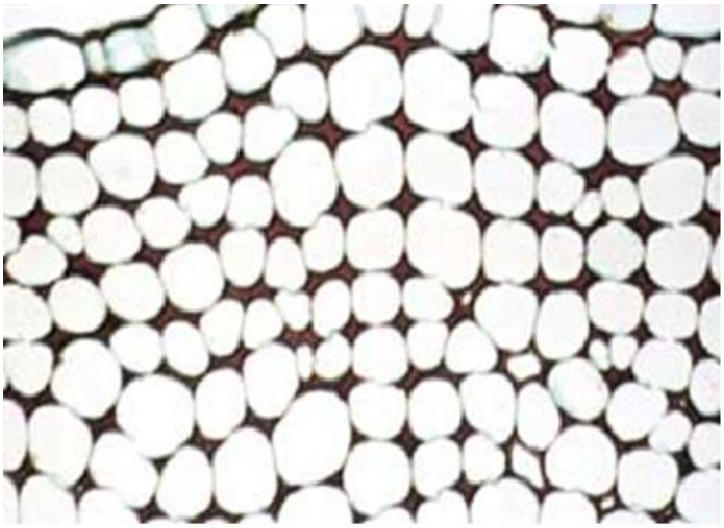




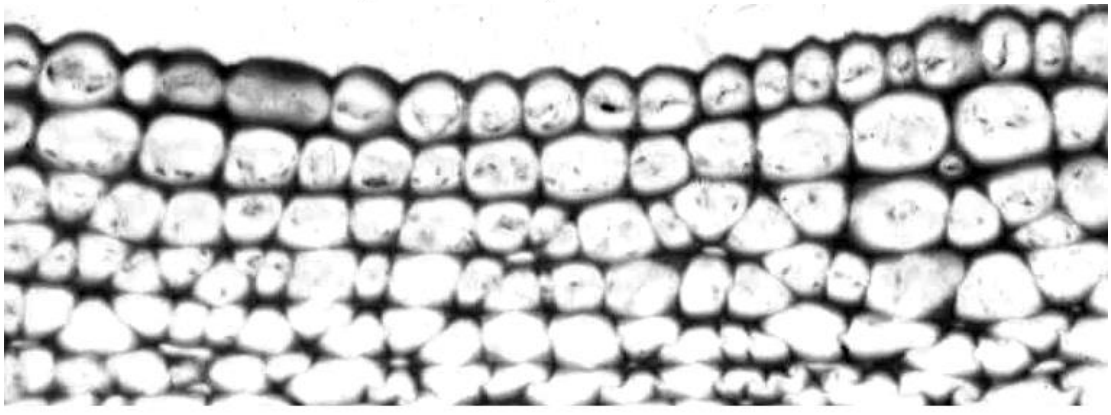
Chlorenchyma



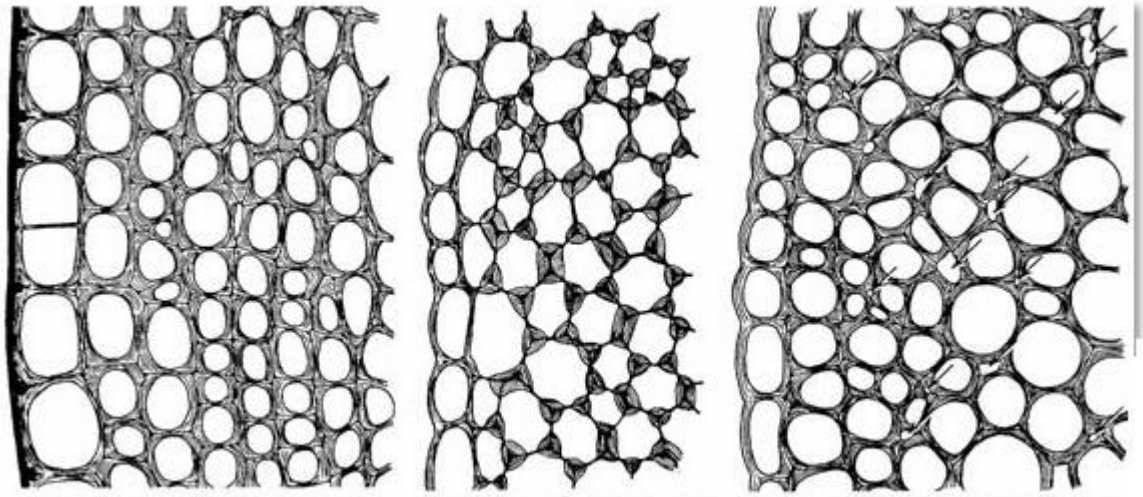
Arenchyma

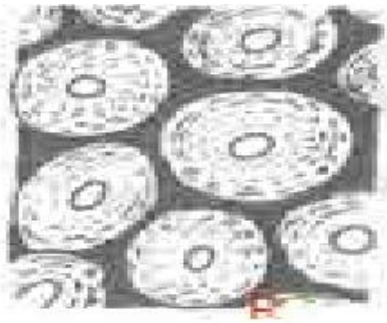


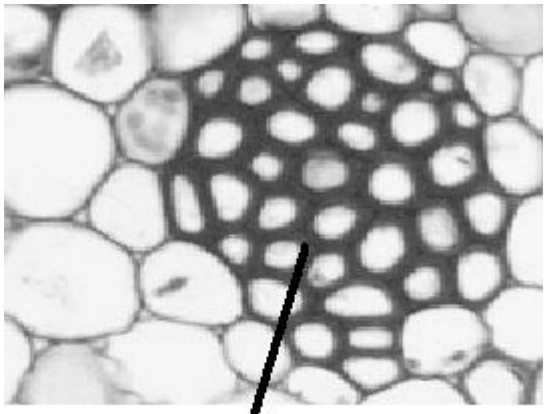
Angular collenchyma

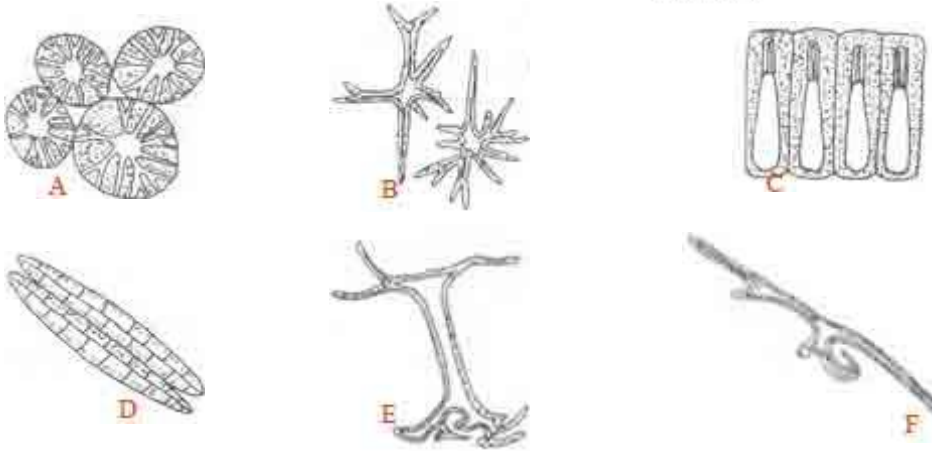


Lamellar collenchyma

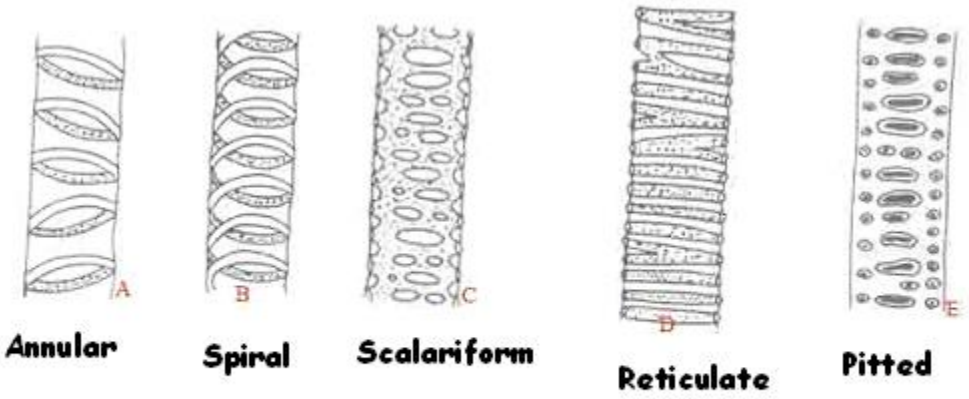




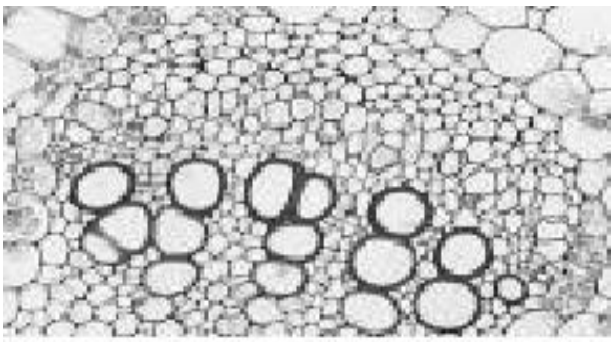




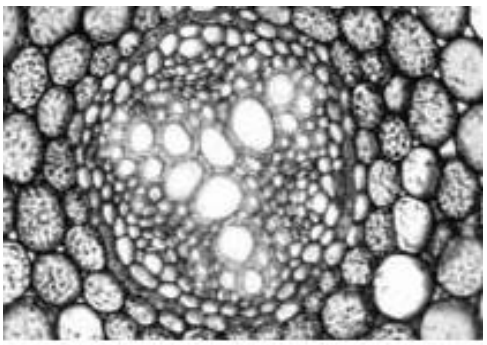
Types of Sclereids



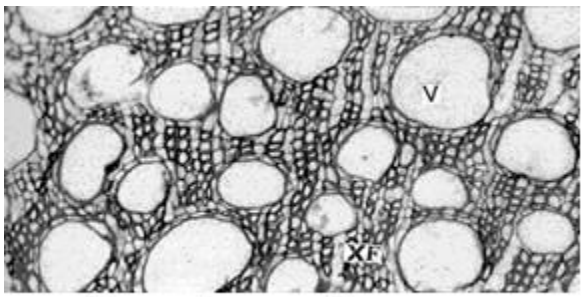
Types of Wall Thickenings in Tracheary Elements



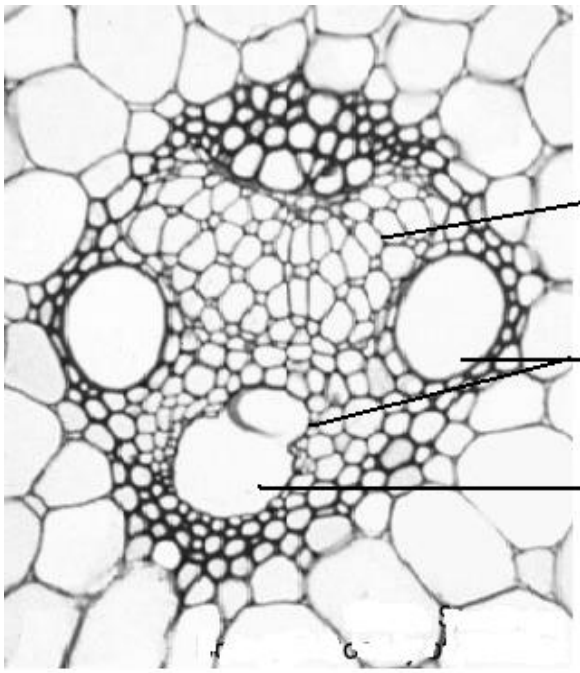
Primary xylem

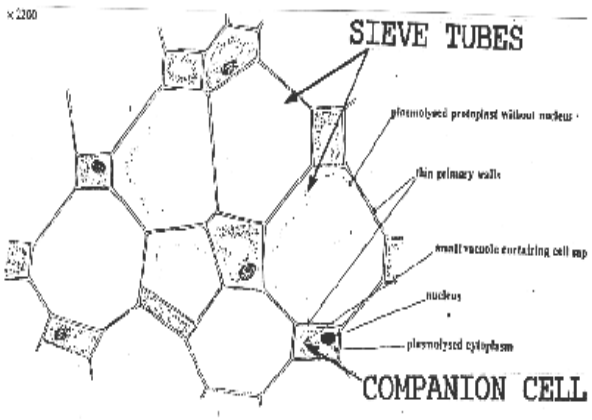


Primary xylem

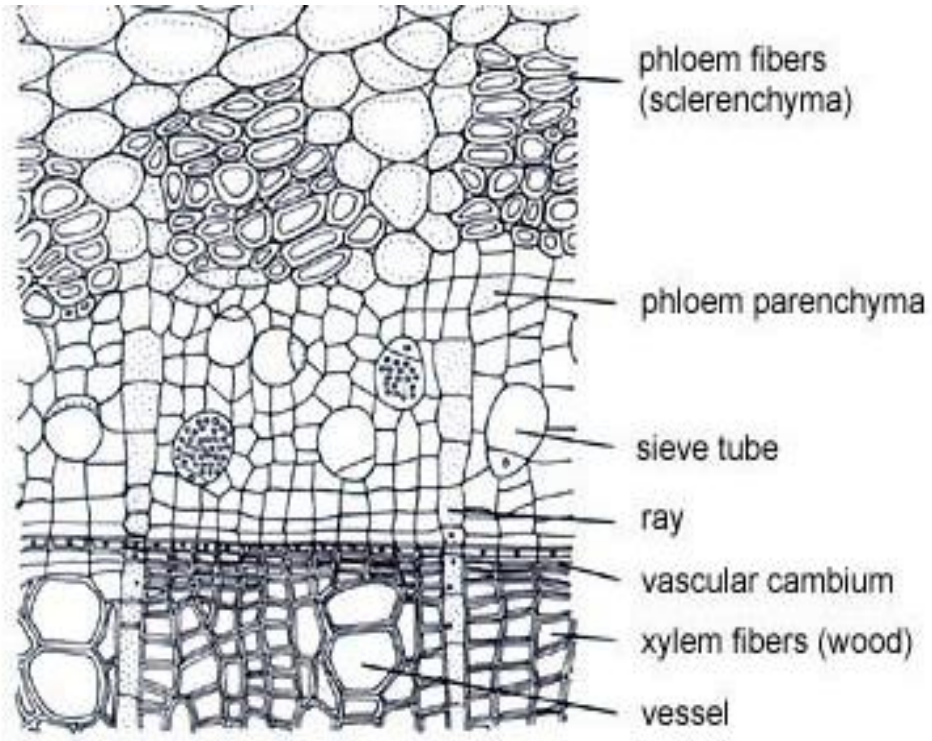


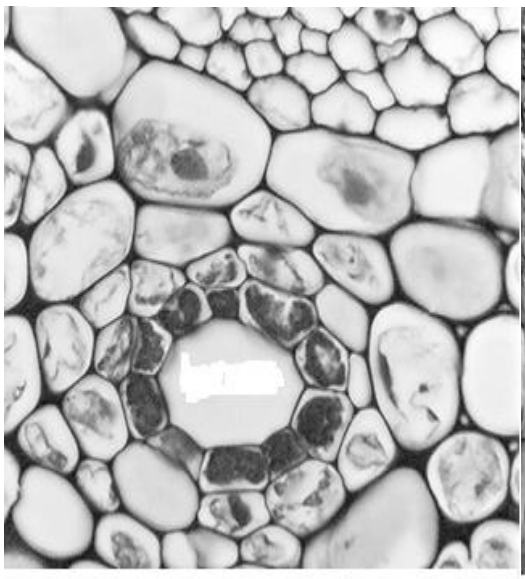
Secondary xylem



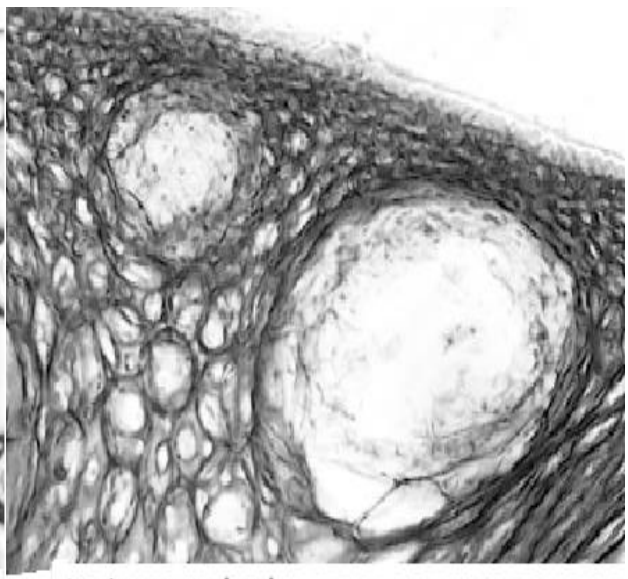


Regular phloem





Schizogenous gland



Lsyigenous gland

Anatomy of the stem

A-young dicotyledonous stem

1- Helianthus stem

Examine a T.S. in *Helianthus* stem and notice the following layers:-

1- The epidermis: this tissue covers the outside of the cortex.

2- The cortex: it is composed of collenchymas and parenchyma. The innermost layer of the cortex which is adjacent to the vascular cylinder may have a specialized type of parenchyma having starch grains known is starch sheath.

3- Pericycle: composed of fibers.

4- Vascular cylinder: it is composed of the vascular tissues and the surrounding tissues such as the pith and medullary rays. The vascular tissues is composed of xylem consists of vessels separated by rows of xylem parenchyma. The vascular tissues are arranged in bundles generally forming a definite cycle. The xylem is endarch i.e. the

protoxylem is directed inwards. The cambium persists in the vascular bundle which is therefore said to be **open**. The strips of cambium within these open bundles or fascicular cambium. The pith (medulla) is composed of parenchyma.

أ-ساق فلقتين حديث

1- ساق عباد الشمس

افحص قطاع عرضي في ساق عباد الشمس ولاحظ الاتي:

1- البشرة: صف واحد من خلايا برميلية متراصة ومغطاة بطبقة من الكيوتين من الخارج.

2-القشرة: تتكون من خلايا كولنشيمية اسفل البشرة ثم خلايا بارنشيمية ثم الغلاف النشوي.

3-البريسيكل: كتل من الياف توجد فوق كل حزمة.

4- الاسطوانة الوعائية: تتكون من حزم وعائية مرتبة في دائرة واحدة والحزم من النوع المفتوح تتكون من :

-اللحاء: خلايا غربالية وخلايا مرافقة وبارنشيمة لحاء.

-الكمبيوم: صف من خلايا مرستيمية.

-الخشب: اوعية يفصلها بارنشيمة خشب والخشب الاول للداخل.

5- الاشعة النخاعية: خلايا بارنشيمية تفصل الحزم عن بعضها البعض.

6- النخاع: يتوسط القطاع ويتكون من خلايا بارنشيمية تشغل مساحة كبيرة من القطاع.

2-*Luffa* stem

Not that:

1- The pith is hollow.

2- Presence of a broad ring of sclerenchyma (pericycle).

3- There are two rings of vascular bundles of which the larger and inner alternate with the smaller and outer.

4- The vascular bundles are **bicollateral** i.e. two group of phloem occur in each bundle, one external, the other internal and separated from the protoxylem by parenchyma.

1- ساق اللوف

افحص ساق اللوف ولاحظ انها تتميزبما يلي:-

1- ان النخاع مجوف في منطقة الوسط.

2- ان البريسيكل يوجد في حلقة الياف متصلة مع بعضها البعض.

3- توجد الحزم الوعائية في حلقتين الخارجية يوجد بها الحزم الاصغر وتتبادل معها الحزم الداخلية الاكبر.

4- الحزم الوعائية ذات الجانبين اي لها لحائين لحاء خارجي يفصله عن الخشب الكمبيوم ولحاء داخلي يفصله عن الخشب خلايا بارنشيمية.

B- Monocotyledonous stems

1- Zea mays (maize)

Stems of monocotyledons exhibit a large number of bundles which frequently appear scattered throughout the whole of the ground tissue, so that a definite cortex and pith can't be distinguished.

The phloem is composed of sieve tubes and companion cells, phloem parenchyma is absent. There is no cambium between the xylem and the phloem i.e. the vascular bundle is **closed**. The shape of xylem as a whole is often roughly that of Y, the stem of which is occupied by a radial row of protoxylem vessels, whilst the arms are formed by a pair of large metaxylem vessels. The phloem tends to be sunken between the xylem. The bundles are enveloped in a sheath of fibers.

ب- سيقان ذوات الفلقة الواحدة

2- ساق الذرة

افحص قطاع عرضي في ساق الذرة ولاحظ انه يتكون من الاتي:-

1- البشرة: صف من الخلايا البرميلية مغطاة بالكيوتين.

2-النسيج الاساسي: غير متميز الي قشرة ونخاع واشعة نخاعية ويتكون من عدة طبقات من الالياف تلي البشرة والباقي خلايا بارنشيمية.

3-الحزم الوعائية: حزم مغلقة مبعثرة في النسيج الاساسي يزداد حجمها كلما اتجهنا للداخل وتتركب كل حزمة من الاتي:

أ- غلاف الحزمة: نطاق من الالياف يغلف الحزمة.

ب- اللحاء: يتكون من خلايا غربالية وخلايا مرافقة.

ت- الخشب: يترتب الخشب التالي والاولي علي شكل y او z ويكون الخشب الاولي للداخل ويوجد بعض القصيبات بين وعائي الخشب التالي كما يوجد فجوة هوائية بعد الخشب الاول وهي ناتجة معن انقراض احد اوعية الخشب الاول.

The differences between Dicot. and Monocot. stems

CHARACTERS	DICOT STEM (e.g., Sunflower)	MONOCOT STEM (e.g., Maize)
1. Epidermis a) Trichomes b) Cuticle	 Present Present	 Absent Present
2. Hypodermis	Made up of collenchyma	Made up of sclerenchyma
3. Ground tissue	Differentiated into cortex, endodermis, pericycle, medullary rays and pith	Undifferentiated
4. Vascular bundles a) Number b) Arrangement c) Bundle Cap d) Bundle Sheath	 Eight In the form of a broken ring Present Absent	 Numerous Irregularly scattered Absent Present
5. Nature of the vascular bundles	Conjoint, collateral and open with endarch xylem	Conjoint, collateral and closed with endarch xylem
6. Xylem vessels	Many protoxylem and meta-xylem vessels in each bundle	Only two protoxylem vessels in each bundle

Anatomy of the root

a- Dicotyledonous root

Vicia faba

Examine and note:

1- The piliferous layer: one and thick.

2- Cortex: several layers of parenchyma cells.

3- Endodermis: signal layer of cells.

4- Pericycle: one layer of thin walled cells.

5- The xylem consisting of 4 to 8 radiating strands.

Note that the smallest xylem elements (protoxylem) are situated towards the periphery and the widest (metaxylem) towards the centre.

6- The phloem consists of 4 - 8 strands alternating with xylem. Parenchyma cells are found between the xylem and phloem.

7- Medulla: consist of parenchyma.

تشريح الجذور

جذور ذوات الفلقتين

الفول

افحص قطاع عرضي في جذر الفول الحديث ولاحظ الاتي:-

1- طبقة الشعيرات الجذرية: صف واحد من خلايا قد تستطيل مكونة شعيرات جذرية. وهذه الطبقة لا تلبث ان تزول ليحل محلها خلايا مسوبرة تشمل اكسوديرمس.

2- القشرة: عدة طبقات من خلايا بارنشيمية.

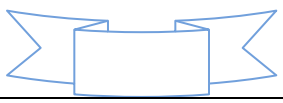
3- الاندوديرمس: صف واحد من خلايا مغلظة علي الجدر الجانبية بما يسمي سريط كاسبار.

4- البريسيكل: صف واحد من خلايا بارنشيمية.

5- الخشب: يتكون من اذرع فيها الخشب الاول للخارج وعدد هذه الاذرع لا يزيد عن 8 اذرع.

6- اللحاء: يتبادل مع الخشب علي انصاف اقطار اخري ويتكون من انابيب غربالية وخلايا مرافقة وبارنشيمة لحاء.

7- النخاع: منطقة صغيرة مكونة من خلايا بارنشيمية وقد لا توجد.



b- Monocotyledonous roots

Zea mays (maize)

Examine and note:

1- Exodermis: one or more layers (subarised).

2- Cortex: several layers of parenchyma cells.

3- Endodermis: one layer of cells with thickening on the radial and inner walls (casparian stripe).

4- Pericycle: complete circle one cells in thickness.

5- Vascular tissues: consisting of numerous alternating strands of xylem and phloem. The protoxylem elements are placed towards the periphery and the metaxylem towards the centre.

ب-جذور ذوات الفلقة الواحدة

جذر الذرة

افحص قطاع عرضي في جذر الذرة الحديث ولاحظ الاتي:-

1- الاكسوديرمس: صف او اكثر من خلايا مسوبرة تحل محل طبقة الشعيرات الجذرية.

2- القشرة: عدة طبقات من خلايا بارنشيمية.

3- الاندوديرمس: صف واحد من خلايا مغلظة بمادة اللجنين علي الجدر الجانبية والقطرية بما يسمي شريط كاسبار.

4- البريسيكل: صف واحد من خلايا بارنشيمية.

5- الاسطوانة الوعائية: وهي تتكون من:

-الخشب: يتكون من اذرع كل ذراع بعه عدد من الاوعية فيها الخشب الاول يتجه ناحية الخارج ويحاط الخشب ببرانشيمة ملجننة.

- اللحاء يتبادل مع الخشب ويتكون من خلايا غربالية وخلايا مرافقة.

6- النخاع: خلايا بارنشيمية تشغل منتصف القطاع.

The differences between Dicot. and Monocot. roots

Young dicot. root	**Monocot. root**
1- Wide cortex 2- Small number of xylem arches (2-8). 3- Numerous xylem vessels in each arch. 4- Medulla narrow. 5- Phloem parenchyma present. 6- Casparian strip on the lateral walls only	- Narrow cortex. - Large number of xylem arches (more than 8). - Few xylem vessels in each arch. - Medulla wide. - Phloem parenchyma absent. - Casparian strip on the lateral and radial sides.

The differences between young root and young stem

young stem	young root
1- Cortex is narrow and with starch sheath.	- Cortex is wide and with endodermis.
2- Pericycle consists of parches of sclerenchyma fibers opposite the bundles.	- Pericycle consists of one layer of thin walled cells.
3- Vascular bundles are collateral, i.e. xylem and phloem are on the same radius.	- Vascular bundles are radial, i.e. xylem and phloem are on different radius.
4- Protoxylem is directed inwards while the metaxylem is directed outwards.	- Protoxylem is directed outwards while the metaxylem is directed inwards -
5- Pith is usually wide.	- Pith is usually narrow.

Anatomy of leaf

1- Dicot. leaf

Ricinus leaf

Examine a T.S. in ***Ricinus*** leaf to see the following:-

1- Upper epidermis: one cell thick. Notice the absence of stomata.

2- Mesophyll:

a- palisade tissue: elongated cells perpendicular to the epidermis and full of chloroplasts.

b-spongy tissue: parenchyma cells with large intercellular spaces and contain less amount of chloroplasts than palisade cells.

3- Vascular bundles: surrounded by collenchyma and parenchyma. Each bundle is formed of xylem and phloem and covered from above with pericycle (sclerenchyma).

4- Lower epidermis: similar to upper epidermis except the presnt of stomata.

تشريح الورقة

1- ورقة فلقتين

ورقة الخروع

افحص قطاع عرضي في ورقة الخروع ولاحظ الاتي:-

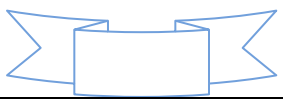
1- البشرة العليا: صف واحد من خلايا متراصة لا يوجد عليها ثغور ومغطاة بالكيوتين.

2- النسيج الوسطي: يتكون من أ- النسيج العمادي: صفين من خلايا طويلة تحوي بلاستيدات خضراء.

ب-النسيج الاسفنجي: خلايا بارنشيمية غير منتظمة الشكل بينها مسافات بينية واسعة وتحوي بلاستيدات خضراء اقل.

3- الحزم الوعائية: تكون حلقة وكل حزمة تتكون من بريسيكل (الياف) ولحاء وخشب وتحاط هذه الحزم بخلايا بارنشيمية ثم خلايا كولنشيمية توجد اسفل البشرة.

4- البشرة السفلي: تشبه البشرة العليا ولكن توجد ثغور.



2- Monocotyledonous leaf

Zea mays

Examine a T.S. in ***Zea*** leaf and notice the following:-

1- The leaf is bifacial with stomata equally distributed on both surfaces.

2- The mesophyll is not differentiated into palisade and spongy cells but composed of one type of cells.

3- Each vascular bundle is surrounded by a sclerenchymatous sheath.

4- Strands of sclerenchyma occure on both sides of the vascular bundle beneath the upper and lower epidermis.

5- The arrangement of the elements of the vascular bundle is similar to that of the dicot. leaf, i.e. the metxylem is towards the lower epidermis of the leaf, while the protoxylem is towards the upper epidermis. The phloem lies below the metaxylem.

3- ورقة فلقة واحدة

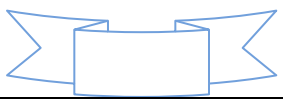
ورقة الذرة

افحص قطاع عرضي في ورقة الذرة ولاحظ الاتي:-

1- الورقة لها بشرة عليا وسفلي توزع عليها الثغور.

2- النسيج الوسطي لا يتميز الي نسيج عمادي واسفنجي وانما يتكون من نوع واحد من الخلايا.

3- الحزم الوعائية محاطة بغلاف اسكلرانشيمي كما في سيقان ذوات الفلقة الواحدة ولها نفس التركيب الداخلي ولكنها توجد علي البشرة السفلي للورقة في وضع مقلوب ومتصلة بالبشرة بواسطة خلايا اسكلرانشيمية.



Secondary thickening

a- Old dicot. stem

Vitis stem

Examine a T.S. in an old ***Vitis*** stem and notice the following:-

1- Epidermis: one cell thick covered with cuticle.

2- Cortex: contains collenchyma in patches followed by parenchyma.

3- Vascular cylinder:

a- Pericycle: patches of sclerenchyma.

b- Phloem:

- primary phloem: small compressed elements of sieve cells, companion cells and phloem parenchyma.
- Secondary phloem: alternating patches of sclerenchyma and sieve tube cells, companion cells and phloem parenchyma.

c- Cambium: complete ring, comprises fascicular and inter fascicular cambium.

d- Xylem:

- Secondary xylem: wide vessels, fibres and xylem parenchyma.

- Primary xylem: narrow vessels and comprises protoxylem and metaxylem.

e-Medullary rays: comprise the primary medullary rays connecting the pith with the cortex and secondary medullary rays.

f- Pith (medulla): parenchyma cells.

التغلظ الثانوي

أ- ساق فلقتين

ساق العنب

افحص قطاع عرضي في ساق عنب مسن ولاحظ الاتي:-

1- البشرة: طبقة واحدة مغطاة بالكيوتين.

2- القشرة: تحتوي علي قطع من الكولنشيمة يتبعها بارنشيمة.

3- الاسطوانة الوعائية:

أ- البريسيكل: كتل من خلايا اسكلرانشيمية توجد فوق الحزم.

ب- اللحاء:

- اللحاء الابتدائي: طبقة صغيرة مضغوطة تحوي انابيب غربالية وخلايا مرافقة وبارنشيمة لحاء.
- اللحاء الثانوي: كتل من الالياف تتبادل مع خلايا مرافقة وانابيب غربالية وبارنشيمة لحاء.

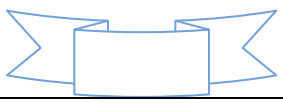
ج- الكمبيوم: حلقة كاملة من خلايا مرستيمية ويشمل نوعان هما الكمبيوم الحزمي والبين حزمي.

د- الخشب:

- الخشب الثانوي:اوعية واسعة محاطة بالياف وبارنشيمة خشب.
- الخشب الابتدائي: اوعية صغيرة تحوي خشب تالي وخشب اولي محاط ببارنشيمة خشب.

ه- الاشعة النخاعية: يوجد اشعة نخاعية ابتدائية تصل بين القشرة والنخاع كما يوجد اشعة نخاعية ثانوية.

و- النخاع: خلايا بارنشيمية.



b- Old dicot. root

Gossypium root

Examine a T.S. in an old ***Gossypium*** root and notice the following:-

1- Periderm: more than one layer covering the root.

2- Cortex: composed of parenchyma.

3- Phloem: as in old dicot. stem.

4- Cambium: as in old dicot. stem.

5- Xylem:

a- Primary xylem: present in the centre of the root and are opposite to the primary medullary rays.

b- Secondary xylem: as in old dicot. stem.

ب- جذر فلقتين

جذرالقطن

افحص قطاع عرضي في جذر القطن ولاحظ الاتي:-

1- البريديرم: اكثر من صف تغطي القطاع من الخارج.

2- القشرة: خلايا بارنشيمية.

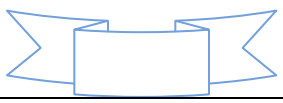
3- اللحاء: كما في ساق فلقتين مسن.

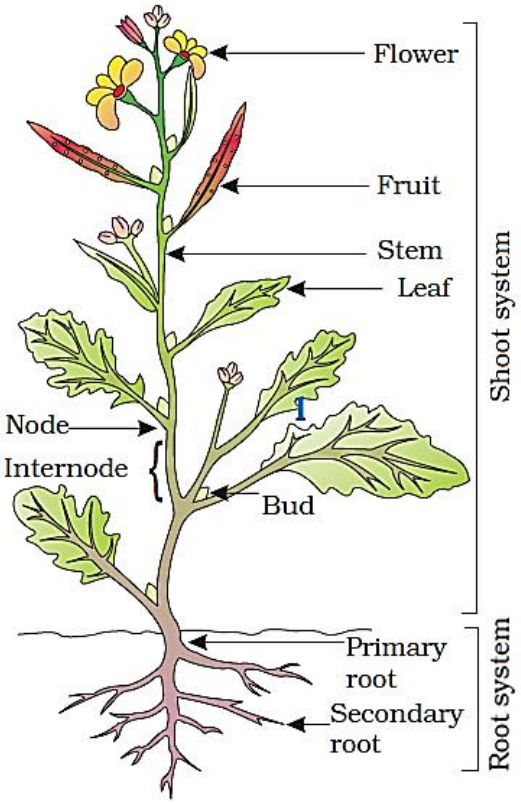
4- الكمبيوم: كما في ساق فلقتين مسن.

5- الخشب:

أ- الخشب الابتدائي: يوجد في مركز القطاع وعلي امتداد الاشعة النخاعية الابتدائية.

ب- الخشب الثانوي: كما في ساق فلقتين مسن.





مورفولوجيا النبات العملى

إعداد

اعضاء هيئة التدريس بقسم النبات والميكروبيولوجي

SEEDS AND SEED GERMINATION

DICOTYLEDONOUS SEEDS

1- *Vicia faba* (Broad Bean)

Examine the dry seed and sketch its outline from the side and front views. Label the hilum and the microphyle. Examine also the different stages of germination. In an old seedling, note the development of 2 small primary leaves or prophylls and later the first compound leaves typical of ***Vicia faba***. note the enlarged epicotyl which is the part between the point of attachment to the cotyledons and the propyls. the hypocotyl on the other hand remains small and thus the cotyledons remains below the soil surface. this type of germination is called **hypogeal** germination.

البذور والإنبات

بذور النباتات ذوات الفلقتين

(1) الفول:

1- افحص بذرة الفول الجافة ولاحظ القصرة والسرة ولاحظ أن البذرة لا إندوسبرمية.

2- بتوفر الظروف المناسبة للإنبات تنفتح البذرة ويمكن رؤية النقير وجيب الجذير والفلقتان والجنين.

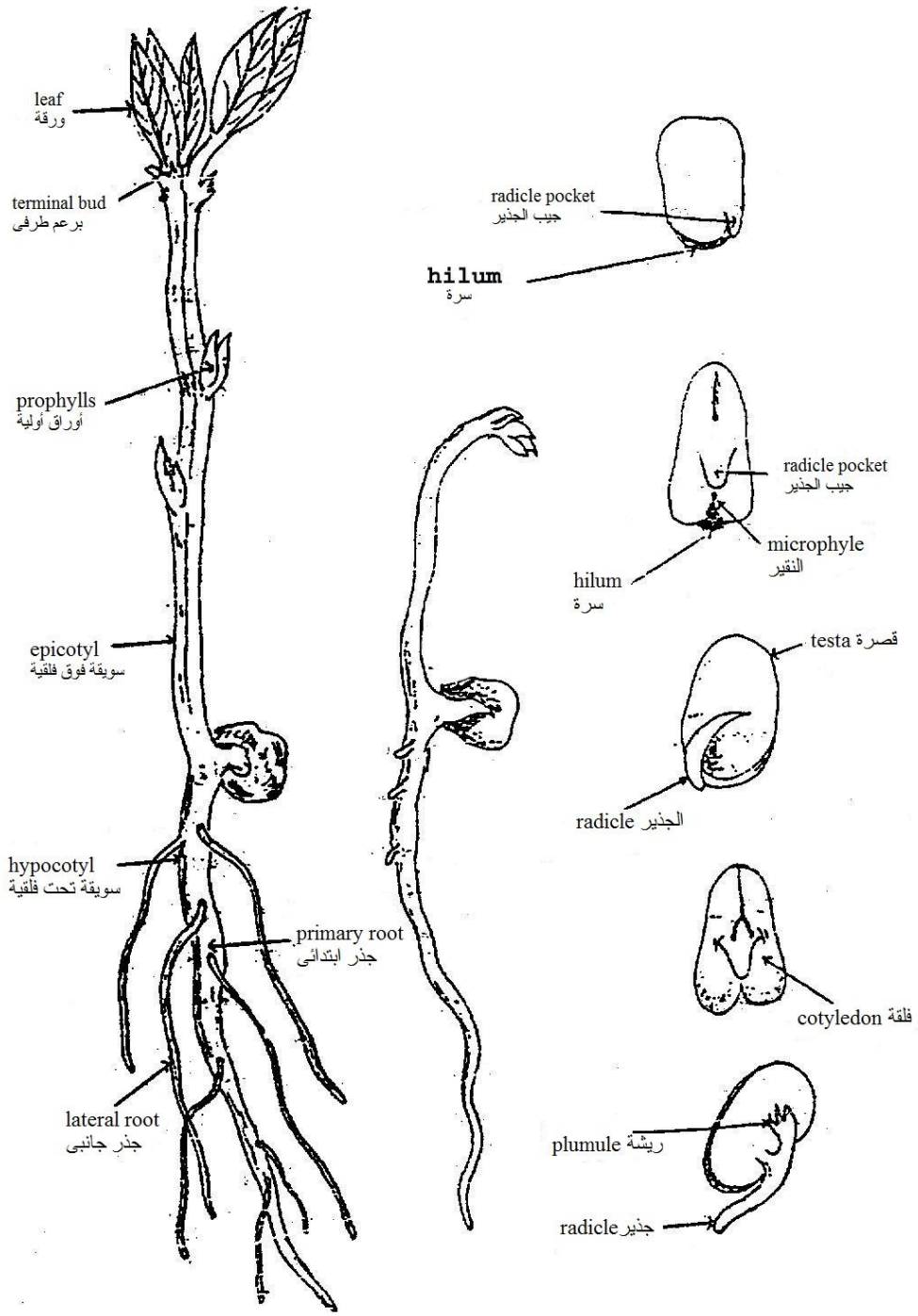
3- يزداد انتفاخ الجنين وينمو الجذير ويمزق القصرة من جهة جيب الجذير ويظهر الجذير متجهاً فى نموه إلى اسفل وتنمو الريشة فى نفس الوقت بطيئاً إلى أعلى.

4- يتم تمزق القصرة ثم تنمو الريشة إلى أعلى سطح التربة وتكون منحنية إلى أسفل لمقاومة الإحتكاك بحبيبات التربة.

5- افحص البادرة الكاملة ولاحظ نمو الجذيرلتكوين مجموع جذرى مكون من جذر ابتدائى يتفرع منه جذور ثانوية وأن الريشة نمت لتكون مجموع خضرى مكون من ساق وأوراق.

6- لاحظ إختلاف شكل الورقتين الأوليتين عن باقى الأوراق وأيضاً نلاحظ أن السويقة التحت فلقية صغيرة عن السويقة الفوق فلقية وان الفلقات تنكمش وتظل تحت سطح التربة خلال فترة الإنبات لذا يطلق على هذا النوع من الإنبات **إنبات أرضى**.

Seed germination of *Vicia faba*. خطوات إنبات بذرة الفول



2- *Lupinus termis* (Lupin).

Examine lupinus seed and note the hilum, the microphyle and position of the radicle. Remove the testa and make a drawing of the embryo. Within the embryo there are the two cotyledons, plumule and radicle. The seed is exendospermic. Examine the seedling and note the long hypocotyl carrying the fleshy cotyledonary leaves. Note that the hypocotyl is longer than the epicotyl. This type of germination is called **epigeal germination**.

(2) الترمس:

1- البذرة الجافة تميل إلى الإستدارة وهى لا إندوسبرمية.

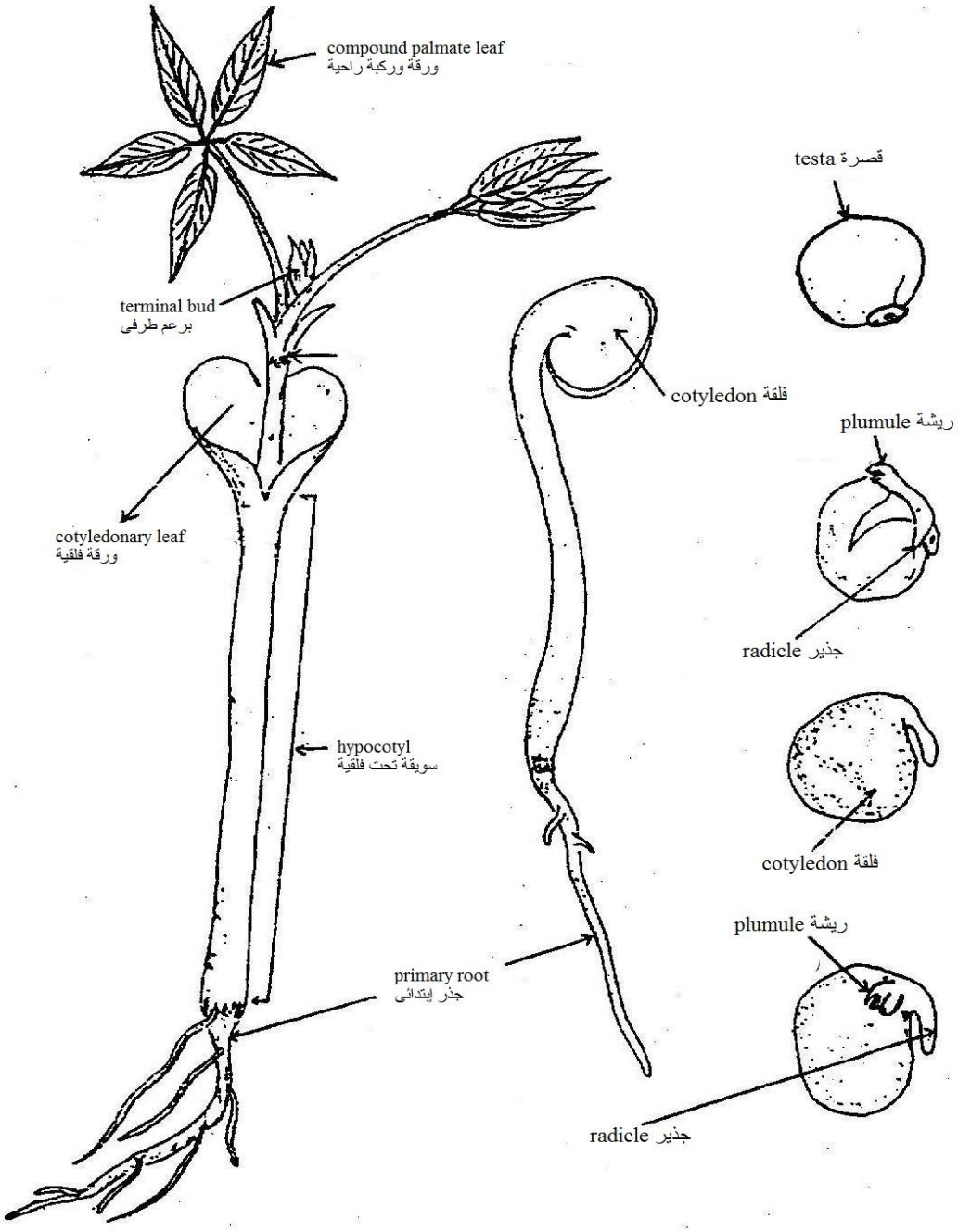
2- البذرة المبتلة والجنين داخلها تشبه بذرة الفول المبتلة.

3- ينمو الجذير إلى أسفل وتنمو الريشة إلى أعلى حاملة معها الفلقات ويكون ذلك مصحوباً بتمزق القصرة.

4- تظهر الفلقات فوق سطح التربة وتخضران لتكونا الورقتان الفلقيتان.

5- افحص البادرة الكاملة ولاحظ الفرق بين الورقتان الفلقيتان واوراق النبات الحقيقية. كما يلاحظ أن السويقة التحت فلقية أطول من السويقة الفوق فلقية ولذا يسمى هذا الإنبات **إنبات هوائى**.

Seed germination of *Lupinus termis* . خطوات إنبات بذرة الترمس



3- *Ricinus communis* (Castor Bean)

Sketch the seed from the outside and note that the microphyle is covered by a spongy structure called caruncle. Crack the shell and cut transverse and longitudinal section to show the relation of the different parts. Note the embryo which consists of two membranous cotyledons, a radicle and a plumule. Note that the embryo is surrounded by the endosperm. The seed of *Ricinus* is called **endospermic**, while the seed of *Vicia* and *Lupinus* in which the reserve food is stored in the embryo itself is called **exendospermic**. Note that in the seedling stage, the hypocotyl is long and the two expanded cotyledons form the first green leaves of the plant. So the type of germination here is **epigeal germination**.

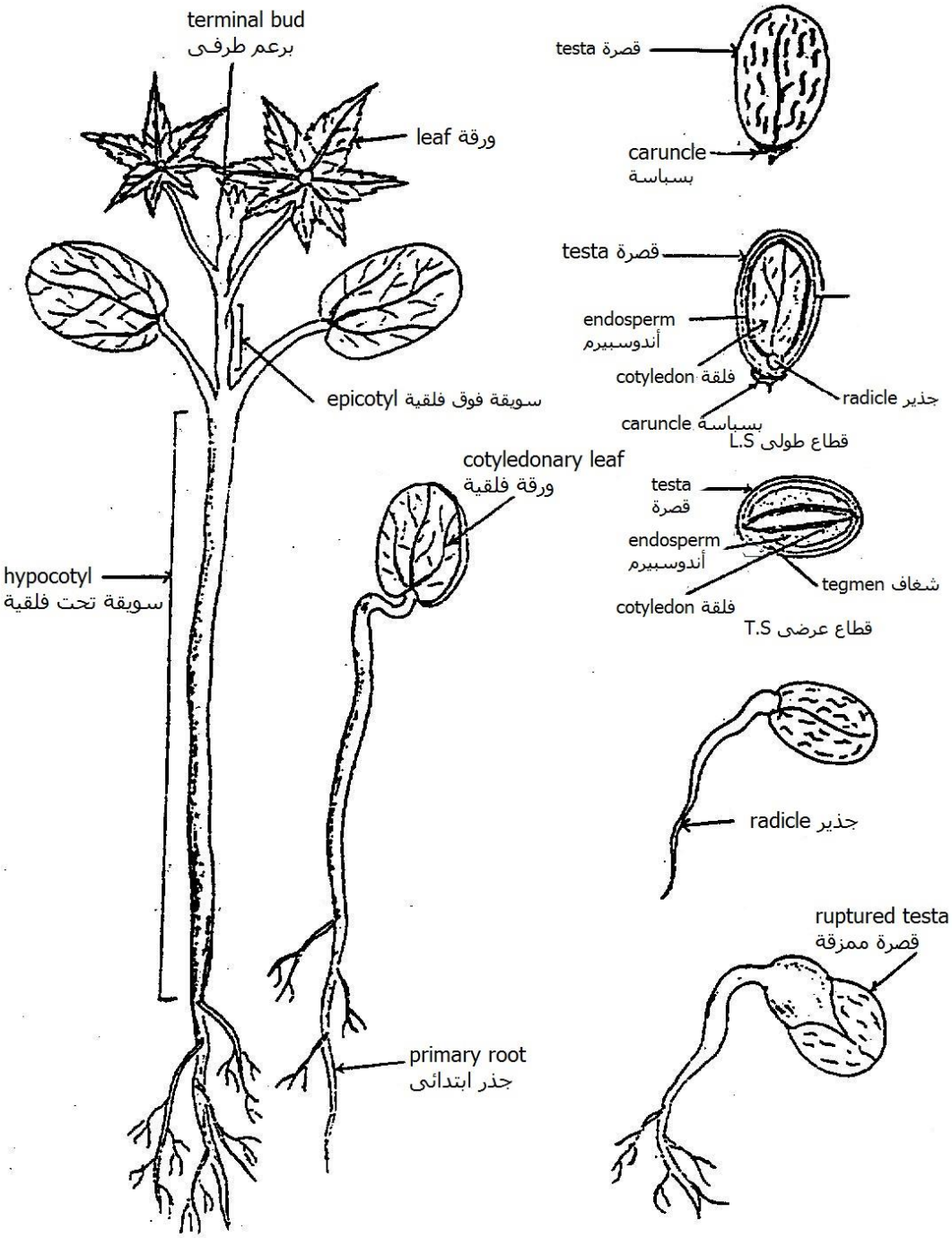
(3) الخروع:

1- افحص البذرة الجافة ولاحظ القصرة المزركشة وكذلك الكتلة لبيشاء الطرفية والتى تسمى البسباسة.

2- خذ قطاعاً طولياً وعرضياً فى البذرة ولاحظ وجود الطبقات التالية: القصرة- الشغاف- الإندوسبرم- الجنين. نلاحظ هنا أن البذرة اندوسبرمية.

3- تتمزق القصرة وينمو الجذير إلى أسفل وتستطيل السويقة التحت فلقية إلى أعلى حاملة معها الفلقتان أعلى سطح التربة، حيث تخضران لتكونا الورقتان الفلقيتان. كما تنمو الريشة إلى أعلى مكونة المجموع الخضرى. الإنبات هنا من النوع الهوائى.

خطوات إنبات بذرة الخروع . Seed germination of *Ricinus communis*



MONOCOTYLEDONOUS SEEDS

1- *Zea mays* (Maize)

Note that one end of the grain is more or less tapering and leads to the former point of attachment to the cob, while the other end is broad and slightly rounded. Note also the oval depression on one of the flat faces. This marks the position of embryos. Above this, note the presence of sear-like projection marking the former stylar attachment.

Take a soaked grain of the same, split it into two halves along the axis of the embryo using a scalpel or safety razor. This cut will show the parts of the embryo and their relation to the endosperm. Make a sketch to show the plumule, plumule sheath, radicle, radicle sheath, the single cotyledon (Scutellum) and the white and yellow endosperm. In a young seedling note the appearance of the plumule sheath and radicle sheath enclosing the plumule and radicle respectively. The plumule and the radicle soon pierce through their sheaths and develop into the young shoot and young root. In an older seedling note the development of adventitious roots which come out from the base of stem.

بذورالنباتات ذوات الفلقة الواحدة

(1) الذرة الشامية:

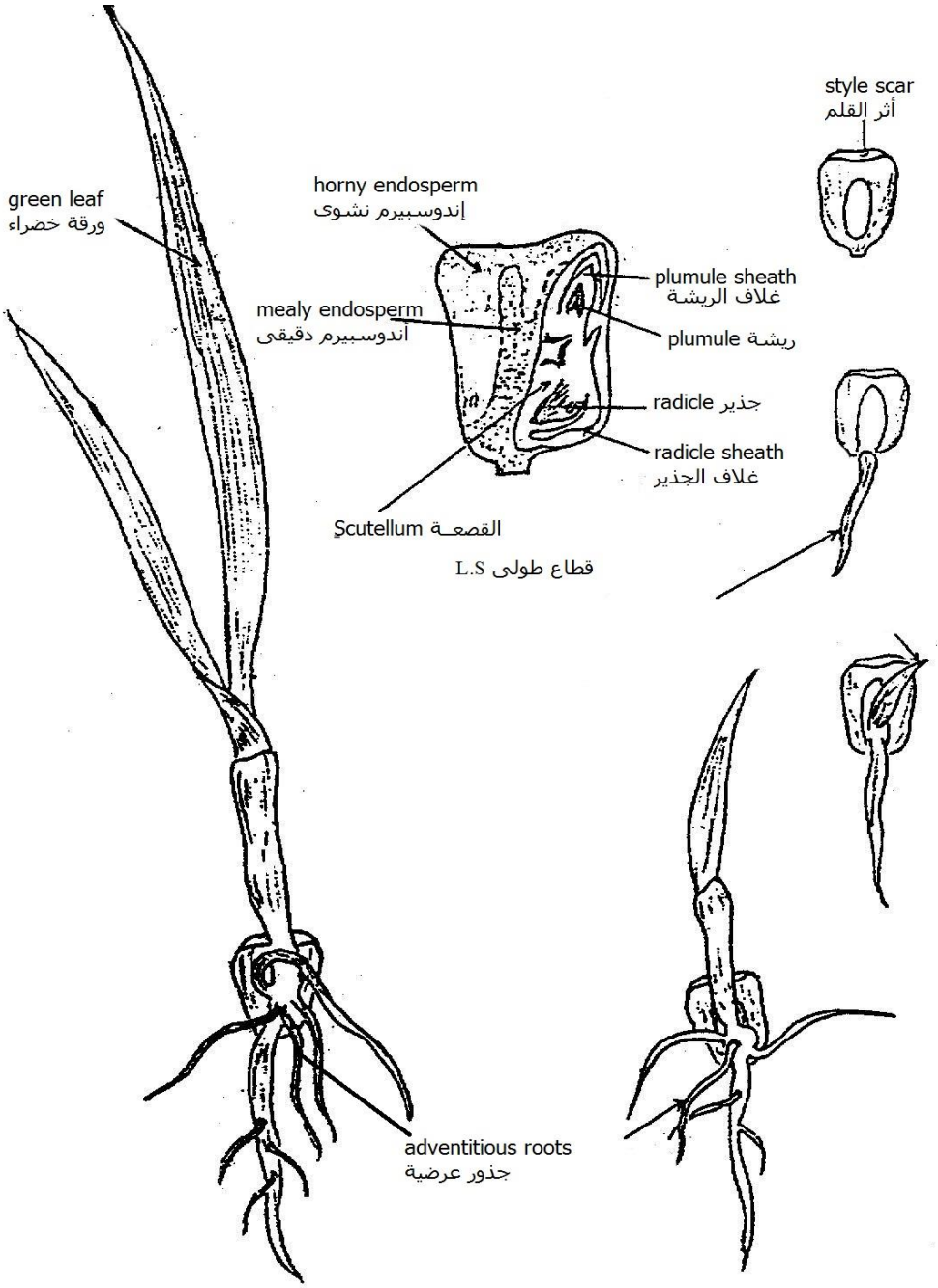
1- حبة الذرة ليست بذرة ولكنها ثمرة يلاحظ لى أحد سطحيها انخفاض بيضى الشكل يحدد موضع الجنين كما يوجد فى القمة العريضة نتؤ يمثل بقايا القلم.

2- خذ قطاع طولى فى الحبة ولاحظ وجود الآتى: إندوسبيرم قرنى- إندوسبيرم دقيقى- جيب الجذير- الجذير- جيب الريشة- الريشة- القصعة.

3- أثناء الإنبات ينمو الجذير إلى أسفل مخرقاً غمده ثم تظهر الجذور الجنينية كما تنمو الريشة إلى أعلى داخل غمدها حتى فوق سطح التربة حيث تخترق الغمد وتظهر الورقة الخضرية الأولى.

4- افحص البادرة الكاملة ولاحظ ظهور الجذور العرضية وكذلك الأوراق الشريطية.

Grain germination of *Zea mays* . خطوات إنبات حبة الذرة



ROOT SYSTEM

Roots classified into:

I- Primary or tap root: Originate from the radicle and classified in to:

1- Normal tap roots: (e.g: cotton root).

2- Storage tap root:

a- Conical root: (e.g: carrot root).

b- Fusiform root: (e.g: radish root).

c- Napiform root: (e.g: turnip root).

II- Adventitious roots: Originate from some other organ than the radicle. It classified into:

a- Fibrous roots: (e.g: onion).

b- Prop roots: (e.g: maize).

c- Storage roots (tuberous): (e.g: sweet potato).

d- Climbing roots (tendrils): (e.g: *Cereus*).

e- Aerial roots (Pillar): (e.g: *Ficus beneghalensis*).

f- Respiratory roots: (e.g: *Avicennia* sp).

g- Haustoria of parasites: (e.g: *Orobanche* and *Cuscuta*).

المجموع الجذرى

تنقسم الجذور إلى:

أولاً: **جذر أولى أو وتدى:** ينشأمن الجذير وينقسم إلى

1- جذر وتدى عادى: جذر القطن.

2- جذر وتدى متشحم:

أ- مخروطى: جذر الجذر.

ب- مغزلى: جذر الفجل.

ج- لفتى (كروى): جذر اللفت.

ثانياً: جذور عرضية: تنشأ من اى عضو عدا الجذير

أ- جذور ليفية: جذور البصل.

ب- جذور مساعدة: جذور الذرة.

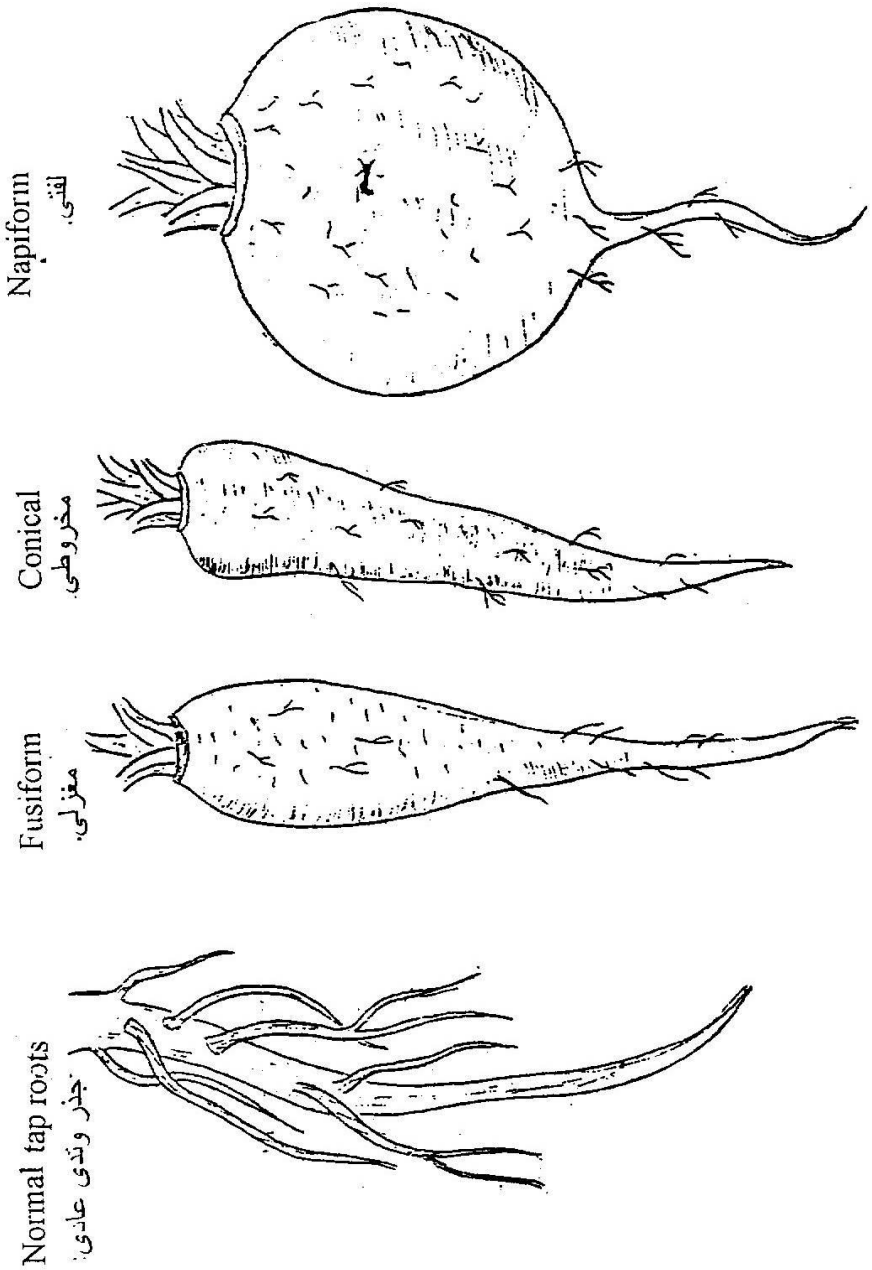
ج- جذور تخزينية (درنية): جذور البطاطا.

د- جذور متسلقة: جذور الشمع.

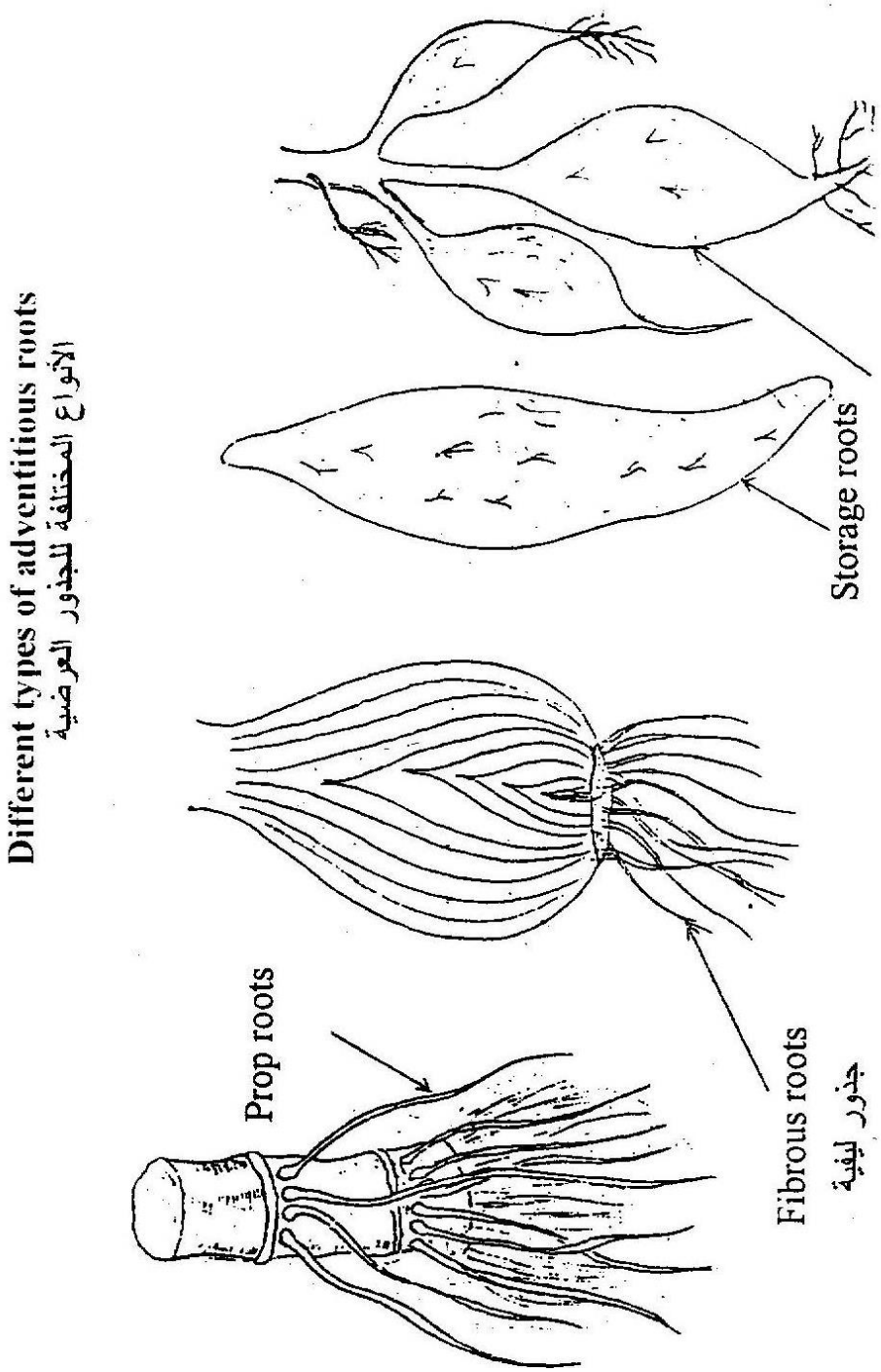
هـ- جذور هوائية (دعامية): جذور التين البنغالى.

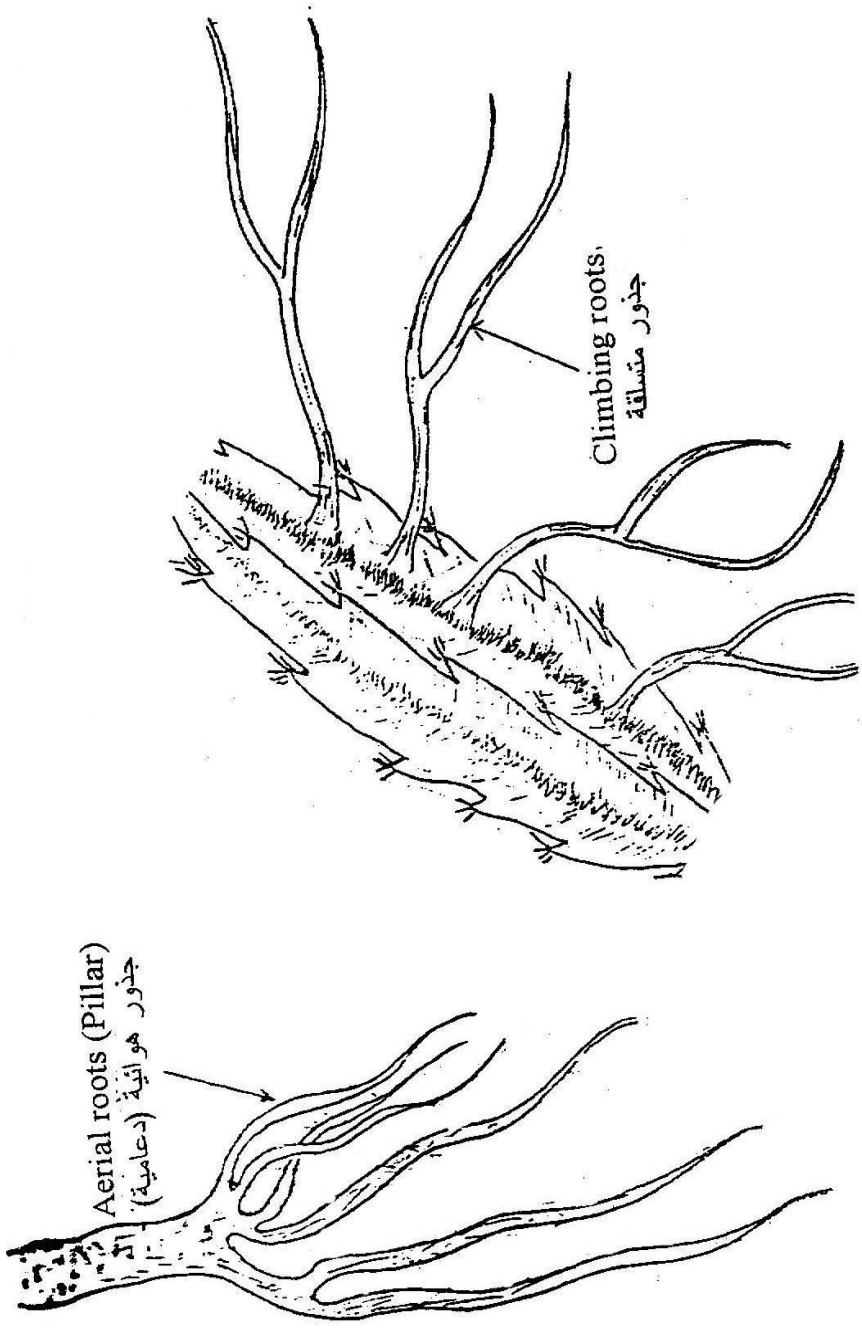
و- جذور تنفسية: جذور ابن سينا (المنجروف).

ز- جذور ممصات (طفيلية): جذور الهالوك والحامول.



Different types of tap roots
الأنواع المختلفة للجذور الوتدية


Different types of adventitious roots
الأنواع المختلفة للجذور العرضية
Storage roots
Fibrous roots
جذور ليفية
Prop roots



Different types of adventitious roots
الأنواع المختلفة للجذور العرضية

Different types of adventitious roots
الأنواع المختلفة للجذور العرضية

SHOOT SYSTEM

The Stem

The buds:

1- **Classification according to their position on the stem:**
   a- Terminal bud: found at the tip of stem (e.g: *Duranta*).
   b- Lateral (axillary) buds: found on the sides of stem in the axils of leaves. Note also the accessory buds.

2- **Classification according to their nature:**
   a- Leafy buds (summer buds) or naked buds: (e.g: Cabbage) composed of main axis from which arises folded bud leaves.
   b- Scaly buds (winter buds) or covered buds: (e.g: *Morus* or *Populus*) the bud is enclosed in scale leaves.

المجموع الخضرى

(الســاق)

البراعم:

1- تنقسم البراعم تبعاً لموضعها على الساق إلى:

أ- برعم طرفى: يوجد فى قمة الساق كما فى الدورنتا.

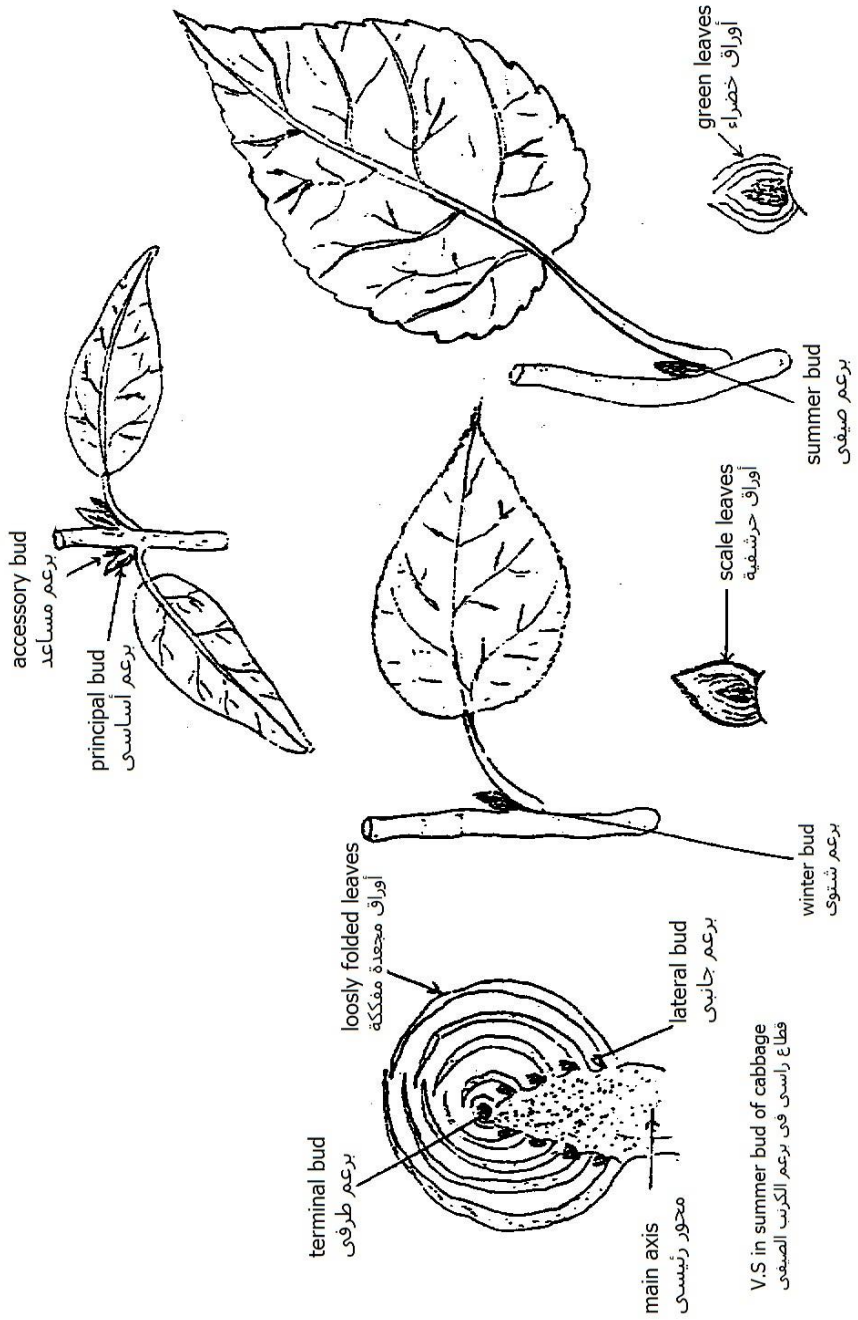
ب- برعم جانبى (إبطى): يوجد فى إبط الأوراق كما فى الدورنتا كما يوجد أحياناً بالإضافة إليه برعم مساعد.

2- كما تنقسم البراعم تبعاً لتركيبها إلى:

أ- براعم ورقية (صيفية أو عارية): تتكون من اوراق برعمية خضراء مفككه كما فى الكرنب والدورنتا.

ب- براعم حرشفية (شتوية او مغطاه): تتكون من أوراق خضراء تغلفها بأوراق حرشفية جافة كما فى التوت والحور.

البراعم The buds



Branching of the stem:

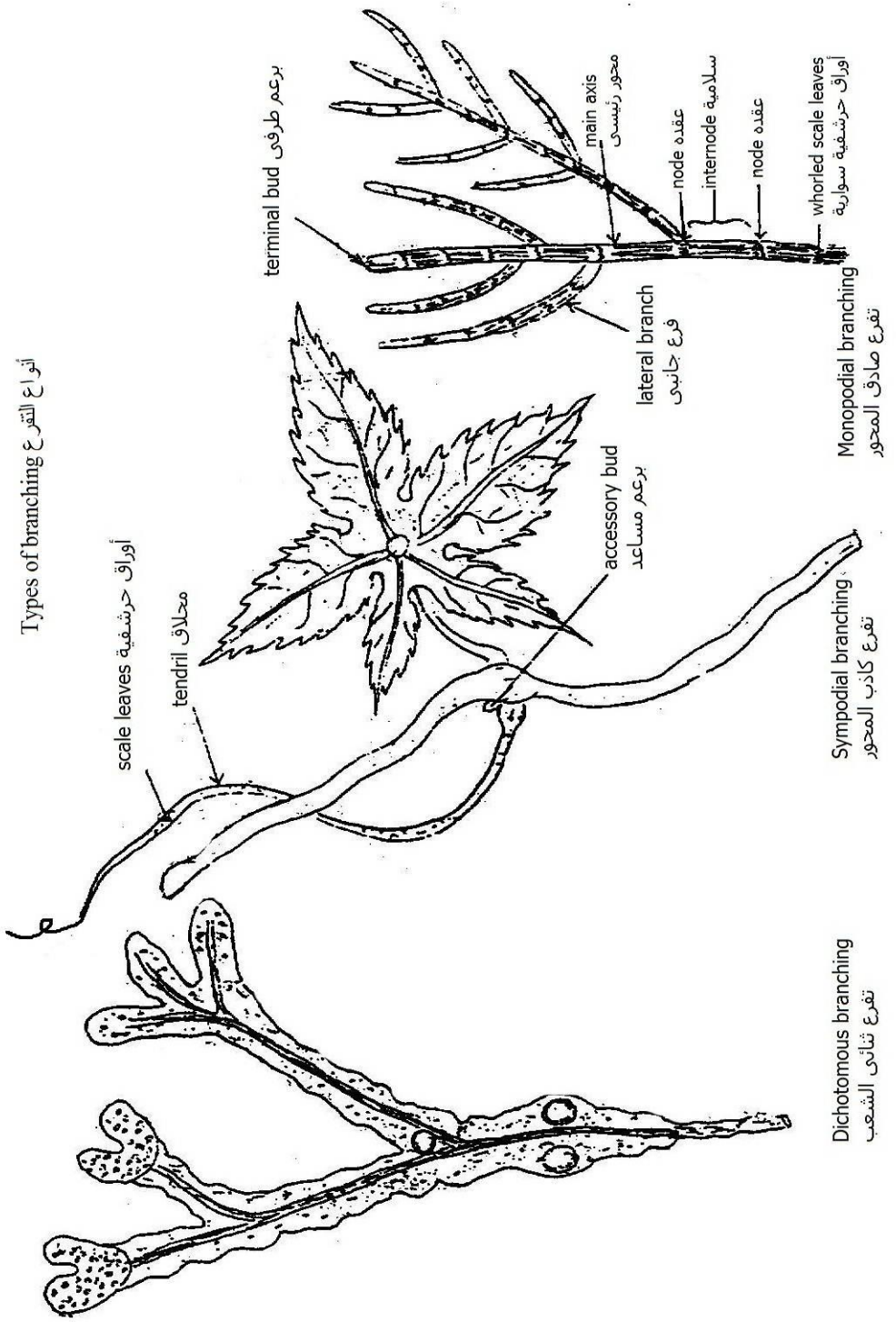
1- **Monopodial branching:** (e.g: *Casuarina*) the axis of the plant is given by the same terminal bud, leaves very small, whorled and united at the base, on short green branches.

2- **Sympodial branching:** (e.g: *Vitis*) the axis of plant consists of many segments which differ in origin. The terminal bud is transformed into tendril and the axillary bud completed the growth to form one or more segments or internodes of stem.

تفرع الساق:

1- **تفرع صادق المحور:** كما فى الكازورينا حيث يلاحظ أن البرعم الطرفى يظل مستمراً فى نموه والأفرع الجانبية تخرج من البراعم الأبطية والأوراق صغيرة وسوارية.

2- **تفرع كاذب المحور:** كما فى العنب حيث يتوقف البرعم الطرفى عن النمو لتحوره إلى محلاق أو تكوينه زهرة ويواصل النبات نموه بواسطة أحد البراعن الإبطية.


Types of branching أنواع التفرع
terminal bud برعم طرفى
main axis محور رئيسى
node عقده
internode سلامية
node عقده
whorled scale leaves أوراق حرشفية سوارية
lateral branch فرع جانبى
accessory bud برعم مساعد
Monopodial branching تفرع صادق المحور
scale leaves أوراق حرشفية
tendril محلاق
Sympodial branching تفرع كاذب المحور
Dichotomous branching تفرع ثنائى الشعب

Forms of aerial stems:

1- **Erect stem:** e.g. *Duranta*.
2- **Climbing stem**
   - **a- By tendrils:** e.g. *Vitis*.
   - **b- By twining:** e.g. *Convolvulus*.
   - **c- By petiols:** e.g. *Tropaeolum*.
3- **Weak stems**
   - **a- Prostrate stem:** The stem creeps on the ground, but the roots do not arise at the nodes, e.g. watermelon.
   - **b- Creepers –** The stem creeps on earth and the roots arise at the nodes, e.g.: Strawberry.

أشكال السيقان الهوائية:

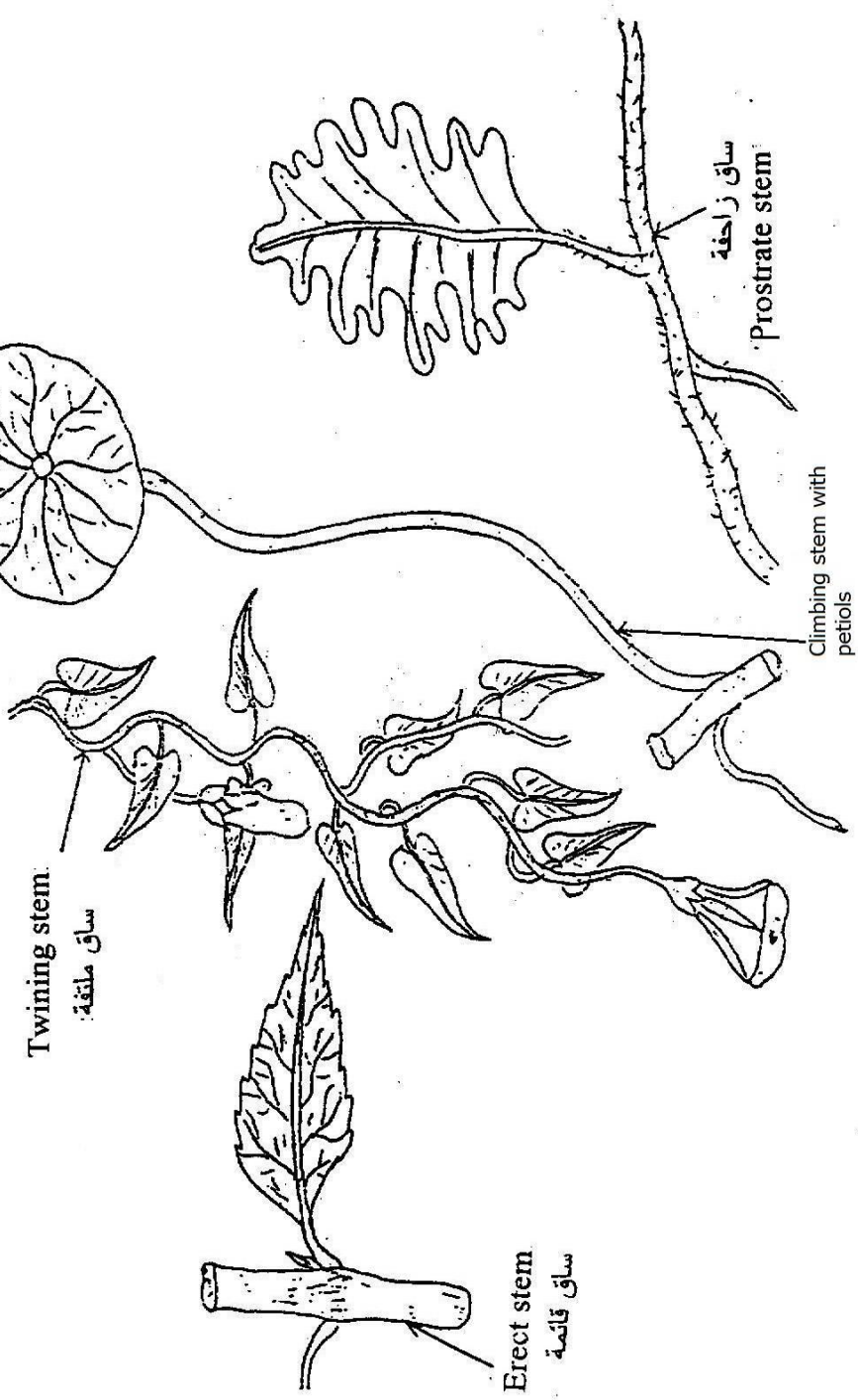
1- ساق قائمة: الدورنتا

2- **ساق متسلقة :** ويكون ذلك بإستخدام

أ- المحلايق: العنب. **ب- الإلتفاف:** العليق **ج- أعناق الأوراق:** ابوخنجر.

3- سيقان ضعيفة: ومنها

أ- ساق زاحفة: البطيخ. **ب- ساق جارية**: الفراولة.



Forms of aerila stems أشكال السيقان الهوائية

Modified stems:

The stem may be modified to serve the following functions:

1- **Assimilation**:

   a- ***Ruscus***: Here the shoots generally develop a reduced leaves, while the branch becomes flat and performs the functions of leaves (leafy stem).

   b- ***Opuntia***: The metamorphosed shoot is large, flattened and green. It is fleshy owing to storage of water (**Succulent stem)**. It bears small fleshy leaves which drop often very early. Spines occur in leaf axis.

2- **Reduction of transpiring surface:** (e.g: *Alhagi*). The branches take the form of spines.

3- **Climbing:** (e.g: *Vitis*). Here the bud instead of giving a branch, gives a tendril.

4- **Perennation, food storage and vegetative reproduction:**
   In this case the metamorphosed stems are subterranean and bear scale leaves. The reserve food material is stored in the underground stems or in the leaves.

   a- Rhizome: underground stem, horizontally divided into nodes and internodes, and covered by scale leaves. Note the adventitious roots, axillary buds, terminal bud and the aerial shoots. (e.g: Rhizome of *Canna* and *Cynodon*).

b- Tuber: (e.g: *Solanum tuberosum*). Fleshy tips of underground stems, small leaves and buds occur in surface pits (eyes). Note the terminal bud at one end and the position of attachment to the stalk at the other end.

c- Corm: (e.g: *Colcasia anticorm*). Subterranean swollen stem, vertically divided into nodes and internodes. Note that the internodes are encircled by scaly leaves arising at the nodes and axillary buds. Make a median longitudinal cut in the corm and sketch the cut surface. Note the corm of the present year (main bulk), with a remainant of the corm of the last year at its base. Corm of the next year will arise from any of the lateral bude.

d- Bulb: (e.g: Onion). Shortened shoot with a flattened discoid stem and fleshy leaf bases in which the reserve food material is stored. The terminal bud will give a flowering shoot. An axillary bud will give the bulb of the next year. Note also the dry brown scales and the adventitious roots.

5- Dwarf stem: e.g: *Pinus*.

6- Discoid stem: e.g: Carrot and radish.

تحورات السيقان:

تتحور السيقان لأداء الوظائف التالية:

1- التمثيل (البناء الضوئى):

أ- **السفندر:** الساق لها شكل ورقى وما يدل على أنها ساق أنها تخرج من إبط ورقة حرشفية وتحمل أوراق حرشفية فى آباطها براعم زهرية.

ب- **التين الشوكى:** ساق مفلطحة لها أوراق خضراء تتساقط مبكراً وفى آباطها إنتفاخات عليها أشواك عديدة (وهى **ساق عصيرية**).

2- تقليل معدل السطح الناتح: وفيه تتحور السيقان الجانبية إلى أشواك.

3- التسلق: كما فى العنب حيث تتحور البراعم ألى محاليق للتسلق.

4- التعمير والتخزين والتكاثر الخضرى: وفيها تكون الساق تحت أرضية

أ- **الريزوم:** ساق تحت أرضية يوجد عليها عقد يخرج منها جذور عرضية وأوراق حرشفية فى آباطها براعم وللريزوم برعم طرفى وآخر إبطى (الكانا- النجيل).

ب- **الدرنة: (البطاطس)**. ساق أرضية يلاحظ عليها العيون الغائرة التى بداخلها عدة براعم وتوجد العين فى غبط ورقة حرشفية تسقط مبكراً.

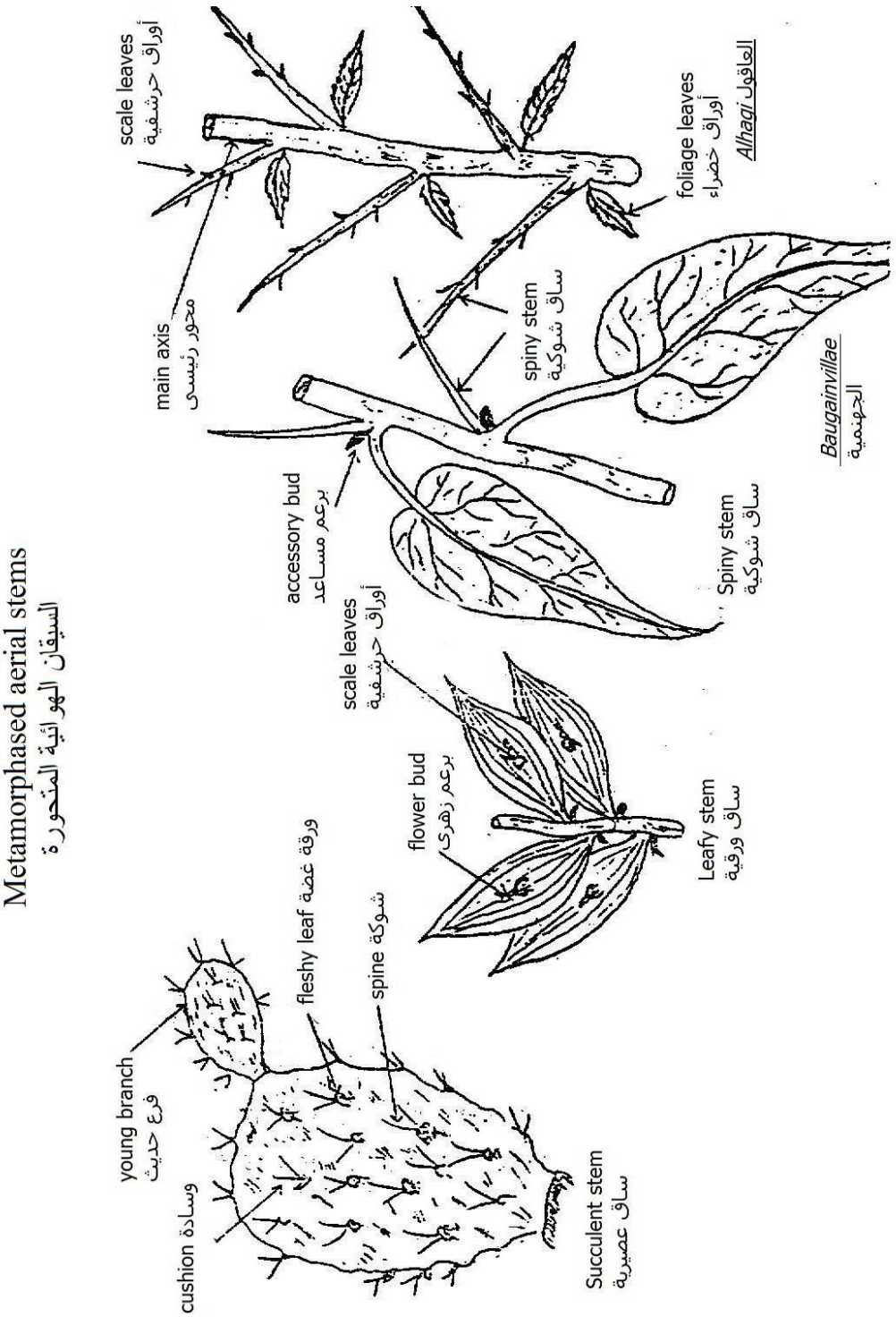
ج- **الكورمة: (القلقاس)**. ساق أرضية متضخمة تنمو عمودياً اسفل سطح التربة. لاحظ لعقد والسلاميات والأوراق الجرشفية التى فى آباطها براعم. كما يلاحظ البرعم الطرفى والجذور العرضية وبقايا كورمة السنة الماضية وكورمة السنة القادمة.

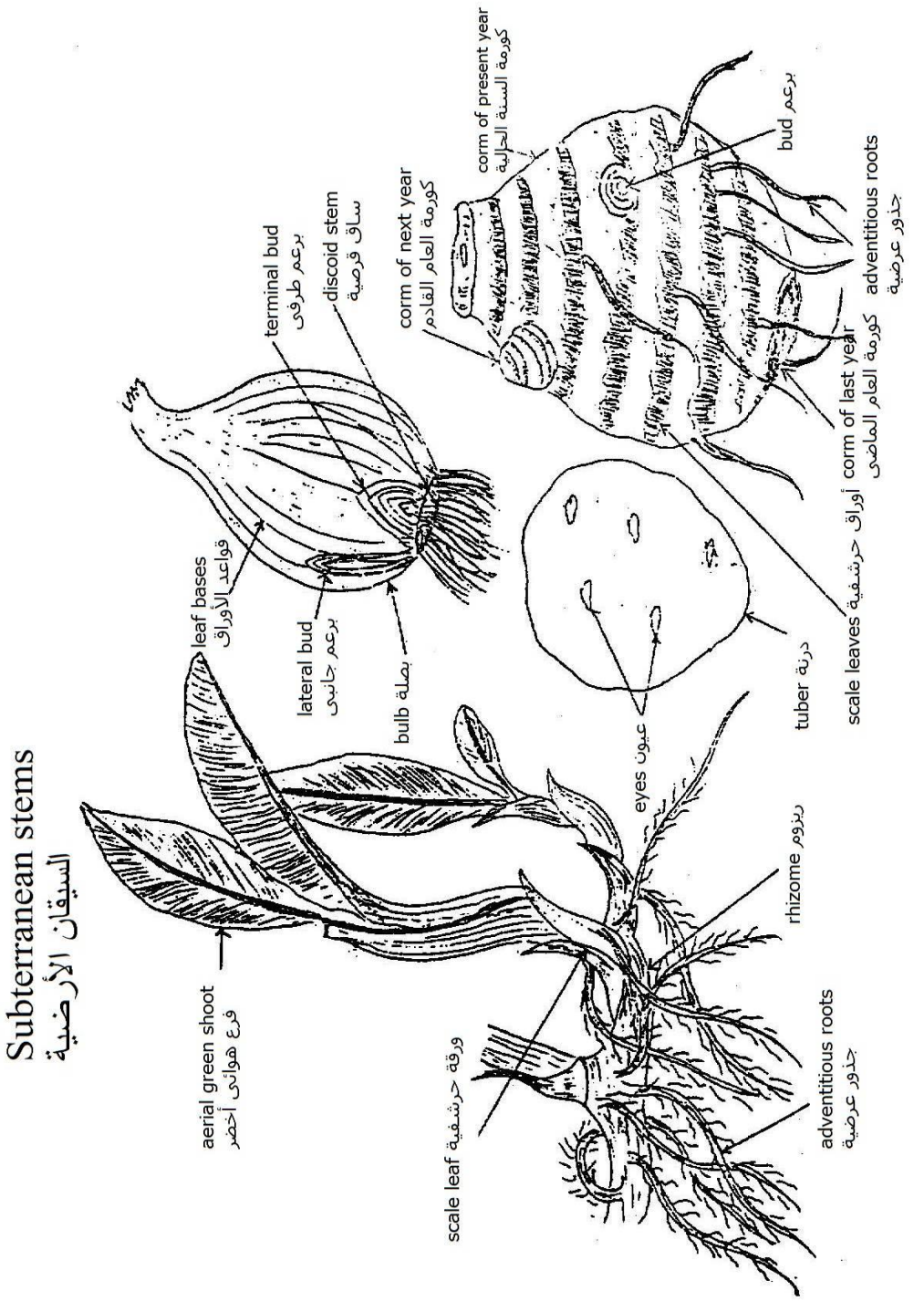
د- **البصلة: (البصل)** ساق أرضية قصيرة منبسطة قرصية الشكل تحمل أوراق حرشفية تغطى قواعد الأوراق المتشحمة. كما يلاحظ البرعم الطرفى والبراعم الإبطية والجذور العرضية الليفية.

5- **ساق متقزمة:** الصنوبر.

6- **ساق قرصية:** الجزر والفجل.

Metamorphased aerial stems
السيقان الهوائية المتحورة




Subterranean stems
السيقان الأرضية
aerial green shoot
فرع هوائى أخضر
leaf bases
قواعد الأوراق
terminal bud
برعم طرفى
discoid stem
ساق قرصية
corm of next year
كورمة العام القادم
corm of present year
كورمة السنة الحالية
lateral bud
برعم جانبى
bulb بصلة
scale leaf ورقة حرشفية
rhizome ريزوم
eyes عيون
tuber درنة
scale leaves أوراق حرشفية
corm of last year
كورمة العام الماضى
bud برعم
adventitious roots
جذور عرضية
adventitious roots
جذور عرضية

Leaves and their modifications.

Leaf petiole:

a- Sessile: petiole absent: (e.g: *Linum*).

b- Petiolate:

1- Normal petiole: (e.g: *Eucalyptus*).

2- Elongate petiole: (e.g: *Colocasia*).

3- Climbing petiole: (e.g: *Tropaeolum*).

الأوراق وتحوراتها:

تنقسم الأوراق تبعاً لوجود العنق إلى:

أ- ورقة جالسة: لايوجد لها عنق كما فى الكتان.

ب- ورقة معنقة: وتنقسم إلى

1- عنق عادى: كما فى الكافور.

2- عنق طويل: كما فى القلقاس.

3- عنق متسلق: كما فى أبوخنجر.

Leaf base:

1- Exstipulate: e.g. *Eucalyptus*.

2- Stipulate: classified into the following:

a- Hairy stipules: e.g. *Corchorus*.

b- Ordinary stipules: e.g. *Rosa*.

c- Leafy stipules: e.g. *Lathyrus*.

d- Stipuleolate: e.g. *Phaseolus*.

e- Spiny stipules: e.g. *Acacia* and *Ziziphus*.

كما تنقسم الوراق تبعاً لقاعدتها إلى:

1- **ورقة غير مؤذنة:** كما فى اوراق الكافور.

2- **ورقة مؤذنة:** وتنقسم إلى

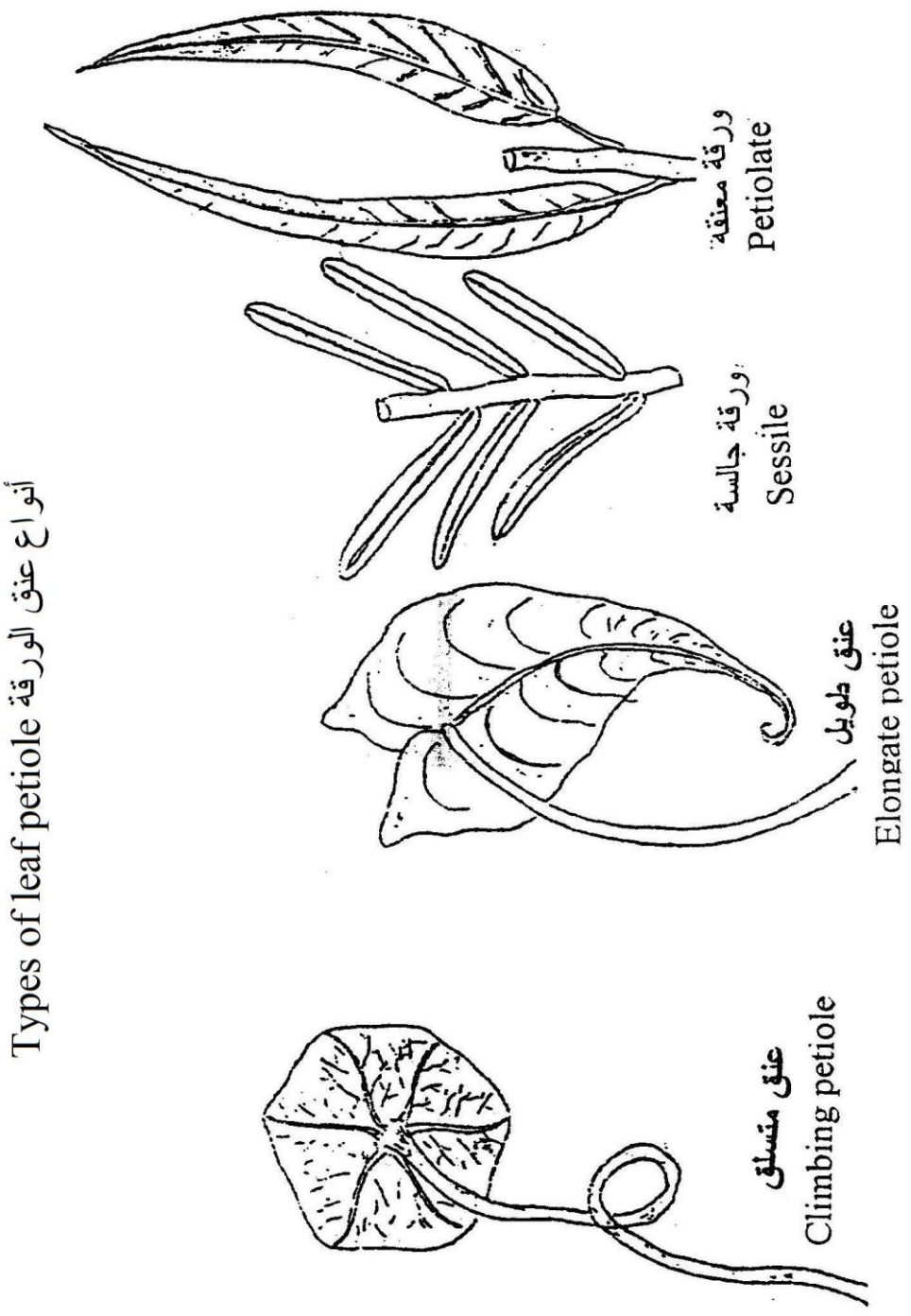
أ- **أذينات شعيرية:** كما فى الملوخية.

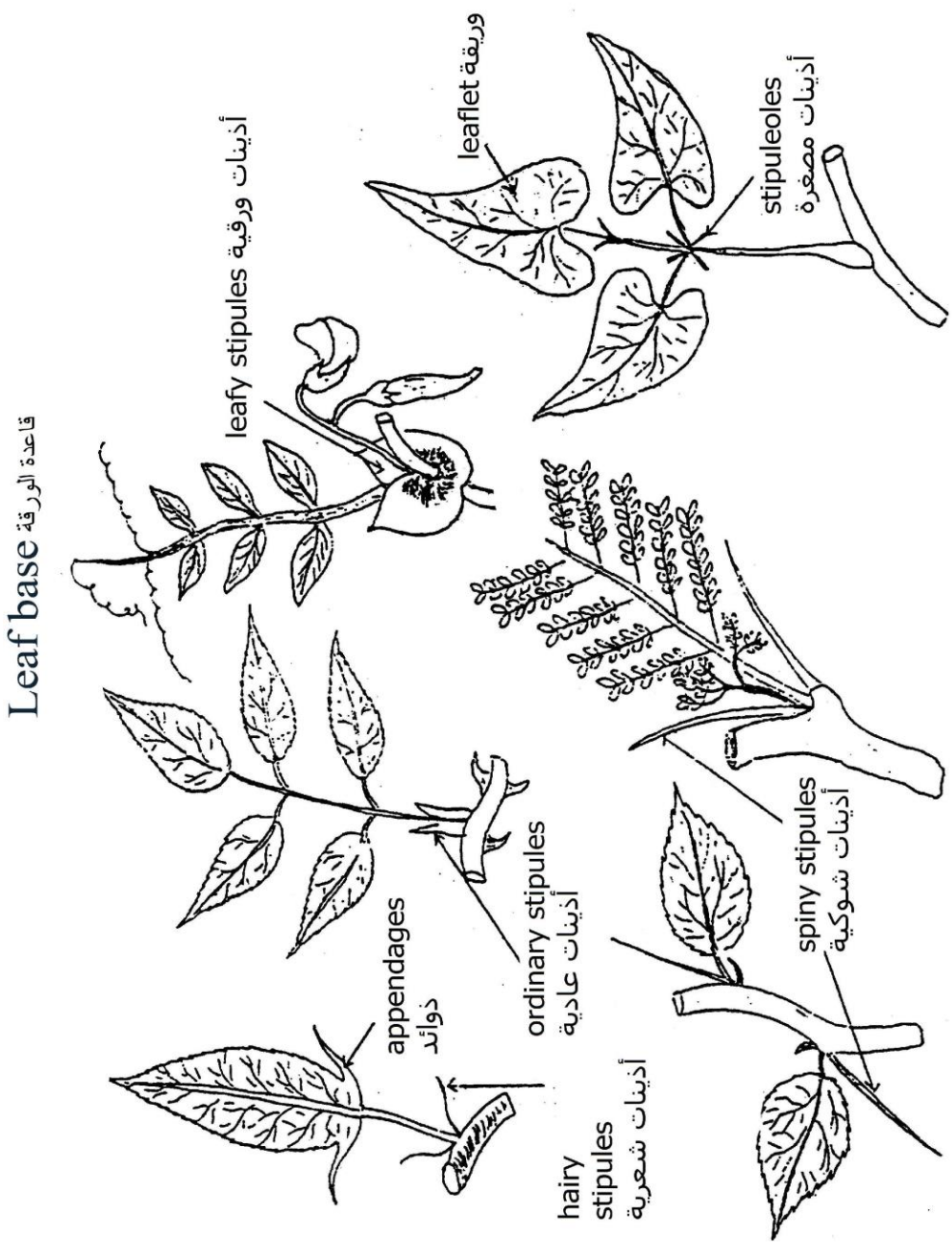
ب- **أذينات عادية:** كما فى الورد.

ج- **أذينات متورقة:** كما فى البسلة.

د- **أذينات مصغرة:** كما فى الفاصوليا.

هـ- **أذينات شوكية:** كما فى السنط والسدر.


أنواع عنق الورقة Types of leaf petiole
ورقة معنقة
Petiolate
ورقة جالسة
Sessile
عنق طويل
Elongate petiole
عنق متسلق
Climbing petiole


Leaf base قاعدة الورقة
leafy stipules أذينات ورقية
leaflet وريقة
stipuleoles أذينات مصغرة
appendages ذوائد
ordinary stipules أذينات عادية
hairy stipules أذينات شعرية
spiny stipules أذينات شوكية

Leaf venation:

1- **Reticulate:**

   a- Pinnate: e.g. *Ficus*.

   b- Palmate: e.g. *Ricinus*.

2- **Parallel:**

   a- Longitudinal: e.g. *Triticum* (wheat).

   b- Transverse: e.g. *Musa*.

التعرق فى الأوراق:

1- تعرق شبكى:

أ- شبكى ريشى: كما فى التين.

ب- شبكى راحى: كما فى الخروع.

2- تعرق متوازى:

أ- متوازى طولى: كما فى القمح.

ب- متوازى مستعرض: كما فى الموز.

Leaf arrangement:

1- **Alternate:** e.g. *Eucalyptus*.

2- **Opposite superposed:** e.g. *Duranta*.

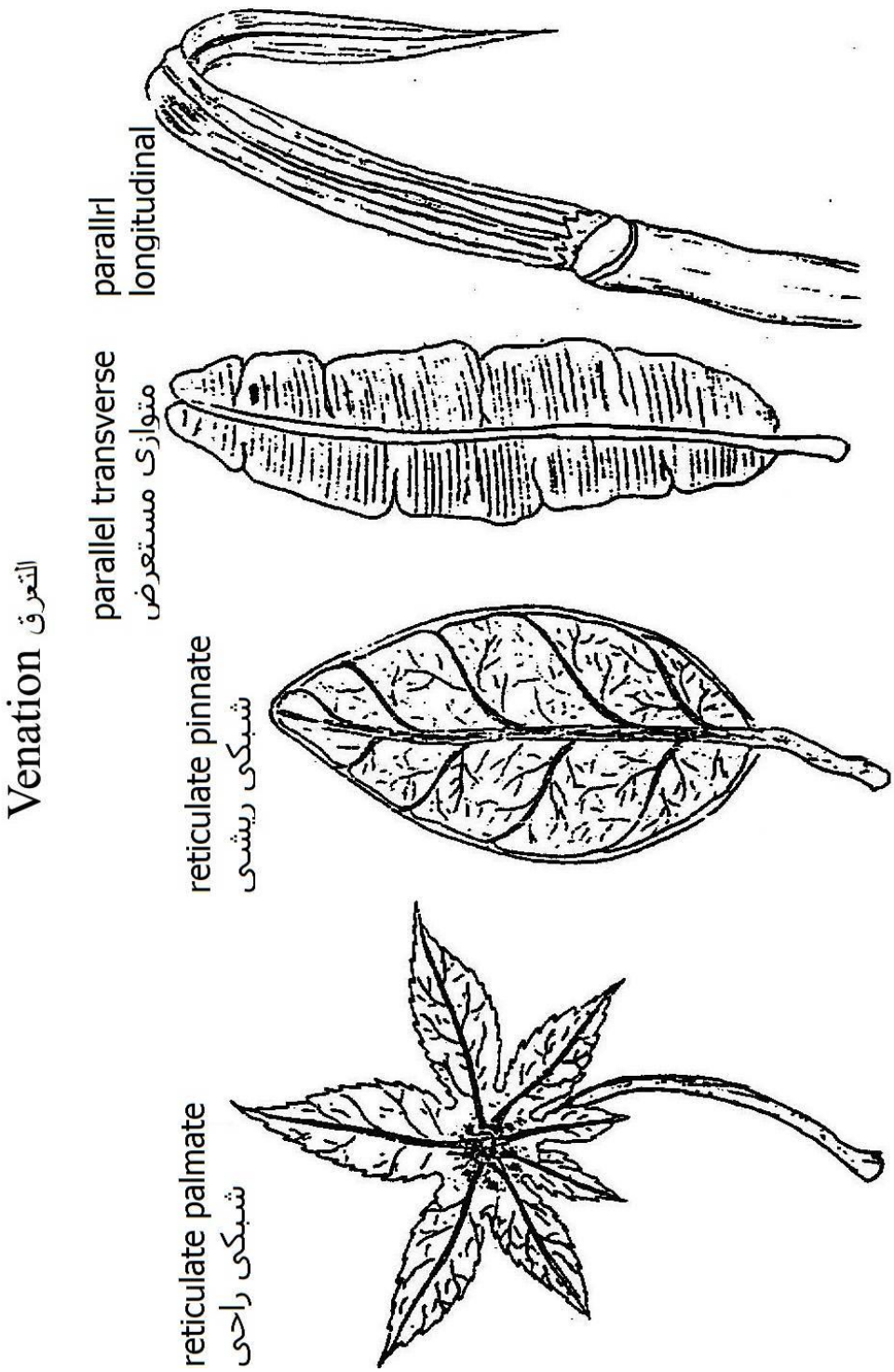
3- **Opposite decussate:** e.g. *Calotropis*.

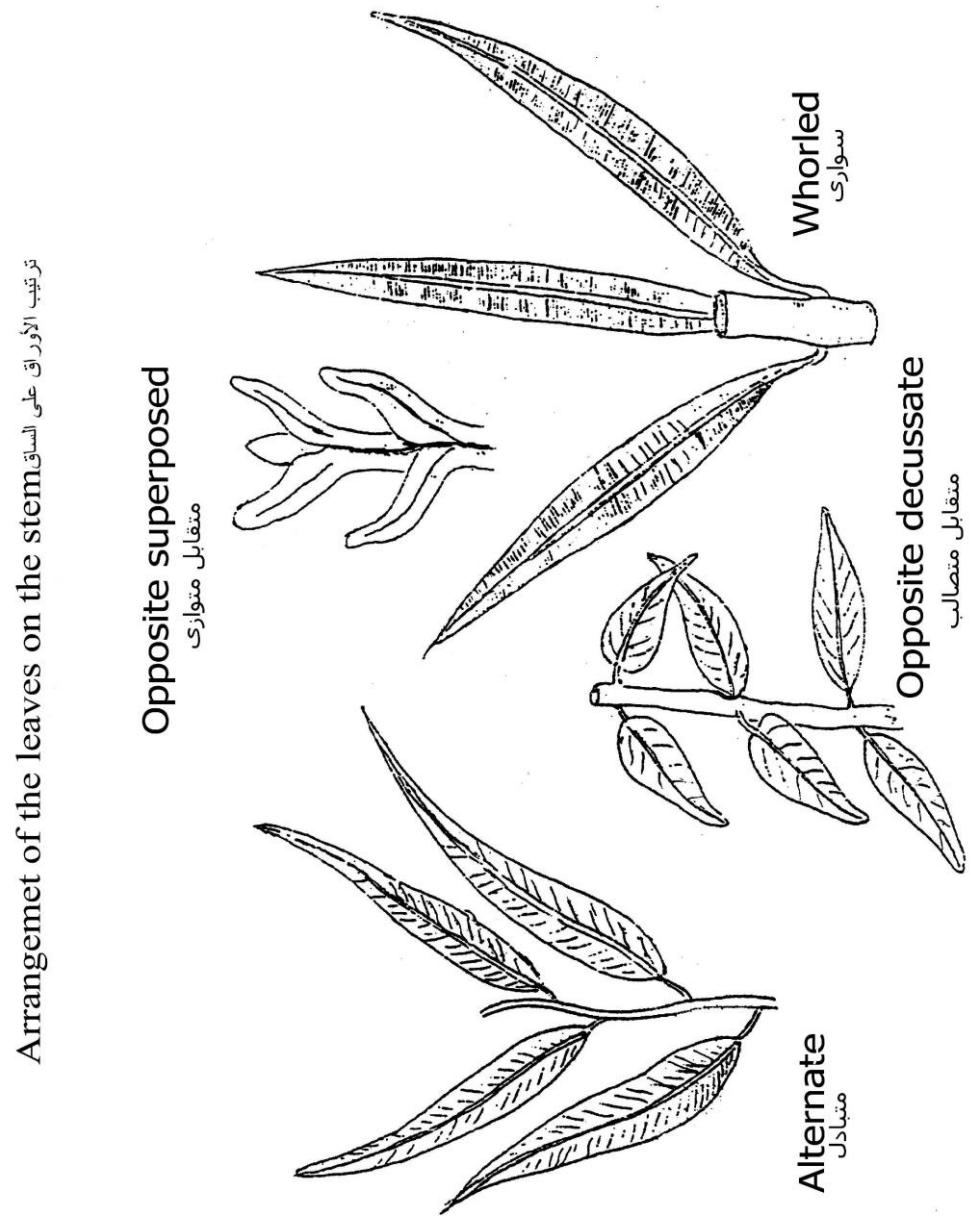
4- **Whorled or verticillate:** e.g. *Nerium*.

توزيع الأوراق على الساق:

1- متبادل: الكافور. **2- متقابل:** الدورنتا.

3- متقابل متصالب: أم العشار. **4- سوارى (محيطى):** الدفلة.


Venation التعرق
parallel transverse
متوازى مستعرض
parallrl
longitudinal
reticulate pinnate
شبكى ريشى
reticulate palmate
شبكى راحى


Arrangemet of the leaves on the stem ترتيب الأوراق على الساق
Opposite superposed
متقابل متوازى
Whorled
سوارى
Opposite decussate
متقابل متصالب
Alternate
متبادل

Leaf blade

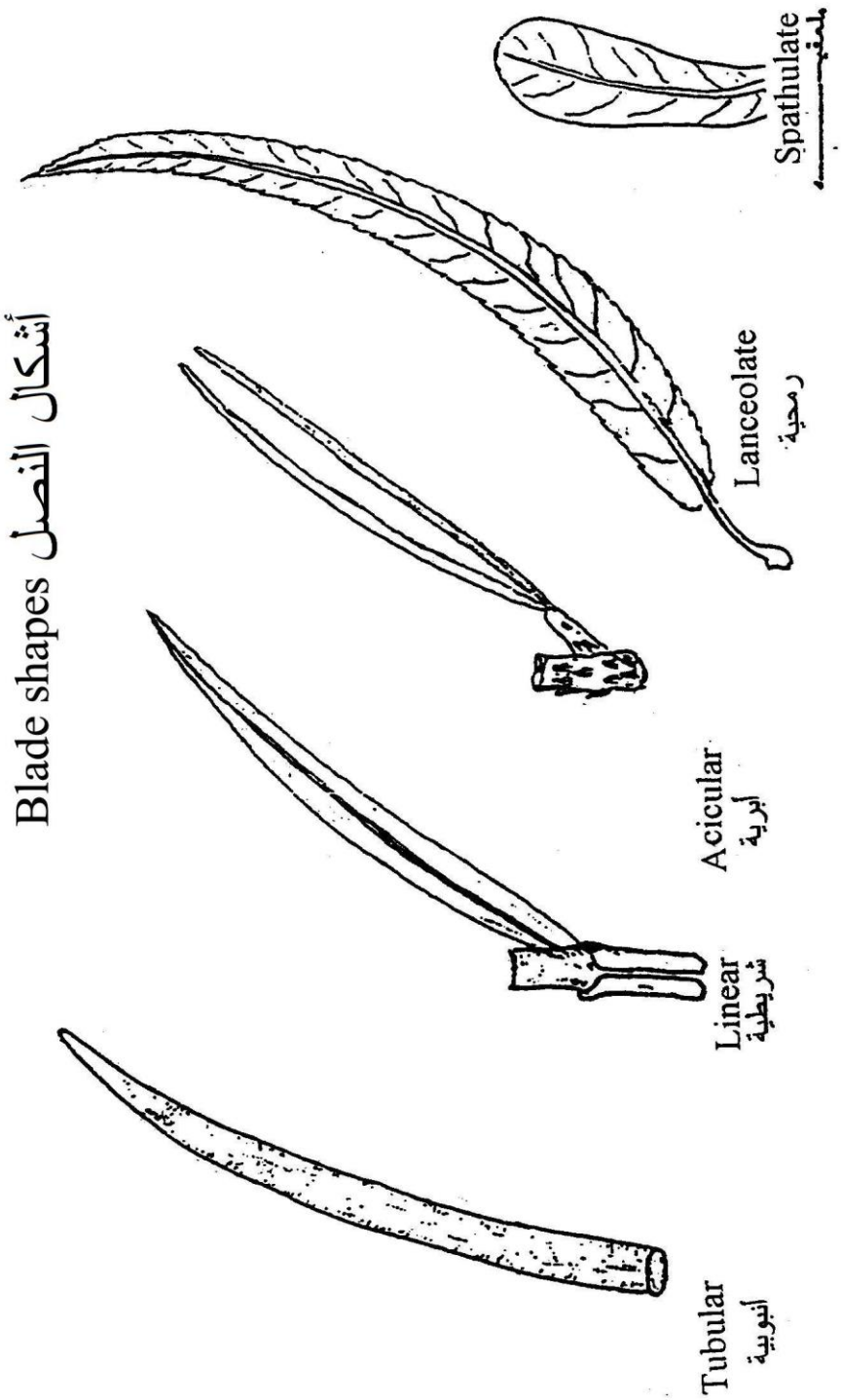
A- Shape:

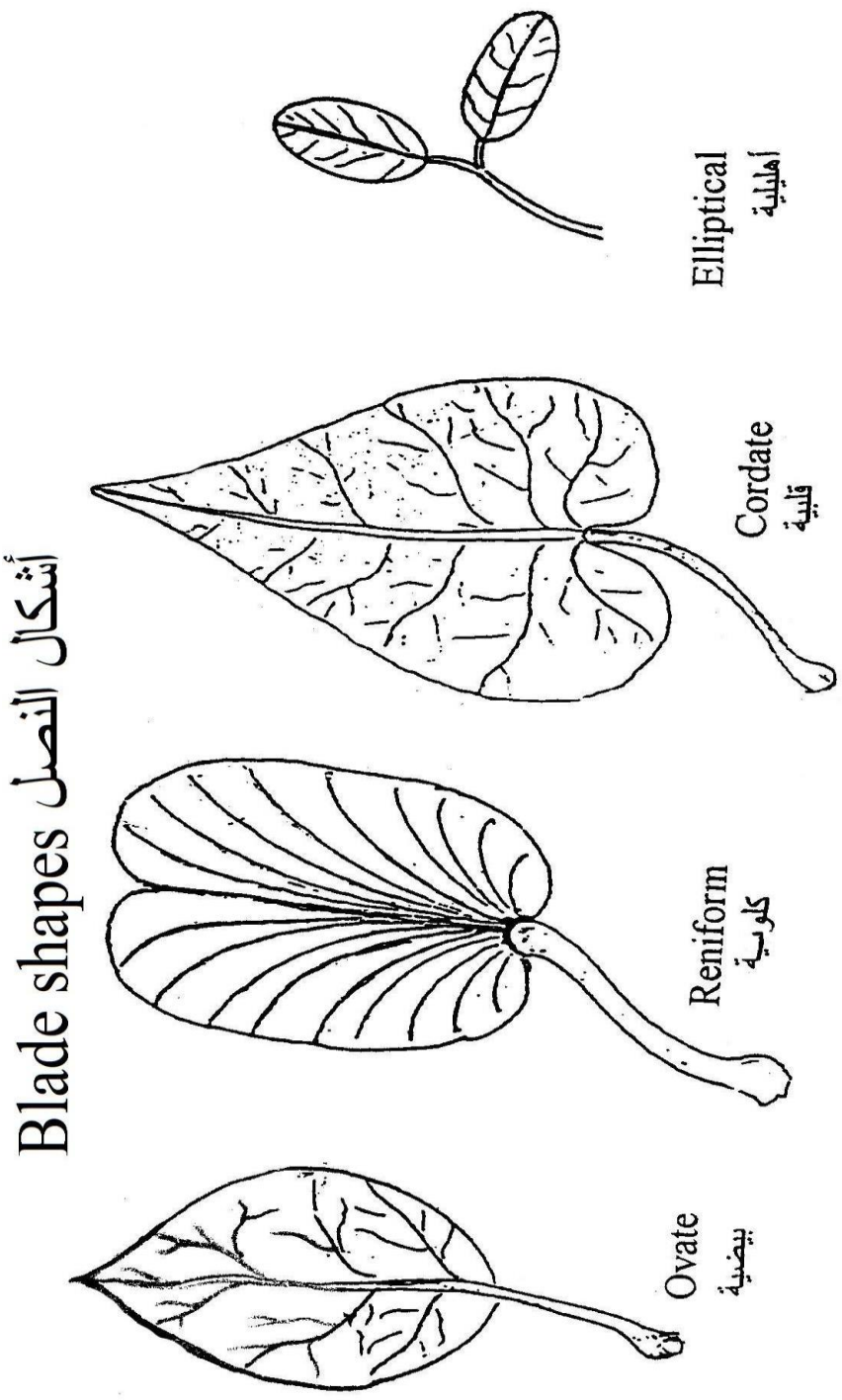
1- **Needle like or acicular:** e.g. *Pinus*.
2- **Linear:** e.g. wheat.
3- **Ovate:** e.g. *Ficus*.
4- **Spathulate:** e.g. *Portulaca*.
5- **Cordate:** e.g. *Ipomoea*.
6- **Reniform:** e.g. *Bauhenia*.
7- **Peltate:** e.g. *Tropaeolum*.
8- **Lanceolate:** e.g. *Eucalyptus*.
9- **Hastate**: e.g. *Convolvulus*.
10- **Tubular**: e.g. *Allium.*
11- **Sagittate:** e.g. *Calla*.
12- **Elliptical:** e.g. *Poinciana*.

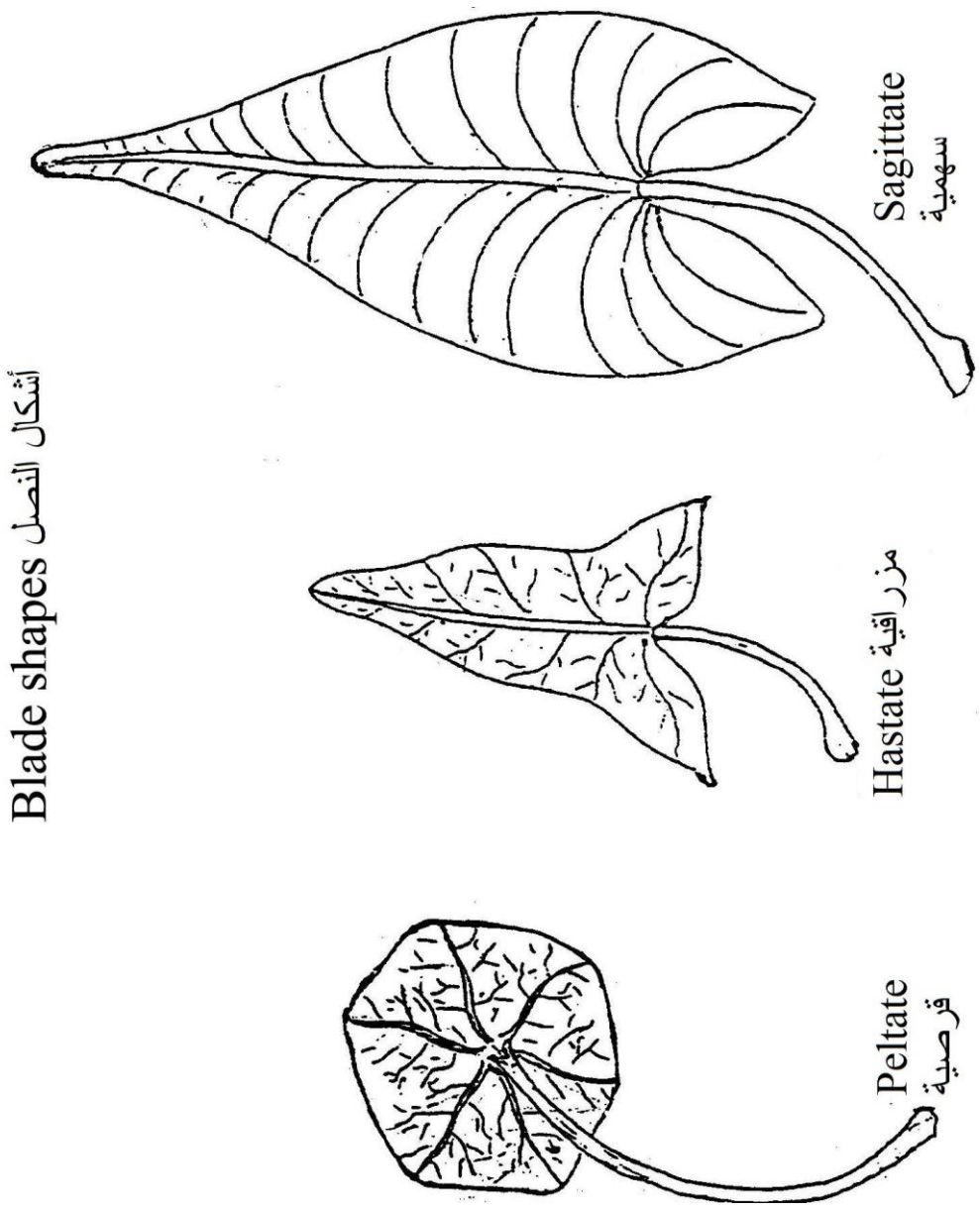
النصل:

أ- **شكل النصل:**

1- **ورقة إبرية:** الصنوبر.
2- **ورقة شريطية:** القمح.
3- **ورقة بيضية:** التين.
4- **ورقة ملعقية:** الرجلة.
5- **ورقة قلبية:** ست الحسن.
6- **ورقة كلوية:** خف الجمل.
7- **ورقة قرصية:** أبوخنجر.
8- **ورقة رمحية:** الكافور.
9- **ورقة مزراقية:** العليق.
10- **ورقة انبوبية:** البصل.
11- **ورقة سهمية:** الكالا.
12- **ورقة أهليلية:** البوانسيانا.


Blade shapes أشكال النصل
Spathulate
ملعقية
Lanceolate
رمحية
Acicular
إبرية
Linear
شريطية
Tubular
أنبوبية


Blade shapes أشكال النصل
Ovate
بيضية
Reniform
كلوية
Cordate
قلبية
Elliptical
أهليلية


Blade shapes أشكال النصل
Sagittate
سهمية
Hastate مزراقية
Peltate
قرصية

B- Leaf margin:

1- **Entire:** e.g. *Ficus*.
2- **Dentate:** e.g. *Duranta*.
3- **Serrate:** e.g. *Rosa*.
4- **Crenate:** e.g. *Morus*.
5- **Sinuate:** e.g. *Cuercus*.

ب- حافة الورقة:

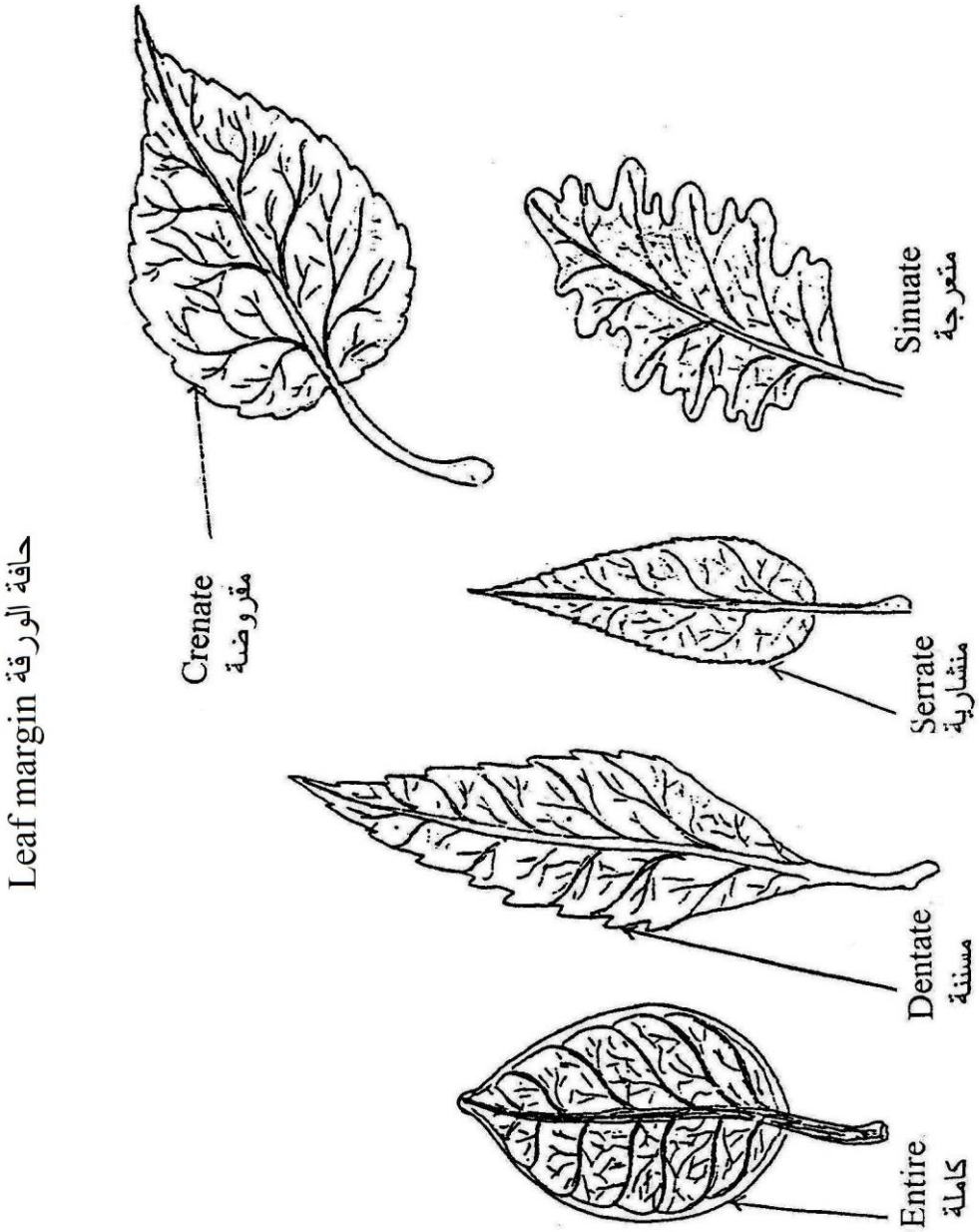
1- كاملة: التين.
2-مسننة: الدورنتا.
3-منشارية: الورد.
4- مقروضة: التوت.
5- متعرجة: البلوط.

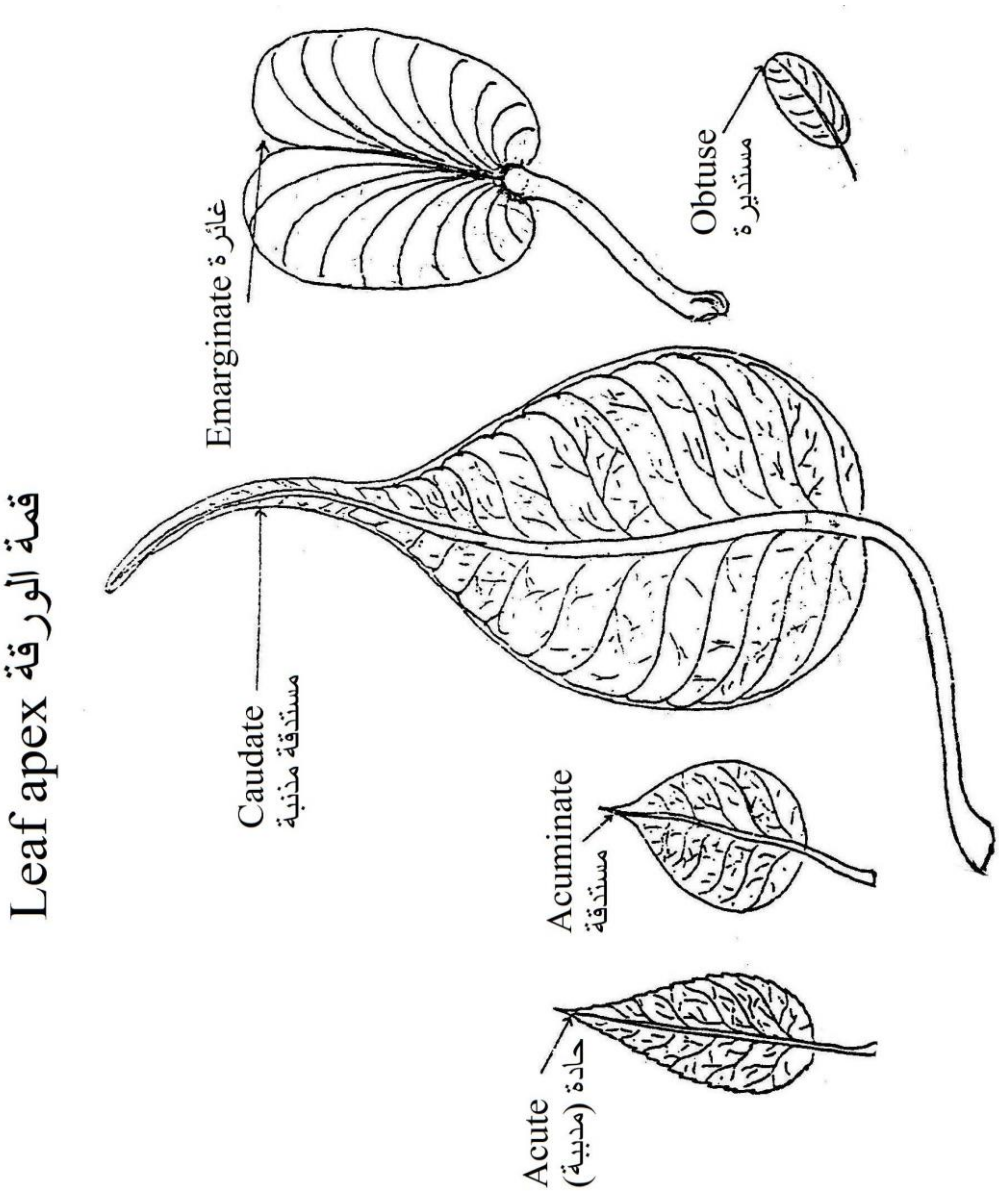
C- Leaf apex:

1- **Acute:** e.g. *Duranta*.
2- **Laminata:** e.g. *Dalbergia*.
3- **Caudate:** e.g. *Ficus religiosa*.
4- **Obtuse:** e.g. *Albezzia*.
5- **Emarginate:** e.g. *Bauhinia*.

ج- قمة الورقة:

1- **حادة (مدببة):** الدورنتا
2- **مستدقة:** السرسوع.
3- **مستدقة مذنبة:** التين المذنب.
4- **مستديرة:** اللبخ.
5- **غائرة:** خف الجمل.


Leaf margin حافة الورقة
Crenate مقروضة
Sinuate متعرجة
Serrate منشارية
Dentate مسننة
Entire كاملة


Leaf apex قمة الورقة
Emarginate غائرة
Obtuse مستديرة
Caudate مستدقة مذنبة
Acuminate مستدقة
Acute حادة (مدببة)

D- Leaf composition:

1- Simple: e.g. *Ficus nitida*.

2- Compound leaf:

a- Compound pinnate:

1- Paripinnate: e.g. *Albizzia*.

2- Imparipinnate: e.g. *Rosa*.

3- Bipinnate: e.g. *Poinciana*.

b- Compound palmate: e.g. *Lupinus*.

3- Lobed leaf:

a- Palmately lobed:

1- Palmatifid: e.g. *Pelargonium*.

2- Palmatipartite: e.g. *Ricinus*.

3- Palmatisect: e.g. *Ipomoea* sp.

b- Pinnately lobed:

1- Pinnatifid: e.g. *Chrysanthemum*.

2- Pinnatipartite: e.g. *Sernaria*.

3- Pinnatisect: e.g. *Foeniculum*.

د- تركيب الورقة:

1- بسيطة: التين.

2- مركبة:

(أ) مركبة ريشية:

1- مركبة ريشية زوجية: اللبخ.

2- مركبة ريشية فردية: الورد.

3- مركبة ريشية متضاعفة: البوانسيانا.

(ب) مركبة راحية: الترمس.

3- مفصصة:

(أ) مفصصة راحية:

1- ضحلة التفصص الراحى: الجارونيا.

2- عميقة التفصص الراحى: الخروع.

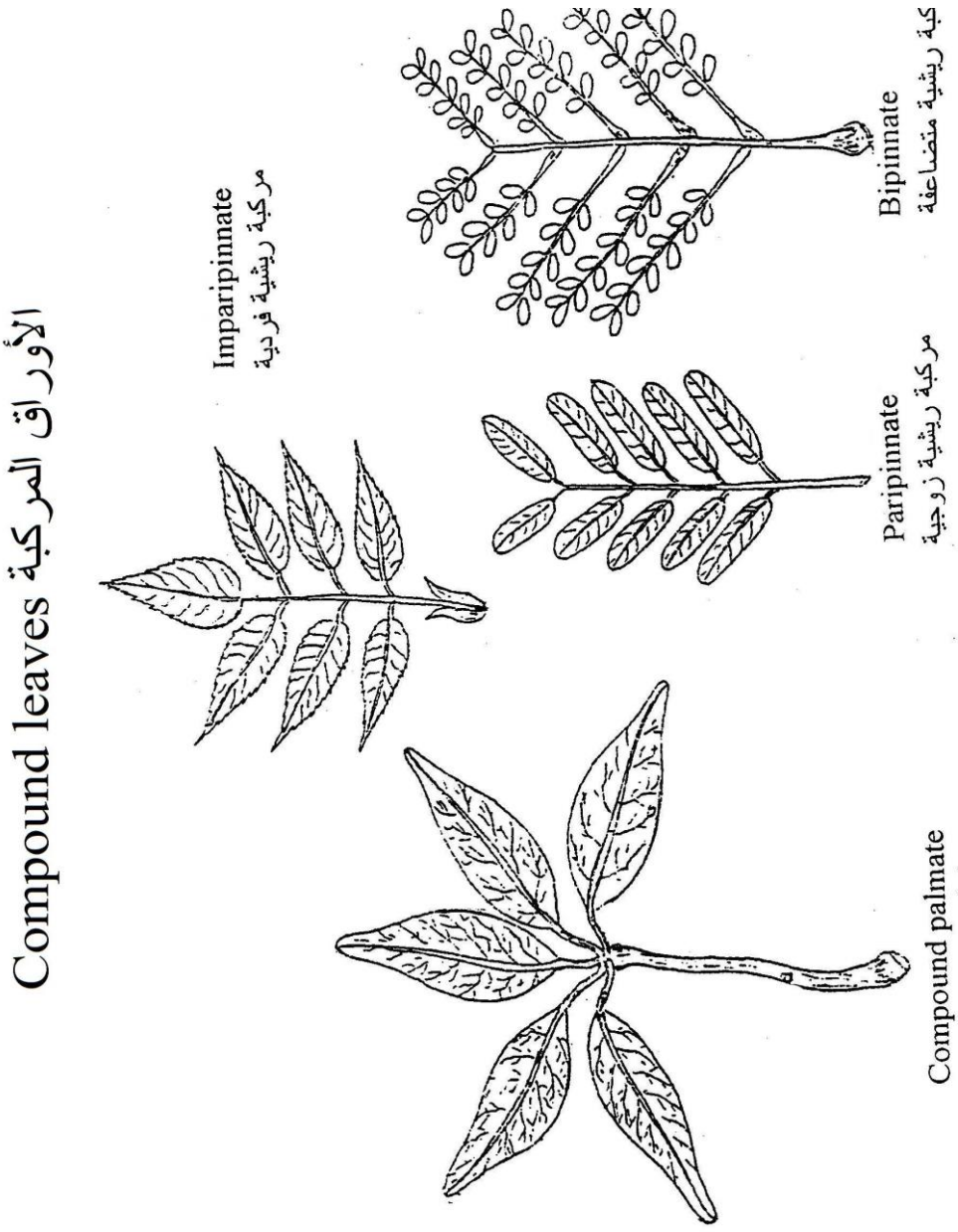
3- مشرحة التفصص الراحى: ست الحسن المشرحة.

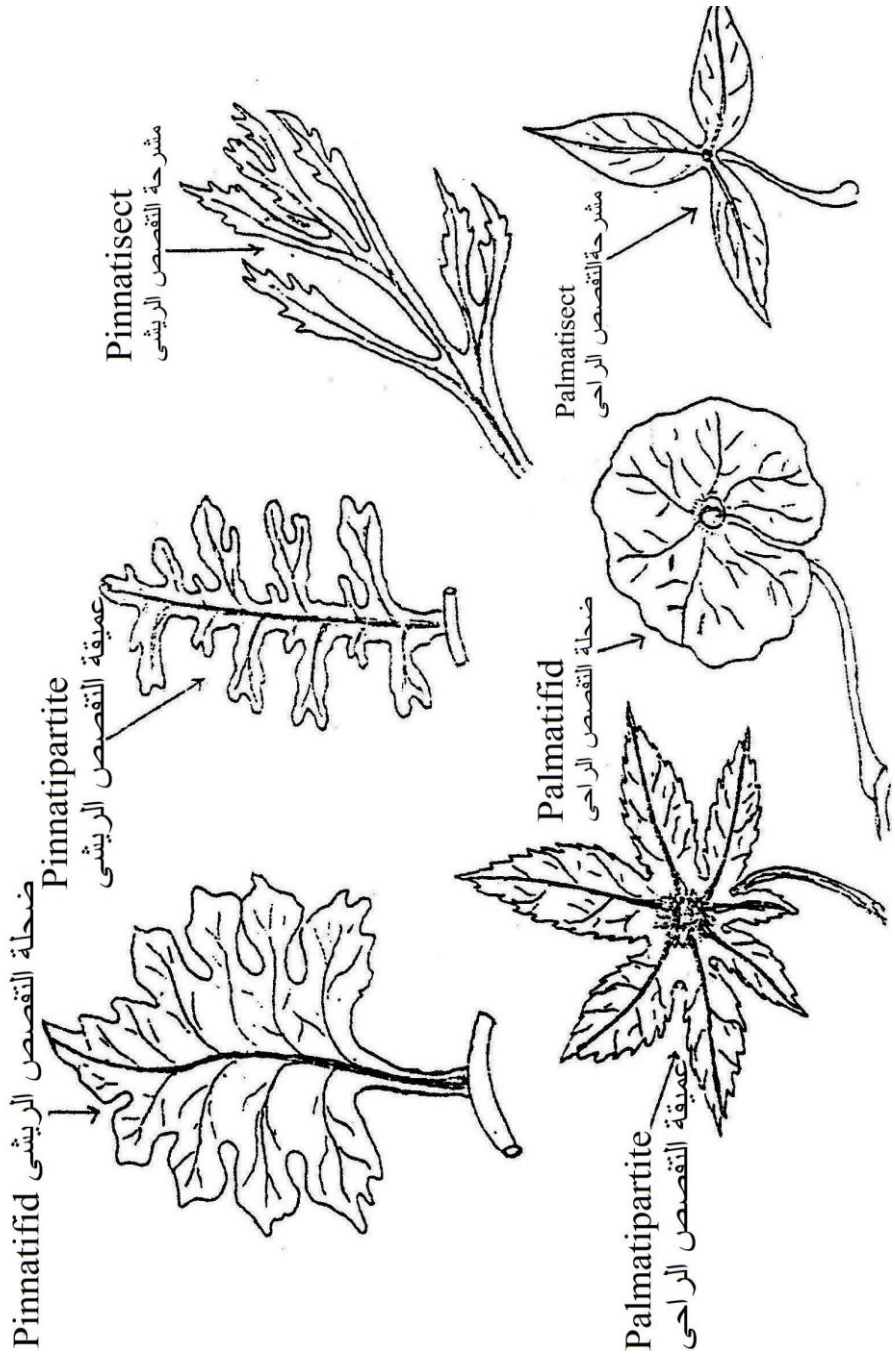
(ب) مفصصة ريشية:

1- ضحلة التفصص الريشى: الكريزانثيم.

2- عميقة التفصص الريشى: السيناريا.

3- مشرحة التفصص الريشى: الشمر.


Compound leaves الأوراق المركبة
Imparipinnate
مركبة ريشية فردية
Paripinnate
مركبة ريشية زوجية
Bipinnate
مركبة ريشية متضاعفة
Compound palmate
مركبة راحية


Lobed leaves الأوراق المفصصة
Pinnatifid ضحلة التفصص الريشى
Pinnatipartite عميقة التفصص الريشى
Pinnatisect مشرحة التفصص الريشى
Palmatifid ضحلة التفصص الراحى
Palmatisect مشرحة التفصص الراحى
Palmatipartite عميقة التفصص الراحى

Modifications of the leaf

1- **Scale leaf:** e.g. *Cynodon*.
2- **Tendrils:** e.g. *Pisum* (leaflet modified into tendril).
3- **Spiny leaf:** e.g. *Acacia* (stipules modified into spines).
4- **Storage leaf:** e.g. *Zygophyllum*.
5- **Insectivorous plants:**
   - **a-** ***Nepenthes*:** The leaf modified into pitcher.
   - **b-** ***Drocera*:** Possesses cylindrical petioles and oval shape blades covered with glandular hairs.
   - **c-** ***Dionaea*:** The blade composed of two lobes which captures insects.
   - **d-** ***Urticularia*:** Some leaflets are modified into bladders.

تحورات الورقة:

1- **ورقة حرشفية:** النجيل. 3- **أذينات شوكية:** السنط.
2- **وريقات محلاقية**: البسلة. 4- **ورقة تخزينية:** الرطريط.

5- تحورات أوراق النباتات آكلة الحشرات:

أ- **النبنسس:** تتحور الورقة إلى وعاء يشبه القدر.
ب- **الدروسيرا:** لها عنق اسطوانى ونصل بيضى الشكل عليه شعيرات غدية.
ج- **الديونيا:** النصل يتكون من مصراعين على حافتهما ذوائد حادة.
د- **حامول الماء:** بعض الوريقات تتحور إلى مثانات.

Insectivorous plants
النباتات آكلة الحشرات
Nepenthes
نبات القدر
glandular hairs
شعيرات غدية
Drocera
دروسيرا
Dionaea
ديونيا
bladders مثانات
Urticularia
حامول الماء