الأنسجة النباتية The Plant Tissues

النسيج : هو مجموعة من الخلايا المقترنة معا ولها نفس الأصل وتشترك فى أداء وظيفة أساسية واحدة.

تصنيف الأنسجة

أولا : تصنيف الأنسجة تبعا للصفات المورفولوجية للخلايا

1- أنسجة بسيطة Simple tissues : تشمل الأنسجة التى تتركب من نوع واحد فقط من الخلايا مثل النسيج البارنكيمى والنسيج الكولنكيمى .

2- أنسجة مركبة Compound tissues : وهى أنسجة غير متجانسة فى تركيبها حيث يتركب كل منها من بضعة أنواع من الخلايا مثل نسيج الخشب ونسيج اللحاء .

ثانيا : تصنيف الأنسجة تبعا لقدرة الخلايا على الإنقسام

1- المرستيمات Meristems : وهى تتكون من خلايا حديثة تتصف بقدرتها المستمرة على الإنقسام والنمو

2- الأنسجة الدائمة Permanent tissues : وهى تتكون من خلايا بالغة فقدت القدرة على الإنقسام لتؤدى وظائف أخرى .

أولا : المرستيمات Meristems

تتكون المرستيمات من خلايا حديثة إنشائية تعرف بالخلايا المرستيمية تقوم بوظيفة الإنقسام وتكوين خلايا جديدة طوال حياة النبات, والخلايا الجديدة تنمو وتتشكل لتكون الأنسجة الدائمة التى تبنى جسم النبات .
وتتميز الخلايا المرستيمية بالصفات الأتية :

1- الخلايا صغيرة الحجم متساوية الأقطار تقريبا.
2- الخلايا ذات جدر رقيقة إبتدائية .
3- لا يوجد بين الخلايا مسافات بينية عادة.
4- تحتوى الخلايا على سيتوبلازم كثيف تتخلله بعض الفجوات الدقيقة جدا.
5- النواة وسطية وتبدو كبيرة الحجم بالنسبة لصغر حجم الخلية .

خلايا الكامبيوم الوعائى وهى خلايا مرستيمية تعطى بانقسامها أنسجة إضافية تعرف بالأنسجة الثانوية وهى تضم نوعين من الخلايا , النوع الأول يسمى بالخلايا الشعاعية أو بدايات الأشعة Ray initials وهى خلايا صغيرة الحجم متماثلة الأقطار ينشأعن إنقسامها تكوين الأشعة الثانوية التى تمتد قطريا فى نسيجى الخشب واللحاء الثانويين, وهذه الأشعة عبارة عن صفوف ضيقه من خلايا بارنكيمية صغيره الحجم . النوع الثانى يسمى بالخلايا المغزلية أو البدايات المغزلية Fusiform initials وهى خلايا متطاولة, مستدقة الأطراف وذات جدر سميكة نوعا تحتوى على حقول نقر إبتدائية وتحتوى الخلية على فجوة عصارية كبيرة مركزية وتعطى هذه الخلايا بإنقسامها نسيجى اللحاء والخشب الثانويين .

تقسيم المرستيمات

أولا: تقسيم المرستيمات تبعا لمنشأ المرستيم

1- مرستيم إبتدائى Primary meristem : هو المرستيم الذى ينشأ من إنقسام خلايا مرستيم سابق مثل خلايا الجنين التى نشأت من إنقسام خلايا المرستيم الأولى Promeristem وكذلك المرستيم القمى للجذور والسيقان و الكامبيوم الحزمى والتى تنشأ من إستمرار إنقسام خلايا الجنين .

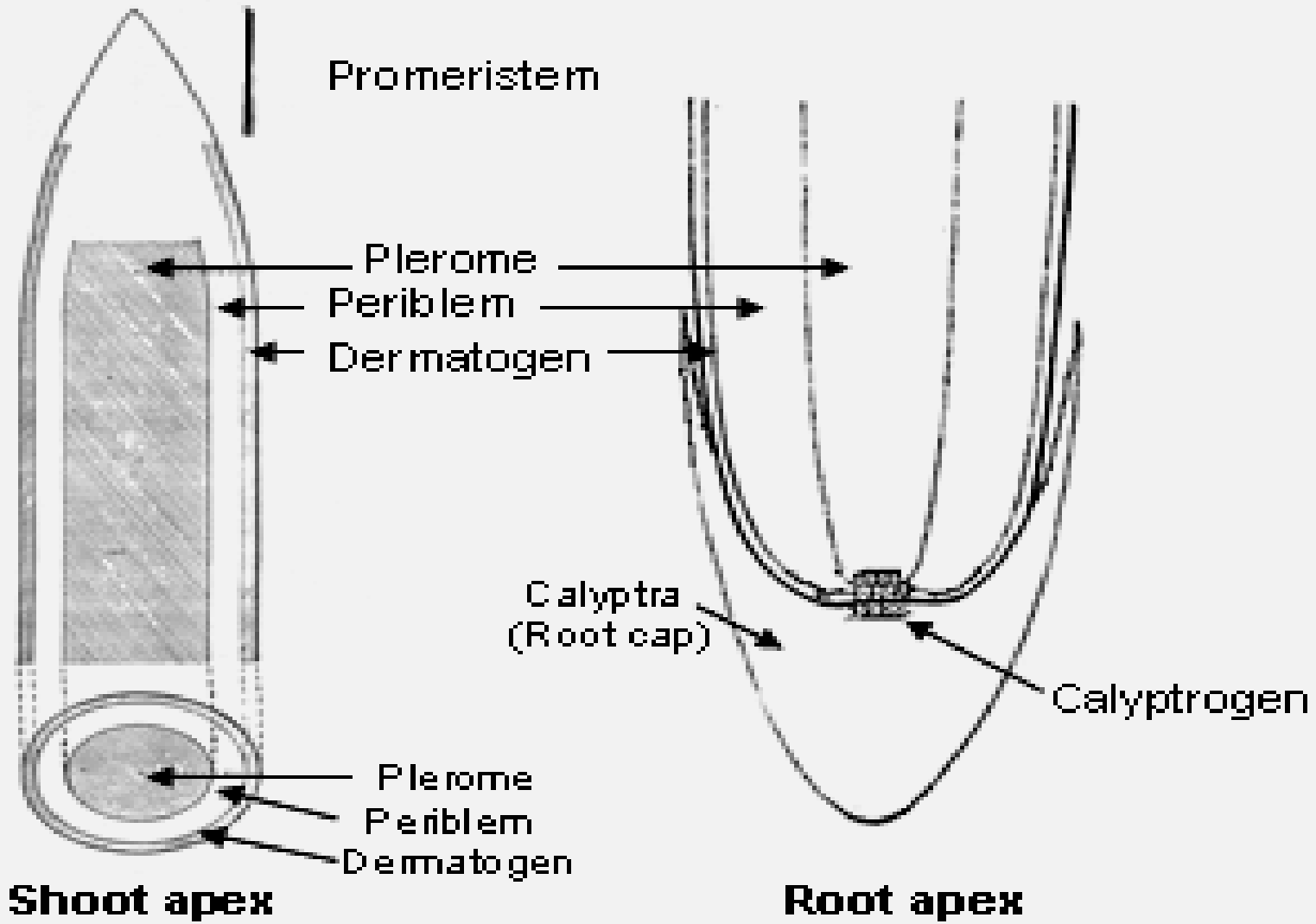
2- مرستيم ثانوى Secondary meristem: ينشأ من خلايا بالغة حية إستعادت القدرة على الإنقسام متحولة إلى خلايا ذات طبيعة مرستيمية مثل الكامبيوم بين الحزمى الكامبيوم الفلينى .

ثانيا : تقسيم المرستيمات تبعا لموضعها فى جسم النبات

1- مرستيم قمى Apical meristem: يوجد فى قمم الجذور والسيقان والأفرع وهو مرستيم إبتدائى يسبب زيادة العضو النباتى فى الطول,يتكون المرستيم القمى من بدايات مرستيمية(خلايا إنشائية تمثل جزء من المرستيم الإنشائى) + مشتقاتها المباشرة(الخلايا الناشئة من إنقسام البدايات المرستيمية)

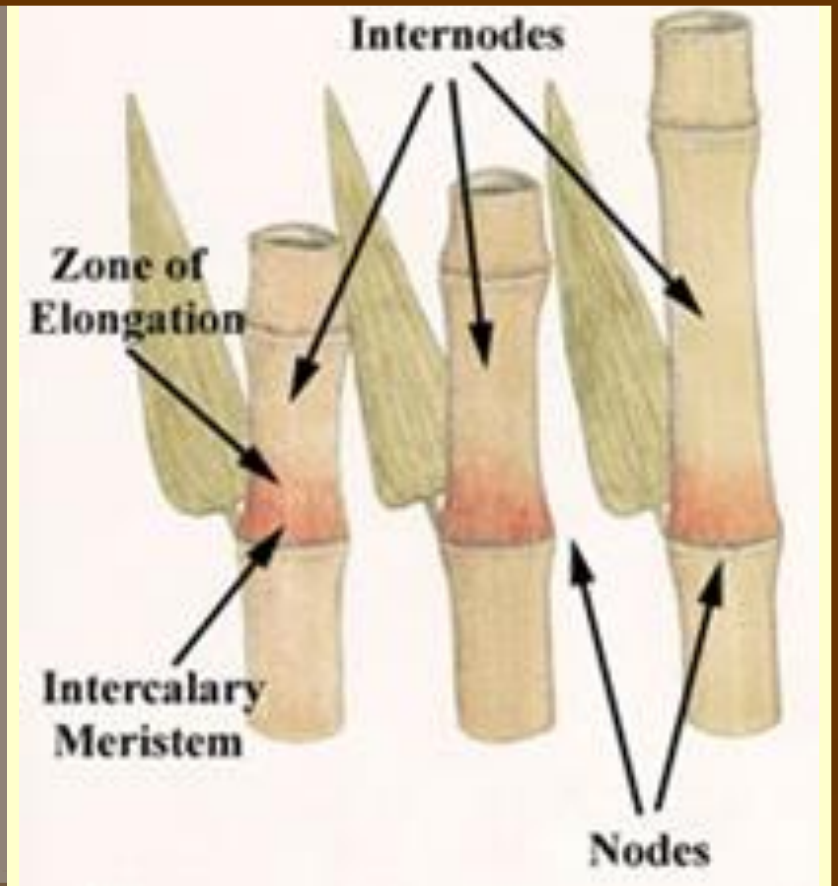
أ- المرستيم القمى للساق shoot apex : المرستيم القمى للساق هو الجزء الصغير ذو الشكل المخروط أو النصف كروى الذى يوجد فى قمة الساق ويوجد على جانبيه بدايات الأوراق ويعرف أيضا باسم القمة النامية .

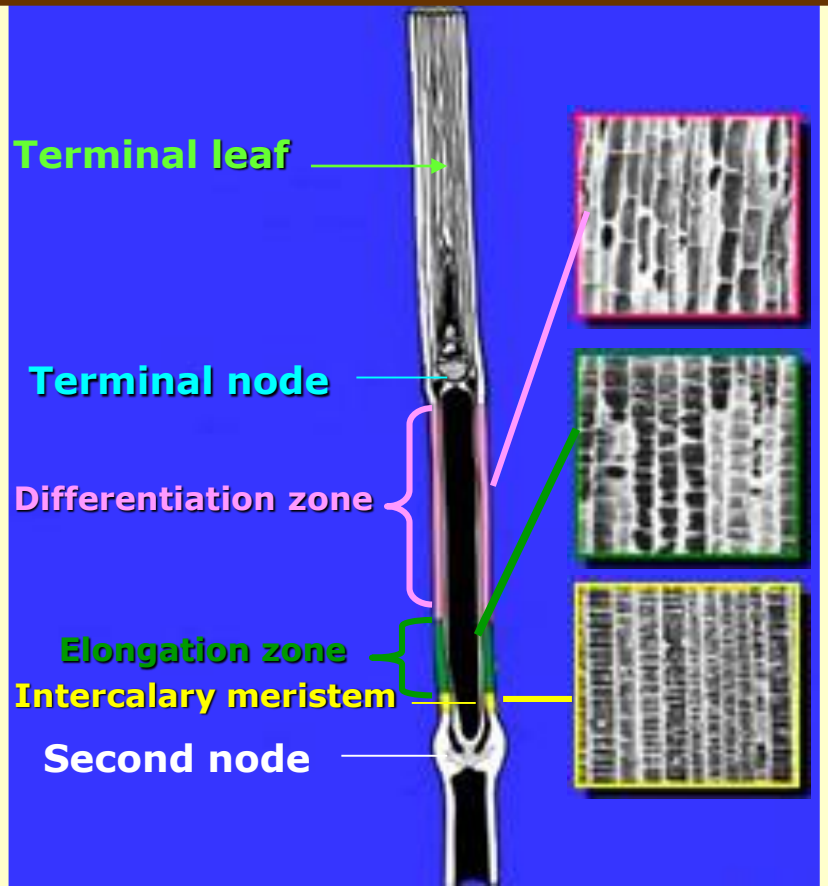
ب- المرستيم القمى للجذر Root apex : هو جزء صغير يوجد فى طرف الجذر ويختلف عن المرستيمى القمى للساق فى أنه يعطى خلايا فى اتجاه محور الجذر والتى تنمو وتتشكل لتكون أنسجة الجذر الإبتدائية , وخلايا أخرى فى الإتجاه المضاد لتكون القلنسوة Root cap وبالتالى فإن المرستيم القمى للجذر ليس طرفيا بل تحت طرفى لوجوده أسفل القلنسوة



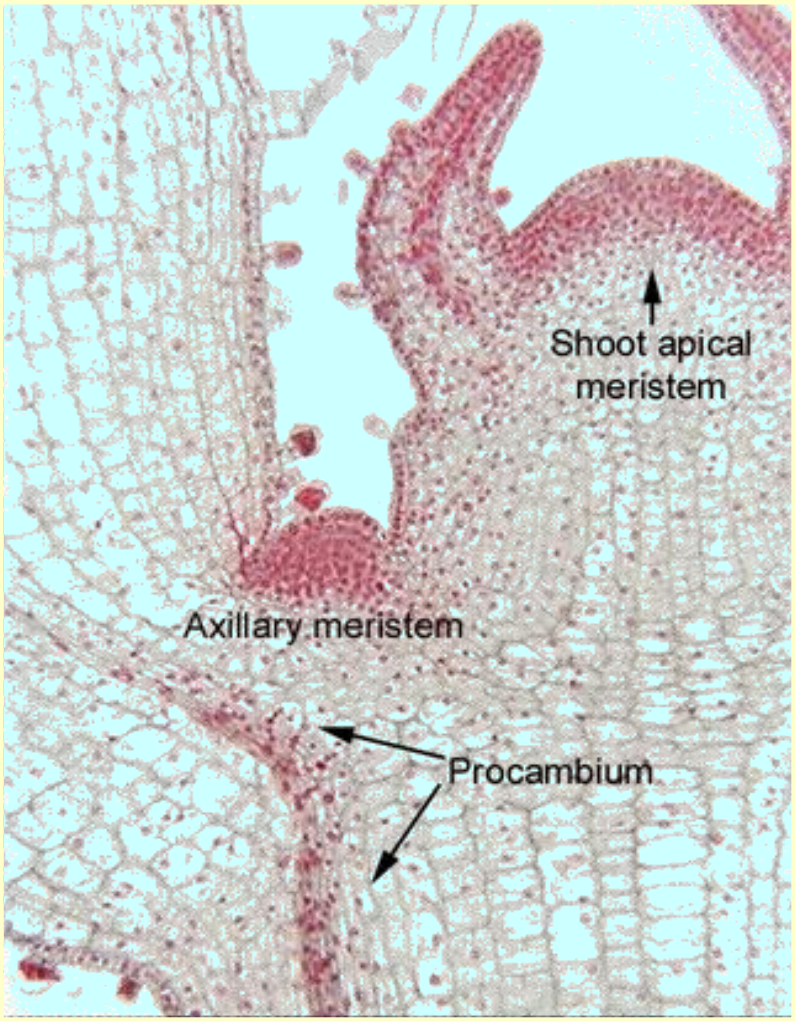
رسم تخطيطي يوضح أقسام المرستيم القمي للساق (نظرية منشأ الأنسجة)

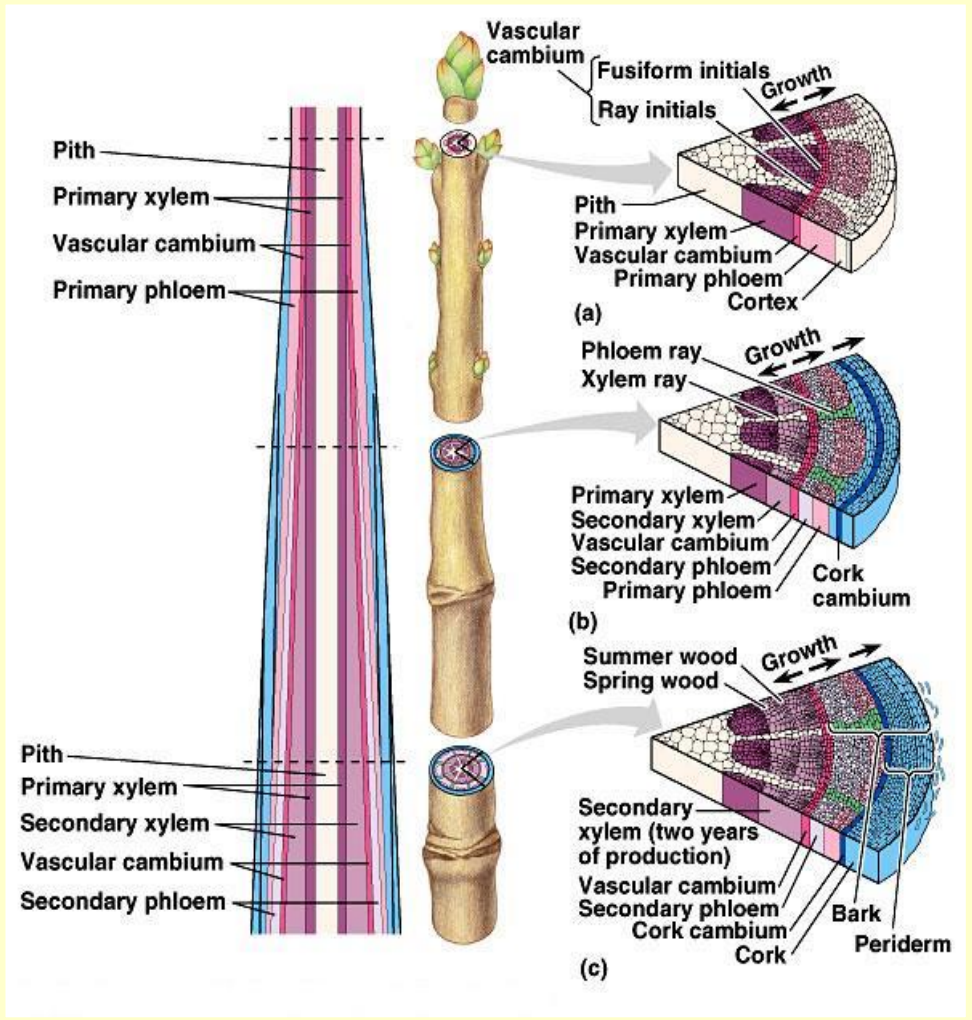
2- مرستيم بينى Intercalary meristem : وهو يتكون من مناطق مرستيمية إبتدائية مشتقه من المرستيم القمى للساق ويفصلها عنه مناطق من أنسجه بالغه , وينشأ المرستيم البينى نتيجة تحول أجزاء من المرستيم القمى للساق إلى أنسجة بالغة مع ترك أجزاء بينها تظل محتفظة بصفتها المرستيمية , بمعنى أن المرستيم القمى بنتج عن نشاطه تكوين خلايا جديدة باستمرار, وهذه الخلايا غالبا تنمو جميعها وتتشكل لتكون أنسجة دائمة ولكن فى بعض الأحيان ينمو جزء منها ليكون أنسجة دائمة ويظل الجزءالأخر مرستيمى وبتكرار ذلك مع كل مجموعة من الخلايا تنتج عن نشاط المرستيم القمى تصبح الساق مكونة من أنسجة دائمة تتخللها على مسافات منتظمة إلى حدا ما طبقات من خلايا مرستيمية تسمى بالمرستيم البينى وخلايا المرستيمى البينى لاتحتفظ بصفاتها المرستيمية حتى نهاية حياة النبات ولكنها تنمو بعض فترة وتتحول إلى أنسجة بالغة مسببة زيادة الساق فى الطول. يشاهد هذا النوع من المرستيمات بكثرة عند قواعد السلاميات وأغماد الأوراق فى نباتات العائلة النجيلية وتحدث استطالة السلاميات وأغمادالأوراق نتيجة نشاط المرستيم البينى فيها. قد يوجد المرستيم البينى أحيانا فى قمة السلامية كما فى ساق النعناع أو قمة عنق الورقة كما فى البشنين أو قمة الحامل الزهرى كما فى الفول السودانى .





3- مرستيم جانبى Lateral meristem: هو مرستيم يوجد بعيدا عن قمم السيقان والجذور فهو يوجد فى الأجزاء البالغة من الجذور والسيقان ويقع موازيا للسطح الخارجى للعضو النباتى, تنقسم خلاياه بجدر محيطيه فتسبب زيادة العضو النباتى فى السمك , ومن أمثلته الكامبيوم الوعائي و الكامبيوم الفلينى وهما يتكونان فى جذور وسيقان معظم نباتات ذوات الفلقتين وهذه المرستيمات تبنى أنسجة بالغة أضافية تعرف بالأنسجة الثانوية **Secondary tissues**





ثالثا: تقسيم المرستيمات تبعا لعدد مستويات إنقسام خلاياها

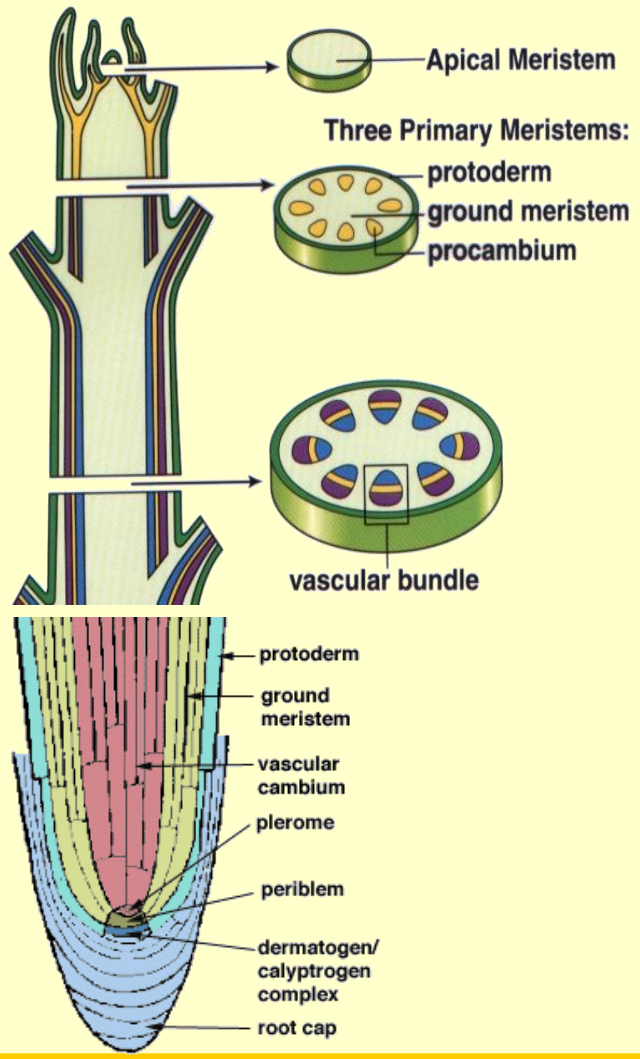
1- مرستيم عمودى Rib meristem: تنقسم خلاياه فى مستوى واحد فقط حيث تنقسم فى إتجاه عمودى على المحور الطولى للعضو النباتى ويساعد ذلك على نمو العضو النباتى فى الطول كما يحدث عند تكوين نخاع الساق وعنق الورقة .

2- مرستيم طبقى Plate meristem: تنقسم خلاياه فى مستويين فقط , أحدهما عمودى على السطح الخارجى للعضو النباتى والأخر موازيا لسطحه الخارجى إلا أن معدل الإنقسام فى المستوى الموازى لسطح العضو يكون أقل كثيرا منه فى المستوى العمودى على السطح ويؤدى ذلك إلى حدوث زيادة كبيرة فى مساحة سطح العضو مصحوبة بزيادة بسيطة فى سمكه كما يحدث عند تكشف نصل الورقة .

3- مرستيم كتلى Mass meristem: تنقسم خلاياه فى أكثر من مستويين ويساعد ذلك على زيادة حجم النسيج أو العضو فى جميع الإتجاهات كما يحدث عند تكوين الإندوسبرم فى البذور وكذلك عند تكوين القشرة والنخاع فى بعض النباتات .

ثالثا: تقسيم المرستيمات تبعا للوظيفة

تقسم المرستيمات الإبتدائية تبعا لوظيفتها أى تبعا لنوع الأنسجة الدائمة التى تكونها إلى :

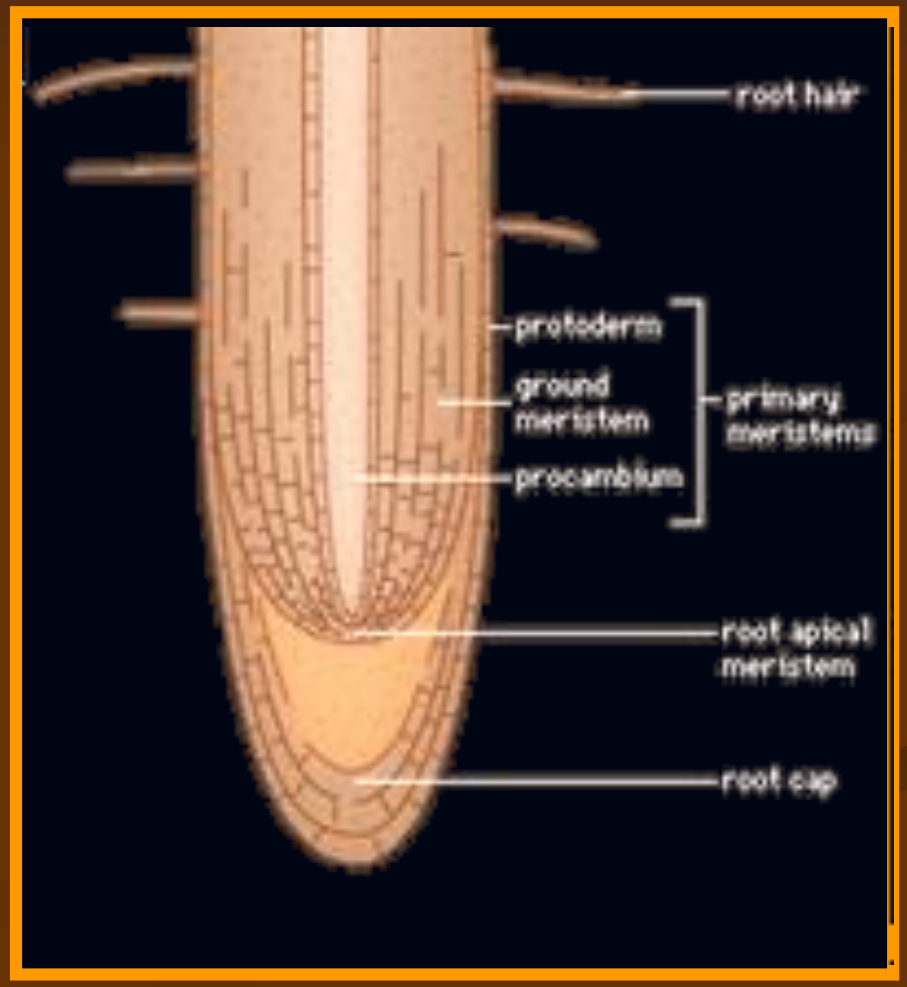


1- البشرة الأولية (أصل البشرة) Protoderm:
وهى عبارة عن الطبقة الخارجية من المرستيم القمى وينتج عنها تكوين البشرة فى الأجزاء البالغة من العضو النباتى .

2- البروكامبيوم (أصل الأنسجة الوعائية) Procambium:
وينتج عنه تكوين الأنسجة الوعائية الإبتدائية (نسيجى الخشب واللحاء) فى الأجزاء البالغة من العضو النباتى

3- المرستيم الأساسى Ground meristem:
وينتج عنه تكوين النسيج الأساسى فى الأجزاء البالغة من العضو النباتى

young leaf
protoderm
shoot apical meristem
central mother cells
ground meristem
procambium
node
axillary bud primordium
base of subtending leaf
pith


root hair
protoderm
ground meristem
procambium
primary meristems
root apical meristem
root cap

المرستيم القمى ونشأة الأنسجة الدائمة

النظريات التى تفسر نشأة المرستيم القمى وتشكل الأنسجة الدائمة منه

1- نظرية الخليه القمية Apical cell theory

تفسر نشأة المرستيم القمى والأنسجة البالغة الناشئة عنه من خلية واحدة طرفية كما يحدث فى جذور وسيقان بعض السراخس.

2- نظرية منشأ الأنسجة (أصل الأنسجة) Histogen theory

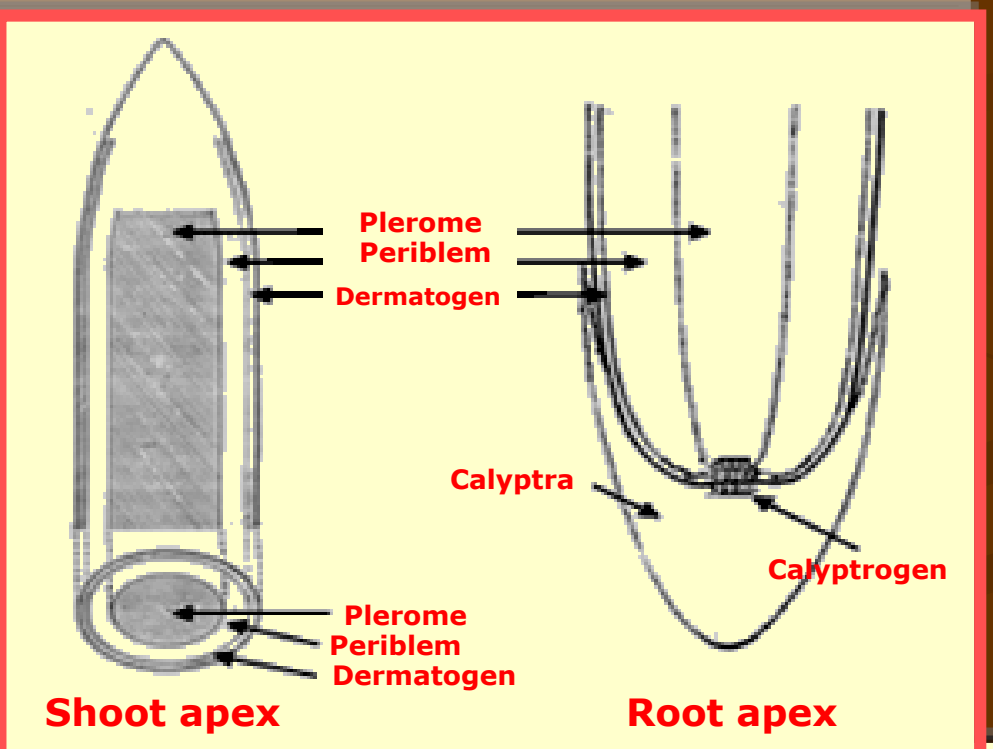
يتكون المرستيم القمى للساق أو الجذر من بدايات مرستيمية (خلايا إنشائية تمثل جزء من المرستيم الإنشائى) + مشتقاتها المباشرة (الخلايا الناشئة من إنقسام البدايات المرستيمية) والتى تتميز فسيولوجيا إلى ثلاثة أو أربعة أنسجة إنشائية هى :

1- منشئ البشرة Dermatogen: يعطى البشرة فى الأجزاء البالغة من الساق والجذر.

2- منشئ القشرة Periblem: يعطى القشرة فى الأجزاء البالغة من الساق والجذر.

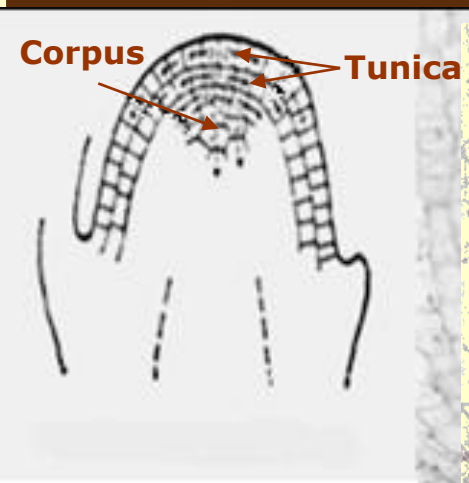
3- منشئ الإسطوانة الوعائية Plerome: يعطى الأسطوانة الوعائية فى الأجزاء البالغة من الساق والجذر.

4- منشئ القلنسوة Calyptrogen: هو نسيج إنشائى خاص بالجذور دون السيقان حيث يعطى نسيج القلنسوة الذى يغطى القمة النامية للجذر.

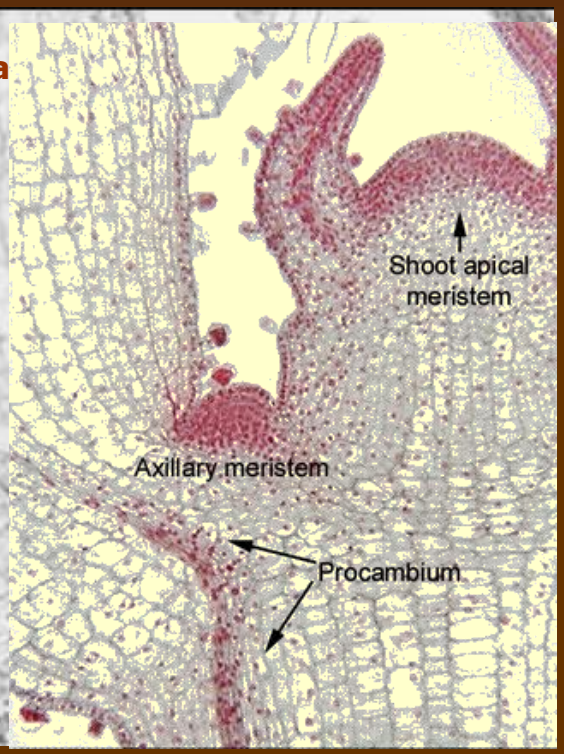


3- نظرية الغلاف والبدن Tunica and Corpus Theory

هى النظرية الأكثر قبولا فى تفسير نشأة المرستيم القمى للساق وتشكل الأنسجة الدائمة منه فى النباتات الراقية .



Tunica and Corpus Theory



أ- الغلاف Tunica: هو الطبقة أو الطبقات السطحية من المرستيم القمى والتى تنقسم خلاياها بجدر عموديه على السطح الخارجى للمرستيم القمى وينشأ عنها البشرة فقط إذا كان الغلاف مكون من طبقه واحده من الخلايا أو ينشأ عنها البشرة + الطبقات الخارجية من القشرة إذا كان الغلاف مكون من أكثر من طبقه . عدد طبقات الغلاف 1- 5 طبقات فى ذوات الفلقتين بينما يتراوح بين 1- 3 طبقات فى ذوات الفلقة الواحدة.

ب- البدن Corpus :_هو الجزء الوسطى من المرستيم القمى الذى يغطيه الغلاف , تنقسم خلاياه بمستويات مختلفة وينشأ عنها تكوين القشرة والإسطونة الوعائية

عادة يكون معدل إنقسام خلايا الغلاف أسرع من معدل إنقسام خلايا البدن وتؤدى زيادة معدل النمو السطحى للغلاف عن معدل النمو الحجمى للبدن إلى تكوين بدايات الأوراق والبراعم .

ثانيا : الأنسجة الدائمة Permanent tissues

تنقسم إلى

أنسجة بسيطة Simple tissues

أنسجة مركبة Compound tissues

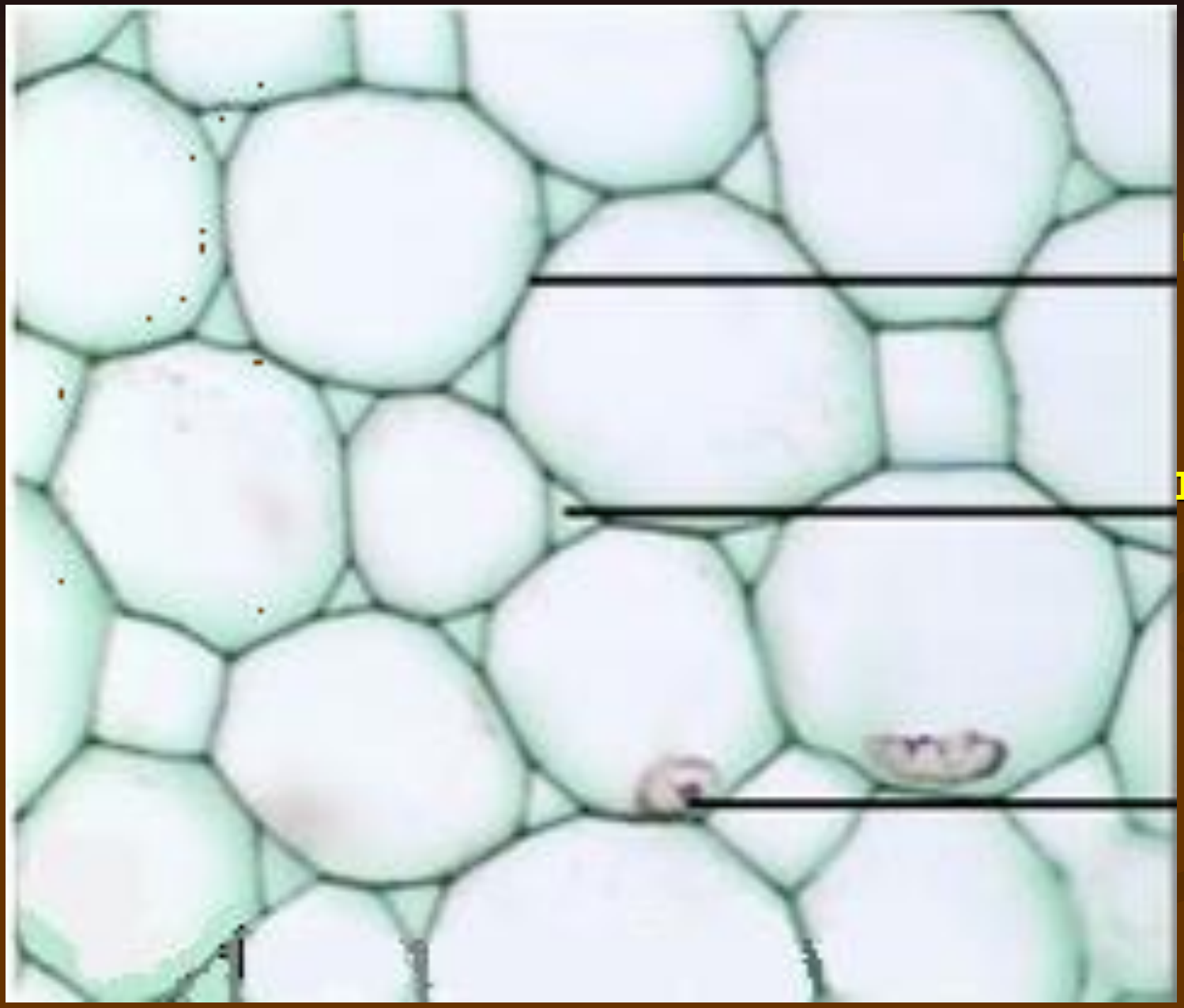
أ-الأنسجة البسيطة Simple tissues

1- النسيج البارنكيمى Parenchyma tissue

يتكون من خلايا بالغة حية ذات جدر رقيقة إبتدائية وتحتوى على فجوة عصارية كبيرة تعرف بالخلايا البارنكيمية وهى ذات أشكال مختلفة فهى تظهر فى القطاع العرضى مستديرة أو مضلعة نتيجة الضغوط الواقعة عليها من الخلايا المجاورة وقد تكون مائلة للإستطالة كما فى خلايا النسيج العمادى للأوراق وقد تكون نجميه الشكل كما فى نخاع ساق السمار Juncus وأعناق أوراق الكنا , بينما تظهر الخلايا البارنكيمية فى القطاع الطولى بشكل بيضاوى أو مائلة للإستطالة .

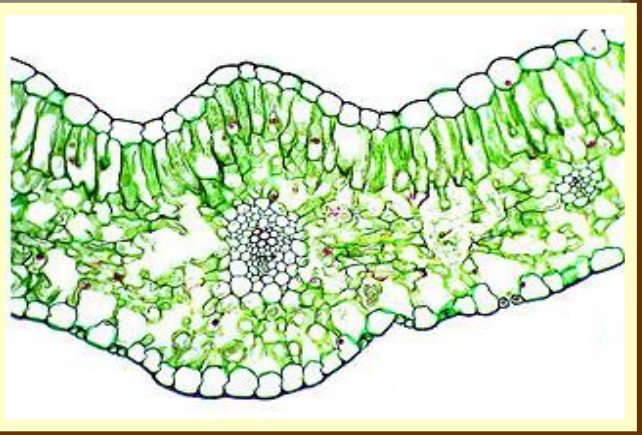
والخلايا البارنكيمية هى أكثر أنواع الخلايا إنتشارا فى جسم النبات الزهرى فهى توجد فى كل الأعضاء النباتية وتكون الجزء الأكبر من الخلايا خاصة فى الأعضاء الحديثة فهى توجد فى القشرة والنخاع والأشعة النخاعية للجذور والسيقان والنسيج المتوسط للأوراق وأندوسبرم البذور ولحم الثمار الطرية والقشرة الثانوية لنسيج البريدرم كما توجد أيضا فى نسيجى الخشب واللحاء , وتتميز بارنكيما الخشب واللحاء بأنها متطاولة وذات أطراف مستدقة نوعا

لاحظ شكل وتركيب الخلايا البارنكيمة العادية كما تظهر فى القطاع العرضى تحت الميكروسكوب



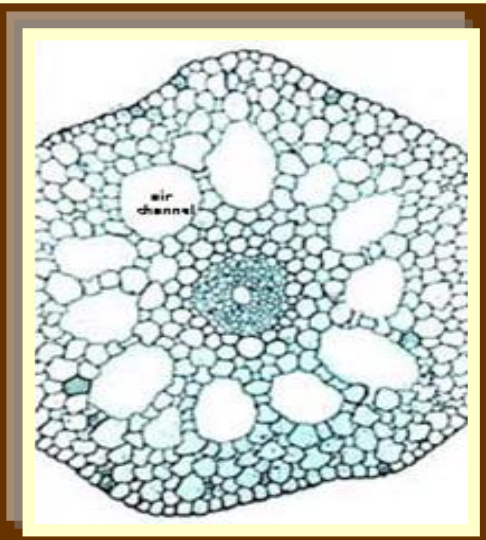
ترتبط محتويات الخلايا البارنكيمية إرتباطا وثيقا بالأنشطة التى تقوم بها هذه الخلايا وتبعا للنشاط التخصصى (الوظيفة) تصنف الخلايا البارنكيمية إلى :-

1- بارنكيما البناء الضوئى Assimilating parenchyma (Chlorenchyma cells)



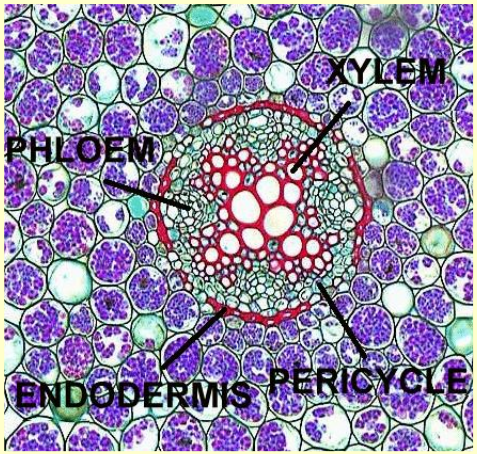
تتميز هذه الخلايا بإحتوائها على بلاستيدات خضراء ولذا فهى تتخصص فى القيام بعملية البناء الضوئى مثل خلايا النسيج المتوسط للأوراق .

2- بارنكيما التهوية Aeronchyma

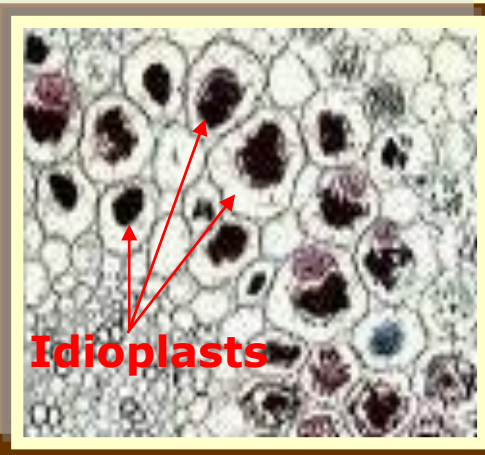


توجد فى النباتات الزهرية المائية وتتميز بوجد مسافات بينية واسعة بين الخلايا تكون جهاز تهوية متصل يمتد بين الجذوروالأوراق , يمكن مشاهدتها فى ساق الألوديا وفى أعناق أوراق الكنا .

3- بارنكيما التخزين Storage parenchyma



توجد فى أعضاء التخزين بالنبات وتتميز بإحتوائها علىبلاستيدات عديمة اللون وهى تقوم بتجهيز وتخزين كثير من المواد الغذائية مثل حبيبات النشا وحبيبات الأليرون وقطرات من الزيوت والدهون والماء



وبعض الخلايا البارنكيمية تخزن تأنينات وصبغات وتظهر فجوتها العصارية قاتمة اللون وتسمى Idioplast

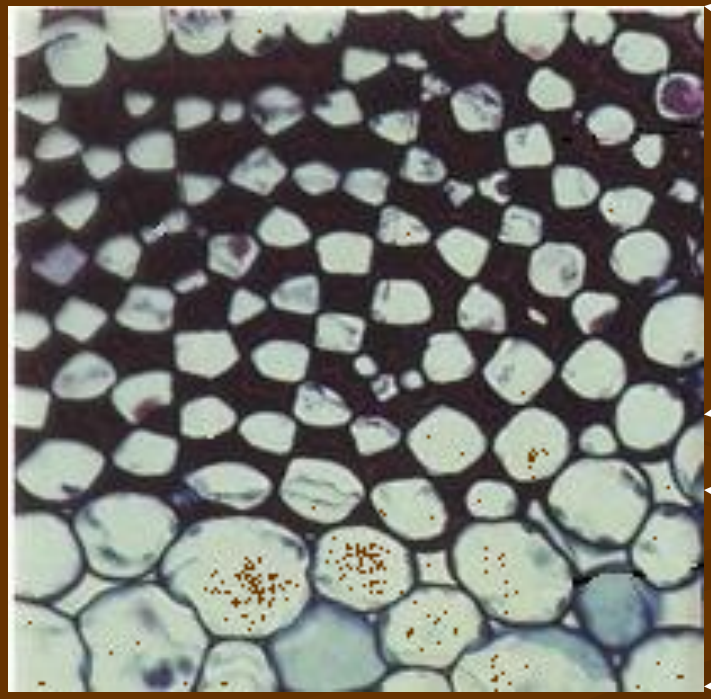
4- بارنكيما موصلة Conductive parenchyma

هى خلايا بارنكيمية تساهم فى توصيل العصارة من خلالها مثل بارنكيما الحزم الوعائية .

2- النسيج الكولنكيمى Collenchyma tissue

يتكون من خلايا بالغه حيه تسمى خلايا كولنكيمية وهى تشبه الخلايا البارنكيمية إلا أنها أطول منها وقد تكون مستدقة من أحد طرفيها أو كليهما وفى القطاع العرضى تظهر أصغر حجما من الخلايا البارنكيمية وجدرها الإبتدائية مغلظة تغليظ غير منتظم , ويعتبر تغليظ الجدار إبتدائيا لأن الزيادة فى سمك الجدار تحدث أثناء إستطالة الخلية وتتوقف تماما بعد أن تصبح الخلية بالغة .

Longitudinal Section



Transverse Section

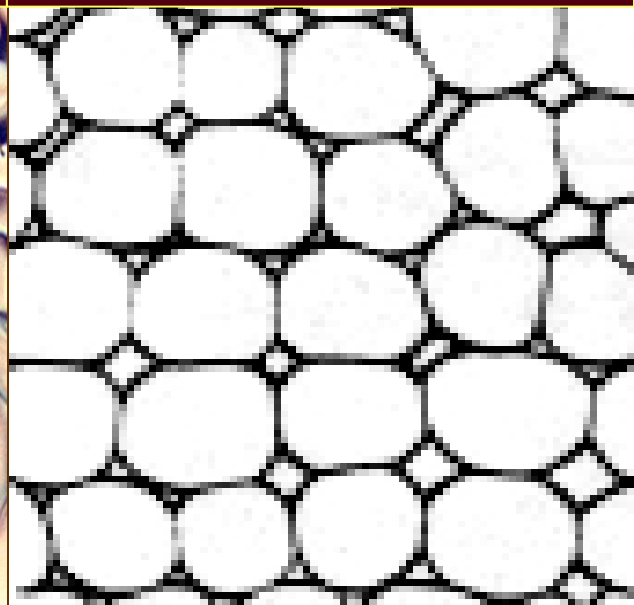
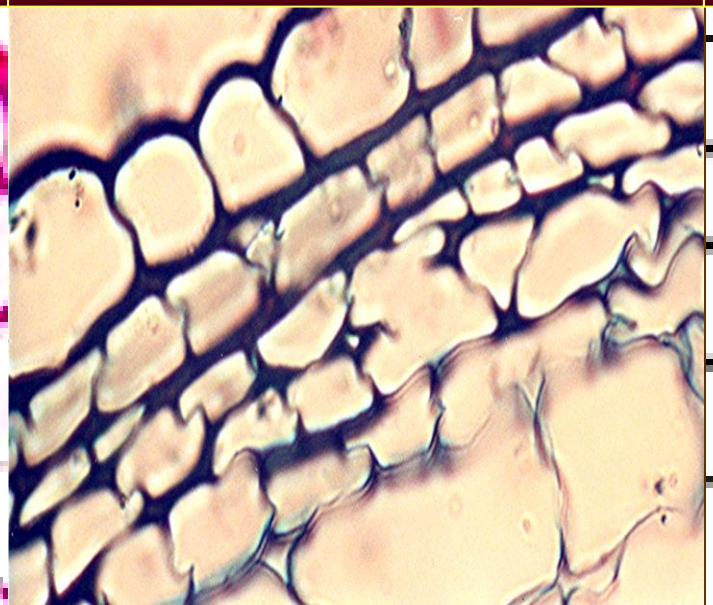
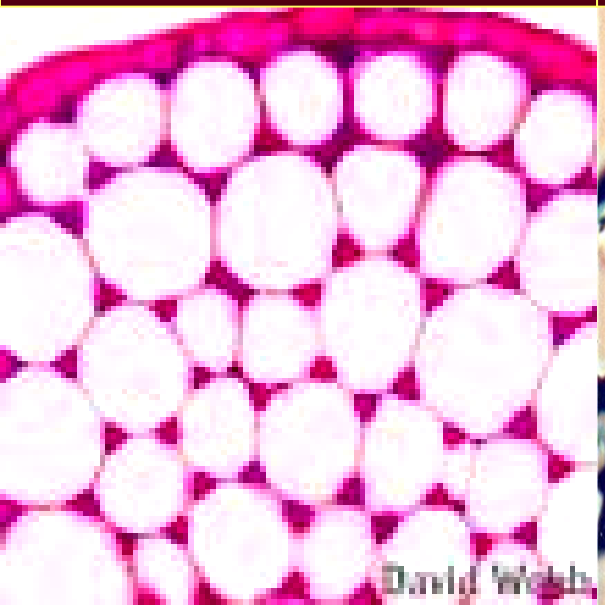
توجد الخلايا الكولنكيمية فى قشرة السيقان الهوائية الحديثة وفى أعناق وأنصال الأوراق للنباتات ذوات الفلقتين ولا توجد عادة فى الجذور ولا فى نباتات ذوات الفلقة الواحدة

وظائفها

1- تقوم الخلايا الكولنكيمية أساسا بوظيفة تدعيم الأجزاء الهوائية من النبات (السيقان الحديثة وأعناق وأنصال الأوراق) حيث تكسبها قوة مع مرونة تستطيع بهما تحمل الضغوط الواقعة عليها فتنثنى دون أن تنكسر أو تتمزق.

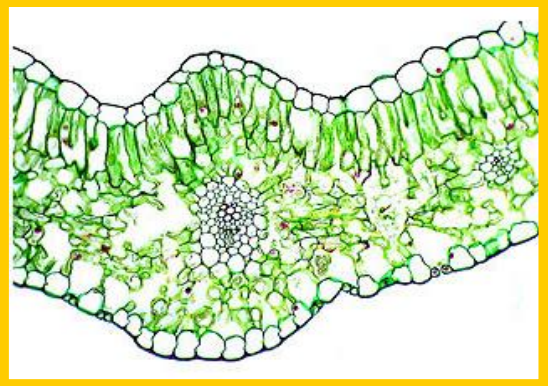
2- أذا احتوت الخلايا الكولنكيمية على بلاستيدات خضراء فإنها تقوم علاوة على ذلك بعملية البناء الضوئى .

تقسم الخلايا الكولنكيمية تبعا لنظام تغلظ جدرها الإبتدائية إلى

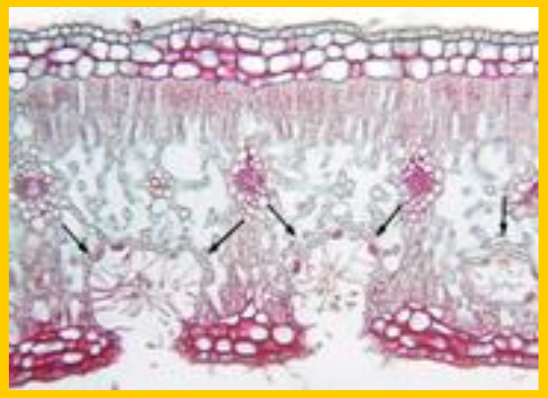
كولنكيما أنبوبيه Tubular Collenchyma	كولنكيما صفيحية Lamellar Collenchyma	كولنكيما ركنية Angular Collenchyma
		

3- نسيج البشرة Epidermis tissue

البشرة هى طبقة أو طبقات الخلايا السطحية الواقية لكل أعضاء الجسم الإبتدائى للنبات مثل الجذور والسيقان الحديثة والأوراق والأزهار والثمار والبذور , تعتبر البشرة غير متكشفة على المرستيمات القمية وبدايات الأوراق والبراعم . والبشرة هى أكثر الأنسجة تعرضا لعوامل البيئة المحيطة بالنيات ولذا تحدث فيها تحورات تركيبية معينة لتتوافق مع عوامل البيئة المحيطة . فى الجذور والسوق التى تنمو فى السمك تتمزق البشرة ويحل محلها نسيج البيريدرم .



تتكون البشرة فى معظم النباتات الزهرية من صف واحد من الخلايا وتسمى بشرة وحيدة الصف
Uniseriate epidermis
أو بشرة بسيطة Simple epidermis



تتكون البشرة من عدة صفوف من الخلايا وتسمى بشرة عديدة الصفوف Multiseriate epidermis أو بشرة متضاعفة Multiple epidermis كما فى أوراق بعض نباتات العائلة التوتية والبجنونيةوالحريقية وأيضا فى أوراق كثير من النباتات الجفافيه

تركيب البشرة

• تمثل البشرة النسيج الضام لكل أعضاء الجسم الإبتدائى للنبات, يتركب الجسم الأساسى لنسيج البشرة من خلايا البشرة العادية والتى تعتبر أقل خلايا البشرة تخصصا ويتشكل من هذه الخلايا أنواع أخرى من خلايا البشرة المتخصصة مثل الخلايا الحارسة للثغور والخلايا المساعدة, وخلايا السليكا والفلين والخلايا اللافة (المحركة) فى أوراق النباتات النجيلية والخلايا الإفرازية وخلايا البلورات. خلايا البشرة العادية هى خلايا بالغه حيه ذات جدر إبتدائية رقيقة, تحتوى على فجوه عصارية كبيره ولا تحتوى على بلاستيدات خضراء عدا الخلايا الحارسة للثغور وخلايا بشره السيقان والأوراق فى كثير من النباتات المائية المغمورة مثل الألوديا وبعض نباتات الظل . يختلف سمك جدار خلايا البشرة تبعا لنوع النبات والعضو النباتى , وعادة يكون الجدار الخارجى أكثر سمكا من الجدر الجانبية والداخلية للخلايا خاصة فى بشرة الأعضاء الهوائية للنبات Cuticle والتى يختلف سمكها تبعا لنوع النبات وظروف البيئة التى يعيش فيها وقد يترسب عليها طبقة أخرى من الشمع كما في سوق وأوراق بعض نباتات العائلة النجيلية وأوراق بعض النباتات الجفافيه بينما لا توجد طبقة الأدمة على بشرة الجذور أو الأجزاء المغمورة فى الماء من النباتات المائية أما الجدر الجانبية والداخلية لخلايا البشرة فتكون عادة رقيقة ومتعرجة وتحتوى على حقول نقر إبتدائية Plasmodesmata كما توجد أيضا حقول نقر إبتدائية تمتد خلالها روابط بلازمية فى الجدر الخارجية لخلايا بشرة الأعضاء الهوائية تمر خلالها روابط بلازمية إلى السطح الخارجى وطلق عليها إسم الروابط الخارجية Ectodesmata ويعتقد أنها تمثل الممر الذى تنتقل خلاله المواد التى يفرزها سيتوبلازم الخلية لتتكون منها الأدمة

شكل خلايا البشرة

تظهر خلايا البشرة العادية فى القطاع العرضى بشكل خلايا مستطيله أو برميلية الشكل متراصة بجوار بعضهابدون مسافات بينيه عدا مواضع الثغور التى تتكون من فتحات يحيط بكل منها زوج من الخلايا الحارسة بينما يختلف شكل خلايا البشرة فى المنظر السطحى كثيرا فقد تكون غير منتظمة الشكل وذات جدر متعرجة كما فى أوراق الفول , وقد تكون مضلعة ومتطاولة كما فى بشرة قواعد الأوراق المتشحمة للبصل وقد تكون مستطيلة الشكل كما فى بشرة أوراق نباتات العائلة النجيلية.

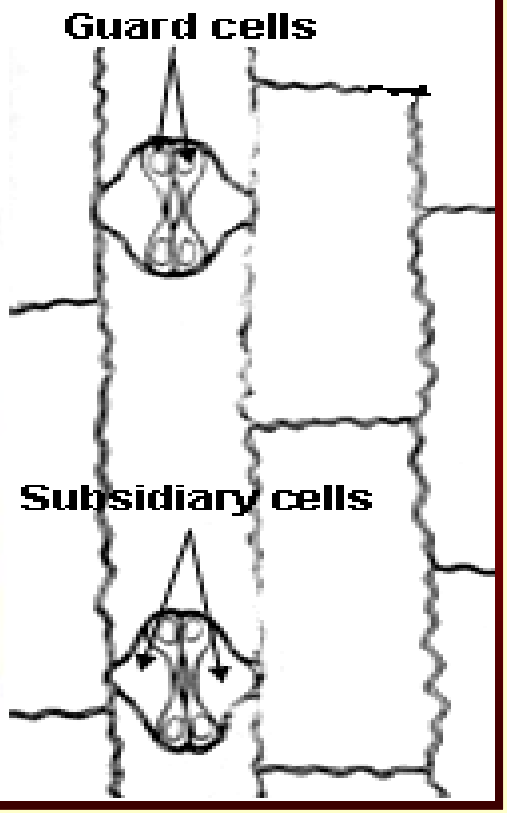
تركيب بشرة الأوراق فى نباتات العائلة النجيلية

تحتوى بشرة الأوراق فى نباتات العائلة النجيلية على خلايا طويلة تظهر فى المنظر السطحى مستطيلة الشكل وذات جدر متعرجة, كما تحتوى على نوعين من خلايا قصيرة تتجمع عادة فى أزواج ويعرف النوع الأول بخلاياالسليكا Silica cells وهى تمتلئ بمادة السليكا ويعرف النوع الثانى بخلايا الفلين cork cells جدرها مسوبرة وبها أيضا سليكا, وتحتوى البشرة العليا للأوراق عادة على نوع خاص من خلايا البشرة المتخصصة تسمى الخلايا اللافة أو المحركة Bulliform cells تتميز بحجمها الكبير وجدرها الرقيقة وفجواتها الواسعة الممتلئة بالماء .

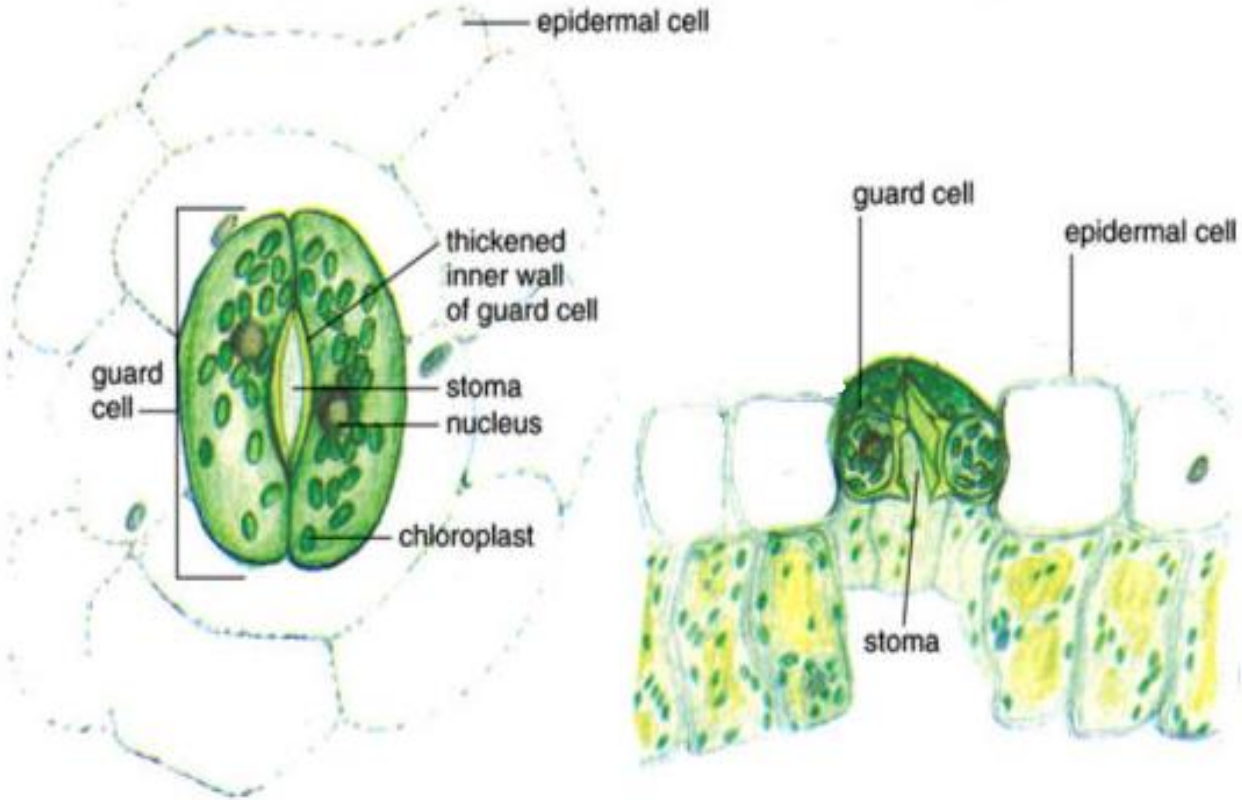
الثغور Stomata

الثغور عبارة فتحات دقيقة فى البشرة يحاط كل منها بزوج من خلايا متخصصة تسمى بالخلايا الحارسة Guard cells وقد يوجد معها خليتين أو أكثر من خلايا متخصصة تختلف فى الشكل والحجم عن خلايا البشرة العادية تسمى بالخلايا المساعدة Subsidiary cells.

تركيب الثغرفى ذوات الفلقة



تركيب الثغرفى ذوات الفلقتين



أنواع الثغور

تقسم الثغور تبعا لعدد الخلايا المساعدة المحيطة بالثغر ووضعها بالنسبة للخلايا الحارسة إلى عدة أنواع منها:-

1- ثغر ليس له خلايا مساعده Anomocytic stoma : كما فى أوراق الفول .

2- ثغر متوازى الخلايا المساعدة Paracytic stoma : وفى هذا النوع توجد خليتين مساعدتين محورهما الطولى موازى للمحور الطولى للخلايا الحارسة ولفتحة الثغر كما فى أوراق الفاصوليا .

3- ثغر متعامد الخلايا المساعدة Diacytic stomata : حيث توجد خليتين مساعدتين محورهما الطولى عمودى على المحور الطولى لفتحة الثغر كما فى أوراق القرنفل .

4- ثغر رباعى الخلايا المساعدة Tetracytic stoma : حيث توجد للثغر أربعة خلايا مساعده إثنتين موازيتين للمحور الطولى لفتحة الثغر والأخرتين متعامدتين عليها كما فى بشرة أوراق الخس والأقحوان وكثير من نباتات العائلة المركبة.

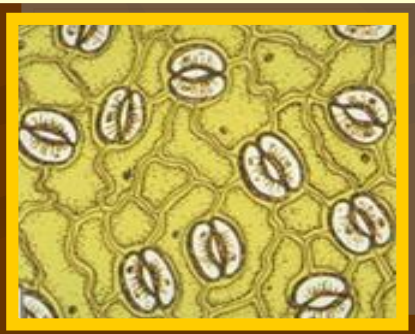
5- ثغر غير متماثل الخلايا المساعدة Anisocytic : حيث توجد ثلاثة خلايا مساعده أو أكثر تحيط بالخلايا الحارسة للثغر , إحدى الخلايا المساعدة أصغر حجما من الأخريات يشاهد فى أوراق نباتات العائلة الخردلية مثل المنثور والفجل .

أماكن وجود الثغور

توجد الثغور فى بشرة الأعضاء الهوائية الخضراء وخاصة الأوراق والسيقان الحديثة وكثيرا ما توجد فى السبلات والبتلات والأسدية والكرابل كما توجد فى أوراق النباتات المائية الطافية والنباتات البرمائية . ولا توجد الثغور فى بشرة كل من الجذور وأجزاء النبات الأرضية والأجزاء المغمورة فى الماء . عادة يكون عدد الثغور على السطح السفلى للأوراق أكثر منه على السطح العلوى لها وقليلا ما يحدث عكس ذلك كما فى أوراق البرسيم الحجازى وكثير من نباتات العائلة النجيلية وفى بعض النباتات مثل الخوخ والتفاح والبرتقال لا توجد ثغور على السطح العلوى للأوراق على الإطلاق, وقد لا توجد ثغور على السطح السفلى للأوراق كما فى أوراق النباتات المائية الطافية .

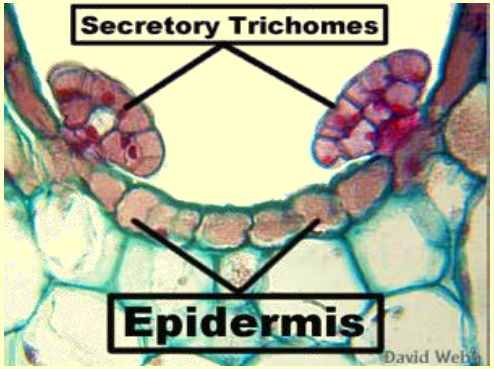
ترتيب الثغور ومستواها

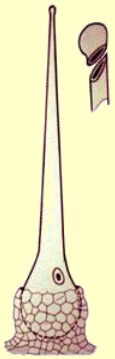
تكون الثغور عادة مبعثرة فى بشرة أوراق النباتات ذات الفلقتين بينما تكون مرتبة فى صفوف متوازية فى أوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة . وتوجد الثغور عادة فى نفس مستوى خلايا البشرة العادية إلا أنها قد تكون منخفضة عن سطح خلايا البشرة العادية كما فى أوراق السوسن وقد توجد متجمعة فى تجاويف غائرة كما أوراق وسيقان النباتات الجفافية أو تكون مرتفعة عن مستوى خلايا البشرة العادية كما فى أوراق النباتات المائية الطافية وأوراق الفلفل والطماطم .



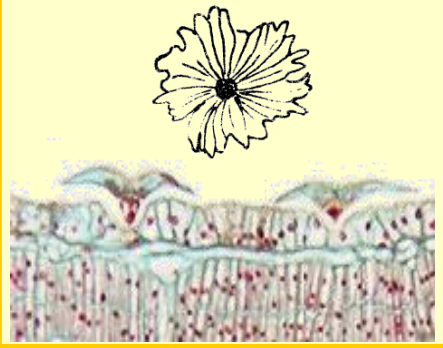
زوائد البشرة Trichomes

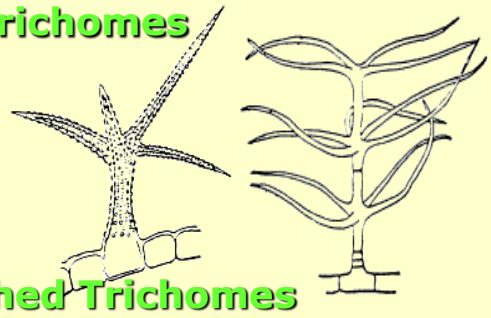
هى نموات خارجية تنشأ من البشرة ذات أشكال وأحجام وتراكيب ووظائف مختلفة , فقد تكون وحيدة الخليه أو عديدة الخلايا , متفرعة أو غير متفرعة , غدية أو غير غدية.

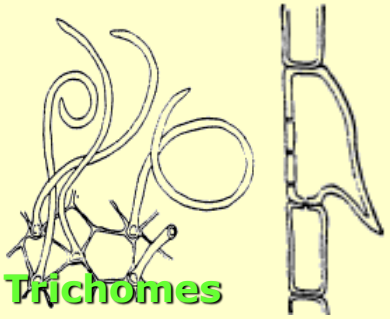


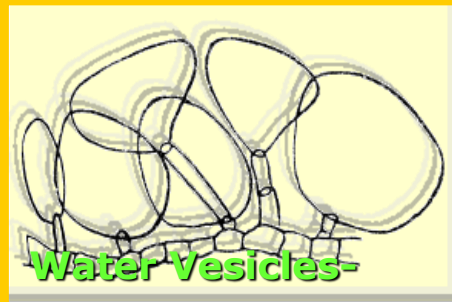


Peltate Trichomes









Multicellular Trichomes

وظائف البشرة

1- حماية الأنسجة الداخلية لأجزاء النبات الهوائية من فقد الماء بالتبخير ومن عوامل البيئة المحيطة كما تدعمها لوجود الأدمة وزوائد البشرة .

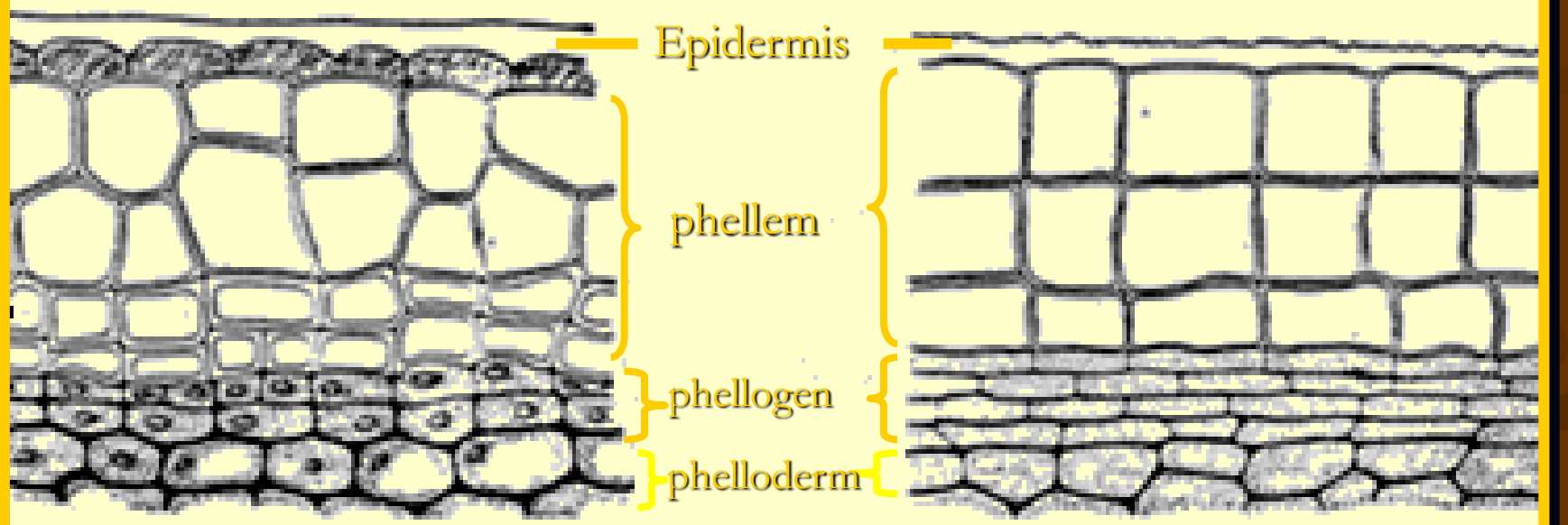
2- تنظم عملية النتح وتبادل الغازات بواسطة الثغور .

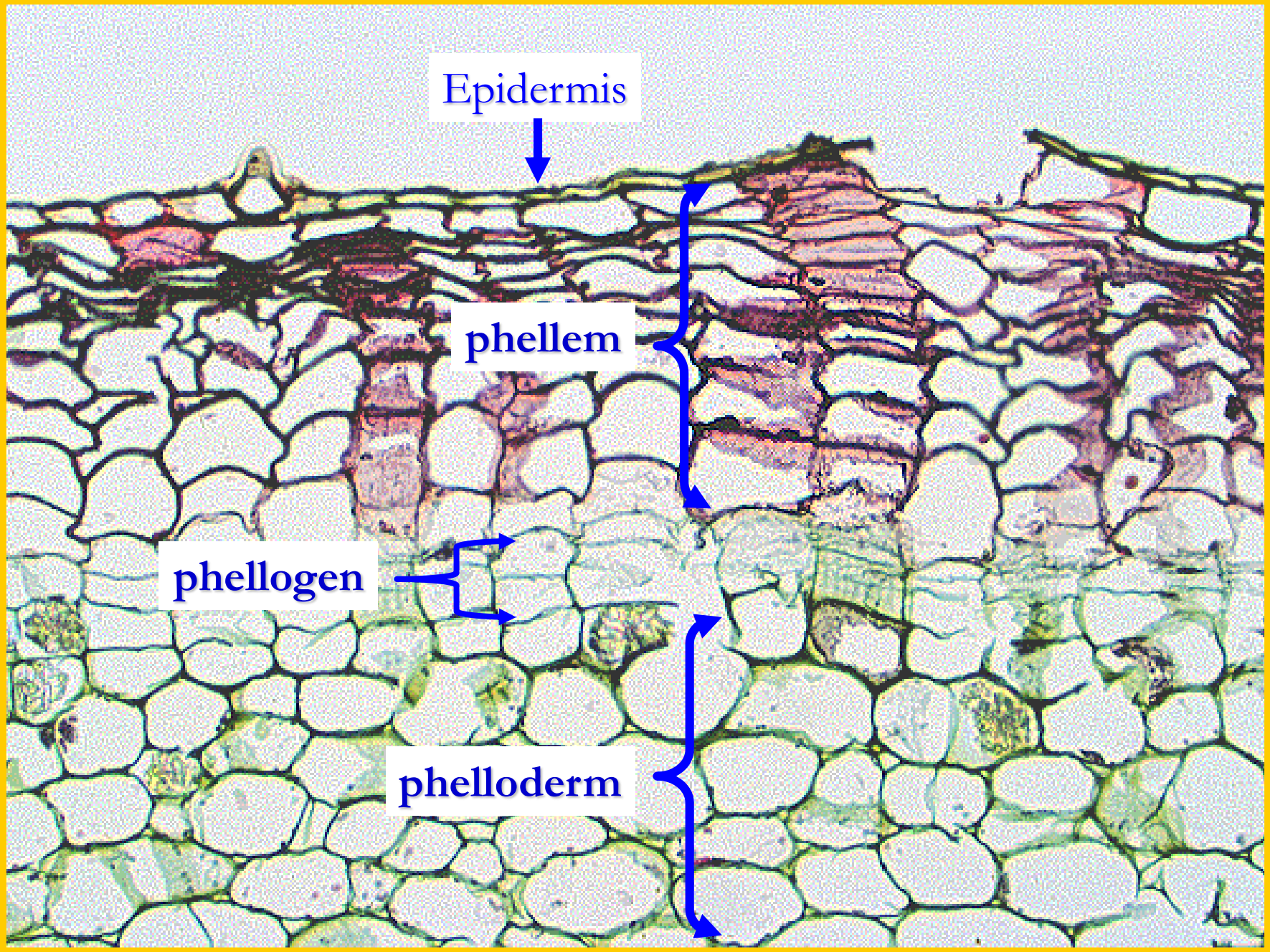
3- تقوم البشرة فى الجذور بامتصاص الماء والمواد الذائبة فيه من التربة بواسطة الشعيرات الجذرية وخلايا البشرة العادية .

4- تخزين الماء وبعض نواتج عمليات التحول الغذائى .

4- نسيج البريدرم Periderm

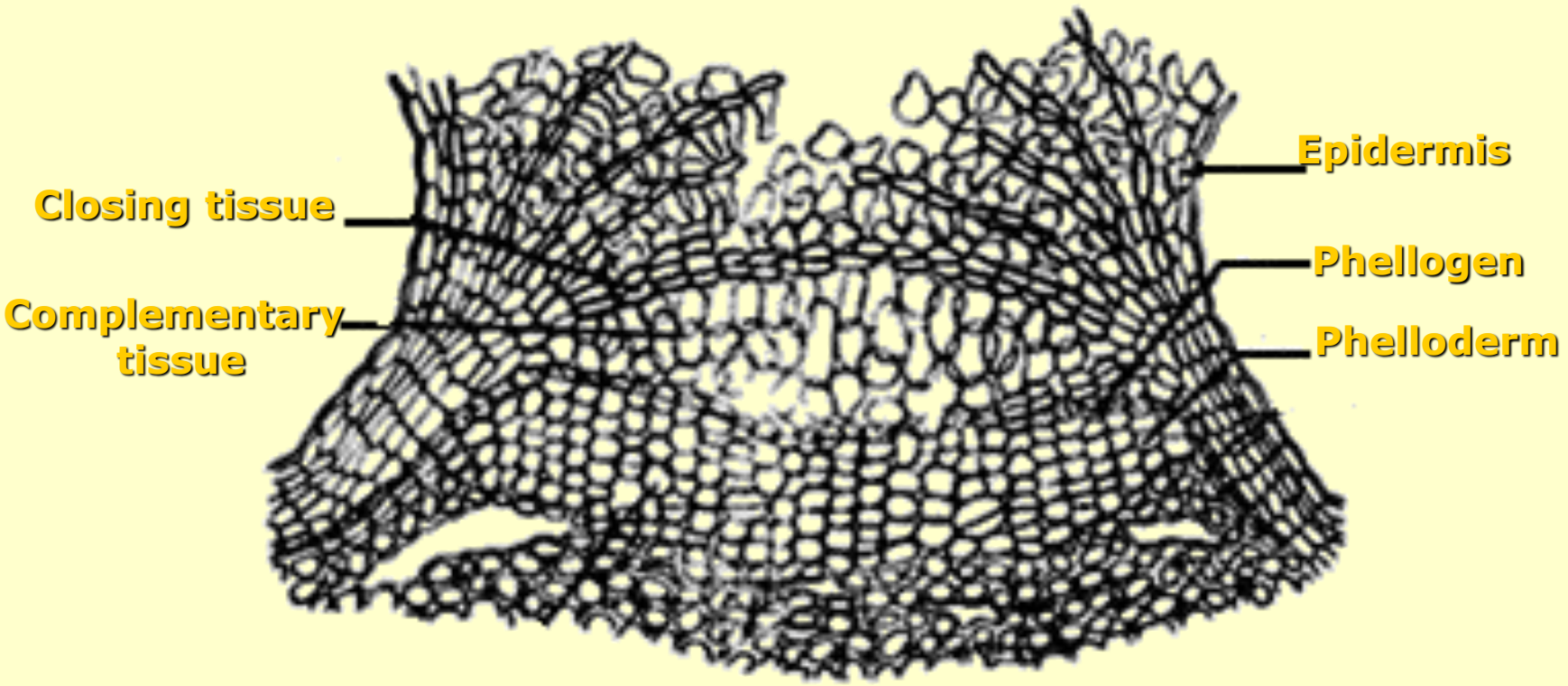
البريدرم نسيج وقائى ثانوى المنشأ ويمثل النسيج الضام لأعضاء النبات المسنة حيث يحل محل البشرة والأنسجة السطحية التى تتمزق فى الجذور والسيقان المستمرة فى النمو فى السمك ليحميها من فقد الماء وعوامل البيئة المحيطه , كما يتكون حول الإصابات المرضية ليحد من إنتشار الميكروبات وكذلك يتكون أسفل مواضع تساقط الأوراق وغيرها من أعضاء النبات كالأزهار والثمار . ويتركب نسيج البيريدرم من الفلين + الكامبيوم الفلينى + القشرة الثانوية .

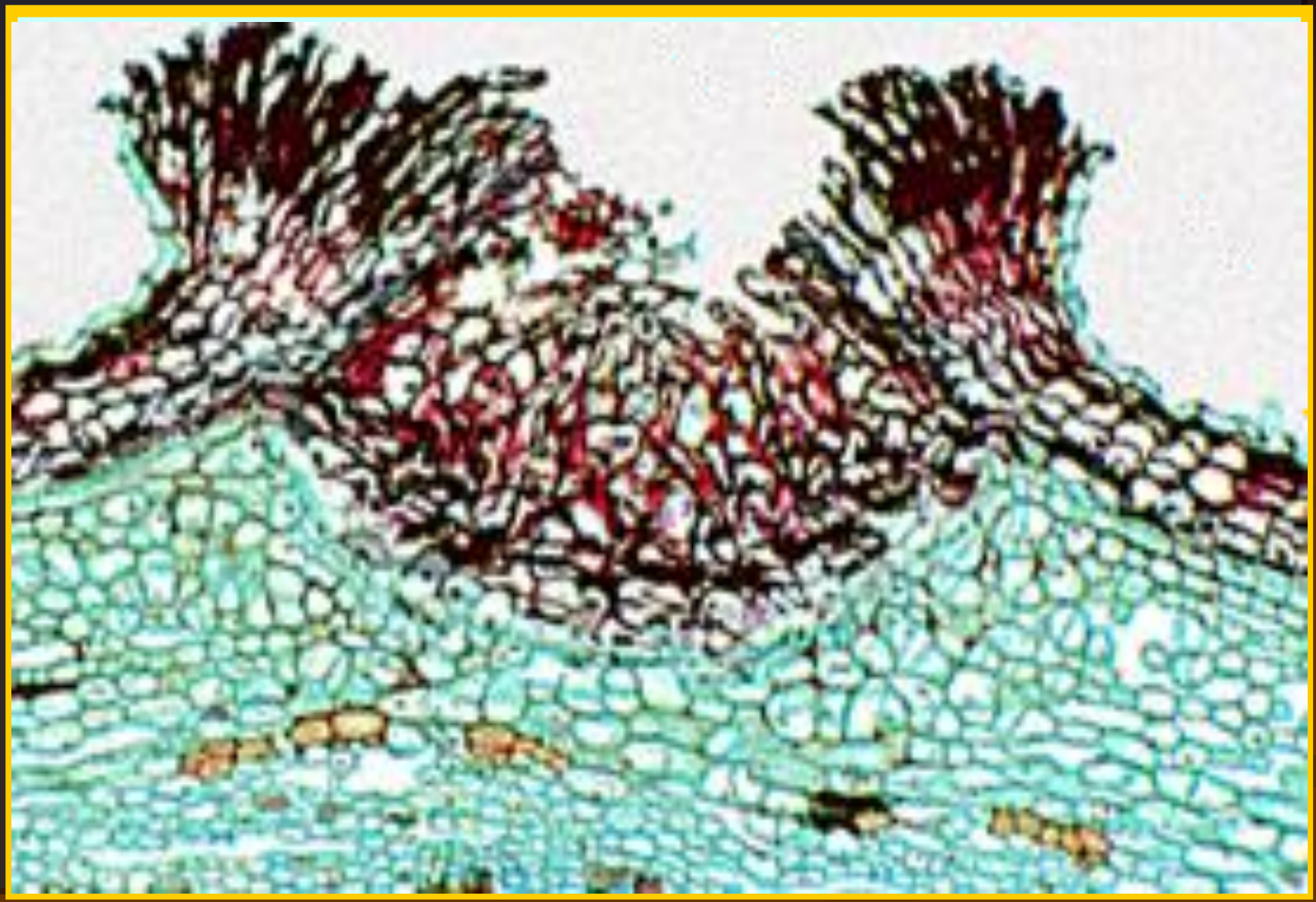



Epidermis
phellem
phellogen
phelloderm

العديسات Lenticels

هى عبارة عن مناطق محدودة فى نسيج البريدرم تتكون فيه لتكون بمثابة فتحات للتهوية وتبادل الغازات بين الأنسجة الداخلية والجو الخارجى . فنظرا لأن خلايا الفلين لا تنفذ الغازات بسهولة مما ينتج عنه صعوبة تنفس الأنسجة النبات الداخلية لذلك فإن الكامبيوم الفلينى لا ينتج عنه دائما خلايا فلين للخارج بل فى بعض المناطق وخاصة تلك التى كانت تحتوى البشرة فيها على ثغور نجد أن الكامبيوم يعطى بدلا من الفلين نسيج مفكك من خلايا بارنكيمية رقيقة الجدر تفصل بينها مسافات واسعة وتعرف هذه المناطق باسم العديسات . ويكون الكامبيوم الفلينى للعديسة متصلا بالكامبيوم الفلينى للبريديرم ولكنه يكون عادة ملتوى إلى الداخل فيظهر أكثر عمقا , ينتج عن نشاط الكامبيوم الفلينى فى منطقة العديسة خلايا بارنكيمية للخارج وللداخل , الخلايا التى تتكون للخارج كبيرة الحجم وتفصلها مسافات بينية واسعة ولذا تسمى بالنسيج المفكك أما الخلايا الداخلية فصغيرة الحجم وتكون القشرة الثانوية . فى بعض النباتات مثل أشجار الزان Fagus لا يتكون النسيج المفكك باستمرار بل يتوقف الكامبيوم الفلينى عن إنتاج النسيج المفكك وخاصة تحت الظروف الجوية شديدة البرودة ويعطى طبقة أو بضعة طبقات فلينية لتعزل الأنسجة الداخلية عن الجو الخارجى تعرف بالنسيج الغالق Closing tissue , وعند تحسن ظروف البيئة يكون الكامبيوم الفلينى للعديسة نسيج مفكك مرة أخرى يضغط على النسيج الغالق فيمزقه , وقد تتكرر هذه العملية فتظهر العديسة على هيئة طبقات متبادلة من النسيج الغالق والنسيج المفكك .


Epidermis
Closing tissue
Phellogen
Complementary tissue
Phelloderm

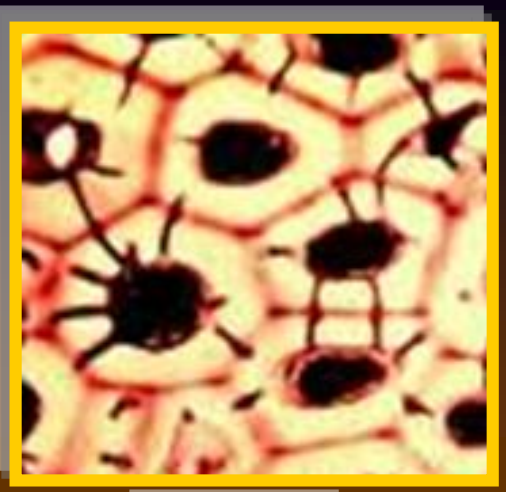


5- النسيج الإسكلرانكيمى Sclerenchyma tissue

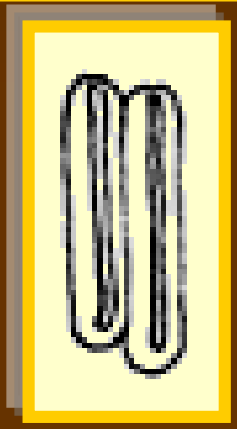
يتركب النسيج الإسكلرانكيمى من خلايا ميتة أى لا تحتوى على برتوبلاست عند نضجها إلا أنها أحيانا تكون حية وتحتوى على البرتوبلاست تسمى خلايا اسكلرانكيمية , وهى خلايا ذات جدر ثانوية سميكة ملجننة وبها نقر بسيطة عادة وقد تكون النقر ذات قنوات أو متفرعة. ويوجد نوعان من الخلايا الإسكلرانكيمية هما الإسكلريدات والألياف وهما يتشابهان الى حد كبير فى التركيب الخلوى والوظيفة ويختلفان عن بعضهما فى الشكل والمنشأ واماكن وجود كل منهما.

أ- الإسكلريدات Sclereids

هى خلايا إسكلرنكيمية ميتة (خالية من البرتوبلاست) ذات سميكة ملجننة, قد توجد متجمعة كنسيج فى السيقان والأوراق والثمار والبذور أو توجد كخلايا منفردة ومبعثرة بين خلايا النسيج الواحد, تنشأ الإسكلريدات من خلايا مرستيمية أو تنشأ من خلايا بارنكيمية بعد أن تتلجنن جدرها بشدة وتفقد برتوبلاستها متحولة إلى إسكلريدات. وتقوم الإسكلريدات أساسا بوظيفة التقوية والحماية . تصنف الإسكلريدات تبعا لشكلها إلى عدة أنواع منها :

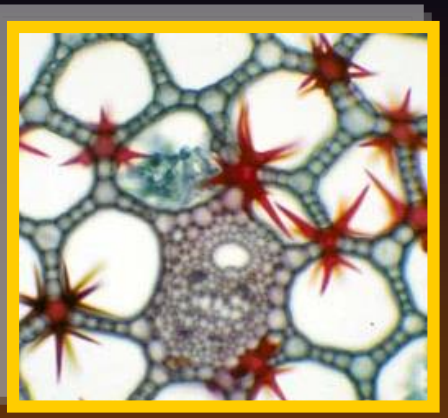


1- الخلايا الحجرية (الصخرية) Brachysclereids
تشبه الخلايا البارنكيمية من حيث الشكل والحجم إلا أن جدرها سميكة ملجننة وتشاهد فى لب بعض الثمار مثل الجوافة والكمثرى



2- الإسكلريدات العصوية Macrosclereids
وهى خلايا اسطوانية الشكل توجد عادة متراصة بجوار بعضها بشكل الخلايا العمادية فى الأوراق كما فى أغلفة بذور البسلة والفاصوليا

3- الإسكلريدات العظمية Osteosclereids
وهى خلايا إسطوانية إلا أن أطرفها منتفخة وقد تتفرع وتشاهد فى أوراق نبات الهاكيا Hakea وتحت بشرة قصرة البسلة

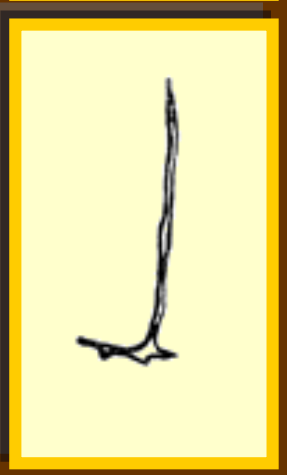


4- الإسكلريدات النجمية Astrosclereids

هى خلايا متفرعة تشبه النجمة وقد تكون متفرعة بكثرة وبشكل غير منتظم وتشاهد فى أوراق نبات الشاى وأعناق أوراق البشنين

5- الإسكلريدات الخيطية Trichosclereids

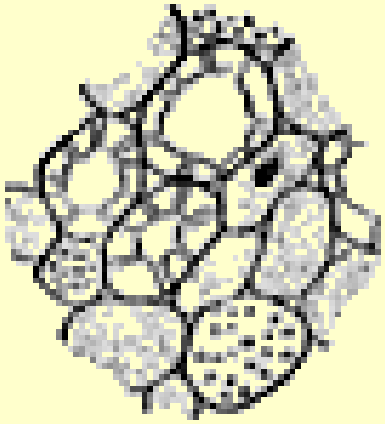
هى خلايا طويلة ورفيعة وقد تكون متفرعة, تشاهد فى أوراق الزيتون



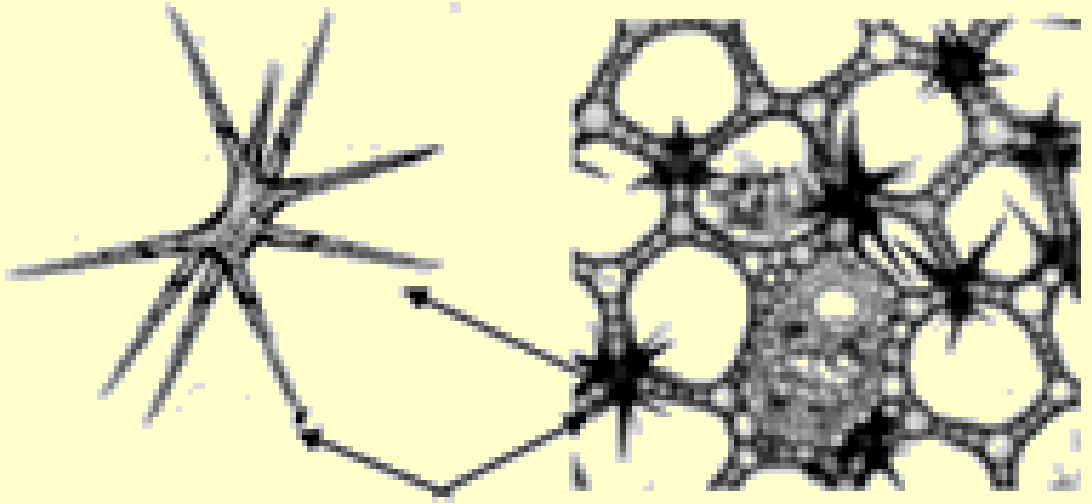
6- إسكلريدات على شكل حرف L-shaped Sclereids

خلايا رفيعة تأخذ شكل حرف L توجد فى الشعيرات الغدية الموجودة على أعناق أوراق البيجونيا *Begonia imperalis*

رسومات توضح بعض أشكال الاسكلريدات



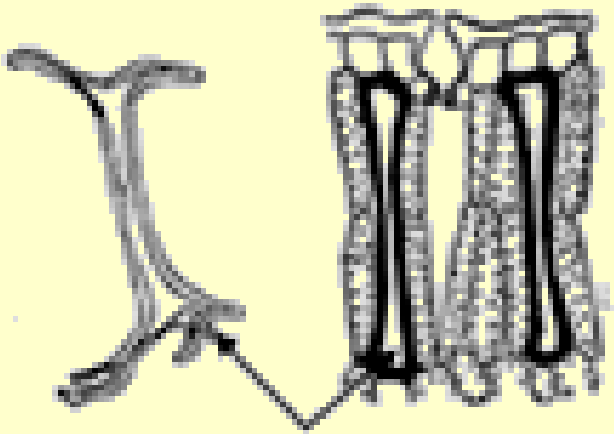
Brachysclereids



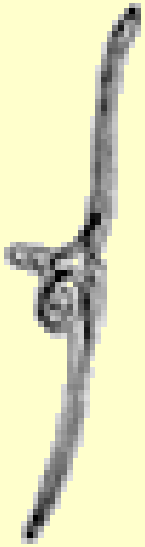
Astrosclereids

L-shaped Sclereids

Macrosclereids



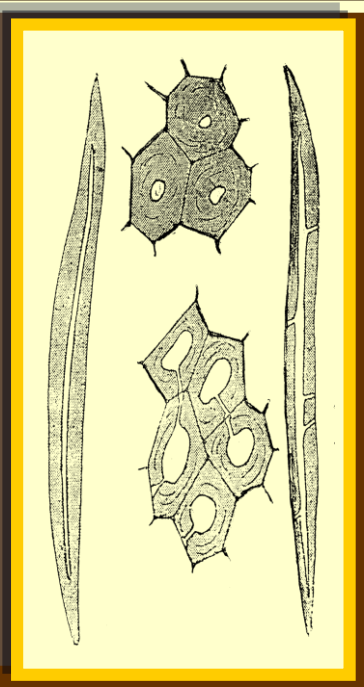
Osteosclereids



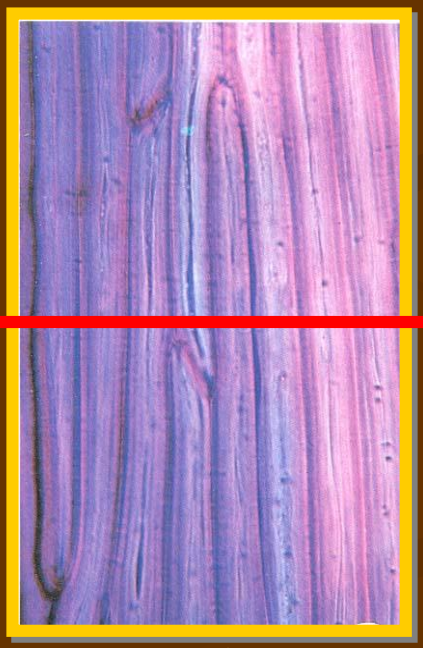
Trichosclereids

ب- الألياف Fibers

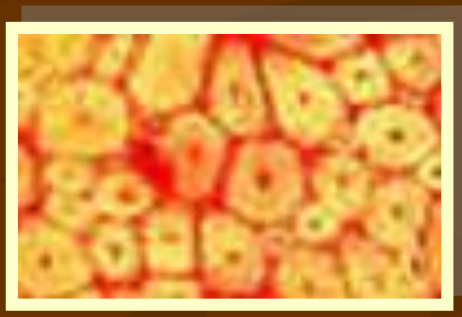
تختلف الألياف عن الإسكلريدات فى أنها طويلة ورفيعة وغير متفرعة وذات أطراف مستدقة , قد يصل طول الخلية الواحدة إلى 25 سم كما فى ألياف نبات الرامى *Boehmeria nivea*. تنشأ الألياف دائما من خلايا مرستيمية, والألياف خلايا ميتة ذات جدر سميكة ملجننة عادة ولكن أحيانا يكون تغليظ الجدار سلبلوزى كما فى ألياف الكتان, تجويف الخلية ضيق جدا وقد يتلاشى كلية أو جزئيا. والألياف عادة غير مقسمة ولكن قد توجد ألياف مقسمة بجدر عرضية ملجننة إلى عدة غرف فى الليفة الواحدة مثل ألياف العنب وهى أيضا ألياف حية (تحتوى على بروتوبلاست) .تصل الألياف ببعضها فى تتابع طولى عن طريق إنزلاق أطراف الخلايا المستدقة على بعضها مكونة خيوط طويلة من عدة خلايا تتصل أطرفها ببعضها.



رسم تخطيطى يوضح شكل وتركيب خلية الألياف فى القطاع الطولى والقطاع العرضى



الألياف كما تظهر فى القطاع الطولى

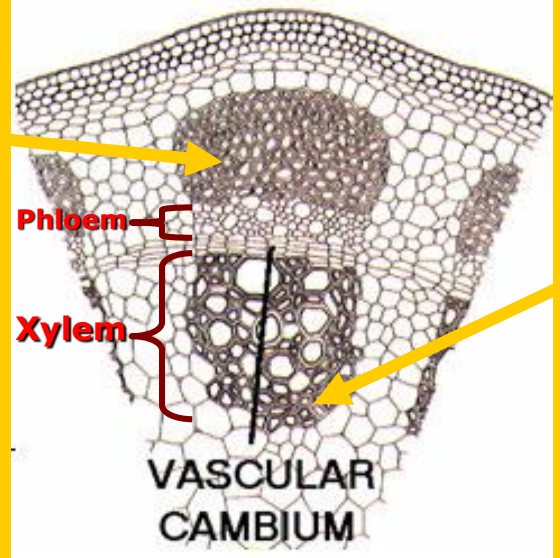


الألياف كما تظهر فى القطاع العرضى

تقسيم الألياف تبعا لمكان وجودها فى جسم النبات

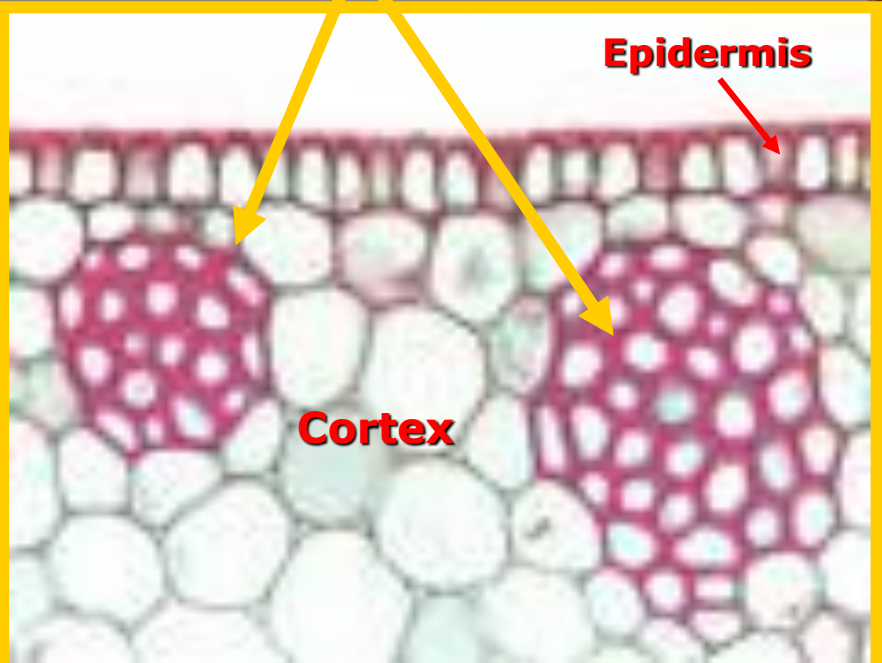
2- ألياف لحائيه
Phloem fibers

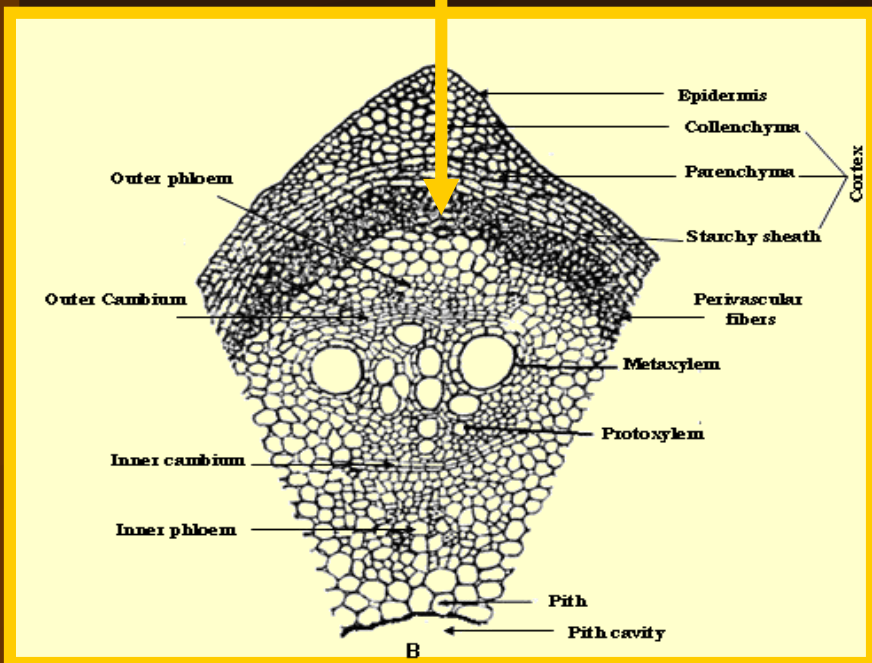
1-ألياف الخشب
Xylem fibers

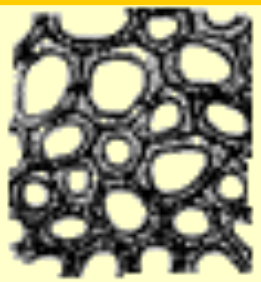


3- ألياف قشريه
Cortical fibers

4- ألياف محيطية الحزم الوعائية
Perivascular fibers



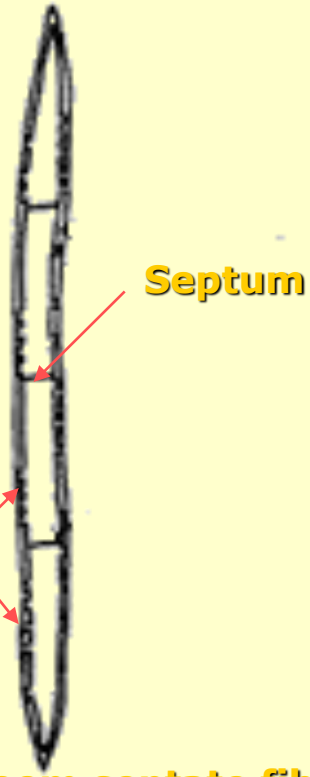




T.S. in Fibers

Cortical fiber

Wood fibers



Phloem septate fibers from grapevine