

مقرر ٦١١ نبت
تشرح نبات متقدم

Advanced Plant Anatomy
Bot. 611

Contents

المحتويات

- تلريخ علم التشريح
- علم التشريح والتصنيف
- علم التشريح و العرقي
- التشريح المقارن
- التأقلم
- التركيب التشريحي للنباتات الجافة والمائية وغيرها -
- المجهر الإلكتروني الماسح وتطبيقاته

التشريح والتصنيف

Anatomy and Taxonomy

إن الاهتمام بالتركيب الداخلي للنبات قد بدأ مبكراً أي في منتصف القرن السابع عشر وكان **الهدف منه التعرف على التركيب الداخلي للنبات** وليس لأغراض أخرى كالتقسيم أو الفسيولوجيا أو الوراثة مثلاً.

وكان ذلك من قبل بعض العلماء الإنجليز مثل جرو Grew الذي عاش في الفترة ما بين ١٦٤١ - ١٧١٢م وسبقه كل من روبرت هوك Robert Hooke ولوفين هوك. كما أن الإيطالي Malpighi الذي عاش في الفترة ما بين ١٦٢٨ - ١٦٩٤م هو الآخر الذي اهتم **بالتركيب الداخلي للنبات**. وهذا يعني أن الاهتمام بالتشريح الداخلي للنبات كان أورياً بالدرجة الأولى. ولا نريد أن ندخل كثيراً في تاريخ **تشريح النبات** لأن ذلك يطول، ولكن نعطي فكره عن تاريخ **التشريح التصنيفي** الذي بدأ الاهتمام به عندما توفرت العديد من المعلومات (**الصفات التشريحية**) التي يمكن أن تساعد في حل بعض المشاكل التي عجزت عن حلها **الصفات الشكلية** المرئية للعين المجردة أو بواسطة العدسات اليدوية للنباتات المتقاربة في هذه الصفات.

ففي نهاية القرن الثامن عشر وبالتحديد في عهد العالم النباتي راديلكوفر Radlkofer ١٨٢٩ - ١٩٢٧م والذي كان أستاذاً للنبات في جامعة ميونخ الألمانية وكان اهتمامه منصباً على دراسة إحدى الفصائل من كاسيات البذور وبالتحديد الفصيلة Sapindaceae حيث استخدم **الصفات التشريحية في تصنيف** أفراد أحد أجناسها. ومن بعده تولى هذا الموضوع أحد تلامذته الألماني ويدعى **Soleredar** الذي عاش في الفترة ما بين ١٨٦٠ - ١٩٢٠م والذي جمع الصفات التشريحية في مؤلفه المعروف **بالتشريح التصنيفي لكاسيات البذور** الذي ترجم إلى اللغة الإنجليزية تحت عنوان Systematic Anatomy of Dicotyledon سنة ١٩٠٨م والذي يعتبر في وقته من أهم المراجع في علم **التشريح التصنيفي**. وقد اتخذه ميتكالف وشولك Metcalfe & Chalk بداية لتأليف كتبهما عن **تشريح النباتات البذرية** مثل Anatomy of the Dicot وكذلك Anatomy of Monocot المتداولة في الوقت الحاضر والتي صدرت منها الطبعة الأولى في عام ١٩٥٠م ثم تلاها الطبعة الثانية التي تركز على التشريح التصنيفي للساق والورقة سنة ١٩٧٩م.

أما النباتي الإنجليزي D.H.Scotl فقد ساهم أيضاً في تطوير فرع **التشريح**
التصنيفي من خلال اهتمامه بعلم الحفريات النباتية Palaeobotany
وإضافة نتائج إيجابية إلى الطبعة الإنجليزية من كتاب Soleredor ولكن
Scoh وغيره يرى أن هذا الكتاب لا يخلو من بعض الصفات التشريحية
التي قد تقود إلى نتائج خاطئة أو مضللة وصرح Scoh نفسه بأنه لا يمكن
وضع استنتاجات تصنيفية من خلال فحص قطاعات لعينات معشبية. وما
يزال بعض علماء النبات في الوقت الحاضر وخاصة بعض علماء التصنيف
يعتقدون أن هذه الصفات التشريحية لا تقود إلى نتائج تذكر في علم
تصنيف النبات نظراً لصعوبة استخدام هذه الصفات بالوسائل التقليدية لدى
المصنفين وإنما هي تحتاج إلى وسائل معينة مثل آلات التقطيع والفحص
بالمجاهر سواء منها الضوئية أو الإلكترونية وهذه تجعل من **الصفات**
التشريحية معاييراً ثانوية يلجأ إليها عند التعذر في وجود فروق في
الصفات المورفولوجية للنباتات المتشابهة.

ولا تقتصر محاولة العلماء في استخدام الصفات التشريحية في تعريف وتصنيف النباتات على ما سبق ذكره، ولكن هناك عدد من العلماء الألمان مثل Sachs ١٩٠٦م وغيره ومن الفرنسيين مثل Hacquette ١٩٥٤م. كما أن علماء من هولندا وسويسرا واليابان أضافوا معلومات كثيرة لا يستهان بها في علم تشريح النبات، بالإضافة إلى علماء من الاتحاد السوفيتي (سابقاً).

أما بالنسبة **لدراسة تشريح النبات** من قبل العلماء الأمريكيين فكان متأخراً فقد بدأ حديثاً جداً من قبل العالم جيفري Jeffrey ١٨٦٦ - ١٩٥٢م وأحد تلامذته المدعو Bailey الذي نشر **العديد من الدراسات التشريحية في مواضيع مختلفة من تشريح النبات** والتي جمعت مع غيرها بواسطة Carlquist ١٩٦٩م بما يعرف **بتشريح النبات المقارن Comparative plant anatomy**.

ولا ننسى أن علماء الهند أيضاً ساهموا في دراسة التركيب الداخلي للنبات وخاصة من الناحية التصنيفية والفسولوجية وأهمهم P. Maheshwarl وشودري Chowdhury وروي Roa وميترا Mitra وغيرهم.

ويعتبر **Jodrell** في حديقة كيو بلندن المركز الرئيسي للتشريح

التصنيفي للنبات في العالم الذي يقوم بالإشراف عليه D. Cutlar أحد

المهتمين بعلم تشريح النبات والمؤلف كتاب تشريح النبات التطبيقي Applied
plant anatomy.

كما أن هناك أبحاث قليلة حول استخدام الصفات التشريحية في تعريف بعض
النباتات البرية بالمملكة العربية السعودية يقوم بها مجموعة التشريح بقسم
النبات والأحياء الدقيقة في جامعة الملك سعود تدل على أهمية الصفات
التشريحية في تعريف وتصنيف النبات على مستوى الأنواع والأجناس
النباتية.

إن **علم تشريح النبات** كما ذكرنا يلعب دوراً مهماً في **تصنيف النباتات** وبدايته
كانت منذ منتصف القرن السابع عشر ولكن منذ نهاية القرن الثامن عشر وإلى
وقتنا الحاضر والنباتيون المهتمون بالتركيب الداخلي للنبات يحاولون استخدام
الصفات التشريحية في تعريف النبات وتصنيفه ولكن هذه الصفات لوحدها لم
تستطع أن تحدد مواقع الفصائل والأجناس والأنواع في النظام التصنيفي

. ولكن استخدامها مع الصفات الأخرى مثل الصفات المورفولوجية، البيئية والجنينية. فإنها تساعد كثيراً في حل بعض المشاكل التصنيفية. وخاصة استخدام الصفات التشريحية الثابتة والمعروفة مثل: **الشعيرات، الغدد، الثغور، صفات خلايا البشرة، الحزم الوعائية، أعناق الأوراق.**

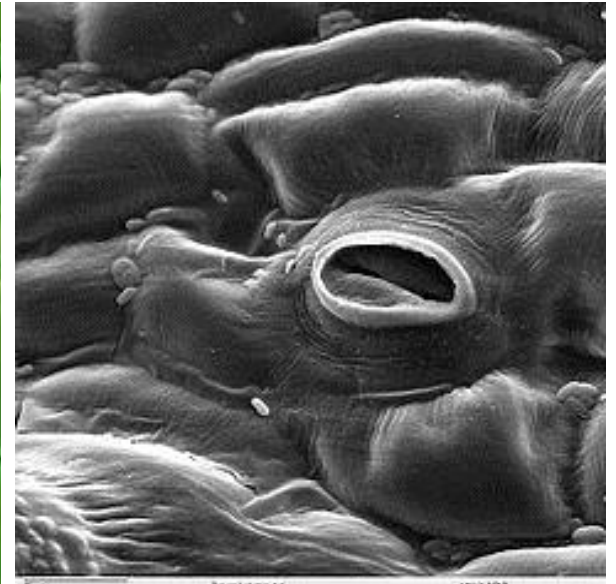
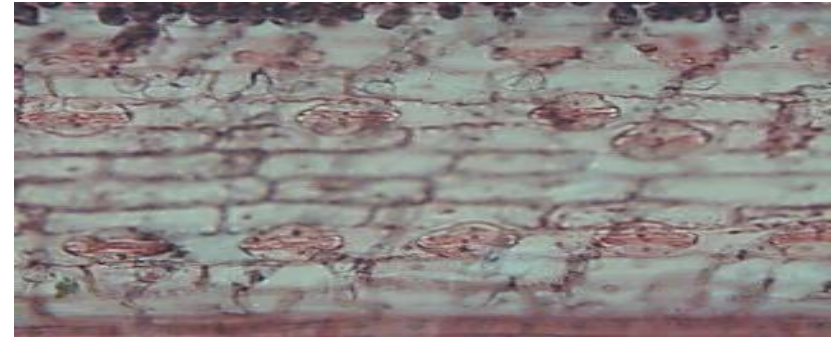
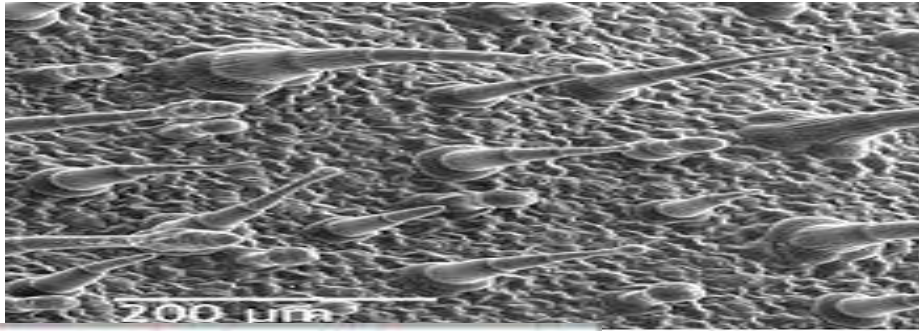
كما أن **محتويات الخلايا** أو مكوناتها الكيميائية ذات أهمية تصنيفية وخاصة على مستوى الفصائل النباتية. ومنها: **البلورات، حبيبات النشا، اللبন النباتي، الإفرازات.**

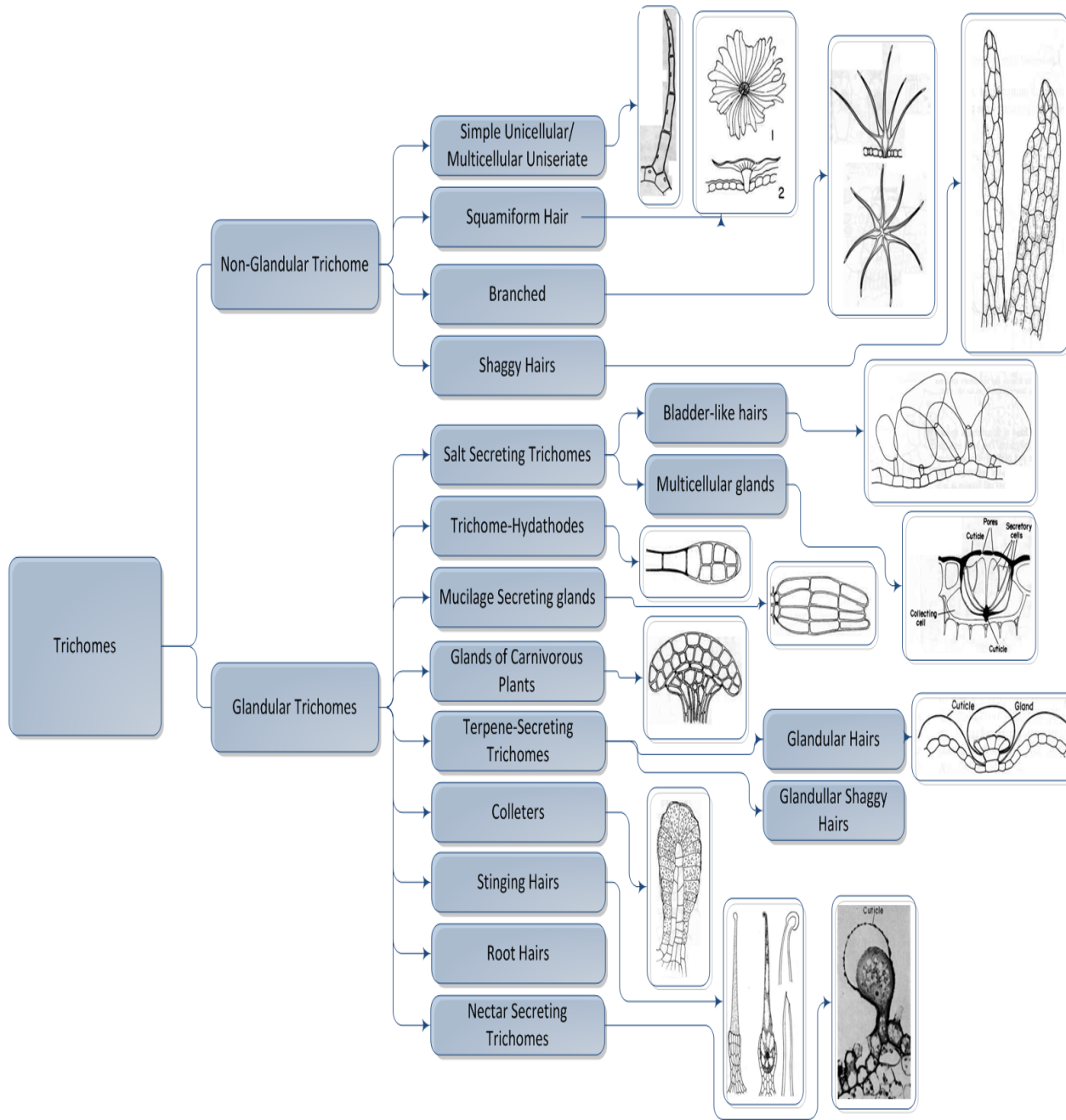
بالإضافة إلى ما تقدم هناك العديد من **الصفات التشريحية** التي تساعد في تعريف وتصنيف النبات مثل **النسيج الإفرازي، الخلايا الإفرازية الفردية، منشأ البريديرم، ألياف خارج الخشب (ألياف اللحاء)، برنشيمة النخاع وأشعته، وأوعية الخشب، برنشيمة الخشب، الحزم الوعائية القشرية، الحزم الوعائية النخاعية، اللحاء الداخلي، اللحاء داخل الخشب، الحلقات المتتابعة للنسيج الإنشائي، الفلين داخل الخشب،** كل ما سبق تعتبر صفات تشريحية معروفة يستعان بها في تعريف وتصنيف النبات.

كيف تكون هذه الصفات السابقة ذات أهمية تصنيفية ؟

أولاً:- خلايا البشرة Epidermal cells

إن شكل خلايا البشرة مهم في تعريف الأوراق: فمنها مثلاً الخلايا المستطيلة أو المتطاولة المضلعة أو متساوية الأضلاع ذات الجدر المستقيمة أو المتموجة الرقيقة أو السمكة المنقرة أو غير المنقرة. وجود بعض المحتويات مثل البلورات البلاستيدات. والخلايا الحركية.





ثانياً:- الشعيرات Hairs

الشعيرات كما درسنا في التشريح نرى أنها متنوعة منها ما هي غدية وغير غدية، وحيدة الخلية أو ثنائية أو متعددة متفرعة وغير متفرعة فعلى سبيل المثال نجد أن بعض النباتات تتميز بشعيرات غدية فقط أو غير غدية أو النوعين معاً وفي دراسة على جنس *Antirranum* استطعنا أن نعيد تصنيف هذا الجنس وخاصة الأنواع الأوربية منه على ضوء أنواع هذه الشعيرات مع استخدام بعض الصفات الأخرى مثل نسبة النسيج العمادي وبعض صفات الزهرة عند تعذر استخدام الشعيرات في التفريق بين الأنواع المتشابهة.

ثالثاً :- الثغور Stomata

إن الثغور كما علمنا من دراستنا بعلم التشريح كانت تصنف بأسماء الفصائل التي توجد بها بكثرة ويتميز بها كما هي الحال في نباتات ذوات الفلقتين مثلاً :

النوع الشقيقي Anomocytic --- Ramunculaceous

النوع الصليبي Anisocytic ---- Cruciferous

النوع الروبي Paracytic ---- rubiaceous

النوع الكريوفيلي Cliacytic ---- caryophyllaceous

النوع الشعاعي Actinocytic

والتي صنفنا الآن على أساس عدد الخلايا المساعدة وانتظامها حول الثغور باننت (Pant 1955) وطلابه صنفوا الثغور حسب طريقة مراحل نموها إلى ثلاثة أنواع:

متوسط النشأة Mesogenous st وفيه تنشأ الخلايا المساعدة من أصل مشترك مع الخلايا الحارسة.

ثغر محيطي المنشأ Perigenous stoma وفيه يكون للخلايا المساعدة منشأ خاص مجاور لمنشأ الخلايا الحارسة.

ثغر متوسط - محيطي المنشأ Meso-perigenous stoma وفيه يكون للخلايا المساعدة منشأ مزدوج. فخلية أو

أكثر من الخلايا المساعدة تنشأ من منشئ الخلايا الحارسة نفسه. وخلية أو أكثر من الخلايا المساعدة لها منشأ مستقل عن منشئ الخلايا الحارسة.

ملاحظة :

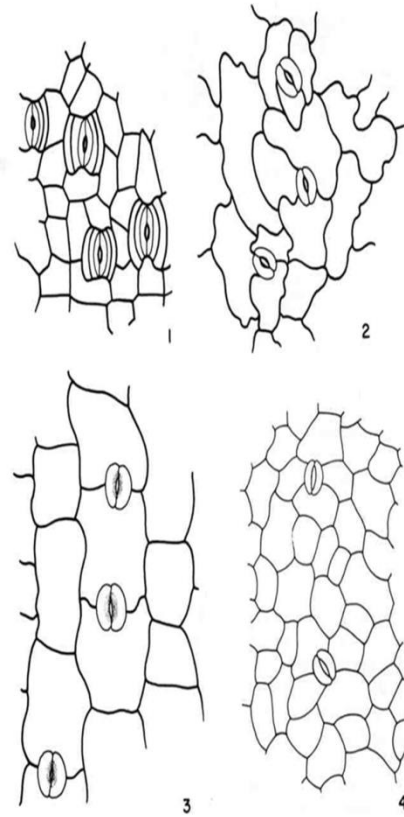
هذه الصفة صعبة الاستخدام في التصنيف والتعريف لأنها تحتاج إلى دراسة منشأ الثغور لكل نوع نباتي أو أنواع لجنس واحد، فما بالك بأنواع أجناس الفصيلة الواحدة.

- الثغور Stomata

إن الثغور كما علمنا من دراستنا بعلم التشريح كانت تصنف بأسماء الفصائل التي توجد بها بكثرة ويتميز بها كما هي الحال في نباتات ذوات الفلقتين مثلاً :

Anomocytic ---	Ranunculaceae	النوع الشقيقي
Anisocytic ----	Cruciferous	النوع الصليبي
Paracytic ----	rubiceous	النوع الروبي
Cliacytic ----	caryophyllaceous	النوع الكريوفيلي
Actinocytic		النوع الشعاعي

والتي صنفنا الآن على أساس عدد الخلايا المساعدة وانتظامها حول الثغور



Different types of stomata arrangement, as seen in surface view of the leaf, of the subsidiary cells relative to the stoma.

1, *Acacia*; rubiceous or paracytic type.

2, *Brassica*; cruciferous or anisocytic type.

3, *Dianthus*; caryophyllaceous or diacytic

4, *Pelargonium*; ranunculaceous or anomocytic type.

باننت (Pant 1955) وطلابه صنفوا الثغور حسب طريقة مراحل نموها إلى ثلاثة أنواع:

متوسط المنشأ Mesogenous st وفيه تنشأ الخلايا المساعدة من أصل مشترك مع الخلايا الحارسة.

ثغر محيطي المنشأ Perigenous stoma وفيه يكون للخلايا المساعدة منشأ خاص مجاور لمنشأ الخلايا الحارسة.

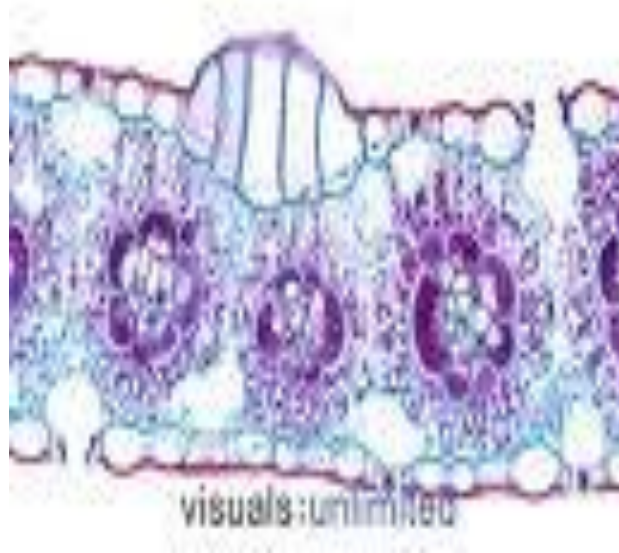
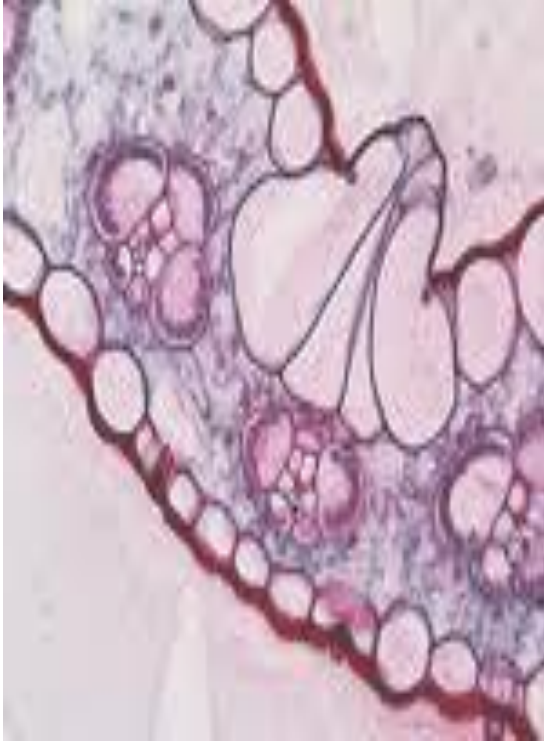
ثغر متوسط - محيطي المنشأ Meso-perigenous stoma وفيه يكون للخلايا المساعدة منشأ مزدوج. فخلية أو أكثر من الخلايا المساعدة تنشأ من منشئ الخلايا الحارسة نفسه. وخلية أو أكثر من الخلايا المساعدة لها منشأ مستقل عن منشئ الخلايا الحارسة.

ملاحظة :

هذه الصفة صعبة الاستخدام في التصنيف والتعريف لأنها تحتاج إلى دراسة منشأ الثغور لكل نوع نباتي أو أنواع لجنس واحد، فما بالك بأنواع أجناس الفصيلة الواحدة.

٥. الخلايا الحركية Bulliform cells

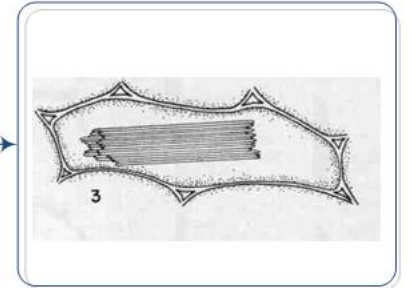
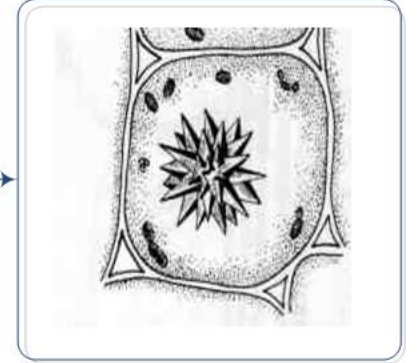
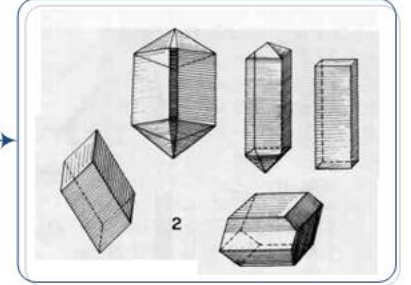
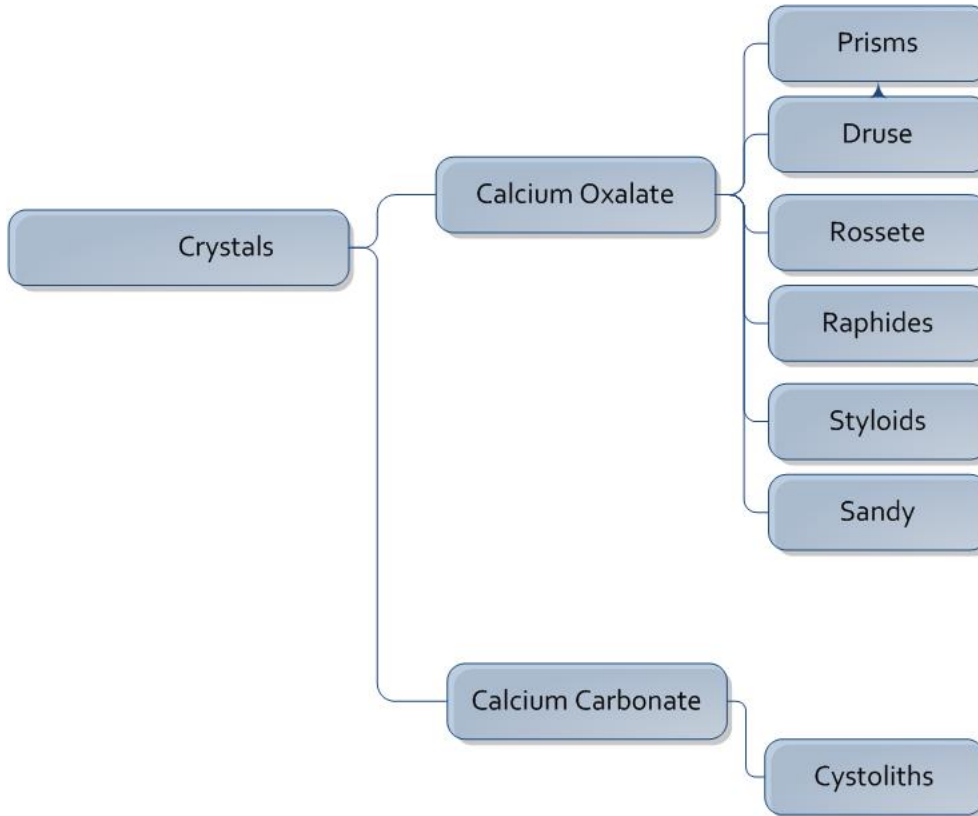
خلايا كبيرة الحجم وذات جدر سليولوزية رقيقة وذات فجوات كبيرة،
وتحتوي هذه الخلايا على كمية كبيرة من الماء وقد تكون خالية من
البلاستيدات الخضراء، وتقوم بالتفاف الأوراق، كما تساعد في تفتح الأوراق في
البراعم (شكل ٤١).



شكل (٤١) انماط الخلايا الحركية

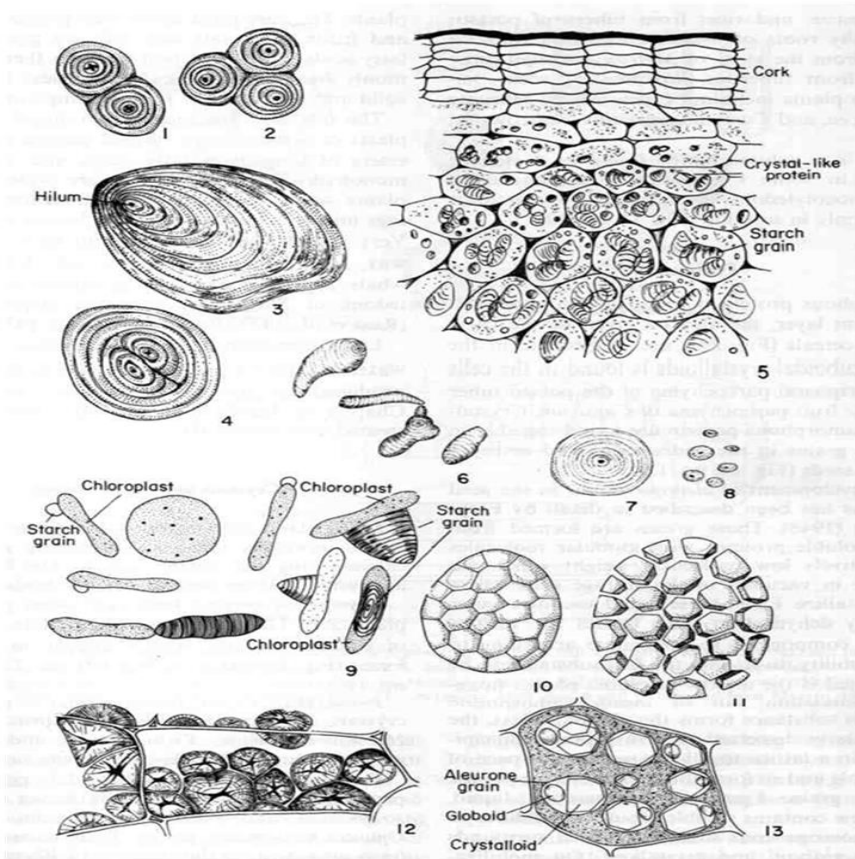
٧ . البلورات Crystals

لا شك أن البلورات بأشكالها المختلفة قد تلعب دوراً جيداً في تعريف بعض النباتات أو المجاميع النباتية كما أن وجودها في أنسجة النبات المختلفة قد تساعد أيضاً في التصنيف.



٨ . حبيبات النشا Starch grains

إن حبيبات النشا بأشكالها المختلفة ذات أهمية في تصنيف النبات كحبيبات البطاطس والقمح والذرة والأرز وغيرها والتي يمكن الاعتماد عليها في معرفة هذه الأجناس وأنواعها.



Potato starch grains.

1 and 2, Compound starch grains.

3, Simple starch grain.

4, Half-compound starch grain.

5, Cross-section of the outer portion of a potato tuber.

6, Banana starch grains.

7 and 8, Starch grains of *Triticum durum*.

9, Stages in development of starch grains in chloroplasts of *Phaius maculata*.

10, Compound starch grain of *Avena*.

11, As in no. 10, but disintegrating.

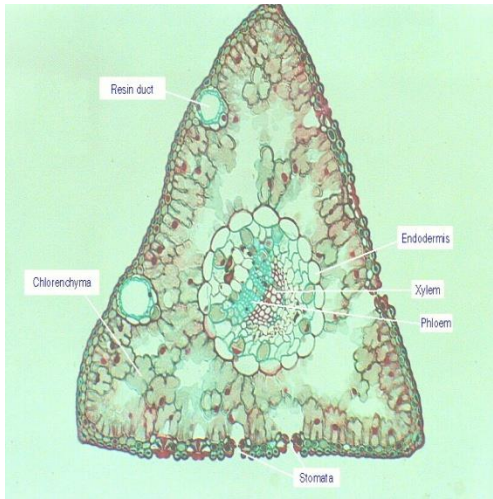
12, Sphaerocrystals of inulin in cells of a *Dahlia* tuber, precipitated when alcohol was added.

13, Aleurone grains in an endosperm cell of *Ricinus communis* from a section of material embedded in dilute glycerine.

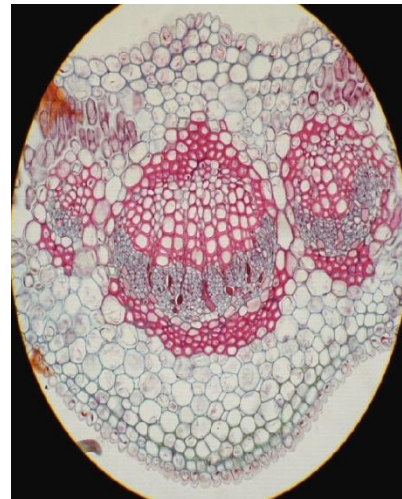
(Most of the figures adapted from Strasburger, Palladin, and Troll.)

رابعاً:- غلاف الحزمة

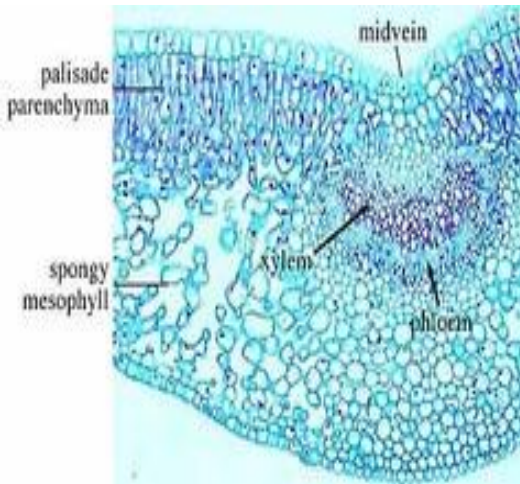
- تحاط الحزم الوعائية بغلاف من الخلايا البرنشيمية أو السكلرنشيمية.
- الغلاف الحزمي قد يكون طبقة واحدة أو طبقتين هذا الأخير قد تكون الطبقتين برنشيمية أو اسكلرنشيمية أو تكون الطبقة الخارجية سكلرنشيمية والداخلية برنشيمية.
- الغلاف الحزمي قد يحتوي على بلاستيدات خضر وخاصة عندما يكون مكونا من خلايا برنشيمية.
- وجود أو غياب ما يعرف بامتداد الغلاف الحزمي وعندما يوجد فإنه قد يكون خلايا برنشيمية أو كولنشيمية أو اسكلرنشيمية. وهذه الصفة قد تكون في الغالب على مستوى الجنس أو النوع.



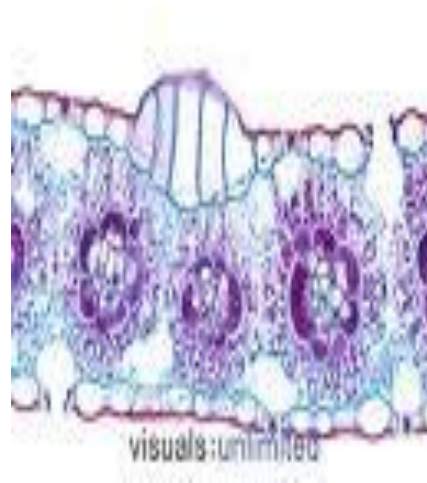
Pinus strobus leaf cross-section



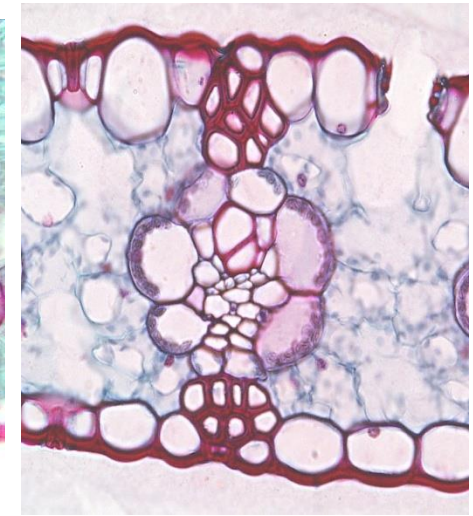
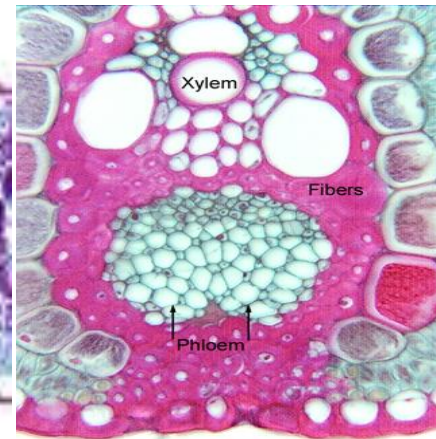
Cross section of pear leaf central vein, 100x



Typical dicot. leaf

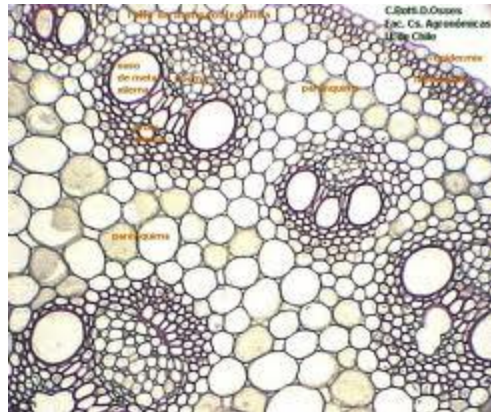


Corn leaf bundle sheath showing Kranz anatomy



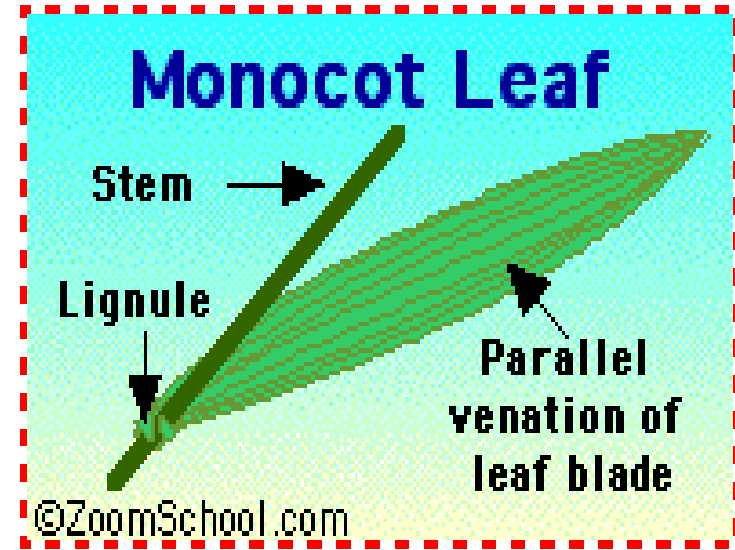
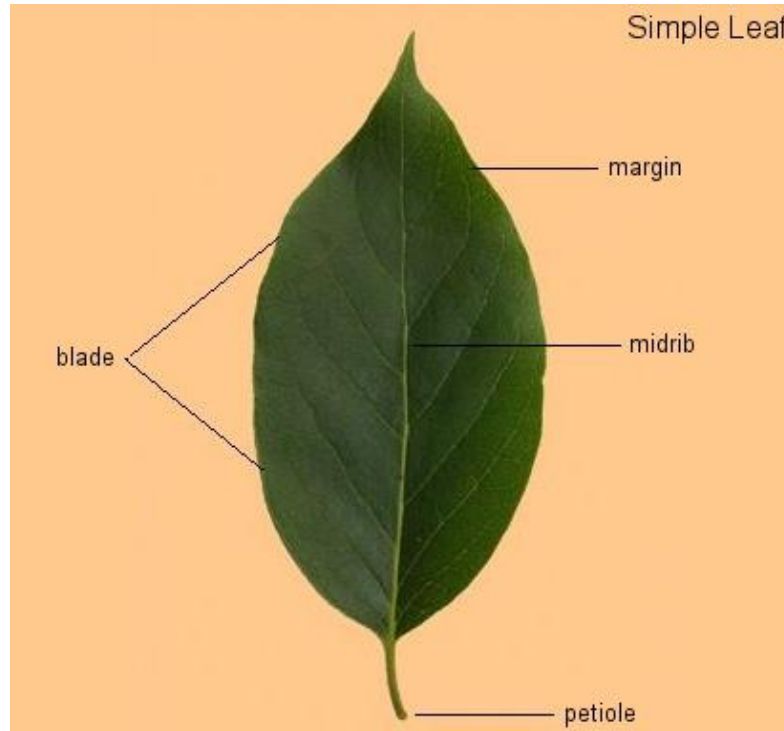
خامسا:- خلايا تحت البشرة Hypodermis

وجودها من عدمه من الصفات المميزة لبعض النباتات في عاريات البذور أو كاسياتها وهل هي خلايا كولنشيمية colenchyma أو سكلرنشيمية Sclerenchyma وهل هي من طبقة أو من عدة طبقات متصلة أو منفصلة. كل هذه الصفات لخلايا تحت البشرة تجعل منها صفة ذات أهمية في التصنيف والتعريف وقد يكون ذلك على مستوى الجنس أو النوع.

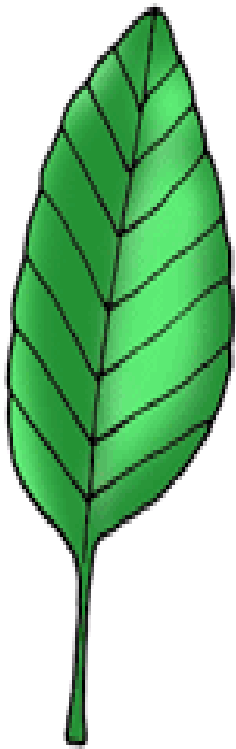


العروق Veins أو ما يعرف بالنسيج الوعائي V.tissue

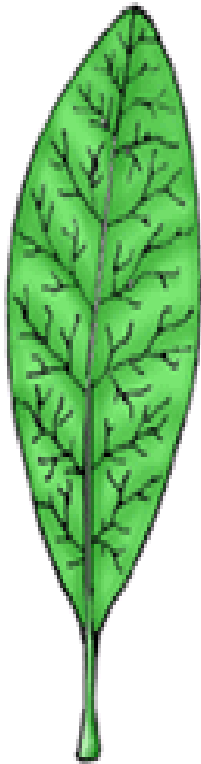
تلعب العروق دوراً جيداً في تحديد وتعريف المجاميع النباتية وتصنيفها مثل التعرق المتوازي والتعرق الشبكي (الراحي والريشي) كما أن بروز العروق على السطح السفلي أو على السطحين للورقة قد يستخدم في التصنيف كما هو في نباتات ذوات الفلقتين. ومن الصفات التشريحية المستخدمة في التصنيف أيضاً ومنها:



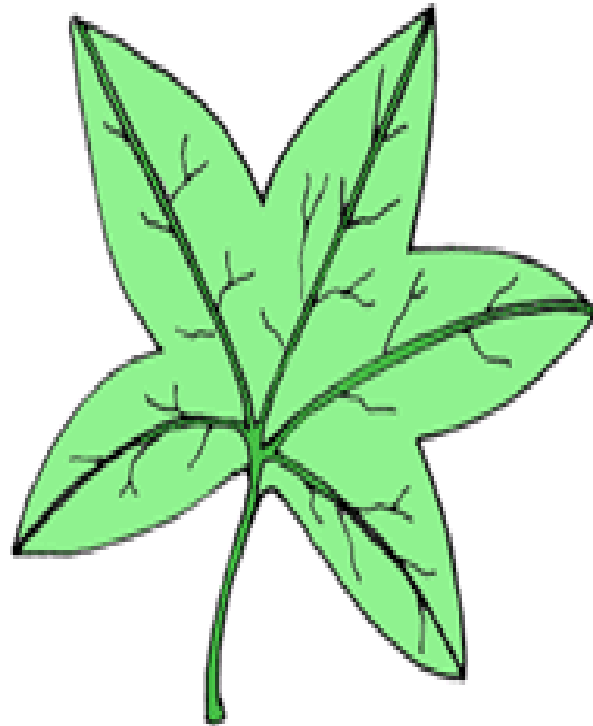
© E.M. Armstrong 2002



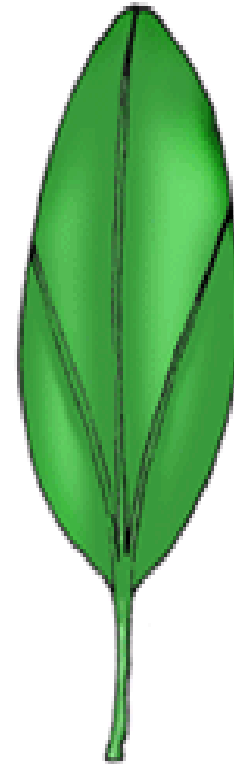
pinnate



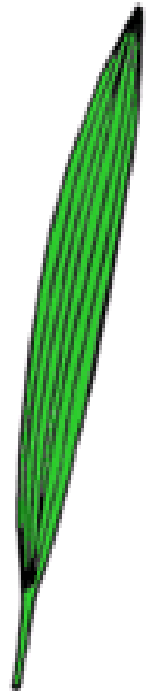
reticulate



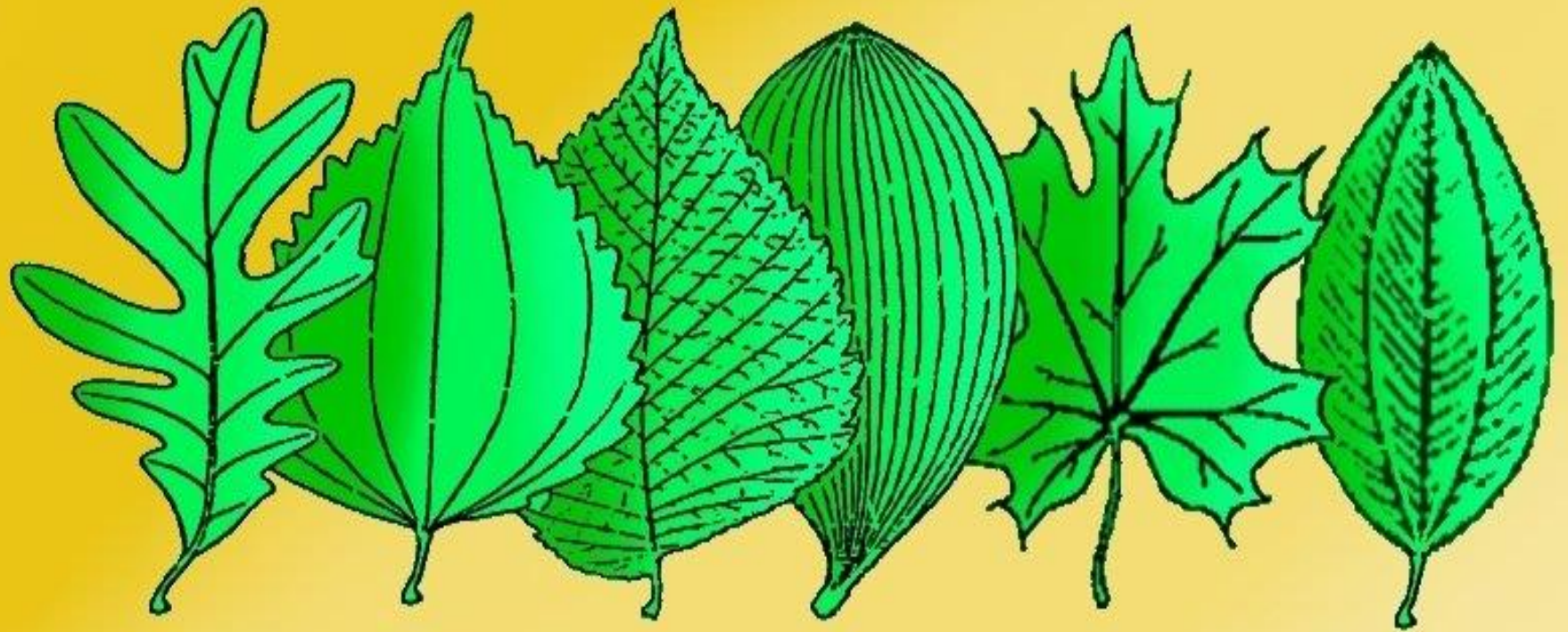
palmate



3 main veins
some *Ceanothus*



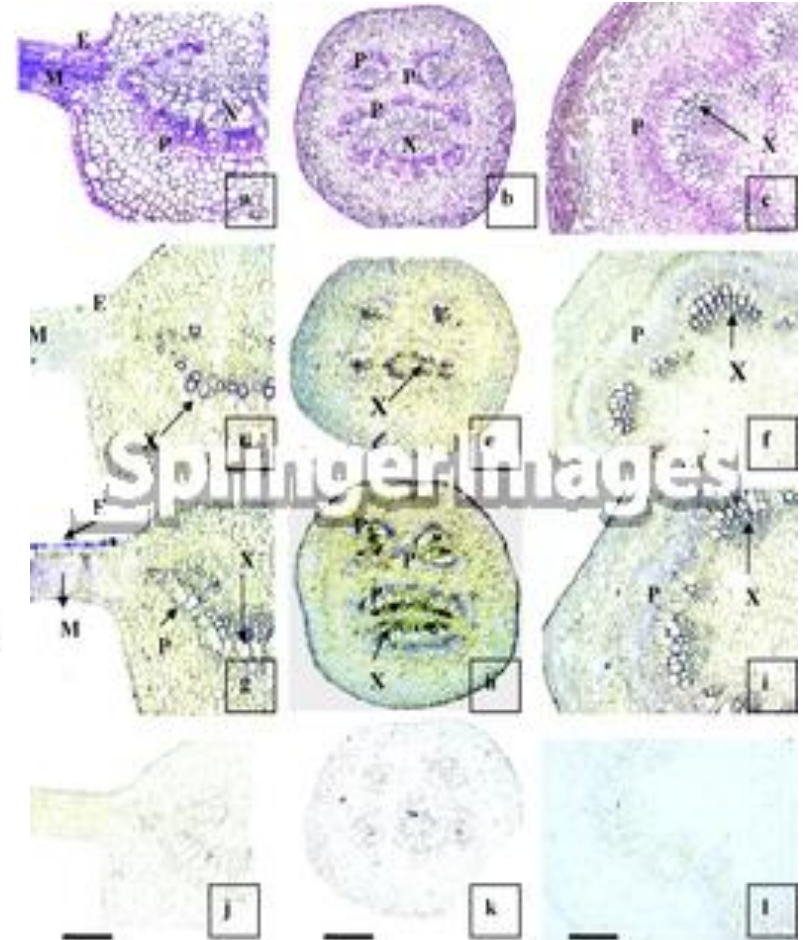
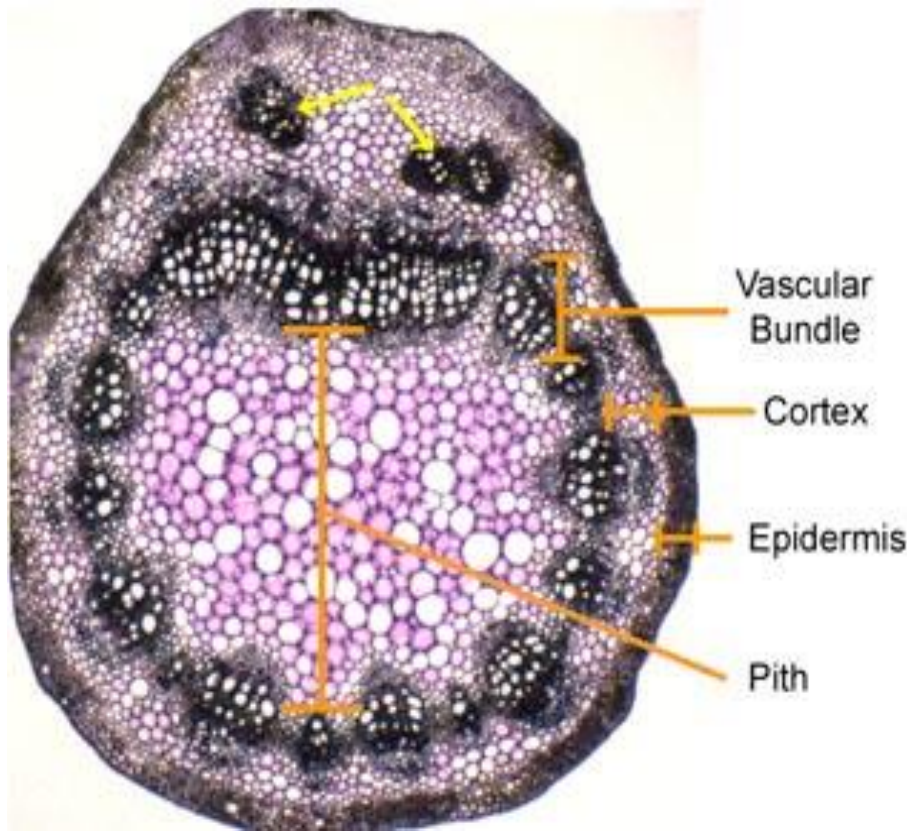
parallel



Leaf venation

٦. العنق Stalk Peteole

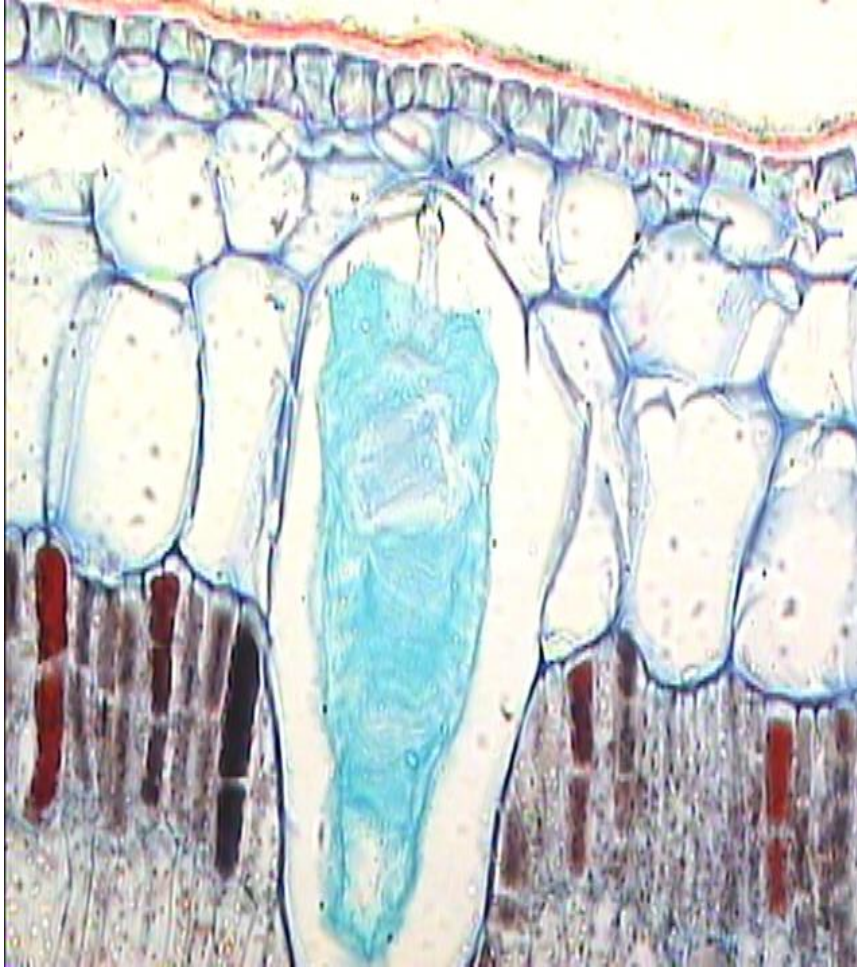
استخدم العنق وخاصة التركيب الداخلي في التصنيف لأنه من الصفات التي يمكن الاعتماد عليها لأنها لا تتأثر بالعوامل البيئية ومنها هذه الصفات وأهمها النسيج الوعائي حيث قد ذكر متكالف وشولك ١٩٥٠م تسعة أنماط من انتظام النسيج الوعائي في أعناق الأوراق يمكن استخدامها على مستوى الجنس والنوع.



٩ . الحويصلات الحجرية

Cystoliths

إن الحويصلات الحجرية التي تحتوي على ترسبات من كربونات الكالسيوم قد وجدت في فصائل معينة وأجناس بل وأنواع كما هي الحال في جنس الفيكس *Ficus* وقد يستخدم تواجد هذه البلورات من جسم النبات في التصنيف أيضاً كما هي الحال في الفصيلة القرعية حيث توجد بلورات كربونات الكالسيوم على هيئة مجاميع في خلايا البشرة.

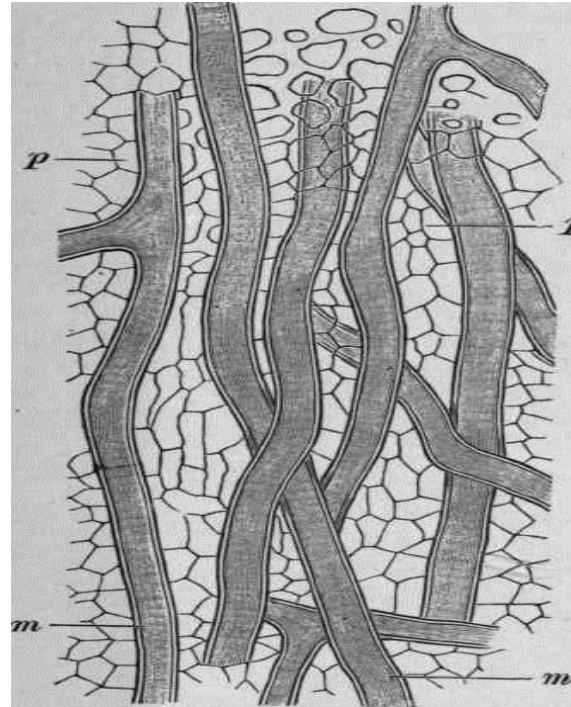
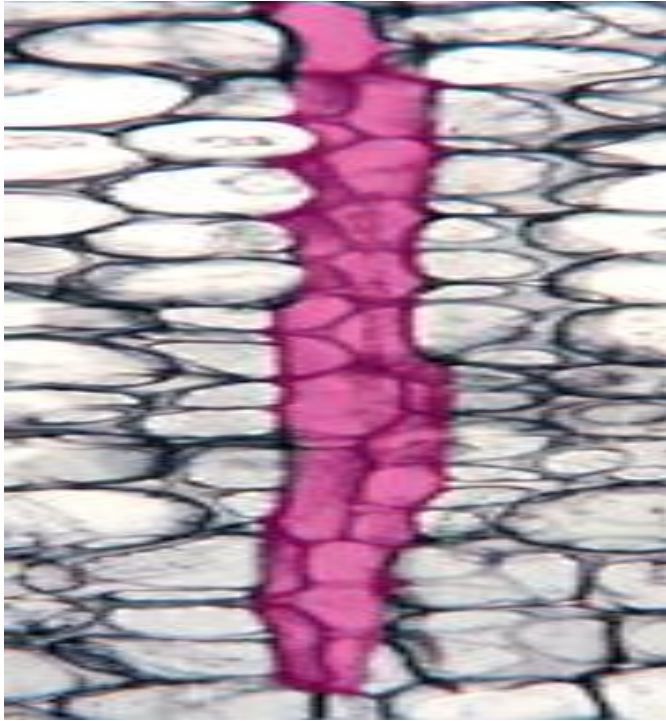


١٠ . الأوعية والخلايا اللبنية Laticifers of latex cells

تساعد الأوعية والخلايا اللبنية في تعريف بعض النباتات ولكنها قد تكون على مستوى الفصائل حيث أن اللبن النباتي يوجد في فصائل معينة مثل Euphorbiaceae , Urticaceae Papoveraceae وغيرها.

ب . قنوات لبنية غير مفصلية Non- Articulate laticifers

وتتكون القناة من خلية واحدة تمتد في النبات إلى مسافات كبيرة عن طريق استطالة الخلية وقد تكون هذه القنوات متفرعة أو غير متفرعة كما في نباتات بنت القنصل *Euphorbia*.
(شكل ١٢٢ : أ).

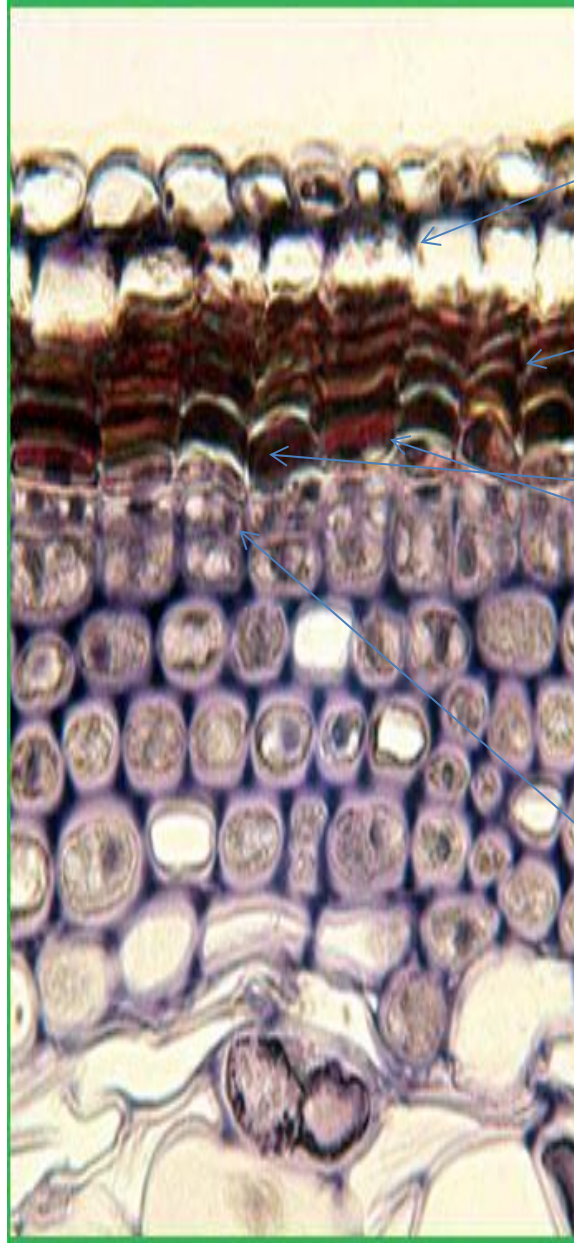


١١ . التراكيب الإفرازية Secretory structures

المحتويات الإفرازية مثل التانينات، المواد المخاطية، الصمغ، القنوات الراتنجية والزيوت وغيرها ذات أهمية تصنيفية: مثل الصمغ العربي الذي ينحصر وجوده في الأكاسية العربية *Acacia Arabica* وفي الفصيلة الخبازية تحتوي الخلايا الإفرازية على مواد مخاطية وغيرها .

١٢ - الفلين Cork

لقد اهتم في منشأ الفلين
واعتبر ذو قيمة أو فائدة
تصنيفية أو تعريفية حيث أنه
يختلف من نبات إلى آخر في
نفس الجنس فقد ينشأ من
منشأ خارجي أي من البشرة
وخلايا القشرة الخارجية أو
يكون من خلايا القشرة
الخارجية أو من خلايا
القشرة الداخلية أو من الجزء
الخارجي للحاء.



البشرة Epidermis

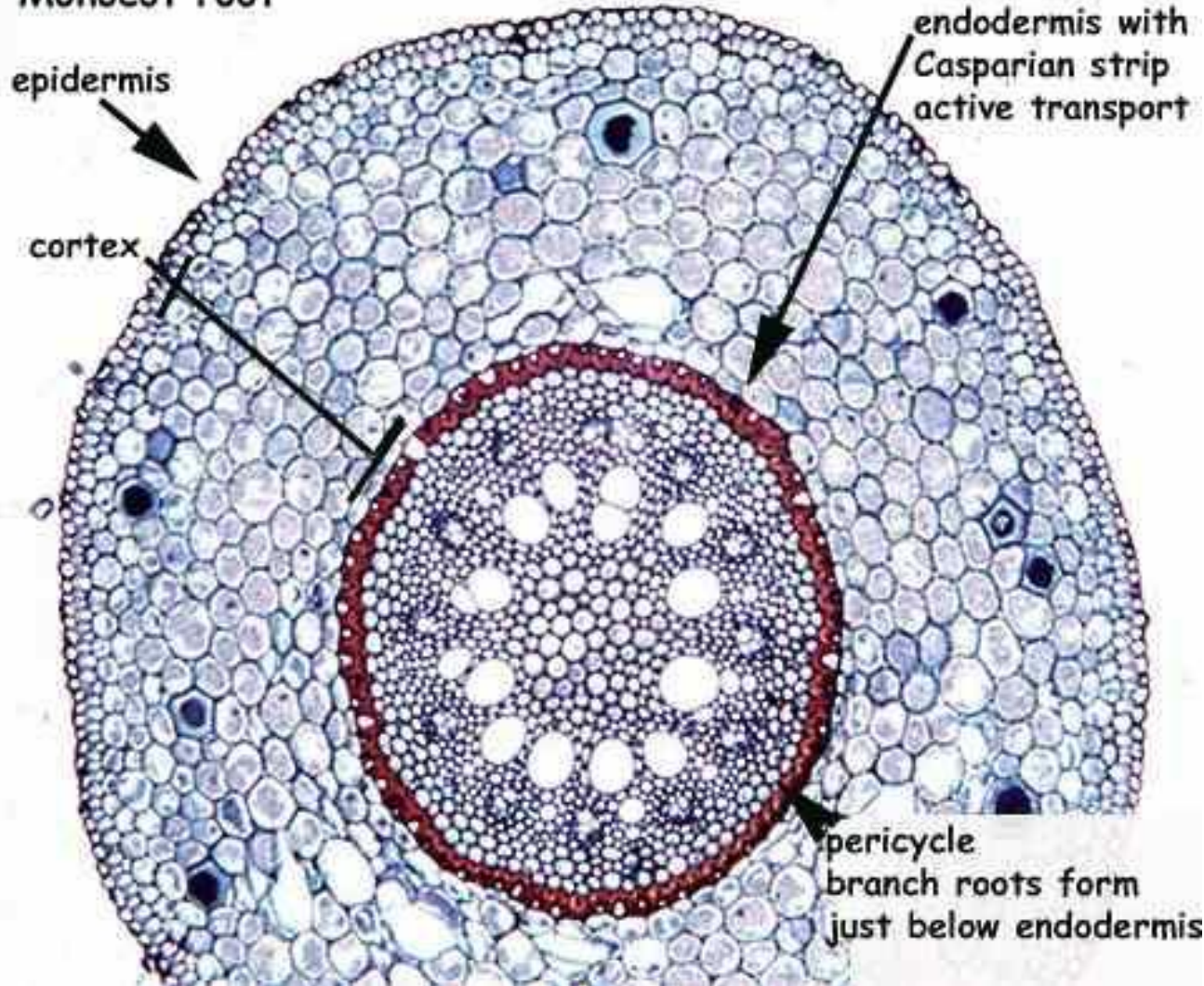
Phellem cork الفلين

Cork cambium المنشأ الفليني
(
phellagen

القشرة الفلينية (الثانوية)
Phelloderm (Secondary
cortex

البشرة الطباقية (المحيطة
Periderm : (

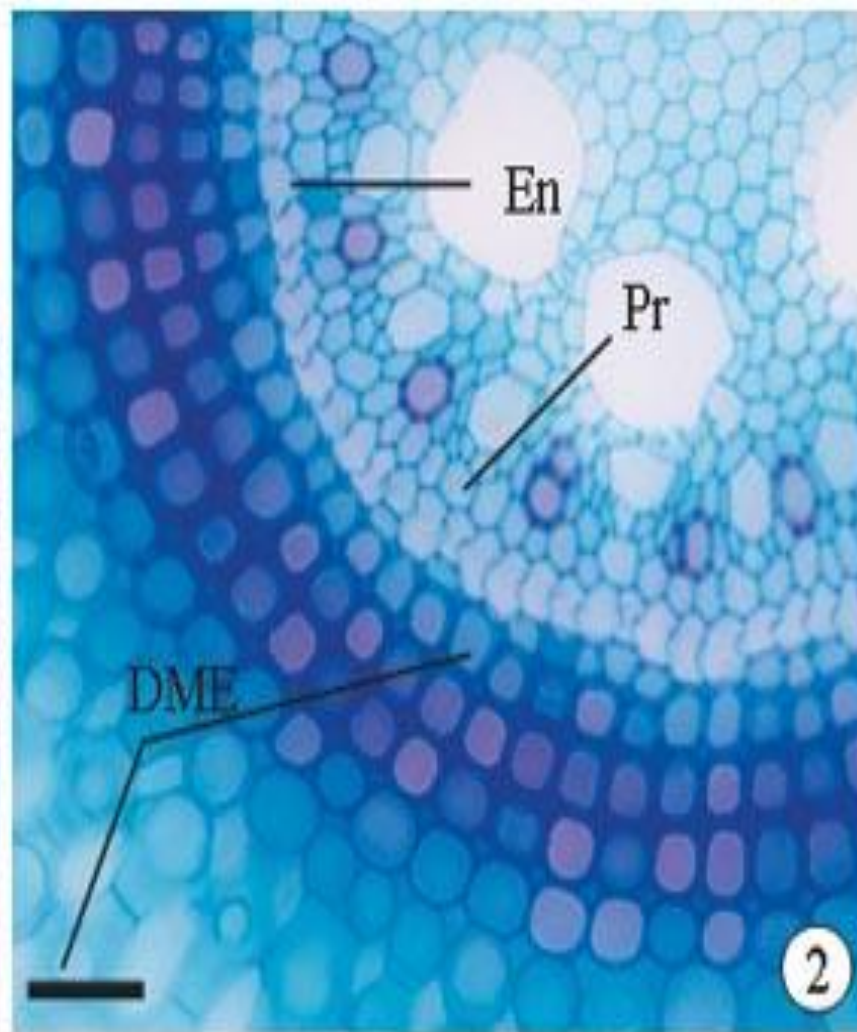
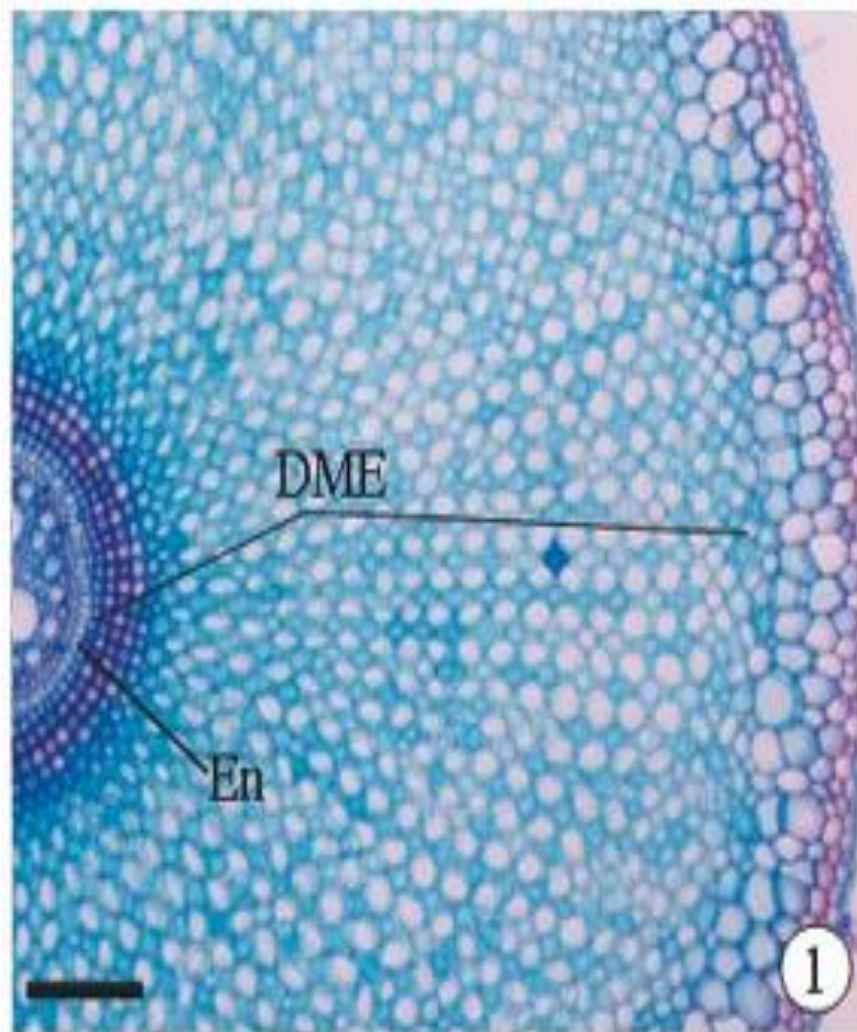
Monocot root



- البشرة الداخلية

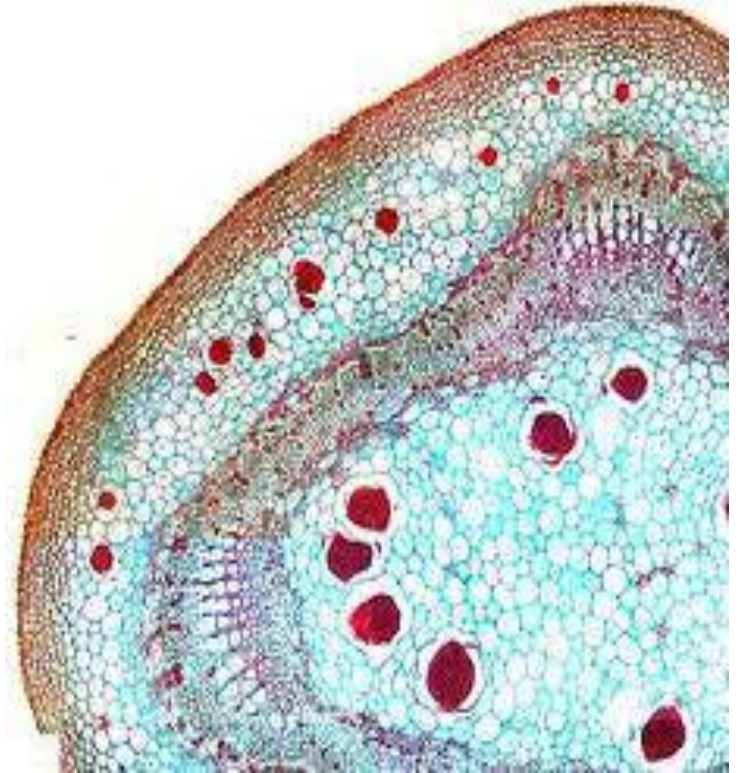
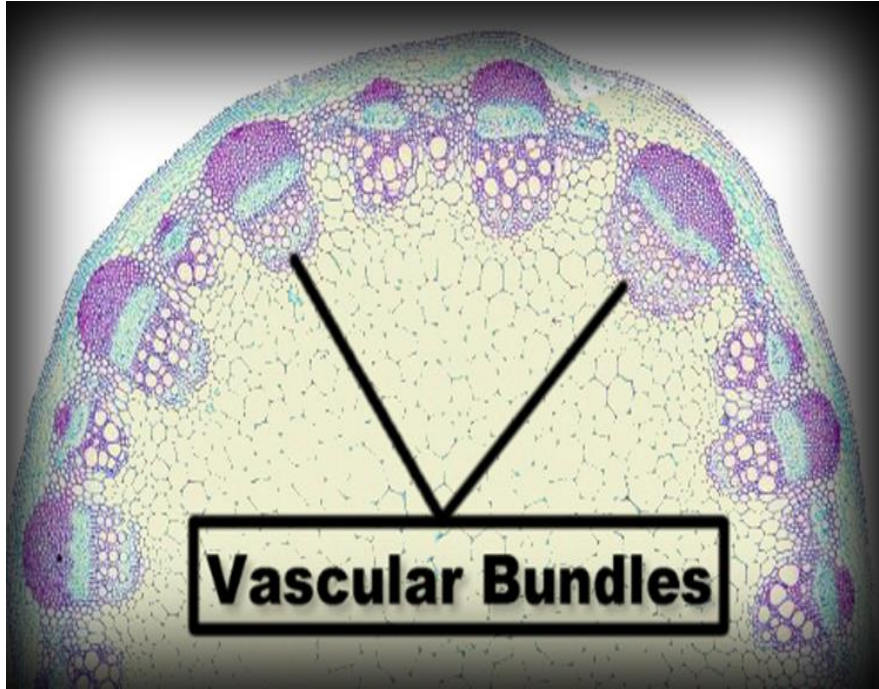
Endodermis

وجد أن البشرة الداخلية (وهي الطبقة الداخلية من القشرة) غير متميزة في معظم السيقان وخاصة نباتات ذوات الفلقتين بينما نجدها في الجذور ذات جذر غليظة وتحتوي على شرائط كاسبير.



١٥ - اتساع الأشعة النخاعية

قد تكون الأشعة النخاعية (المناطق بين الحزم الوعائية) ضيقة بحيث تظهر الحزم الوعائية (في المقطع العرضي للساق في السلاميات على هيئة اسطوانة متصلة. أو تكون الأشعة النخاعية واسعة بحيث تظهر الحزم الوعائية في النمو الابتدائي متباعدة. ويعتبرها ميتكالف وشولك صفة ذات قيمة تصنيفية بينما سوليدر ١٩٠٨م لا يعطي أهمية لتلك الأشعة النخاعية في التصنيف. وقد يكون عدم تجانس هذه الأشعة ذو صفة تقدمية للنباتات التي توجد فيها.

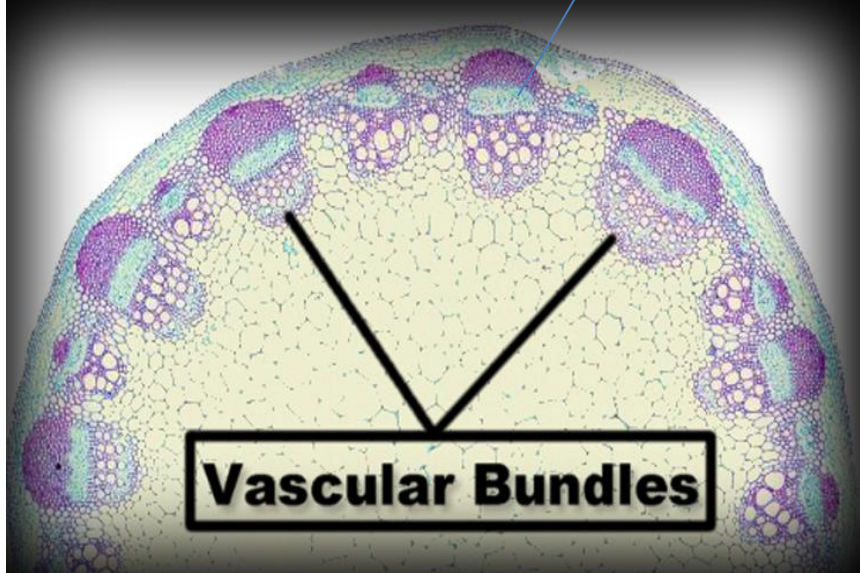


١٤ - الدائرة المحيطية Pericycle

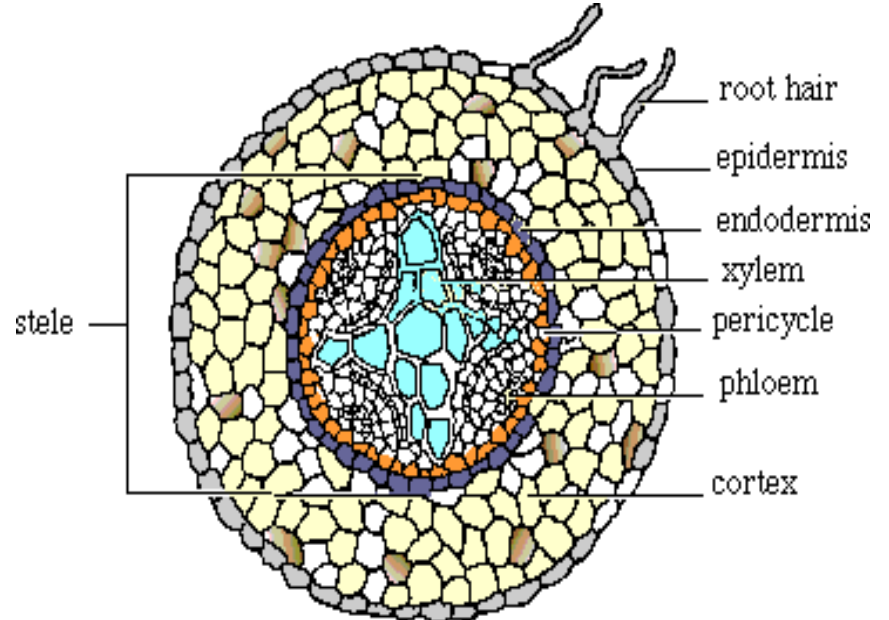
تقع الدائرة المحيطية بين الجزء الداخلي للقشرة الابتدائية واللحاء الابتدائي وفي حالة وجود البشرة الداخلية فإنها تليها من الداخل أي ناحية المركز وقد تتكون الدائرة المحيطية من الآتي:

- ألياف على هيئة مجاميع مقابل الحزم الوعائية تعرف حديثاً بألياف اللحاء الابتدائي.
- ألياف على هيئة اسطوانة متصلة.
- ألياف وخلايا حجرية على هيئة مجاميع.
- ألياف وخلايا حجرية على هيئة اسطوانة متصلة.

اللياف اللحاء الابتدائي



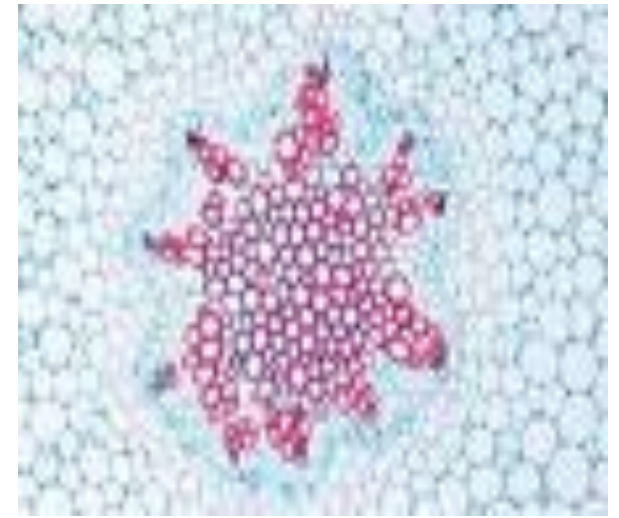
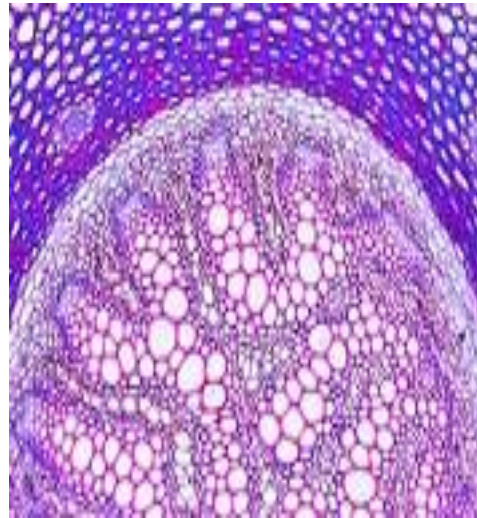
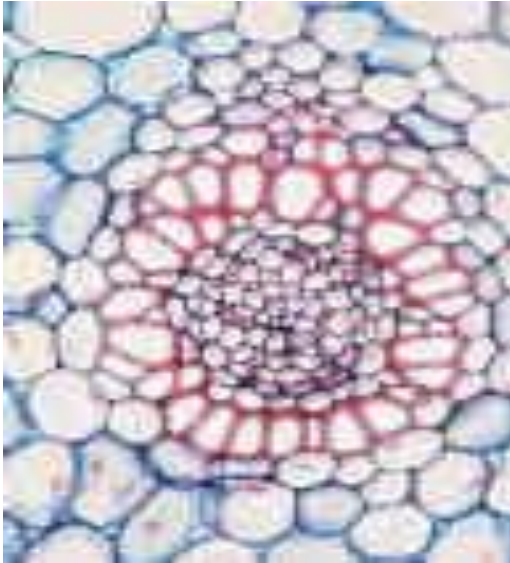
ساق

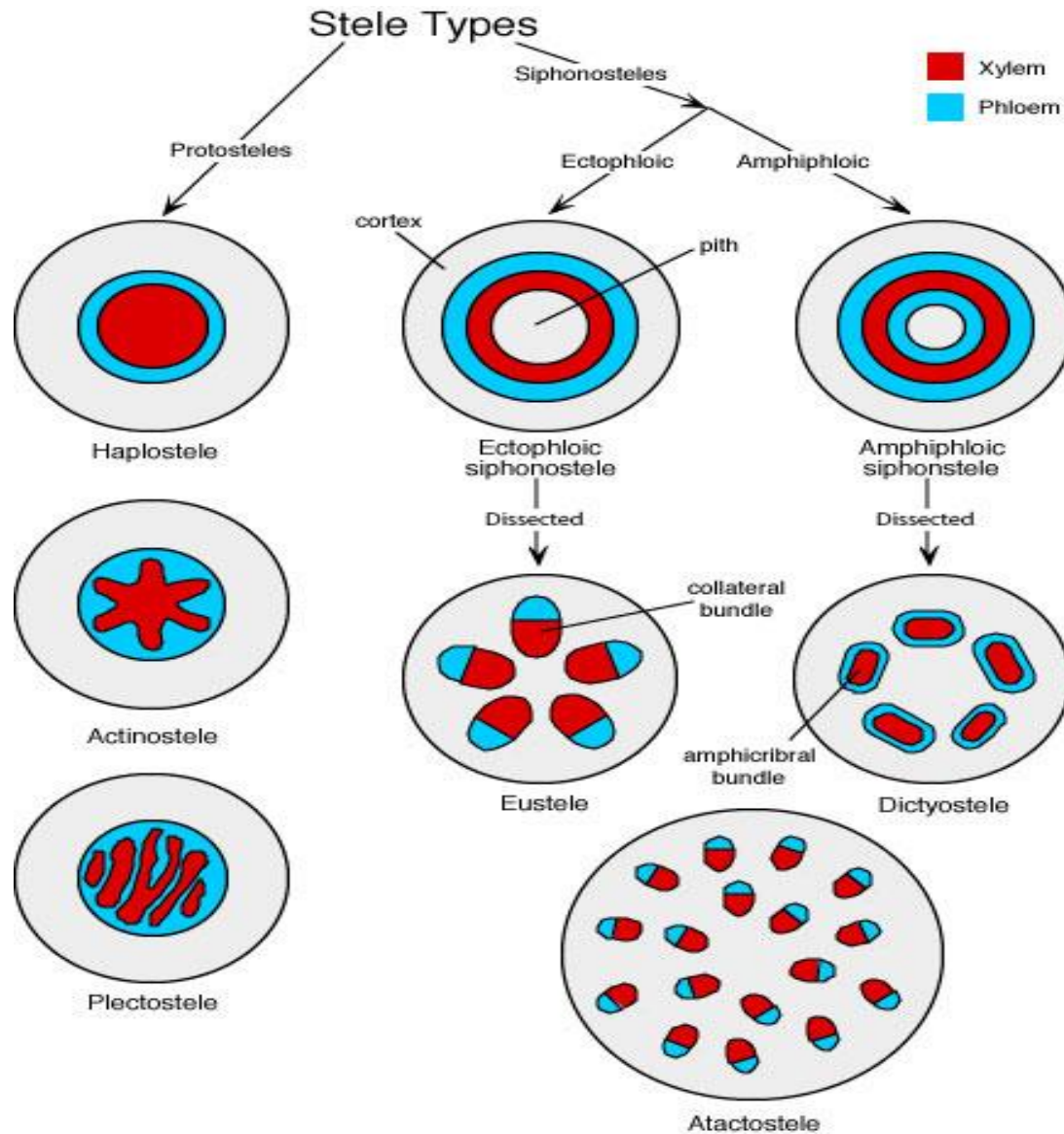


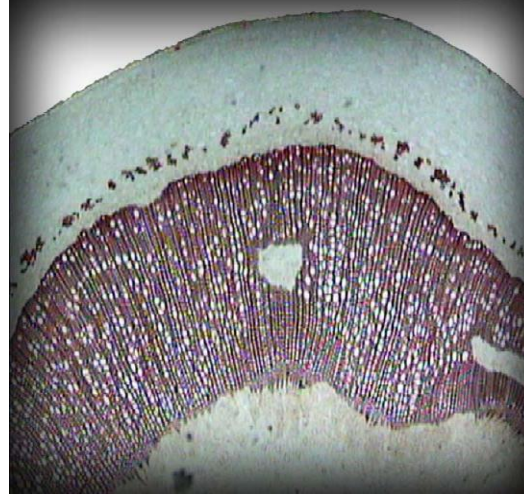
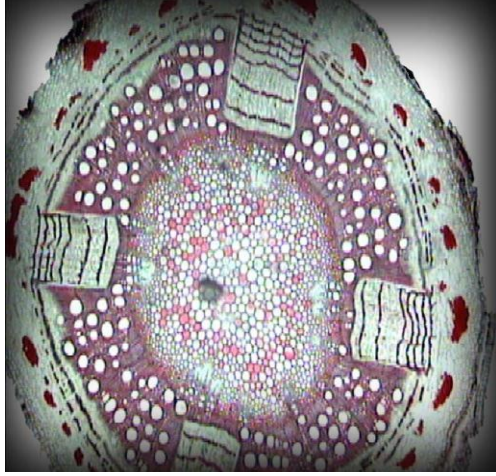
جذر



١٦ - الحزم الوعائية ثنائية الجانب Bicolletral v.b
إن الحزم الوعائية ثنائية الجانب (أي التي تحتوي على لحاء داخلي بالإضافة إلى اللحاء الخارجي) ذات أهمية تصنيفية كبيرة حيث أنها تتميز بعض الفصائل مثل الفصيلة القرعية، والفصيلة الباذنجانية وكذلك الفصيلة الاسكليبيدية وغيرها.







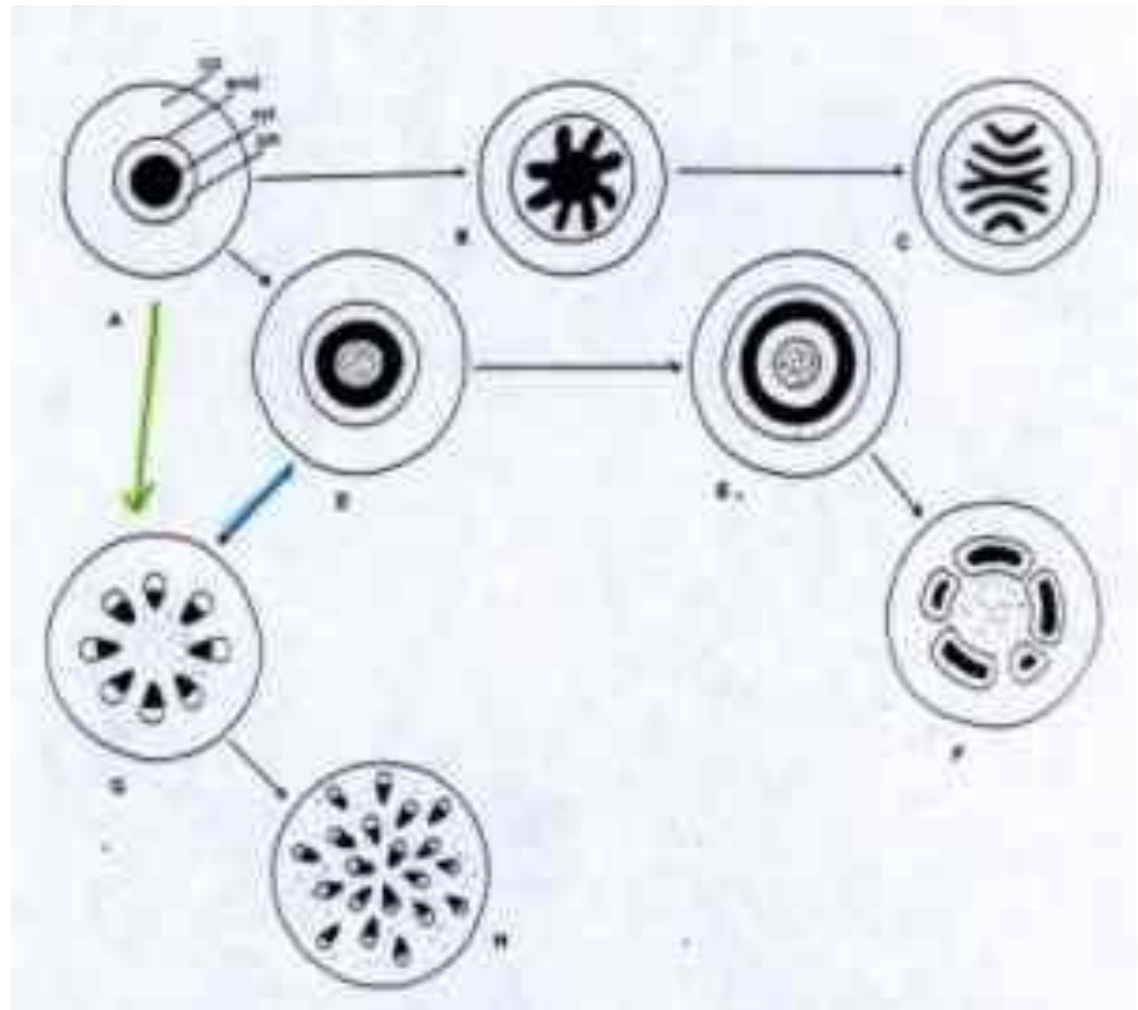
١٧ - النمو الابتدائي والثانوي الشاذ Anomalous pri & sec. growth

لقد وجد أن النمو الابتدائي الشاذ كوجود حزم وعائية قشرية أو نخاعية ذات أهمية تصنيفية محددة للفصائل وحتى للأجناس أو الأنواع. انتشار الحزم الوعائية في الفصيلة الفلفلية مثلاً النمو الثانوي الشاذ بأنواعه المعروفة التي مرت علينا أثناء دراستنا لمادة تشريح النبات مثل عدم انتظام اللحاء والخشب الثانويين، وجود لحاء داخل الخشب، نشاط الكامبيوم على هيئة حلقات، زيادة برنشيمة النخاع وتقصص الخشب الثانوي كل هذه ذات أهمية تصنيفية.

Evolution of steles

This diagram presents the evolution of steles from a primitive protostele. A. Protostele - (Haplostele) B. Protostele (Actinostele) C. Protostele (Plectostele) D. Ectophloic siphonostele E. Amphiphloic siphonostele F. Dictyostele G. Eustele H. Atactostele

Adopted from Practical Anatomy: A.S. Foster



١٨ - الخشب Wood Xylem Tissue

إن الصفات التشريحية للخشب الثانوي ذات أهمية كبيرة في تعريف وتصنيف النباتات : مثل وجود الأوعية أو عدمه، توزيع **الأوعية** قطرها، **التقريب**، **التغلظ الثانوي للجدار**، أنواع **برنشيمية الخشب** (

Apotracheal,

paratracheal). عرض واتساع الشعاع الخشبي. أنماط ألياف الخشب (

ألياف مدببة، ألياف قصيبيية، ألياف جلاتينية) ألياف مقسمة. **خشب طبقي**

وآخر غير طبقي، حلقات النمو، وجود

اللحاء داخل الخشب، التركيب

الكيميائي للمواد الداخلة في تركيب الخشب.

Dicotyledonous vessel members.

1 and 2, Vessel members in which the perforation plates at both ends are scalariform.

3, Vessel member with one scalariform and one simple perforation plate.

4-6, Vessel members with simple perforation plates.

"Tails", the narrow elongated tips of the vessel members, can be seen in nos. 2-5.

(Adapted from I. W. Bailey.)

Perforation plates of vessel members in the primary xylem of monocotyledons.

1, Scalariform perforation plate from the stem of *Phoenix dactylifera*. x 70.

2, Reticulate perforation plate from the root of *Hymenocallis caribaea*. x 200.

3-5, Vessel members from the stem of *Rhoeo discolor*. x 150.

3, Scalariform perforation plate of a helically thickened vessel member.

4, Reticulate perforation plate of an annularly thickened vessel member.

5, Simple perforation plate.

6-9, Ends of vessel members with helical thickening from dicotyledonous primary xylem.

6, Scalariform perforation plate.

7, Transitional form between a scalariform and simple perforation plate.

8 and 9, Simple perforation plates.

10, Tracheid of *Gnetum* with helical thickening and circular bordered pits.

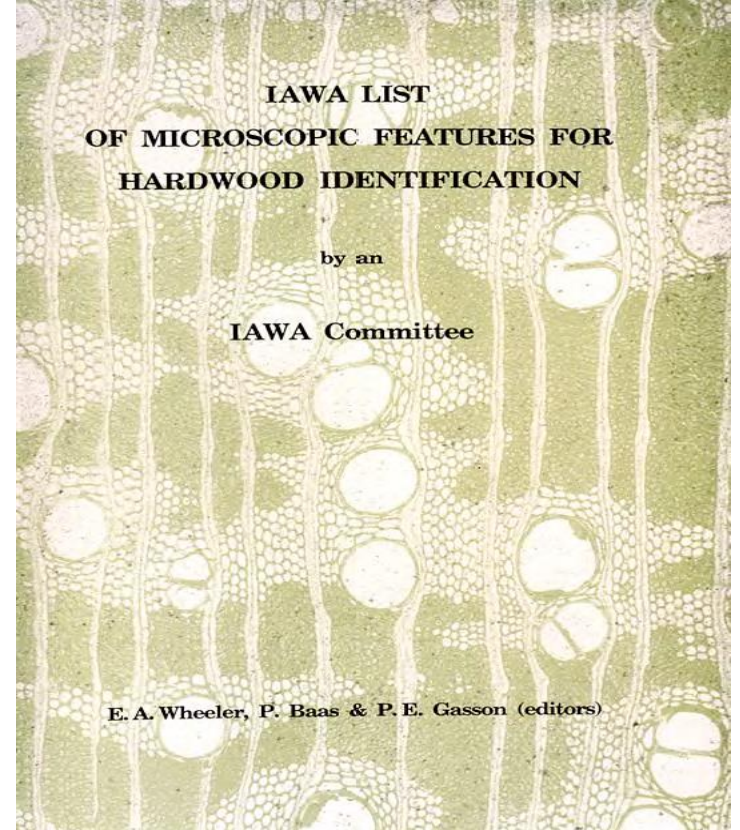
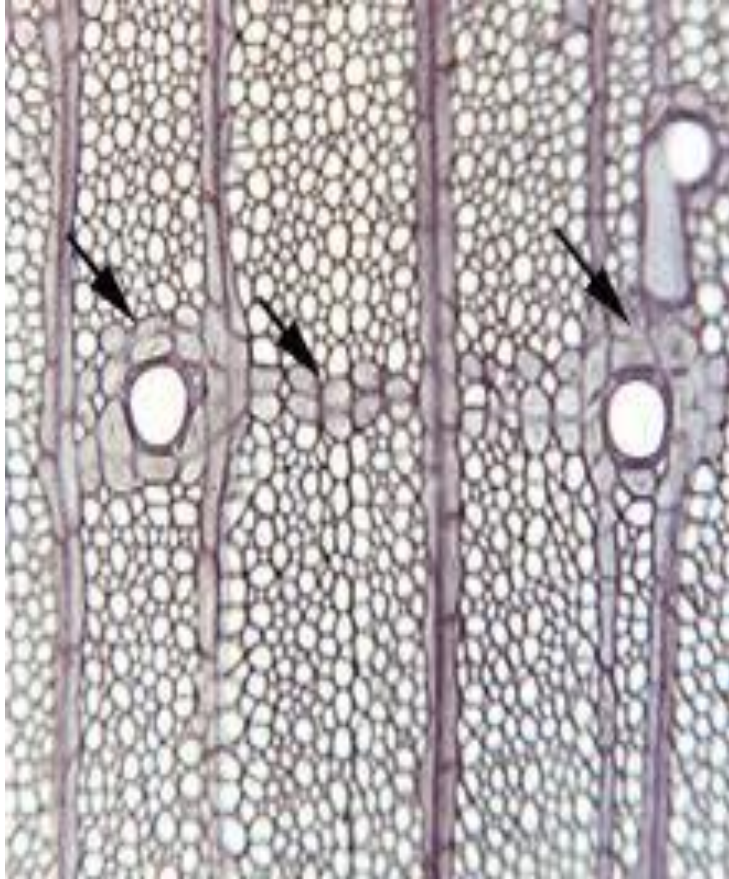
11, Vessel member end of *Ephedra* with a foraminous perforation plate.

(Nos. 1-5 adapted from Cheadle, 1953; nos. 6-10 adapted from Bailey, 1944.)

Metatracheal (or Apotracheal) - An older term used to describe the **parenchyma** of wood in which concentric bands of parenchyma develop independent of the vessels. **Apotracheal** has largely displaced the modifier metatracheal when describing wood characteristics.

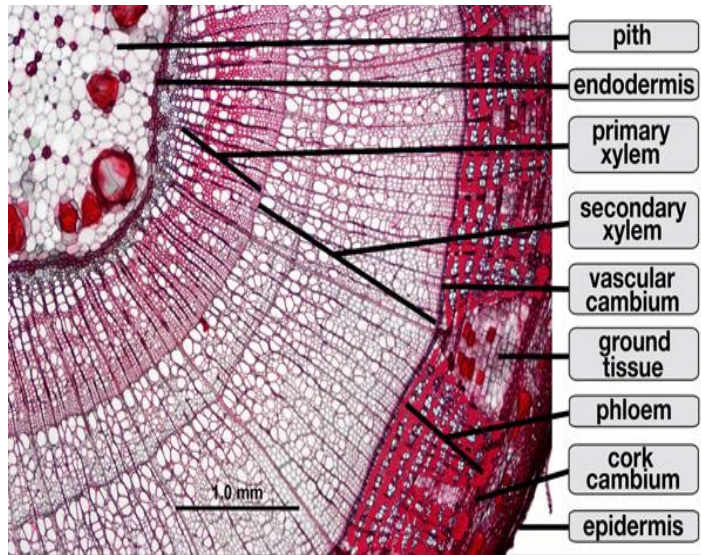
Metatracheal-diffuse (apotracheal-diffuse) parenchyma refers to single parenchyma strands or cells distributed irregularly among fibers or **tracheids**, when viewed in a cross-section of a tree's woody material.

Metatracheal (or apotracheal) parenchyma is axial parenchyma independent of the pores or vessels and is a morphological character that distinguishes some birches and alders (partially diffuse xylem parenchyma) from their relatives such as oaks and chestnut trees (exclusively metatracheal parenchyma). In contrast, paratracheal parenchyma is axial parenchyma in which the cells are obviously associated with the vessels. In the aliform type of paratracheal parenchyma, cells extend tangentially from the vessels and are seen in cross section as lateral wing-like projections.

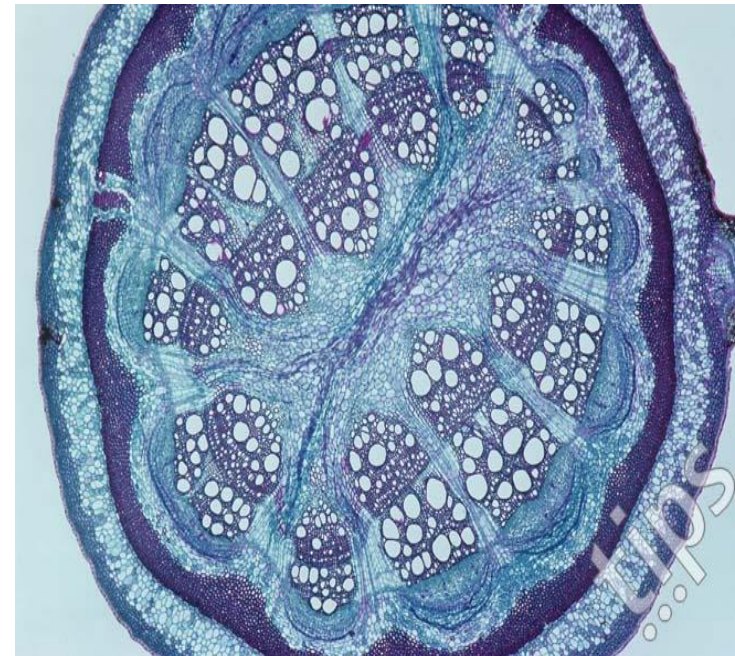
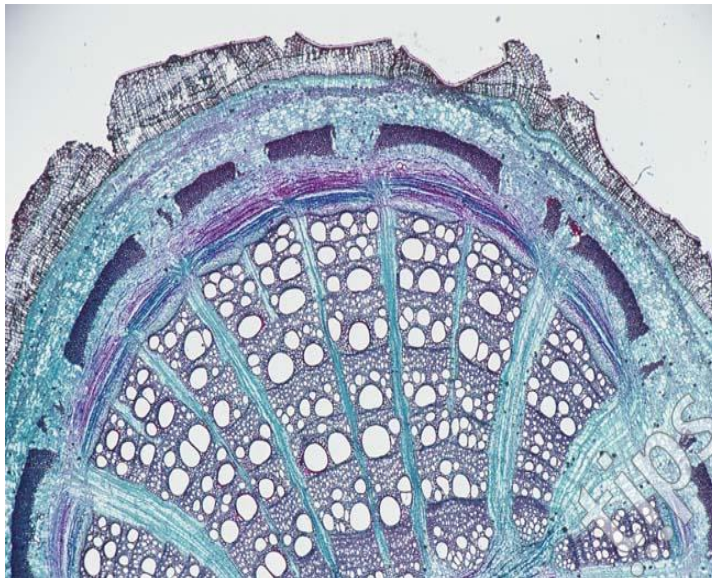
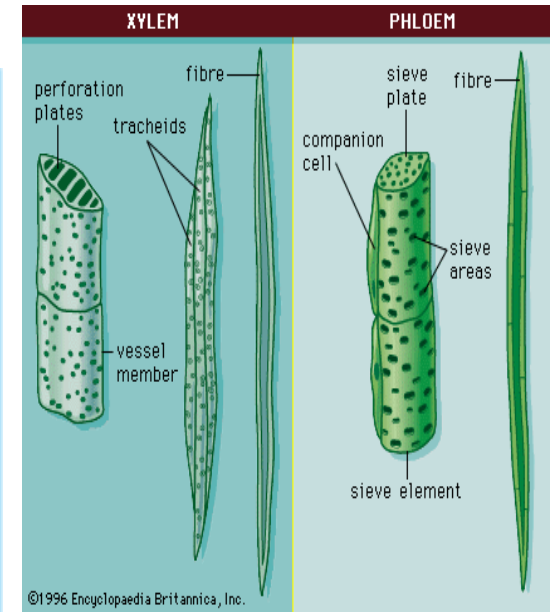
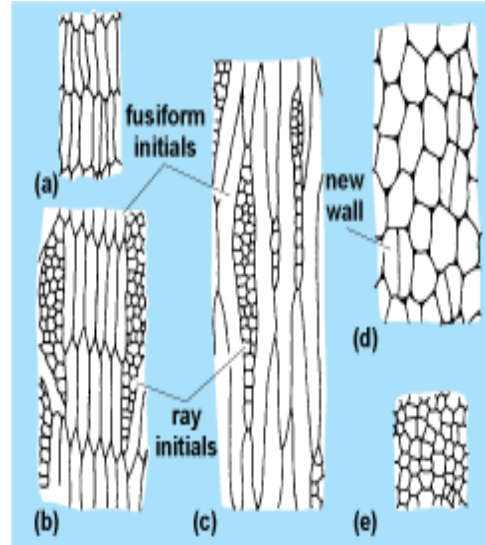


On the Cover: This cross-section of a laurel (*Laurus nobilis*) stem was stained with Fast Green by applying the dye to the exposed phloem of an intact stem. The dye migrated into the wood within minutes. The section shows solitary and grouped vessels closely associated with paratracheal (vasicentric) parenchyma and uni- to triseriate rays. The rapid movement of the dye suggests that the rays are a suitable route for rapid radial transport of water and solutes from the phloem to the xylem. We believe that such rapid transport contributes to the refilling of cavitated xylem conduits, as documented in Tyree et al. (pp. 11-21). (Photograph was taken by Maria A. Lo Gullo.)





***Tilia* 3-year stem, cross section**



التشريح والتاريخ العرقي

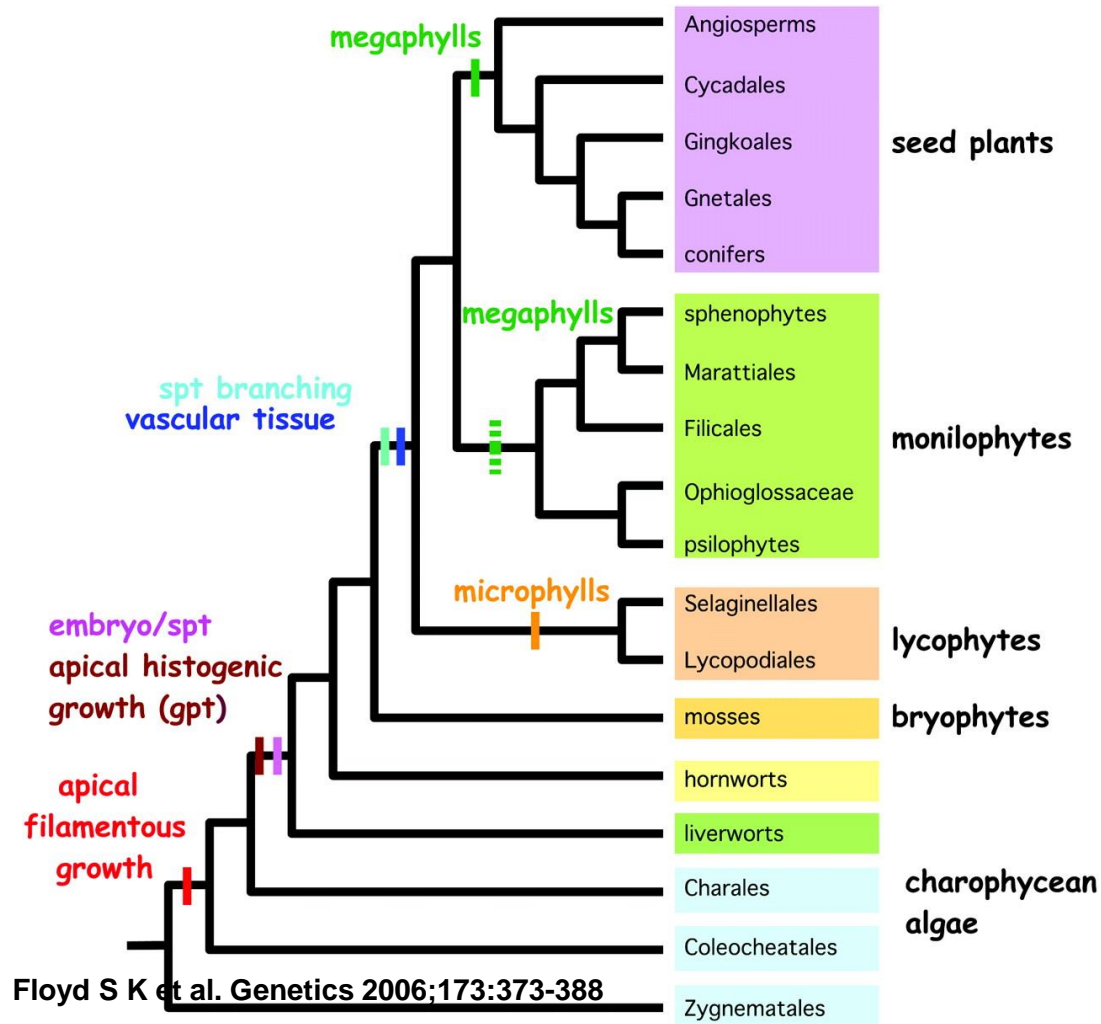
Anatomy and phylogeny

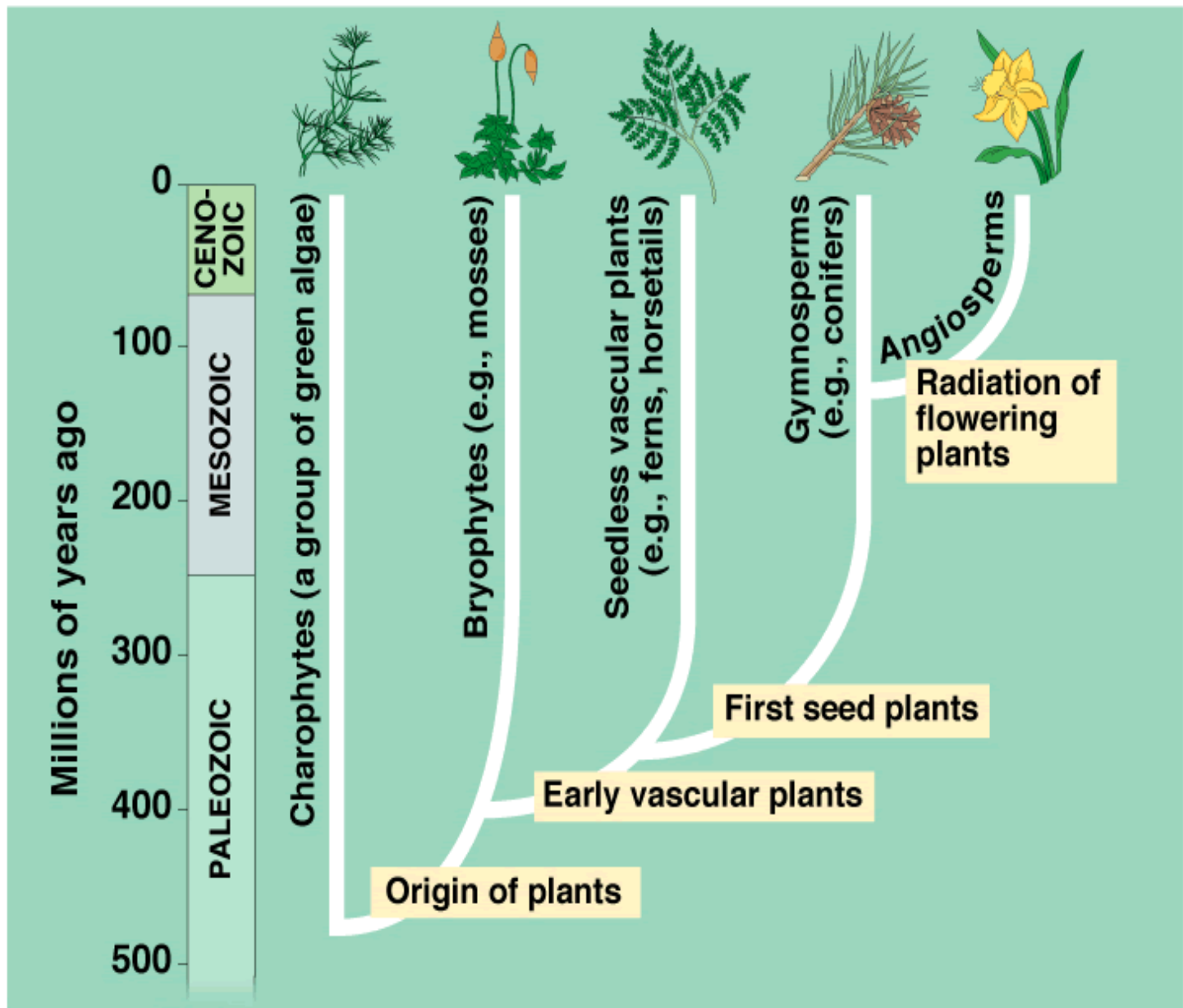
العلاقة التطورية بين الكائنات الحية (التاريخ العرقي التطوري للكائنات):

منذ زمن ليس بالقريب وعلماء التصنيف والتقسيم يرون أن هناك نزعة أو ميل معين إلى التطور في الشكل الخارجي لنباتات كاسيات البذور وخاصة الزهرة. فعدد كبير من المميزات (الصفات) الشكلية الخارجية قد دونت وعرفت لتحديد النباتات البدائية (الدنيئة) من النباتات الراقية. كما أن علماء التشريح في الخمسين سنة الماضية استطاعوا أن يضعوا بعض الخطوط العريضة للتاريخ العرقي الخاص بالعمود الوعائي وخاصة الخشب الثانوي. وهذه الآراء استعملت لتحديد الحالة البدائية أو التقدمية للنبات أو الفصيلة النباتية اعتماداً على وجودها في المجاميع النباتية البدائية والراقية. ومن هذه الآراء (الاتجاهات) ما يلي:

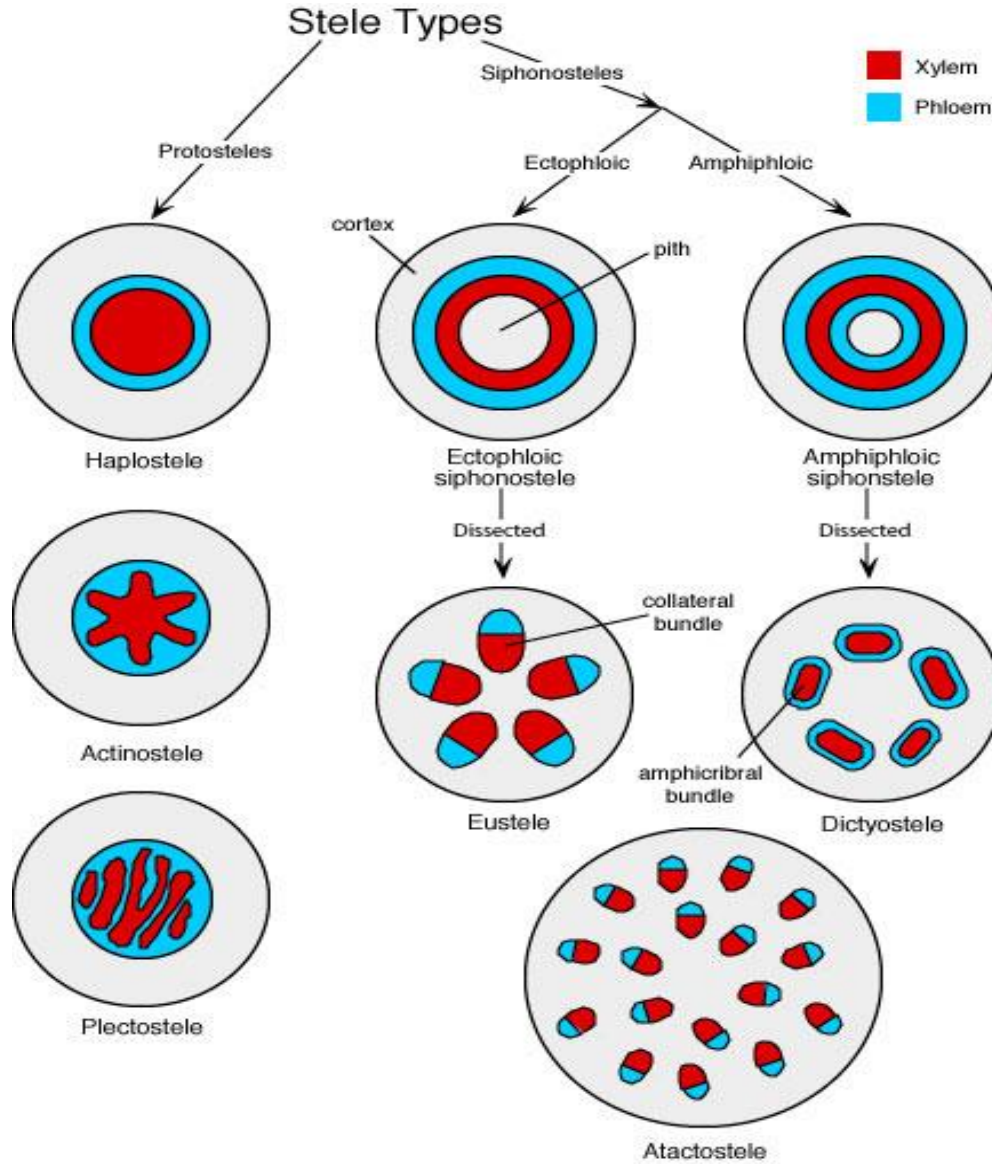
• اعتبر العمود الوعائي الأولي Protostele بدائياً لوجوده في النباتات الوعائية اللازهرية التي تعتبر بداية لصفاتها المورفولوجية، بينما اعتبر العمود الوعائي الأنبوبي والعمود الوعائي المجزأ صفتين تقدميتين، كما اعتبر العمود الوعائي الحقيقي والعمود الوعائي المنتشر صفة أكثر تقدمية وأنها توجد في النباتات البذرية ولكن قد يتخلل هذا الاتجاه أو الرأي بعض العيوب حيث أن بعض جذور نباتات ذوات الفلقتين تعتبر عمود وعائي أولي مع جودة في هذه المجموعة المتقدمة بالصفات المورفولوجية أو الزهرة.

Major developmental innovations in land plant evolution with relationships of green plants inferred from recent molecular and morphological phylogenies (Bremer et al. 1987; Gugerli et al. 2001; Karol et al. 2001; Pryer et al. 2001).



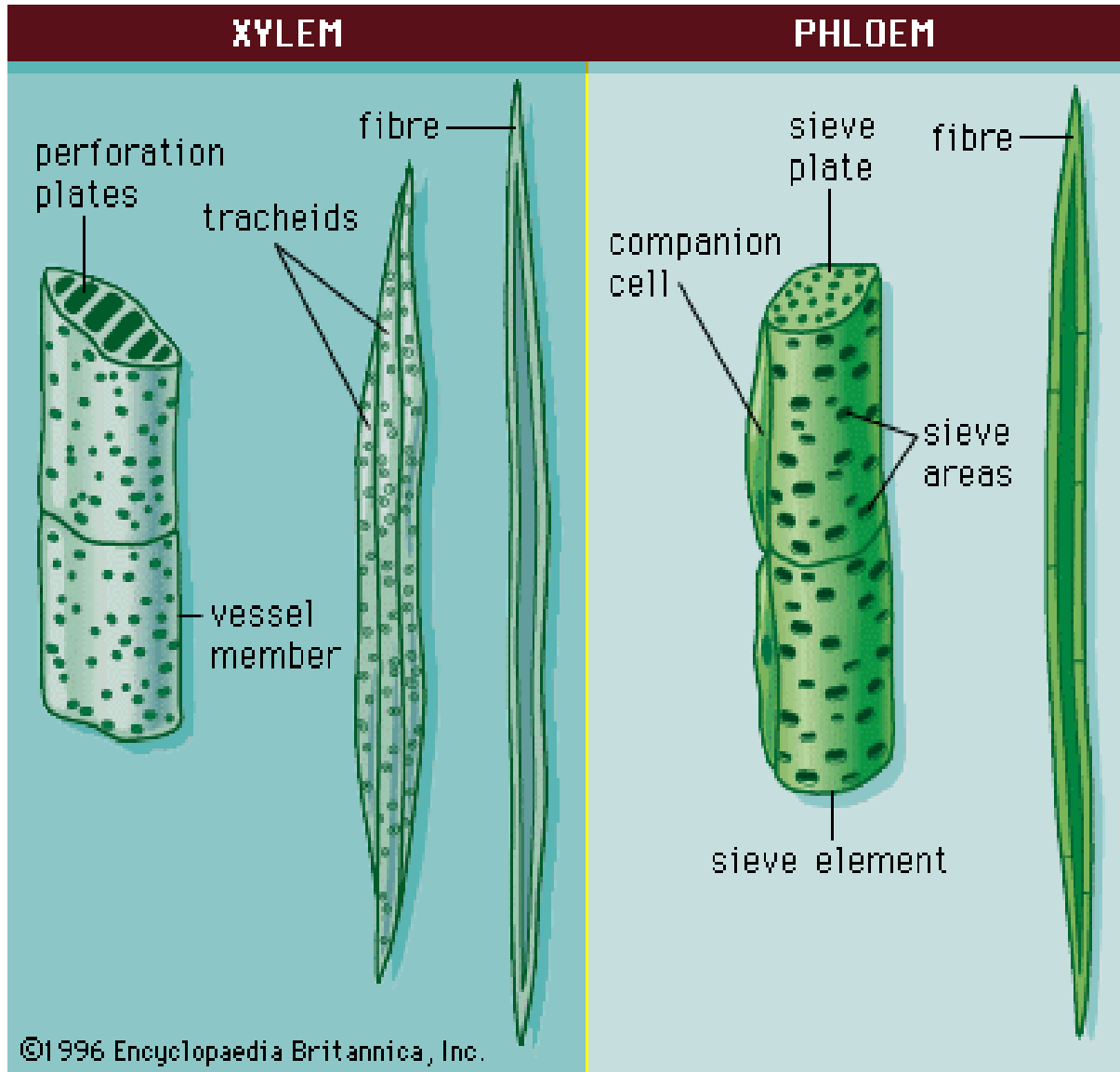


• اعتبر العمود الوعائي الأولي Protostele بدائياً لوجوده في النباتات الوعائية اللازهرية التي تعتبر بداية لصفاتها المورفولوجية، بينما اعتبر العمود الوعائي الأنبوبي والعمود الوعائي المجزأ صفتين تقدميتين، كما اعتبر العمود الوعائي الحقيقي والعمود الوعائي المنتشر صفة أكثر تقدمية وأنها توجد في النباتات البذرية ولكن قد يتخلل هذا الاتجاه أو الرأي بعض العيوب حيث أن بعض جذور نباتات ذوات الفلقتين تعتبر عمود وعائي أولي مع جودة في هذه المجموعة المتقدمة بالصفات المورفولوجية أو الزهرة.



• اعتبرت الساق الخشبية صفة بدائية بينما اشتقت منها الساق العشبية ويعزى ذلك إلى أن النباتات عاريات البذور جميعها ذات سيقان خشبية ومعظم نباتات ذوات الفلقتين، بينما معظم نباتات ذوات الفلقة الواحدة أعشاب وهي تعتبر من أرقى النباتات الوعائية.





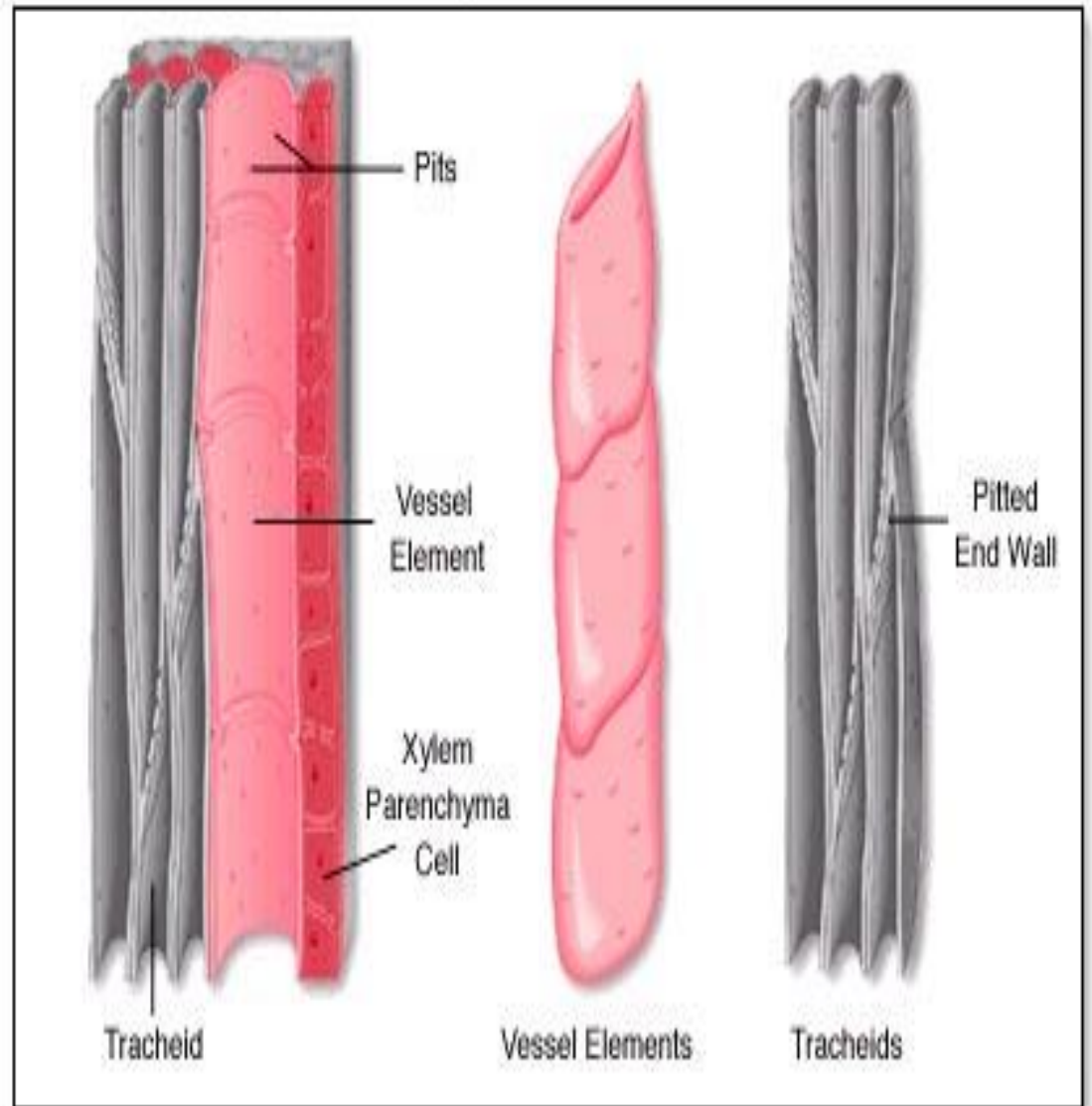
©1996 Encyclopaedia Britannica, Inc.

- ضمن العناصر غير المثقبة اعتبرت القصيبات هي الأصل وأن الألياف القصيبية والألياف المدببة تطورت منها حيث كان التطور من القصيبات إلى الألياف القصيبية ثم الألياف المدببة.
- كما اعتبرت القصيبات والألياف القصيرة أكثر تقدماً من الألياف والقصيبات الطويلة وذلك في العناصر غير المثقبة.

Xylem Structure

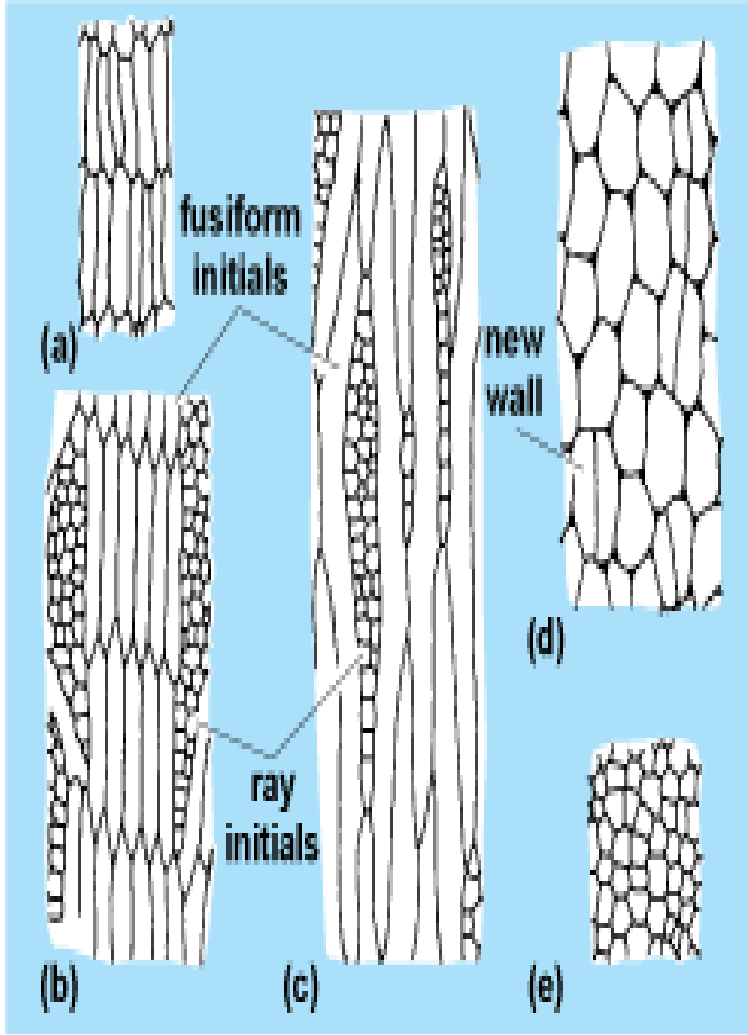


Drimys tracheid pitting

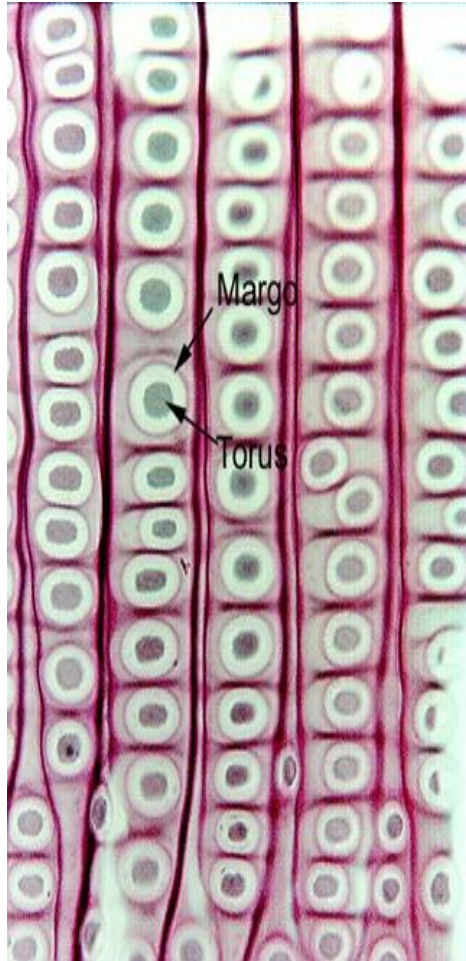


• كما اعتبرت القصيبات والألياف القصيرة أكثر تقدماً من الألياف والقصيبات الطويلة وذلك في العناصر غير المثقبة.

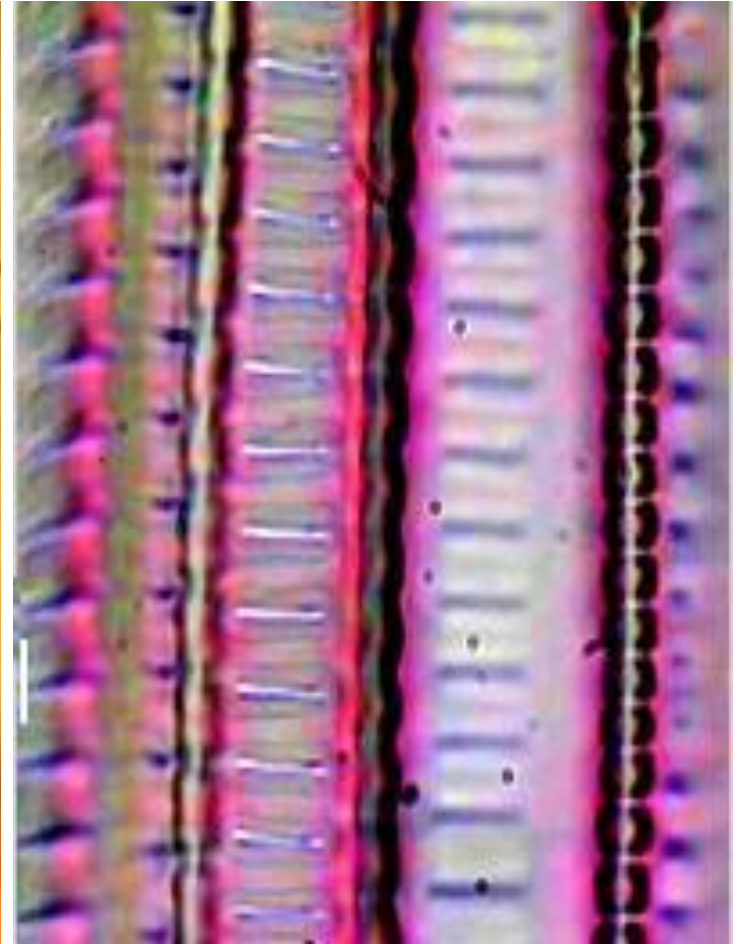
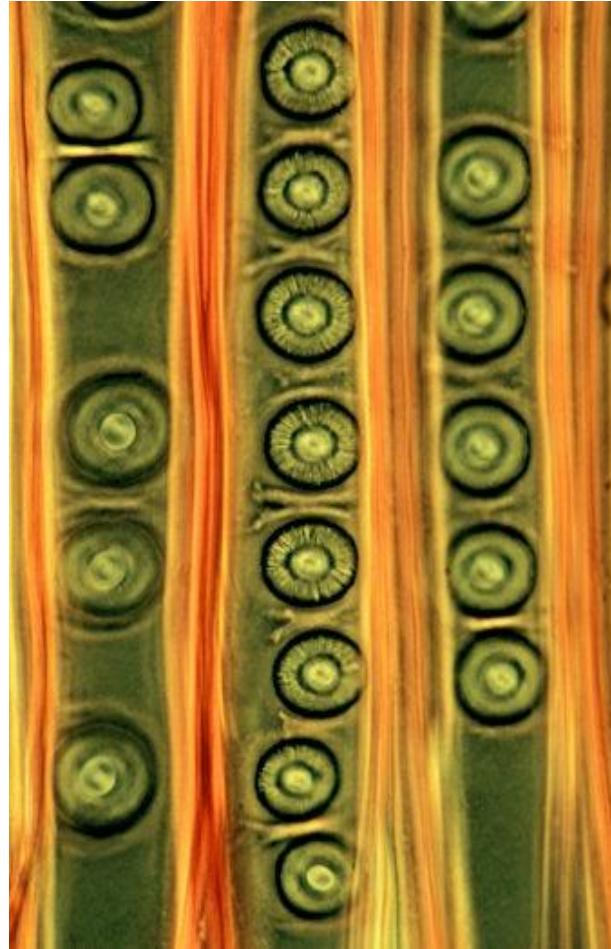
• اعتبر نقص طول المنشئات في الخشب الثانوي صفة تخصصية في عاريات البذور وكاسياتها.



في النباتات كاسيات البذور اعتبر أن التطور يكون بالقصبليات ذات التنقير السلمي إلى القصبليات ذات التنقير الدائري.



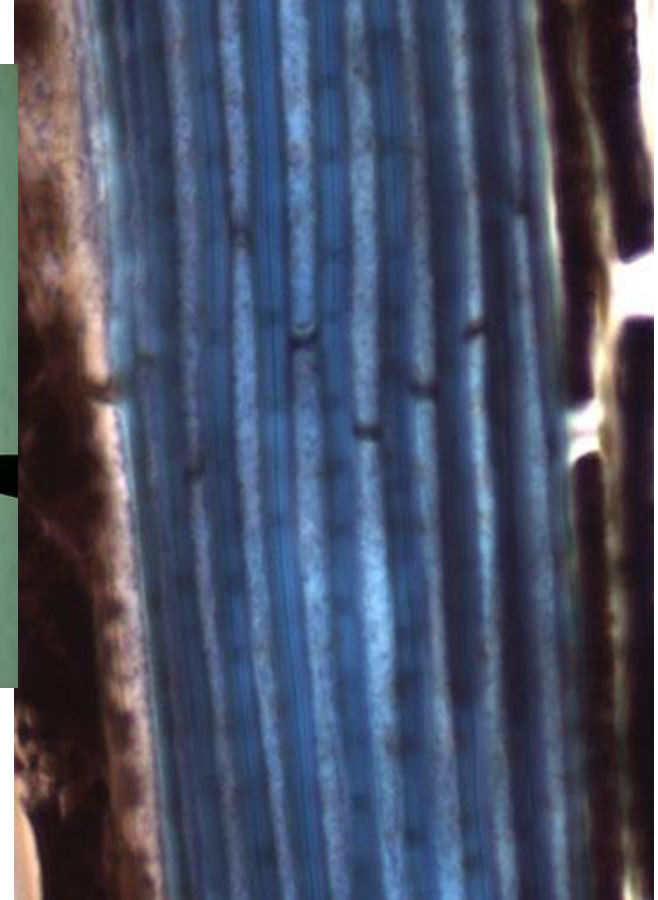
Tracheids with circular pits



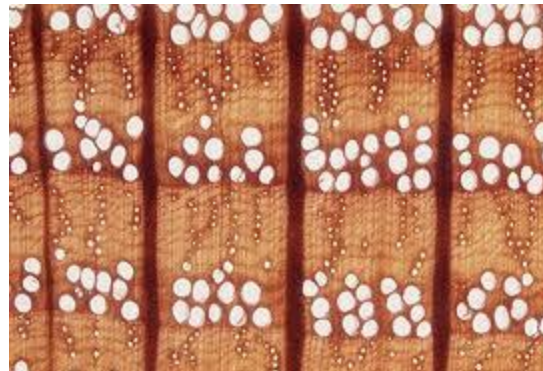
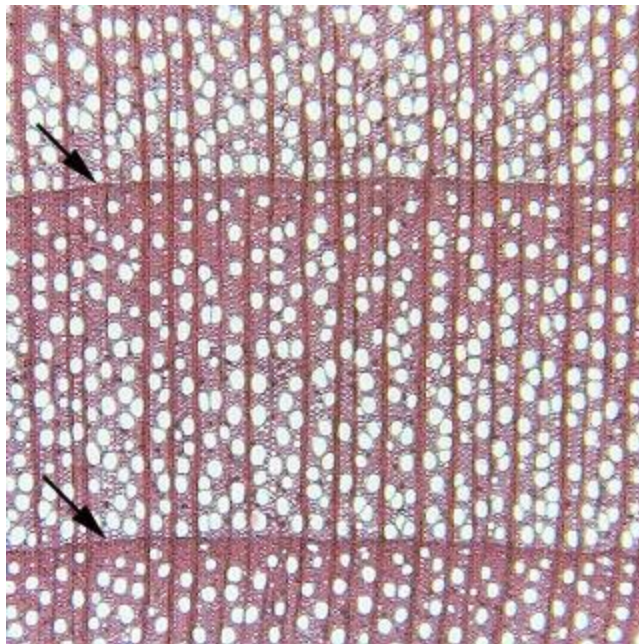
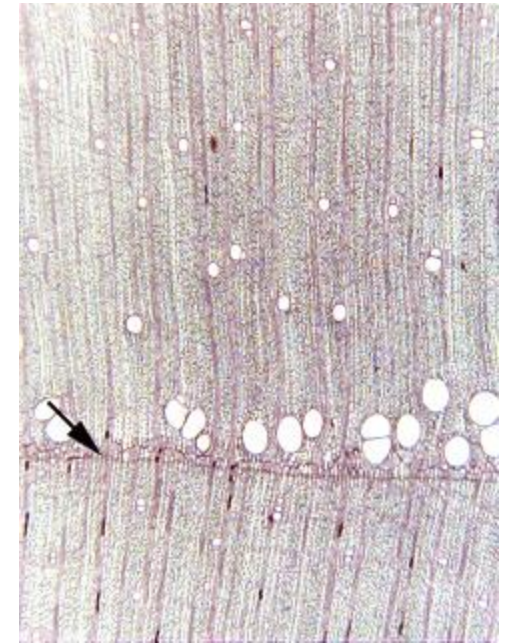
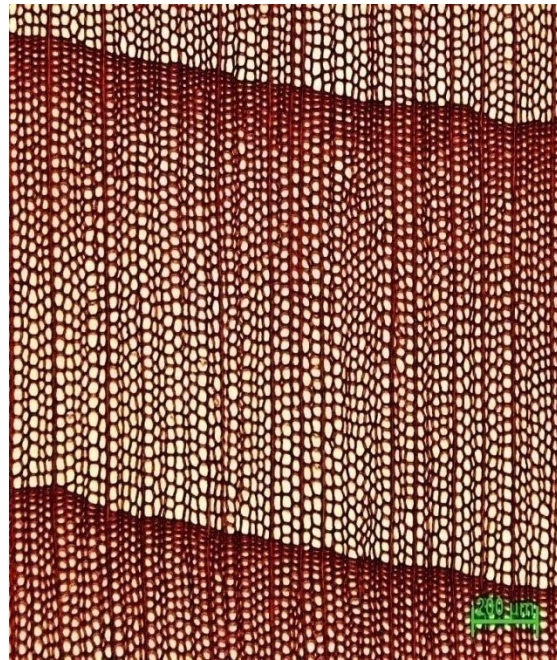
Tracheids with scalariform pits

Tracheids, fiber tracheids, and xylary (libriform) fibers

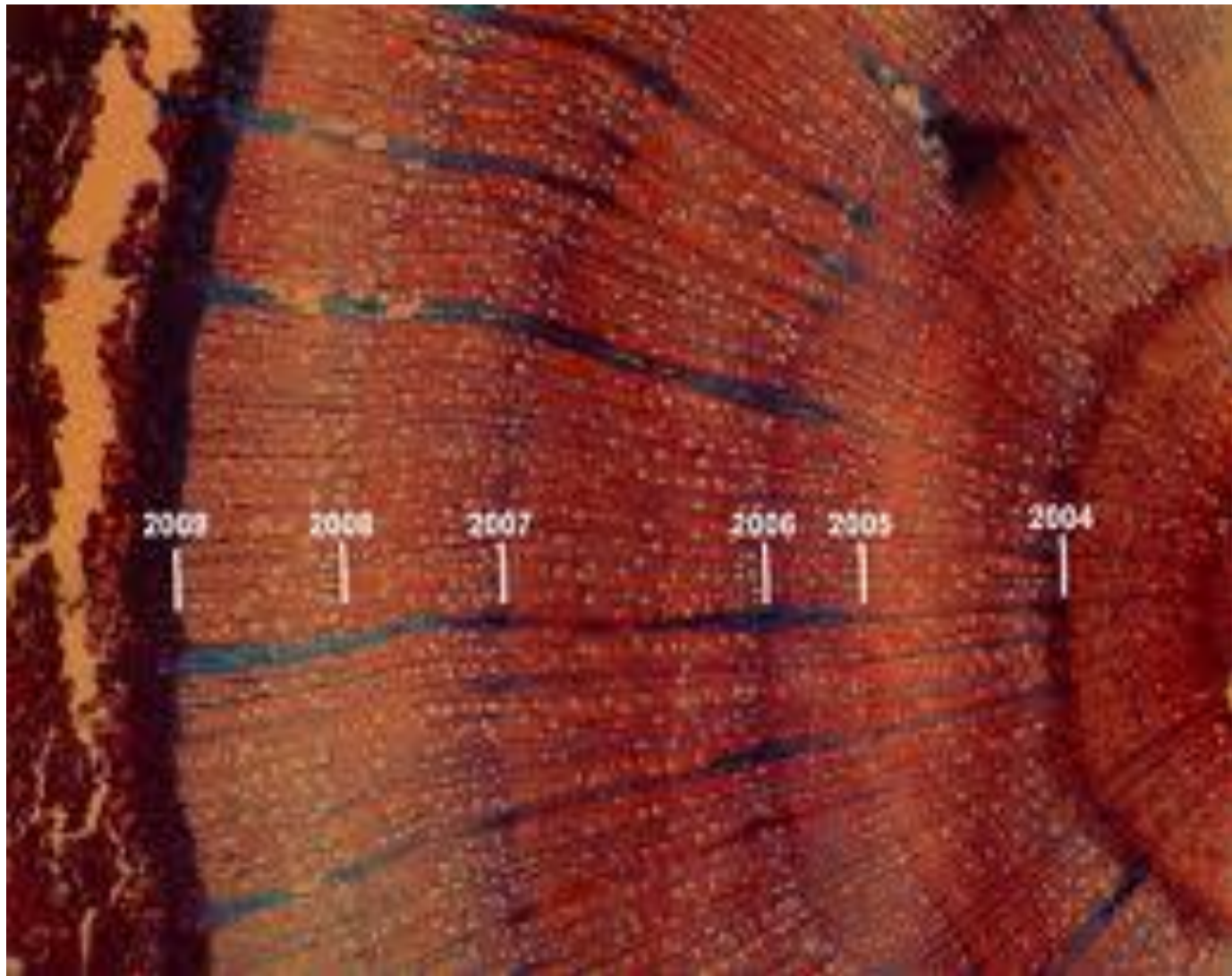
Vitis (grape) stem, radial section. The elongate cells seen here are fibers in the secondary phloem. These are septate fibers. Septa are thin cross walls that form in some kinds of fibers after the secondary wall has formed.



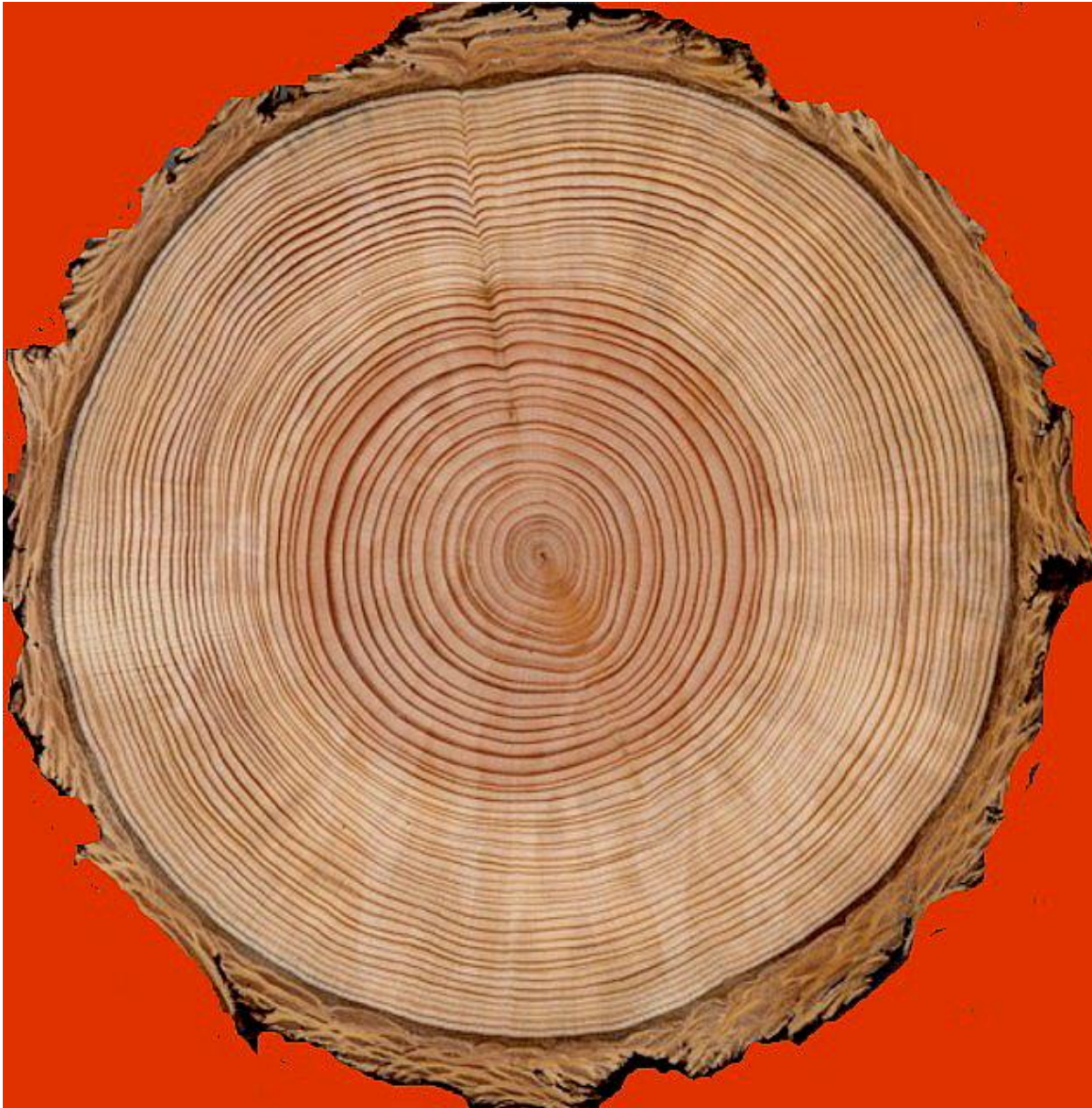
• أن القصيبات الليفية والألياف المدببة المقسمة عبارة عن صفة تخصصية. وليست صلة قرب أو مصاهرة.



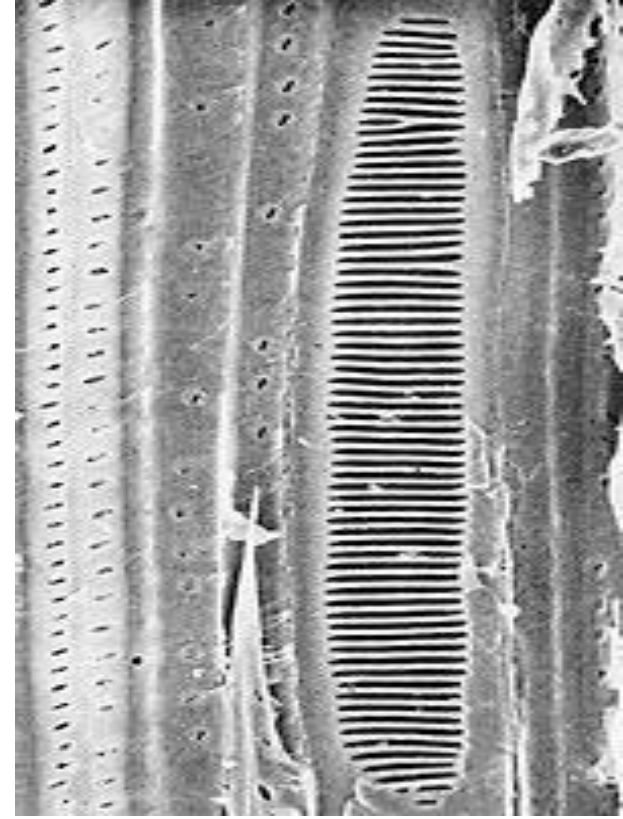
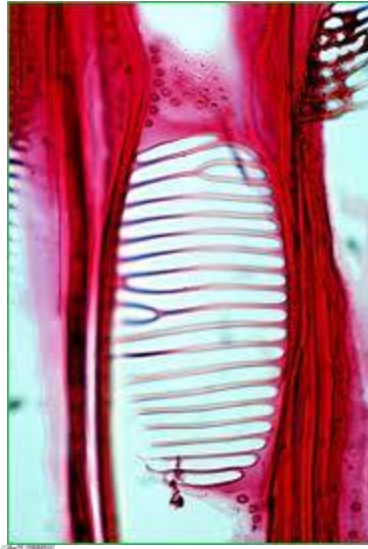
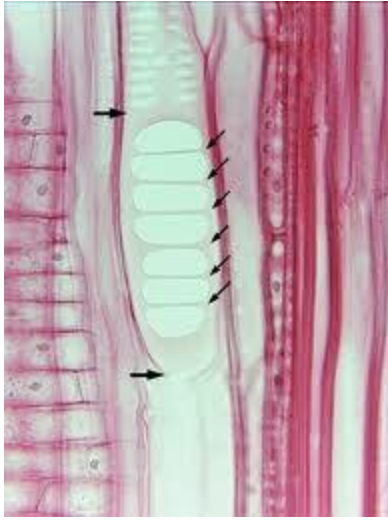
Diffuse & circular porous wood: Secondary xylem in which there is no clear size distinction between the xylem vessels formed at the beginning and at the end of the growth season



The species shows distinct **rings** and semi-ring to **diffuse porous wood...** ;



A spectacular view of a Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) cross section obtained from the Zuni Mountains of New Mexico by my friends Chris Baisan and Rex Adams (photo © H.D. Grissino-Mayer). Note how very sensitive the ring widths are of this species, despite its young age. indicating it is ideal for reconstructing climate. This picture has appeared in over 100 publications.



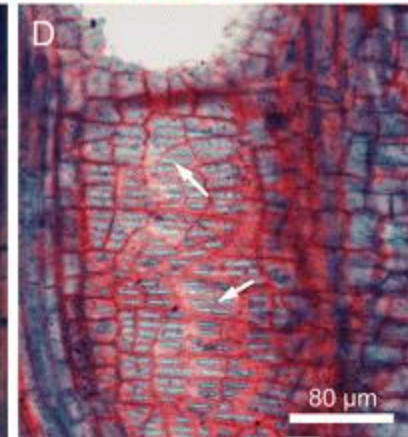
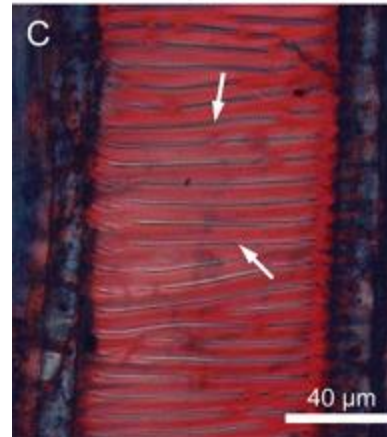
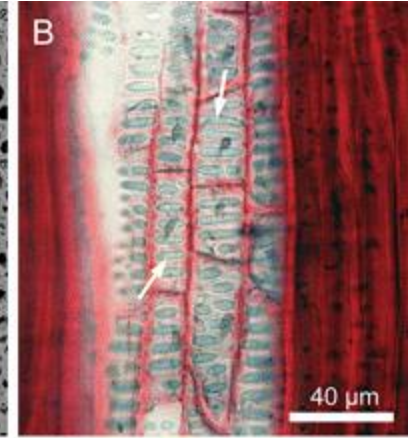
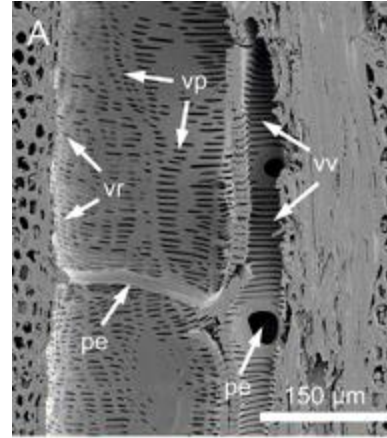
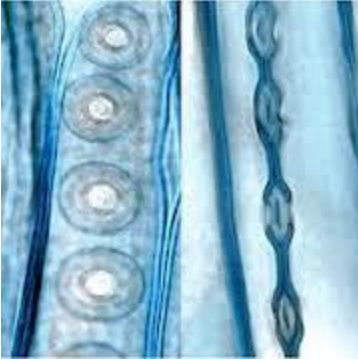
PRIMITIVE VESSELS

• الأوعية ذات التنقيب السلمي (عدد من الثقوب) صفة بدائية أكثر من الأوعية ذات التنقيب البسيط (ثقب واحد).

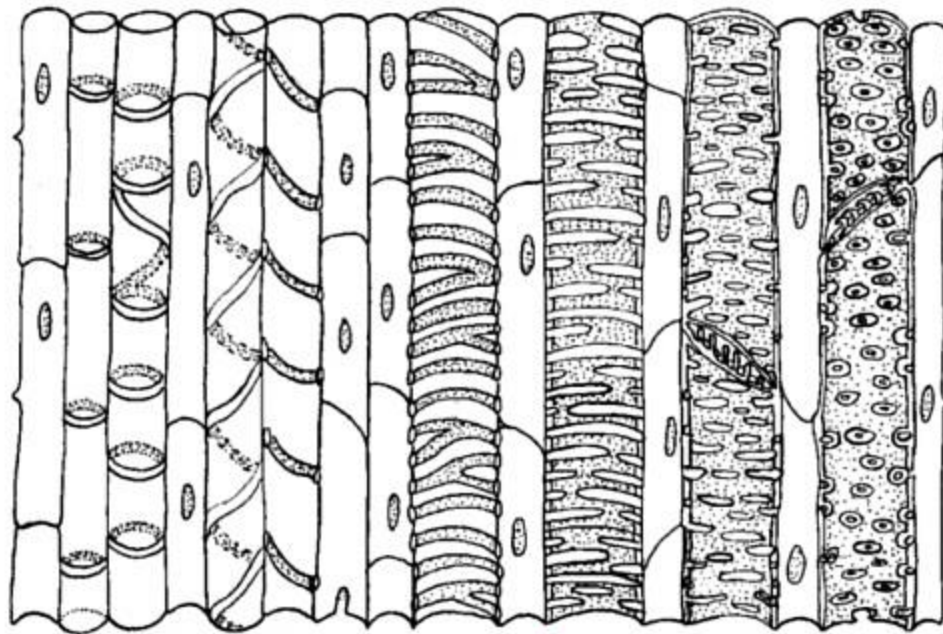
• كما أنه في الأوعية ذات التنقيب السلمي الأوعية ذات الثقوب الكثيرة الضيقة أكثر بدائية من الأوعية ذات الثقوب الواسعة.

• الأوعية ذات النهايات المائلة أكثر بدائية من الأوعية ذات النهايات العرضية.

•التنقير المتبادل في الأوعية أكثر تقدماً (صفة
تقدمية) من التنقير المتقابل والسلمي وهو أقلها
رقياً.



•التغاط الحزوني في الأوعية يعتبر صفة تخصصية.



Protoxylem



Metaxylem

Ivy Livingston © BIODIDAC 9/97



Xylem vessel elements in a flowering plant stem. The ring-shaped, spiral, and scale like wall thickenings are clearly visible.

أشعة الخشب الثانوي



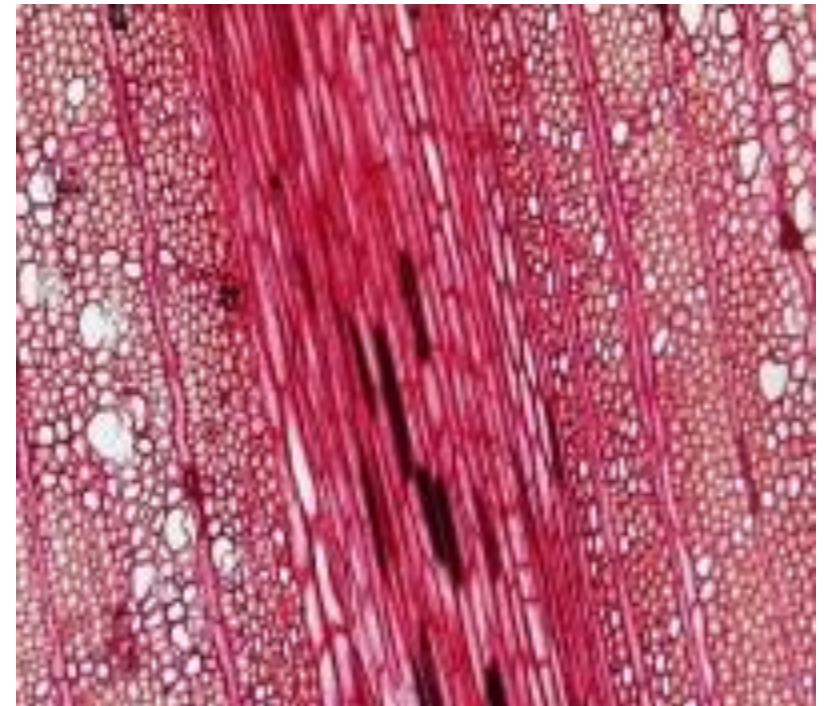
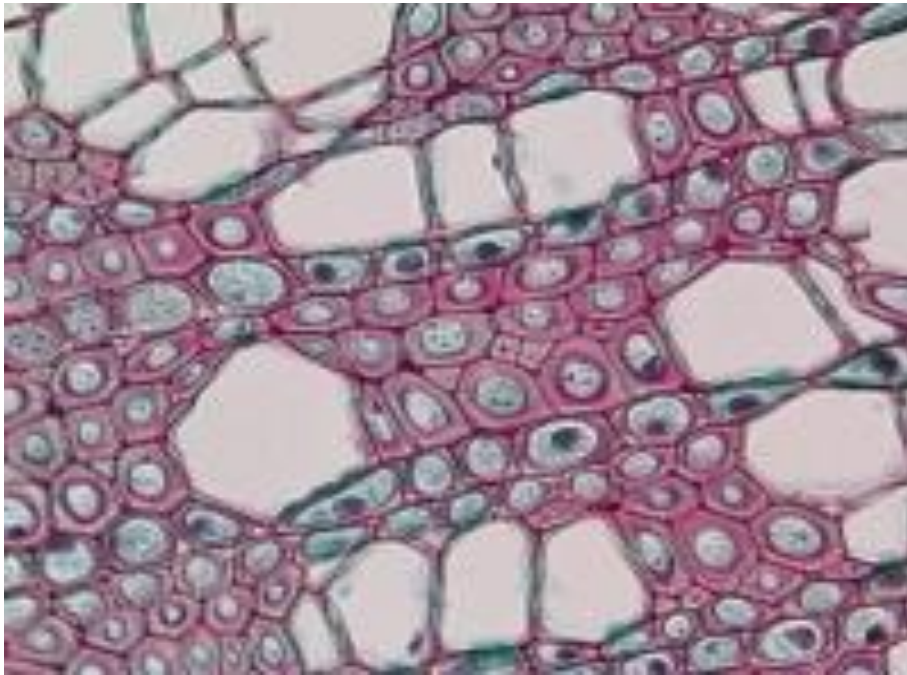
Caption

Pinus strobus secondary xylem

Description

Close view of a radial-longitudinal section through the secondary xylem. Axial tracheids are oriented vertically in this image and a ray is crossing the xylem in the lower two-thirds. The uppermost ray cell is a tracheid (note the small bordered pits to axial tracheids) whereas the other ray cells are parenchyma with large fenestriform pitting. Stained with safranin. Image from the Atlas of Plant Anatomy <http://biology.unlv.edu/Schulte/Anatomy/>.





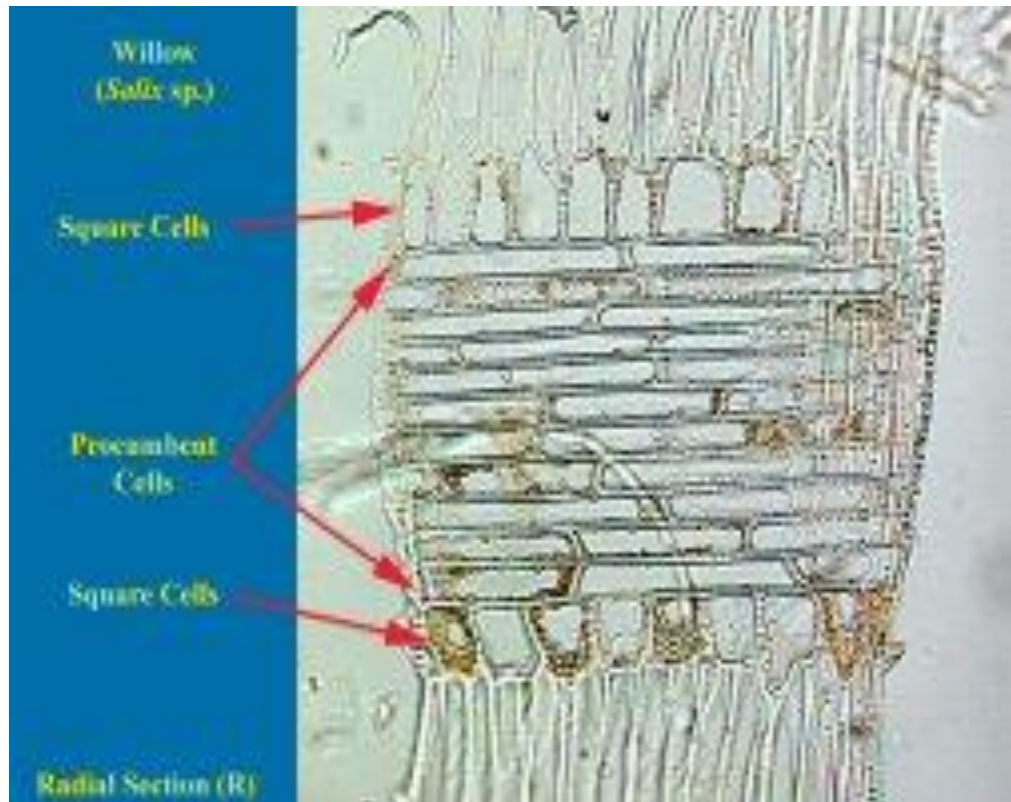
Transverse xylem section from *Quercus alba* showing wide and narrow rays.



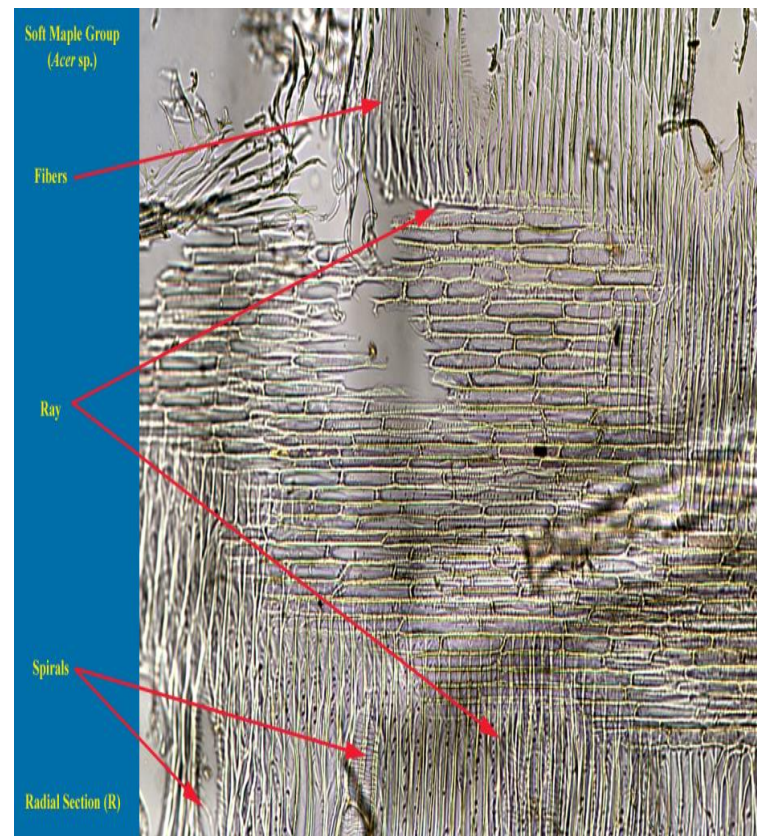
Drimys tracheid pitting

Tangential Section of storied wood which has Uniseriate & Multiseriate Rays

- الأشعة المتجانسة (مكونة من نوع واحد من الخلايا المتشابهة) صفة تقدمية أكثر من الأشعة غير المتجانسة (التي تتكون من نوعين أو أكثر من الخلايا غير المتشابهة).



Radial section of Willow (*Salix spp.* الصفصاف *Salicaceae*) showing a heterocellular ray composed of procumbent cells (bracket) and uprights (arrowheads).



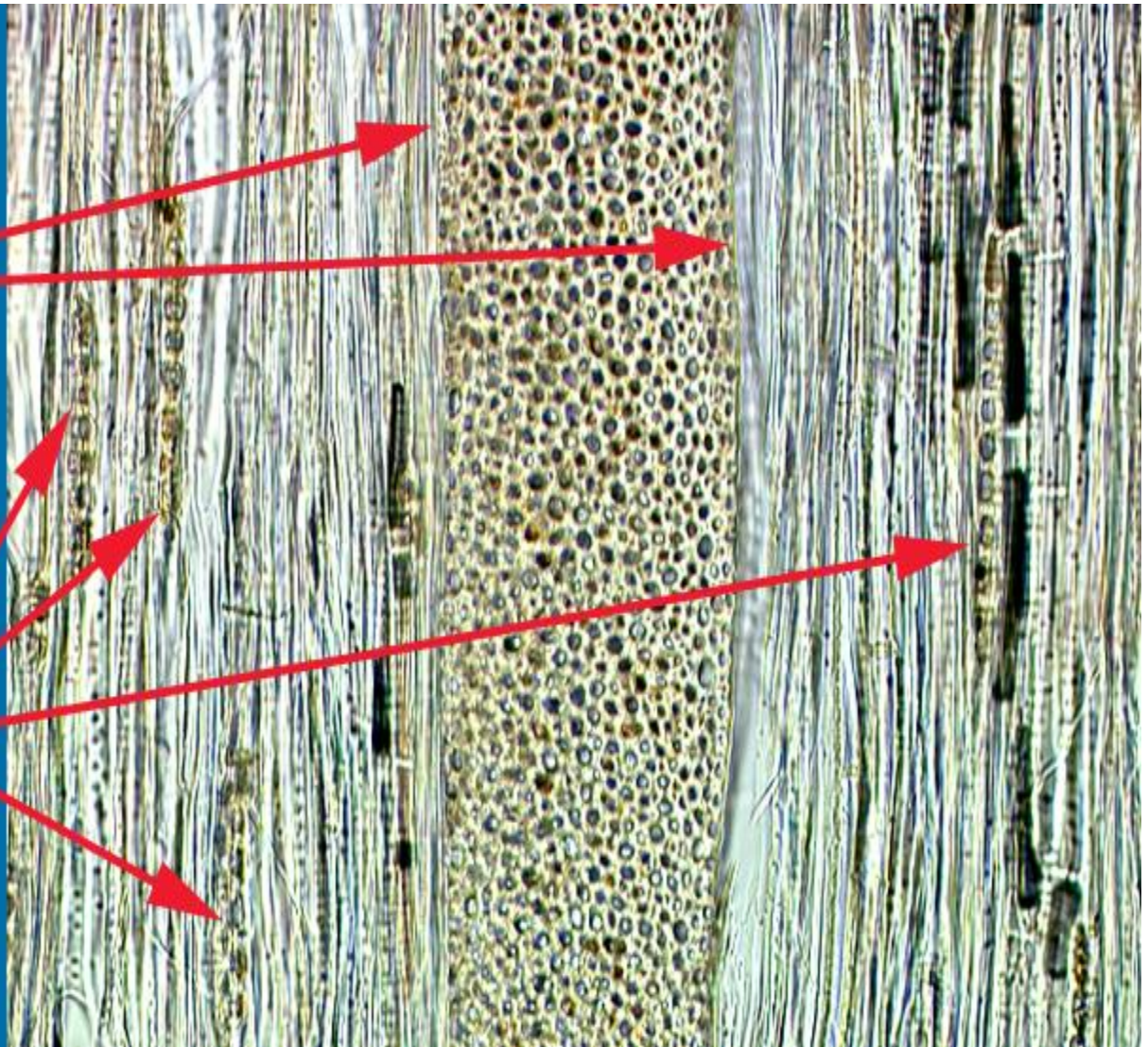
Radial section of Maple (*Acer sp.* قيقب *Sapindaceae*) showing a homocellular ray composed exclusively of procumbent cells.

Beech
(Fagus sp.)

Wide Ray

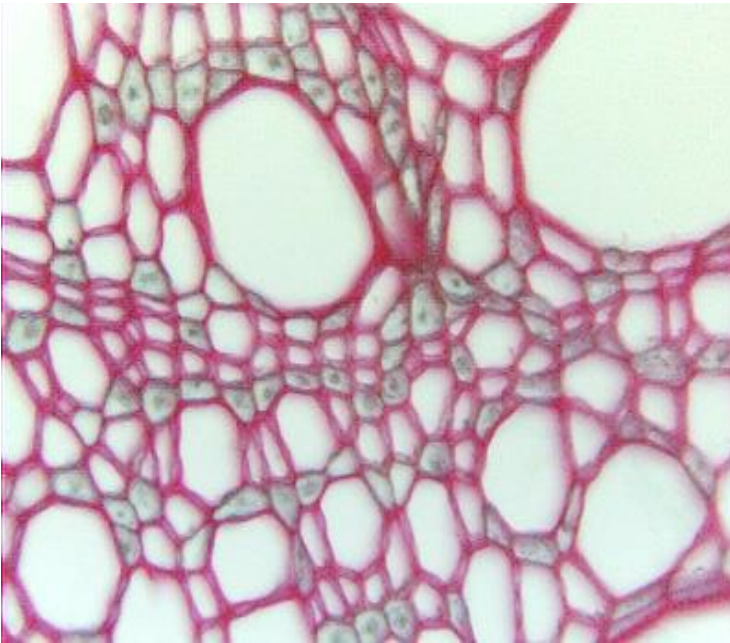
Uniseriate Rays

Tangential Section (T)

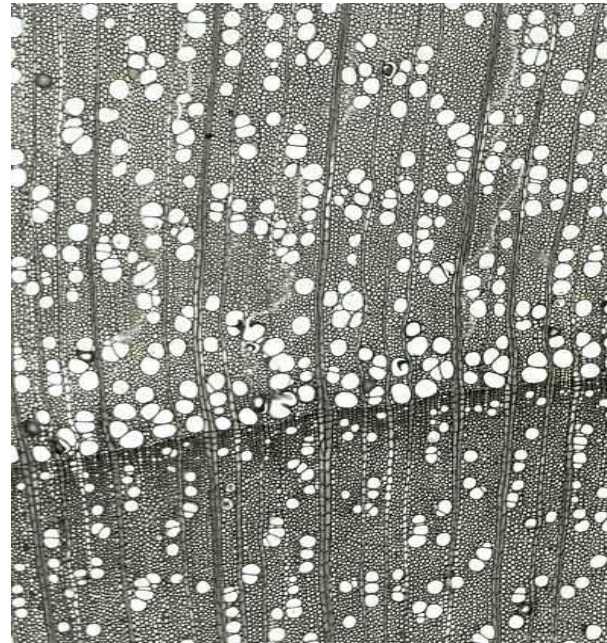


أنواع برنشيمية الخشب

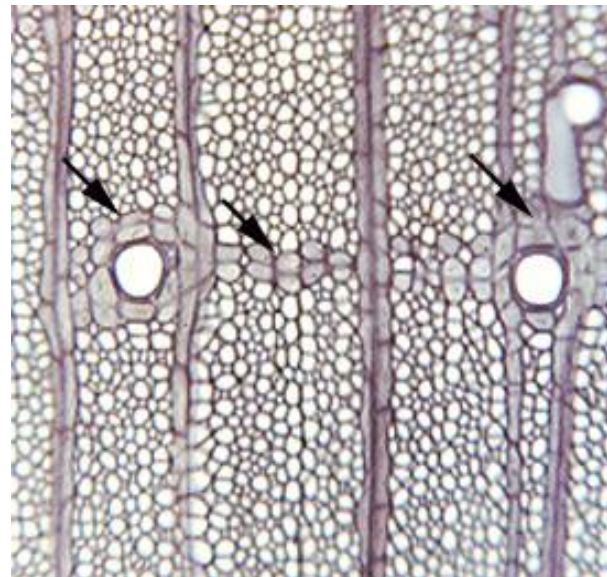
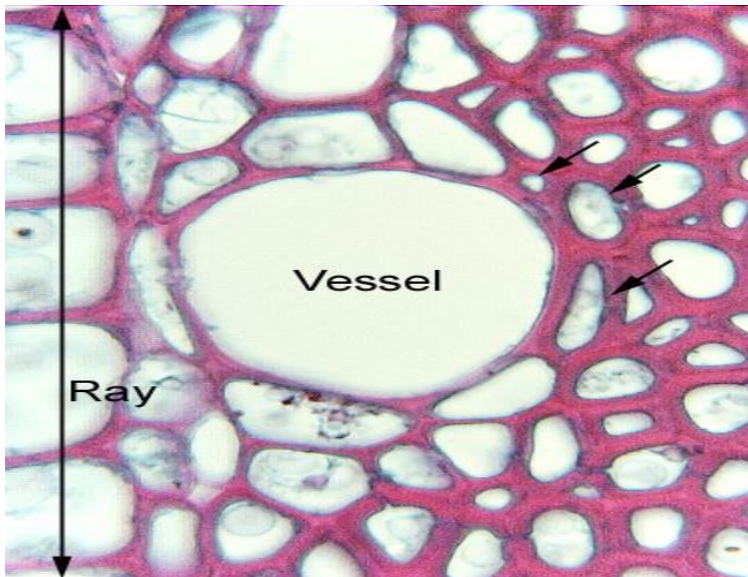
- البرنشيمية المنتشرة للخشب أكثر بدائية من أنواع البرنشيمية الأخرى.



diffuse parenchyma.

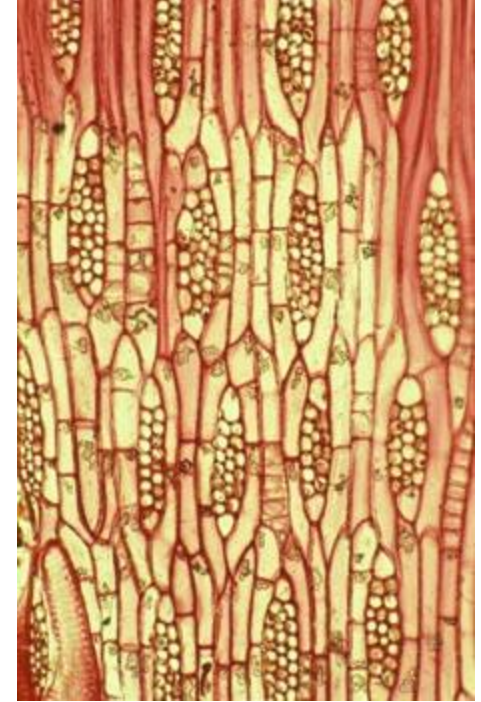
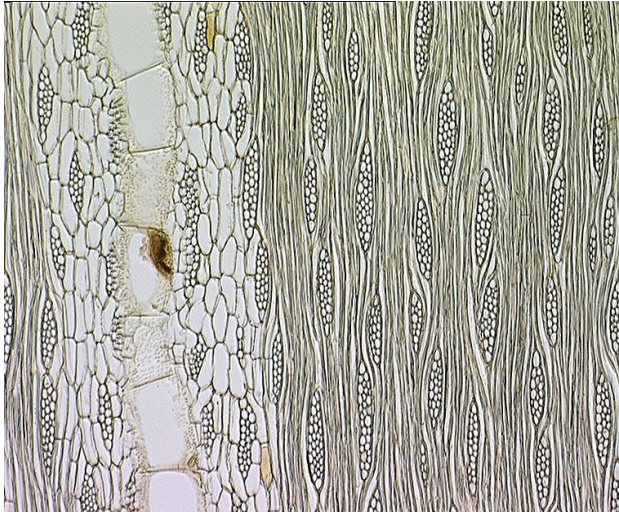


Apotracheal



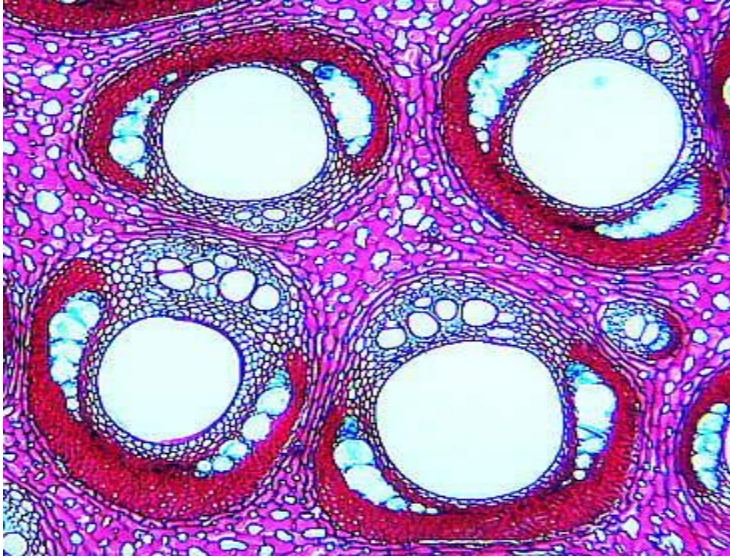
paratracheal

. الخشب الطبقي
صفة أكثر تقدماً
من الخشب غير
الطبقي.

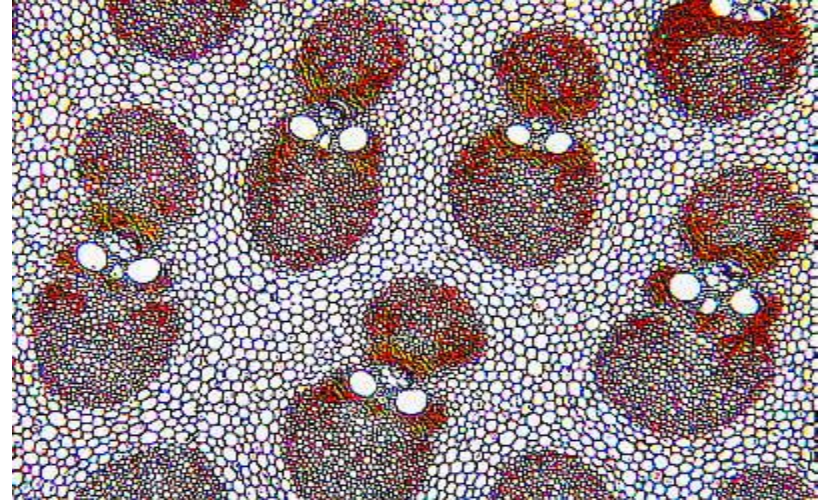


Monocotyledon Wood

- الساق ذات الحزم الوعائية المنتشرة أكثر تطوراً ورقياً من الساق ذات الحزم الوعائية المنتظمة في حلقة واحدة. منفصلة أو متصلة.



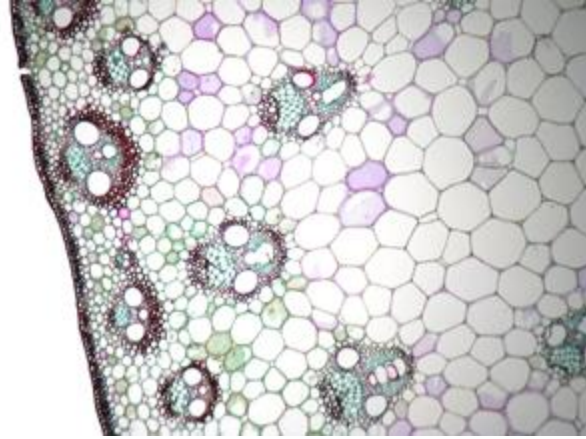
A liana with vascular bundles that contain one vessel with an exceptionally large lumen each. Staining: astra blue, acridine red / chrysoidine (slide preparations: G. SEEHANN, ١٩٨٦)



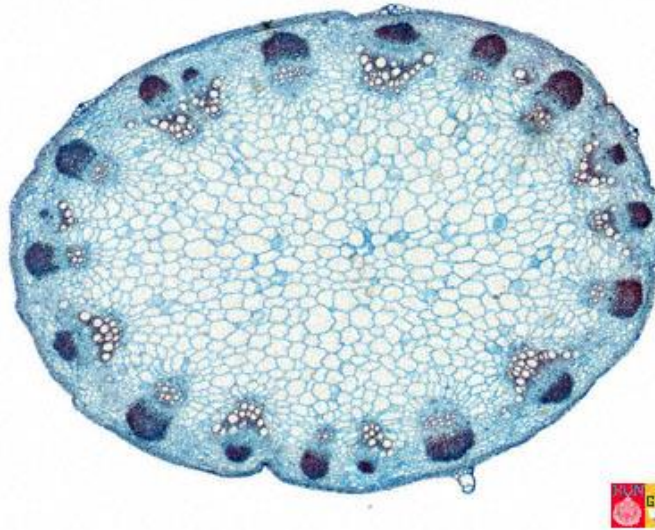
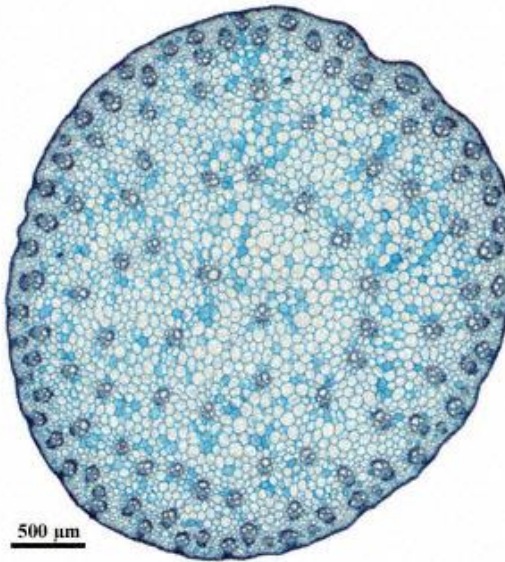
Cross-Section Through a Lignified Shoot of *Dendrocalamus spec* (giant bamboo).

Longitudinal Section Through the Wood of a Palm (*Jubaea*)
The bark is at the left side.

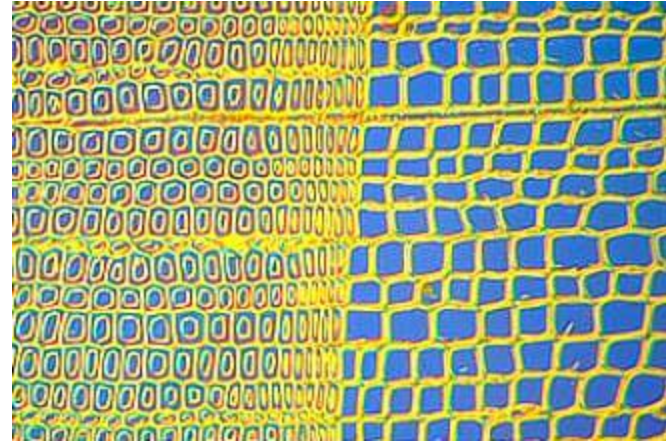
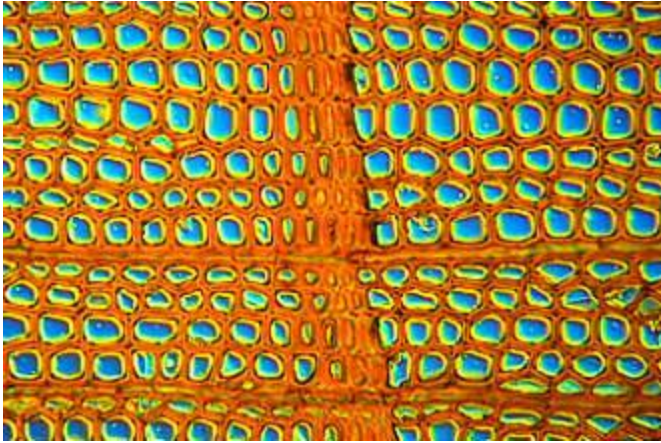




• الساق ذات
الحزم الوعائية
المنتشرة أكثر
تطوراً رقيقاً
من الساق ذات
الحزم الوعائية
المنتظمة في
حلقة واحدة.
منفصلة أو
متصلة.

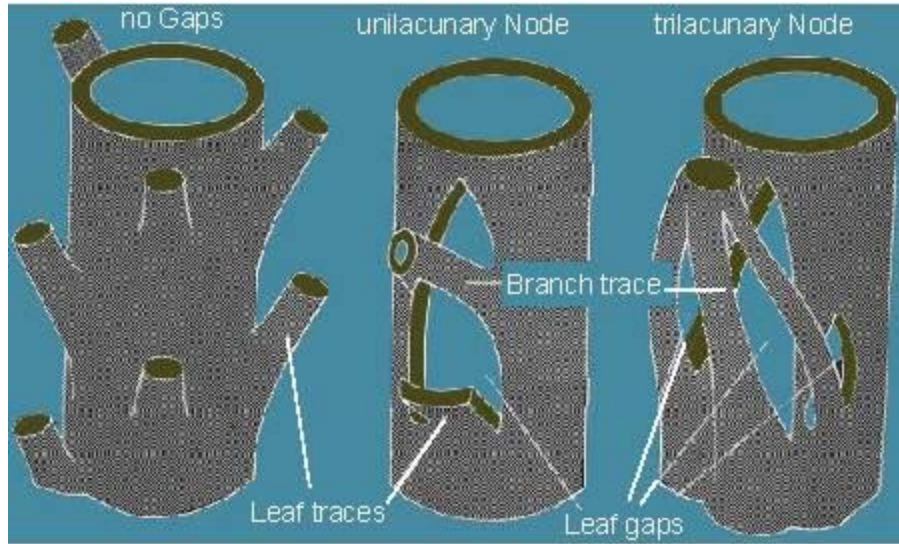


Gymnosperm Wood



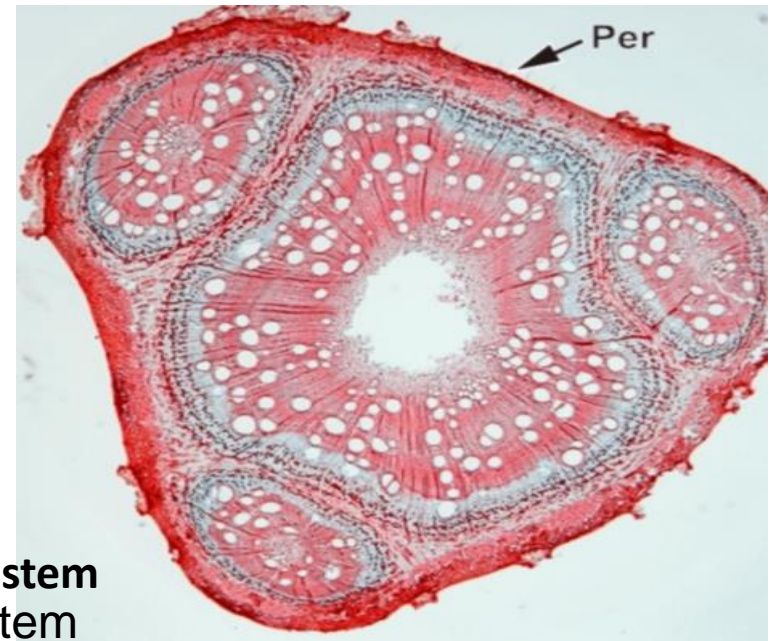
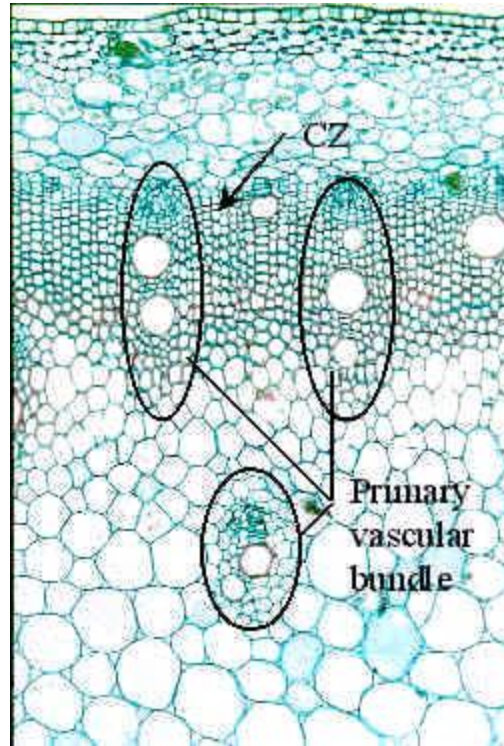
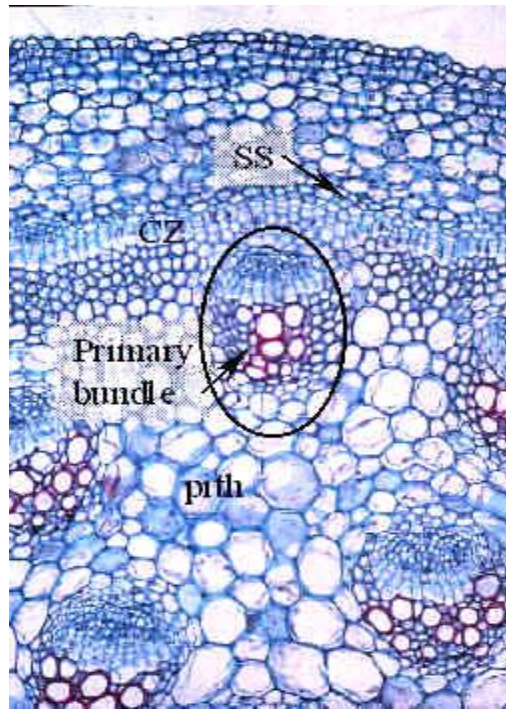
Wellingtonia gigantea and *Abies pectinata*: Cross-sections, plainly recognizable annual rings.





• العقد الساقية ذات الفراغات الثلاثية أو أكثر تكون أكثر بدائية من العقد التي تحتوي على فراغ واحد ومسار ورقي واحد.

- وجود حزم وعائية
قشرية أو نخاعية
تعتبر صفة تقدمية.



Bougainvillea young stem

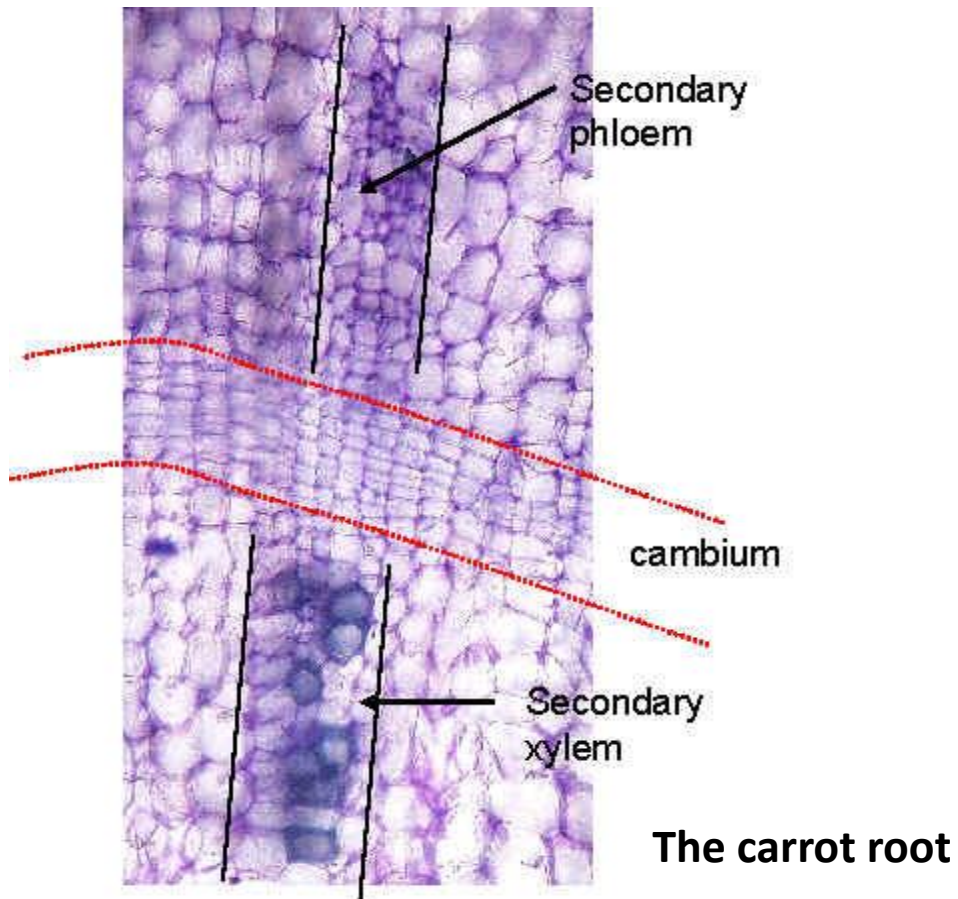
Beta stem

Serjania stem
young stem

These micrographs show details of the **anomalous growth** which occurs in *Bougainvillea* (Nyctaginaceae). Note the **included vascular bundles** (white ovoids), embedded within the secondary xylem

The carrot root

young stem

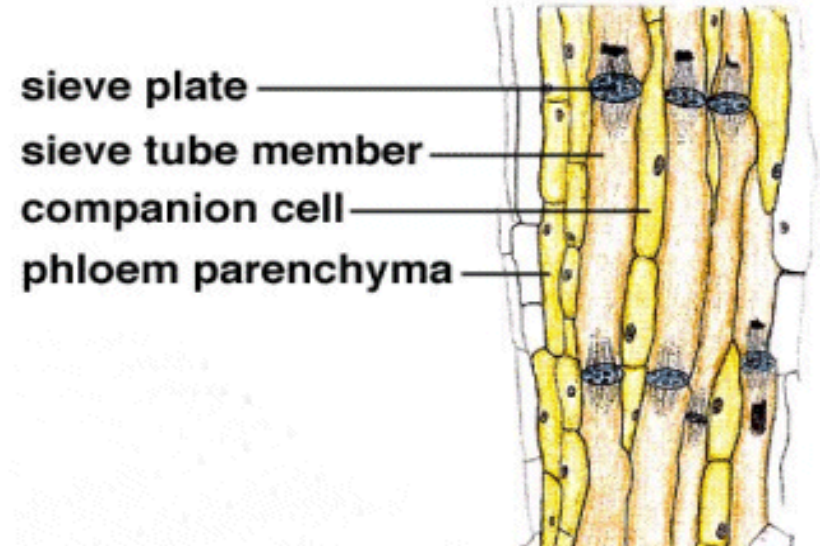
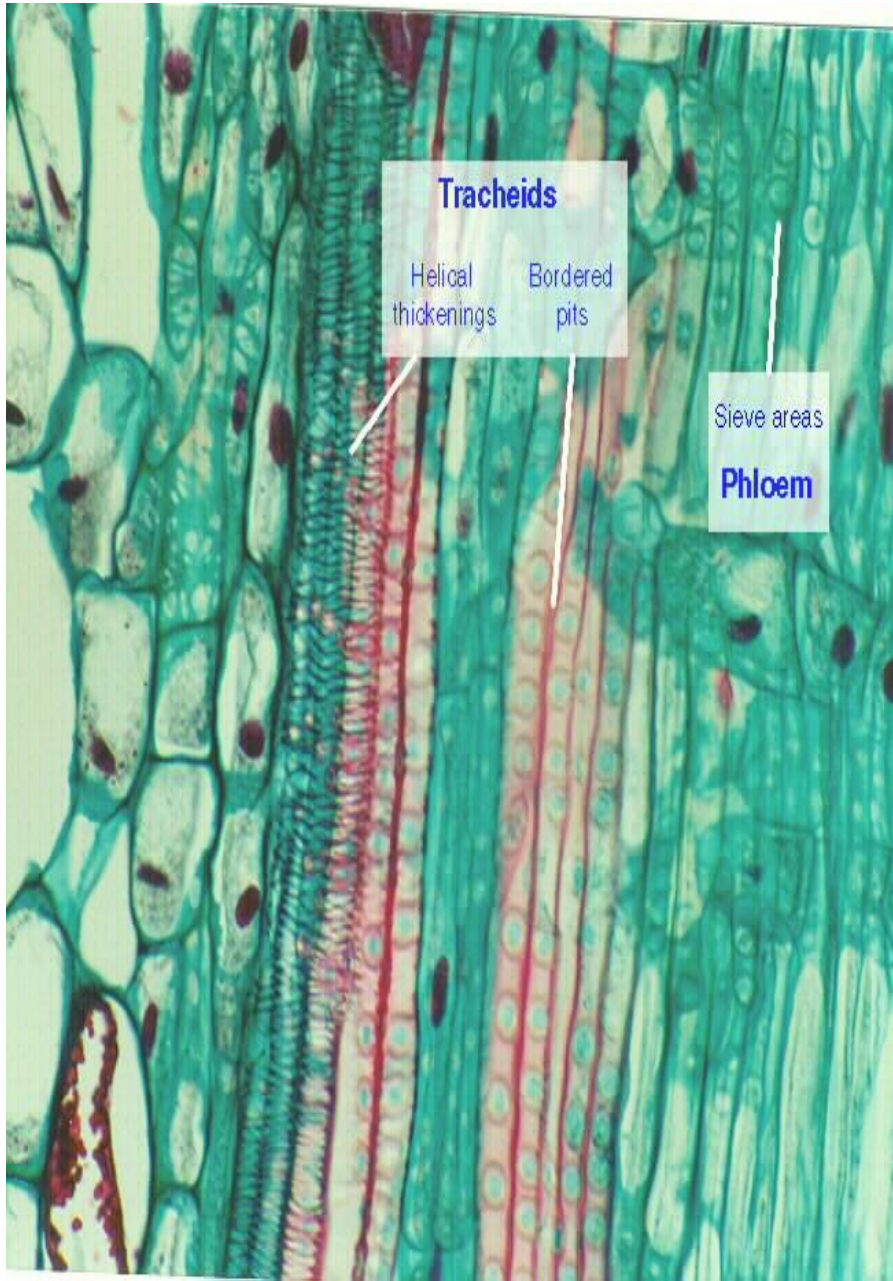


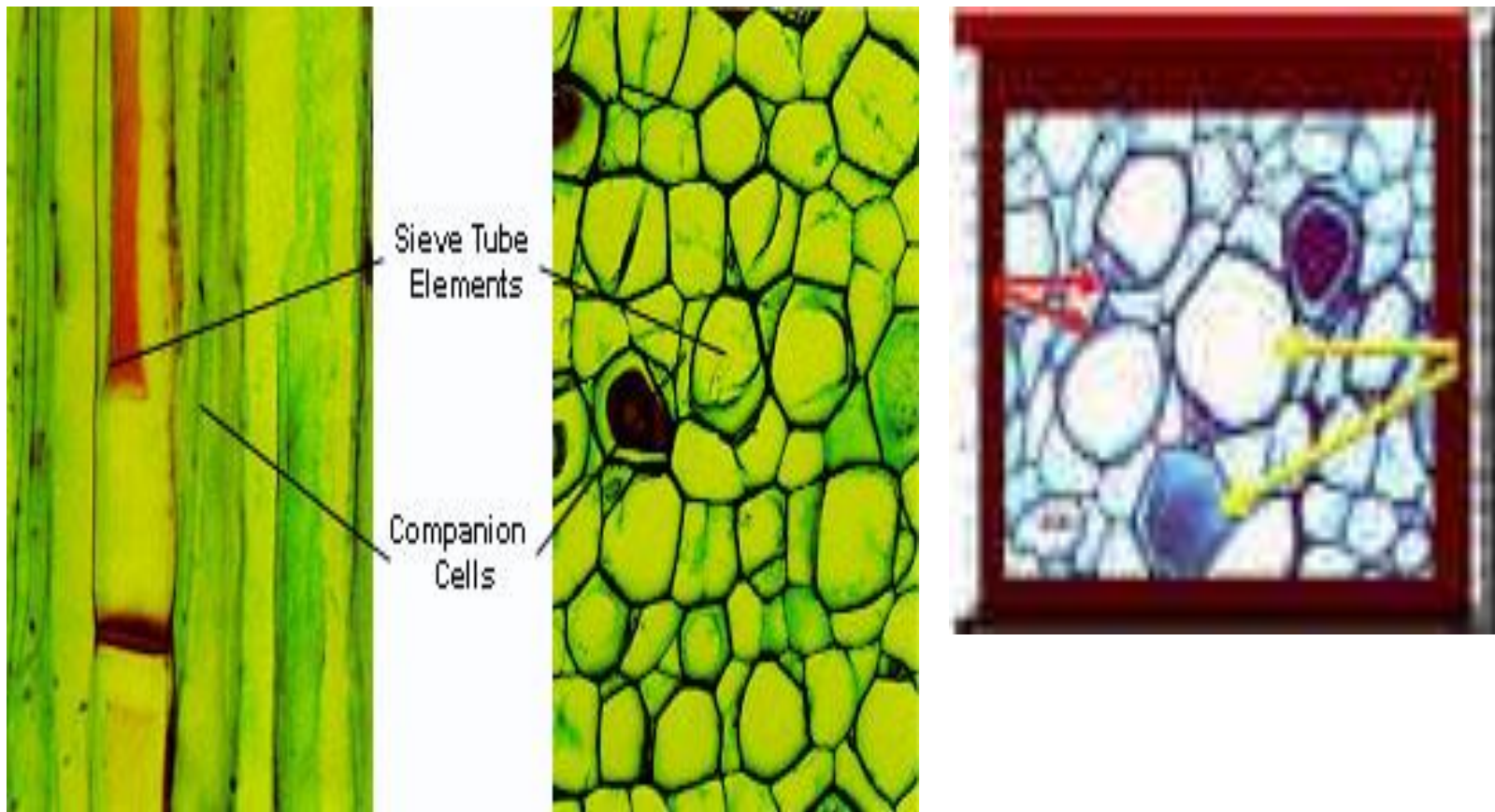
This micrograph shows part of the root in cross section. Part of one of the **successive cambia** is shown here, together with its associated **secondary xylem** and **secondary phloem**. Vascular tissue is interspersed with wide **parenchymatous rays**

للحاء Phloem

يعاني اللحاء Phloem

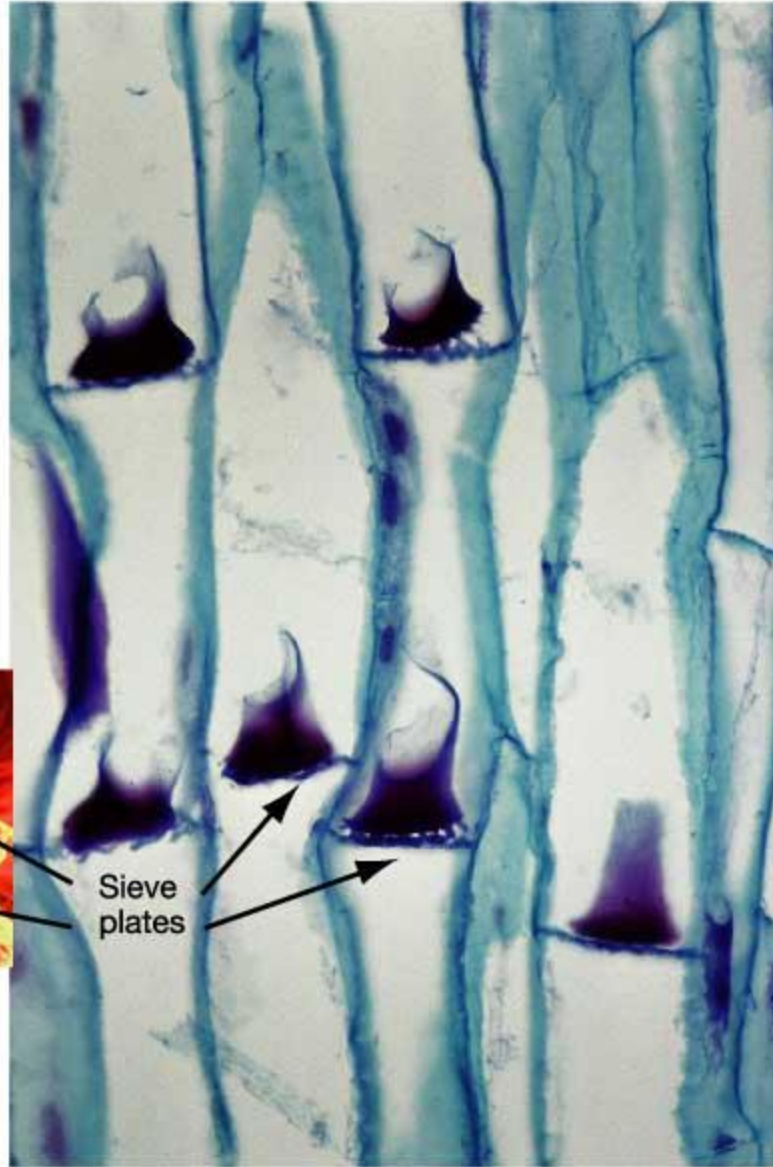
سلسلة من التطورات كما يحدث في مثيله الخشب فالفضائل ذات الخشب المتقدم تميل إلى امتلاكها لحاءاً متخصصاً أي أن تخصص الخشب واللحاء يسيران معاً جنباً إلى جنب.



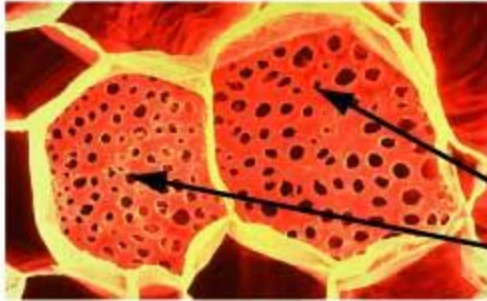


فالعناصر الغربالية البدائية في كاسيات البذور تكون طويلة وضيقة وذات مساحات غربالية لها ثقب ضيقة وعلى امتداد العنصر الغربالي، ولها نهايات جدر عرضية مائلة وهذه يقال بأنها تتحول إلى عناصر غربالية قصيرة وذات نهايات (جدر) عرضية أفقية..

LONGITUDINAL
SECTION

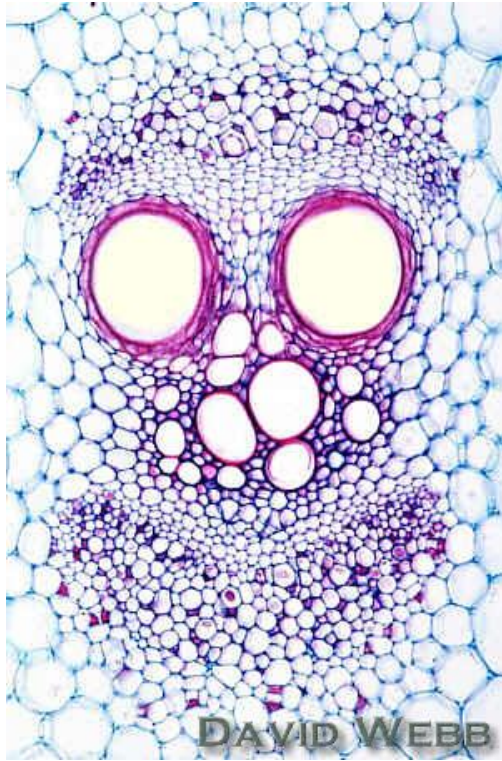


CROSS-SECTION

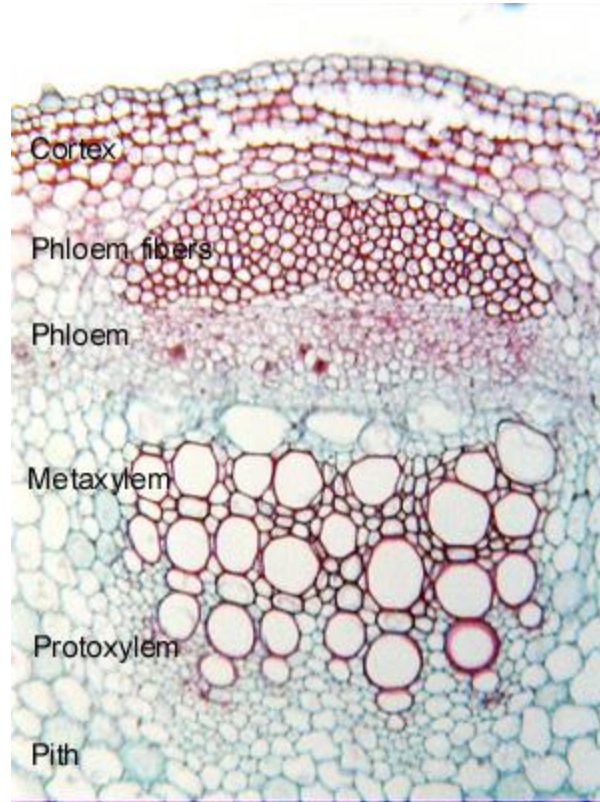


Sieve
plates

وفي العناصر الغربالية
المتقدمة المساحات
الغربالية تكون
متخصصة وتقع في
الجدر العرضية وذات
ثقوب واسعة بينما تقل
المساحات الغربالية في
الجدر الجانبية أو تكون
نادرة في الأنابيب
الغربالية المتقدمة.
وتعتبر هذه صفة متقدمة
جداً بالأخص عندما
تكون عبارة عن صفائح
غربالية بسيطة
والعناصر متصلة مع
بعض عن طريق جدر
عرضية أفقية. أي أن
النهايات غير مترابطة
فوق بعضها



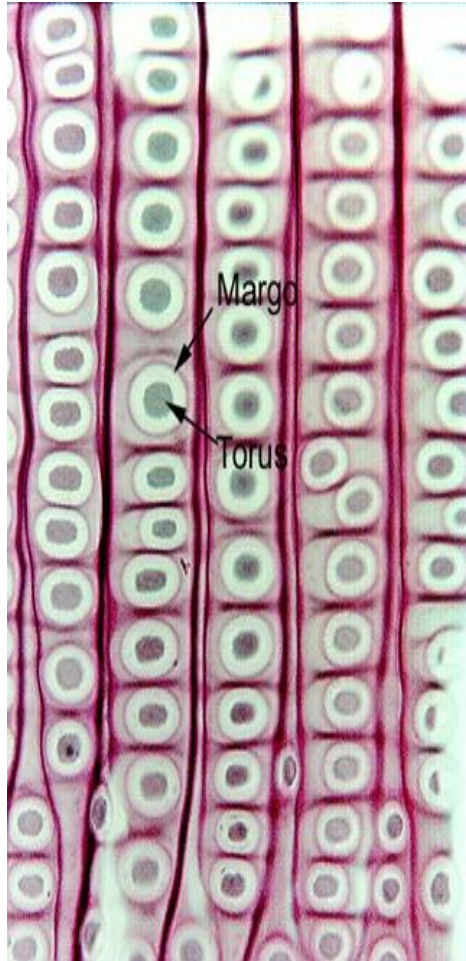
Bicollateral Bundle
from Cucumber



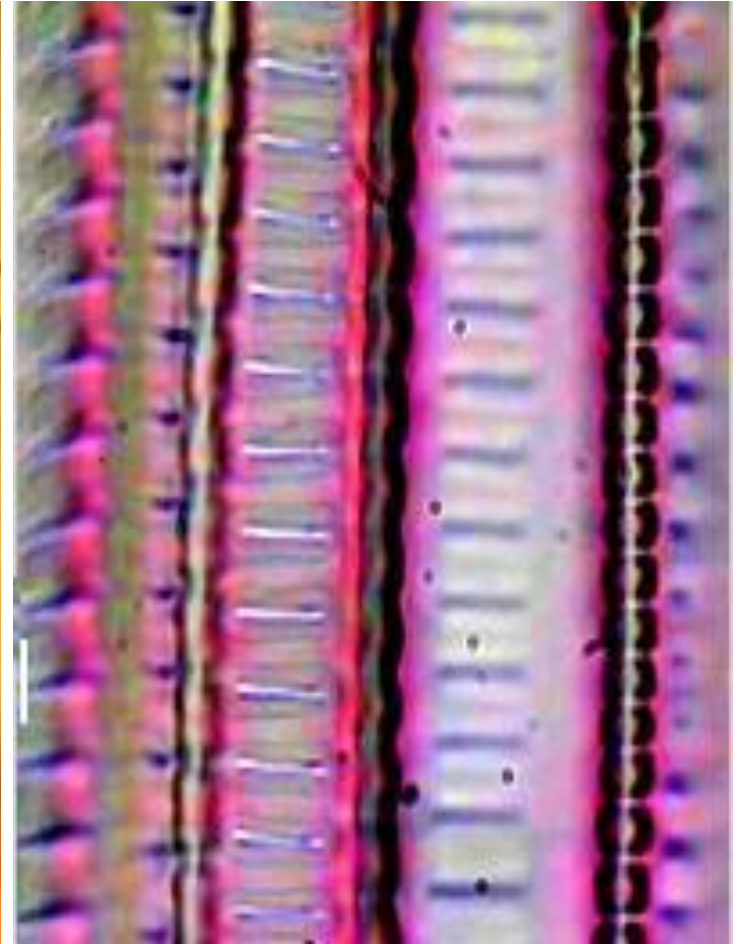
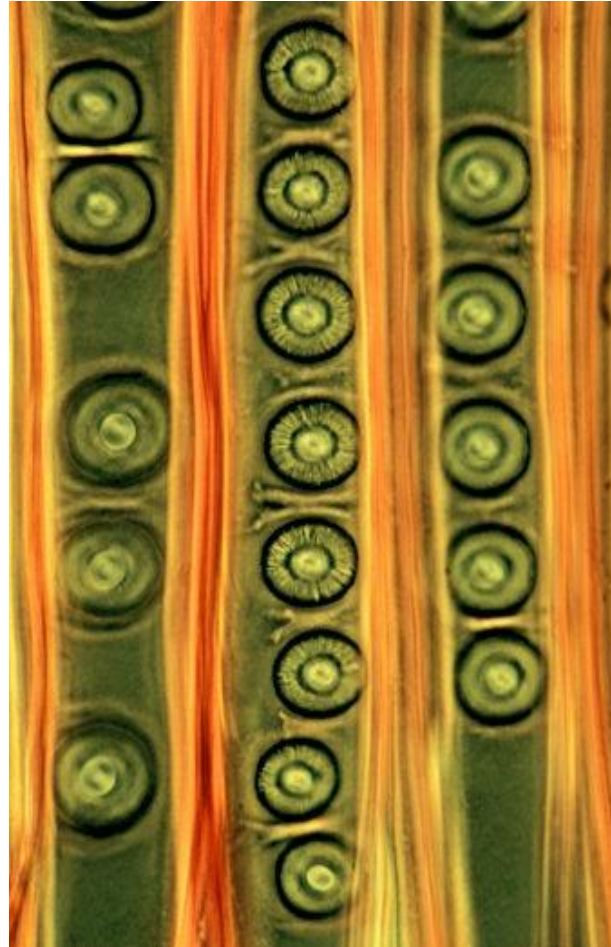
Collateral Bundle

- النباتات التي تحتوي على لحاء داخلي في الحزم الوعائية الوعائية Bicollateral v.b. (أي ثنائية الجانب) تعتبر أكثر رقياً من النباتات التي لها لحاء خارجي (أي جانبية الحزم). Lateral. v. b. - الفصيلة القرعية - العلاقية وغيرها.

في النباتات كاسيات البذور اعتبر أن التطور يكون بالقصبليات ذات التنقير السلمي إلى القصبليات ذات التنقير الدائري.



Tracheids with circular pits



Tracheids with scalariform pits

Tracheids, fiber tracheids, and xylary (libriform) fibers

Vitis (grape) stem, radial section. The elongate cells seen here are fibers in the secondary phloem. These are septate fibers. Septa are thin cross walls that form in some kinds of fibers after the secondary wall has formed.



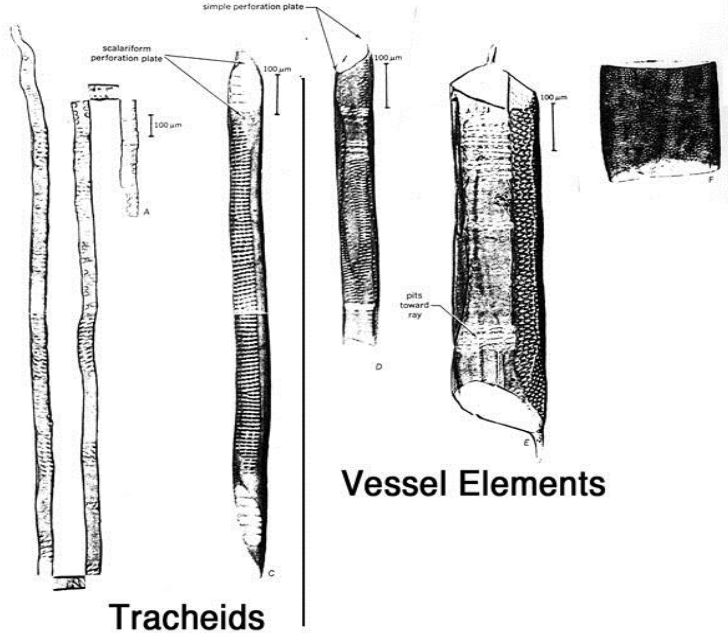
• أن القصيبات الليفية والألياف المدببة المقسمة عبارة عن
صفة تخصصية. وليست صلة قرب أو مصاهرة.

إن معظم هذه الاتجاهات (النزعات) العرقية استخلصت من دراسات للعديد من علماء النبات منذ أوائل القرن العشرين وحتى الآن والتي وجدت إما في نباتات حفريّة أو نتيجة مقارنات للصفات الشكلية الخارجية أو الدراسات التطورية لمعظم النباتات الوعائية أو استخدام طرق المشاركة، والعلاقات والاستثناءات والتتابعات التي سجلت في كتاب Foster 1930-31 .

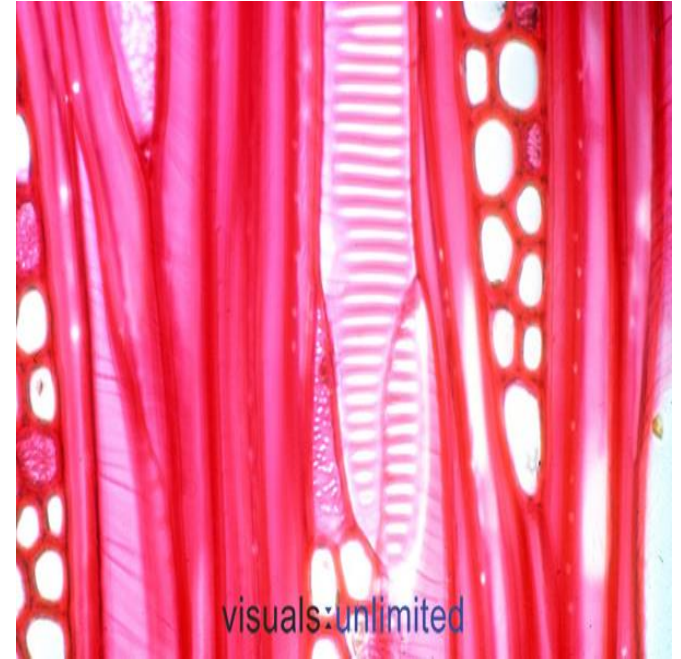
إنه لدراسة التاريخ العرقي لمجموعة نباتية معينة فإنه يتعين على الباحث أو الباحثين استخدام الحالة التطورية الناتجة عن الصفات التشريحية المستخدمة من قبل علماء التشريح والتوفيق بينها وبين علاقة المجموعة الناتجة عن المعلومات في الحقول الأخرى مثل تشريح الزهرة، الحفريات، علم الخلية، تشريح العقد، علم الأجنة، الشكل الظاهري لحبوب اللقاح والشكل الظاهري للأعضاء الخضرية (الساق والأوراق).

الخشب الثانوي وعلاقته بالتاريخ العرقي:

منذ القدم وحتى الآن يوجد جدال حول منشأ أو أصل الأوعية في رتبة النيتالات **Gnetales** (عاريات البذور) فقد كان يعتقد أن هذه المجموعة بأوعيتها الخاصة ووجود ما يشبه الأشعة الواسعة كما في النباتات كاسيات البذور يجعلها حلقة الوصل بين نباتات عاريات البذور وكاسياتها. وكان الخلاف حول ما إذا كانت الصفيحة المثقبة البسيطة في الجدر العرضية للأوعية تطورت في كل من النيتالات وكاسيات البذور على امتداد الخطوط نفسها.

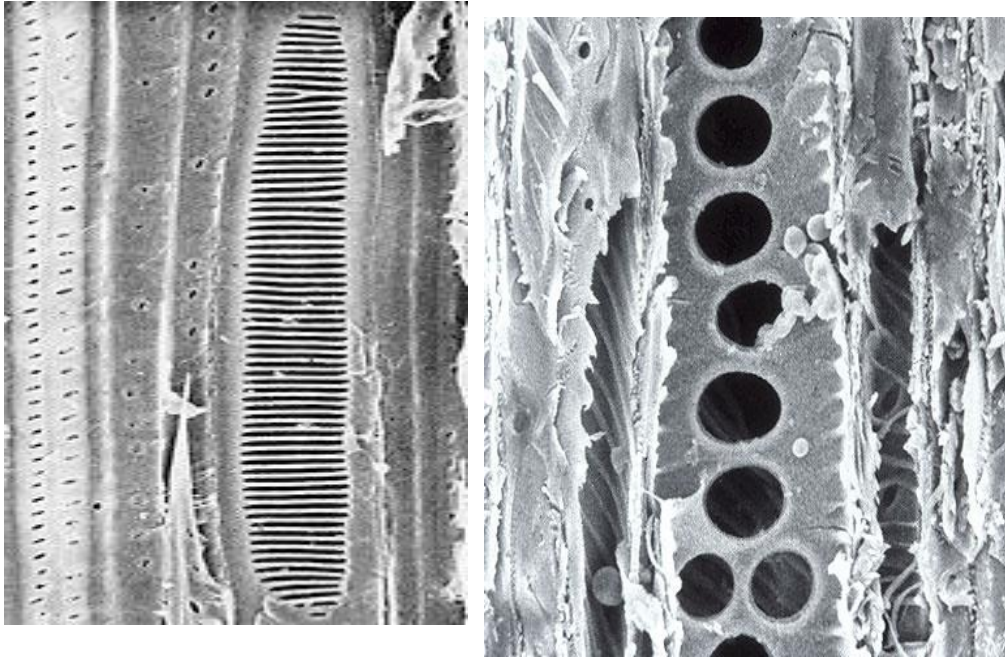


Most Gymnosperms	T
Gnetales	T & V
Magnoliid Angiosperms	T
Most Angiosperms	T & V

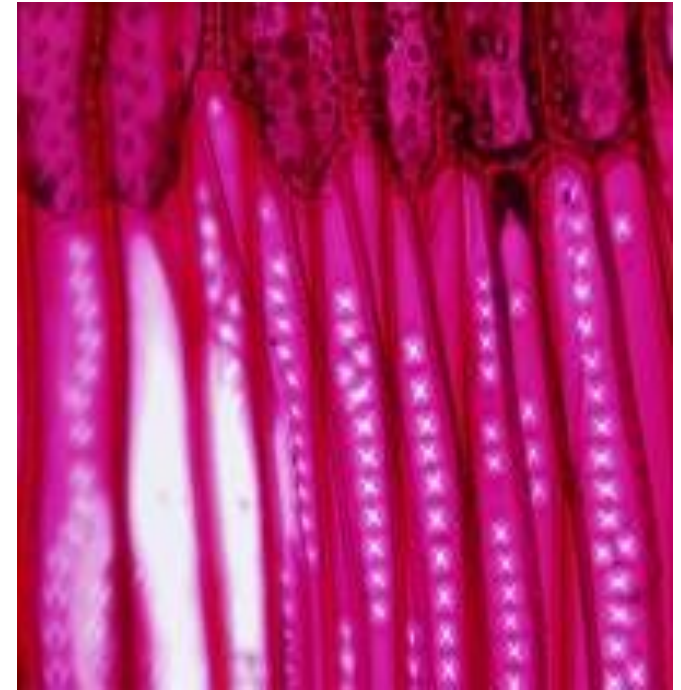


Magnolia (Magnolia grandifolia) sclariform perforation plates النباتات كاسيات البذور

ومن غير المرجح أن تكون لها نفس المنشأ في المجموعات نفسها. فالصفائح المثقبة في رتبة النيتالات تكون دائرية الثقوب حيث أنها تتكون من ثقوب دائرة منتظمة، بينما في الأنواع البدائية من نباتات ذوات الفلقتين تكون الصفائح المثقبة المركبة من النوع السلمي الذي تكون فيها الثقوب مستطيلة. وإن الاعتقاد الشائع أن أصل أو منشأ العناصر الوعائية هي القصيبات وهي خلايا طويلة ذات النقر المضفوفة وأن الصفائح المثقبة في الأوعية تكونت من إذابة أغشية النقر الموجود في الجدر العرضية لهذه الأوعية والتي تكون ممراً غير متقطعاً لتدفق الماء.

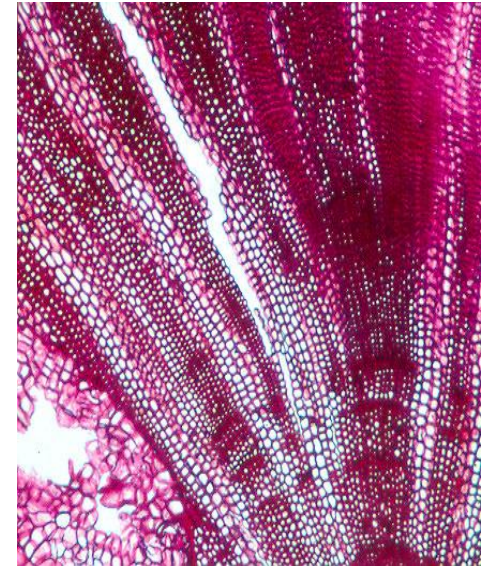
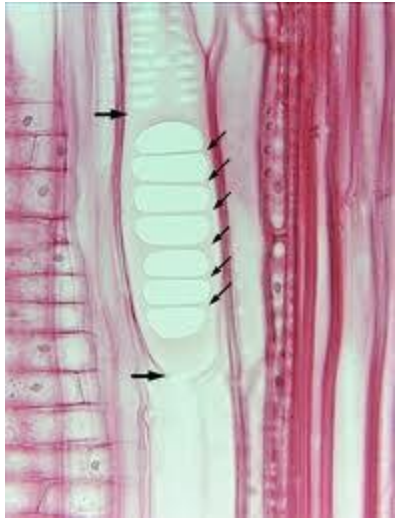


The perforation plate of an *Ephedra torreyana* vessel. The perforations are circular and bordered, quite different from the scalariform pattern basic to the pattern in flowering plants.

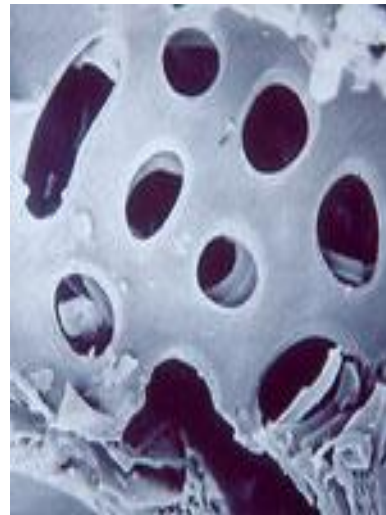


Tracheids

PRIMITIVE VESSELS



Longitudinal section of wood of magnolia (*Magnolia tripetala*)
 ماجنوليا من كاسيات البذور

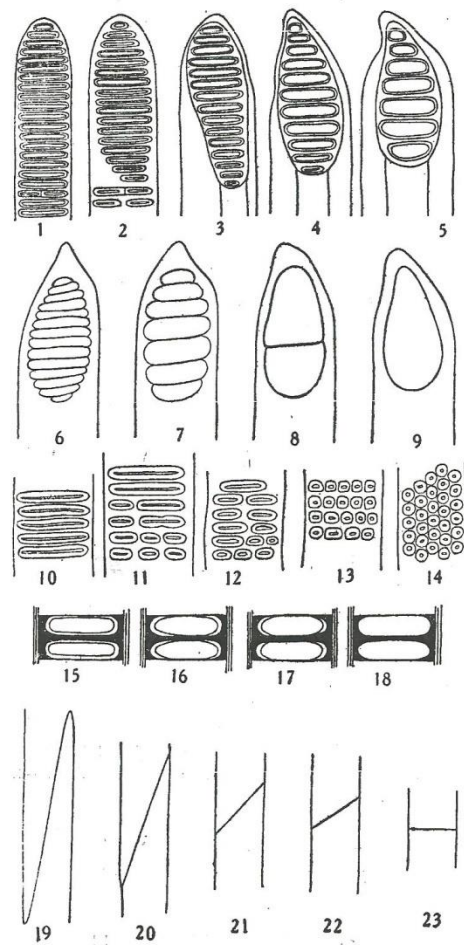


The perforation plate of *Ephedra kokanica* consists of perforations relatively large for the genus.
 من عاريات البذور

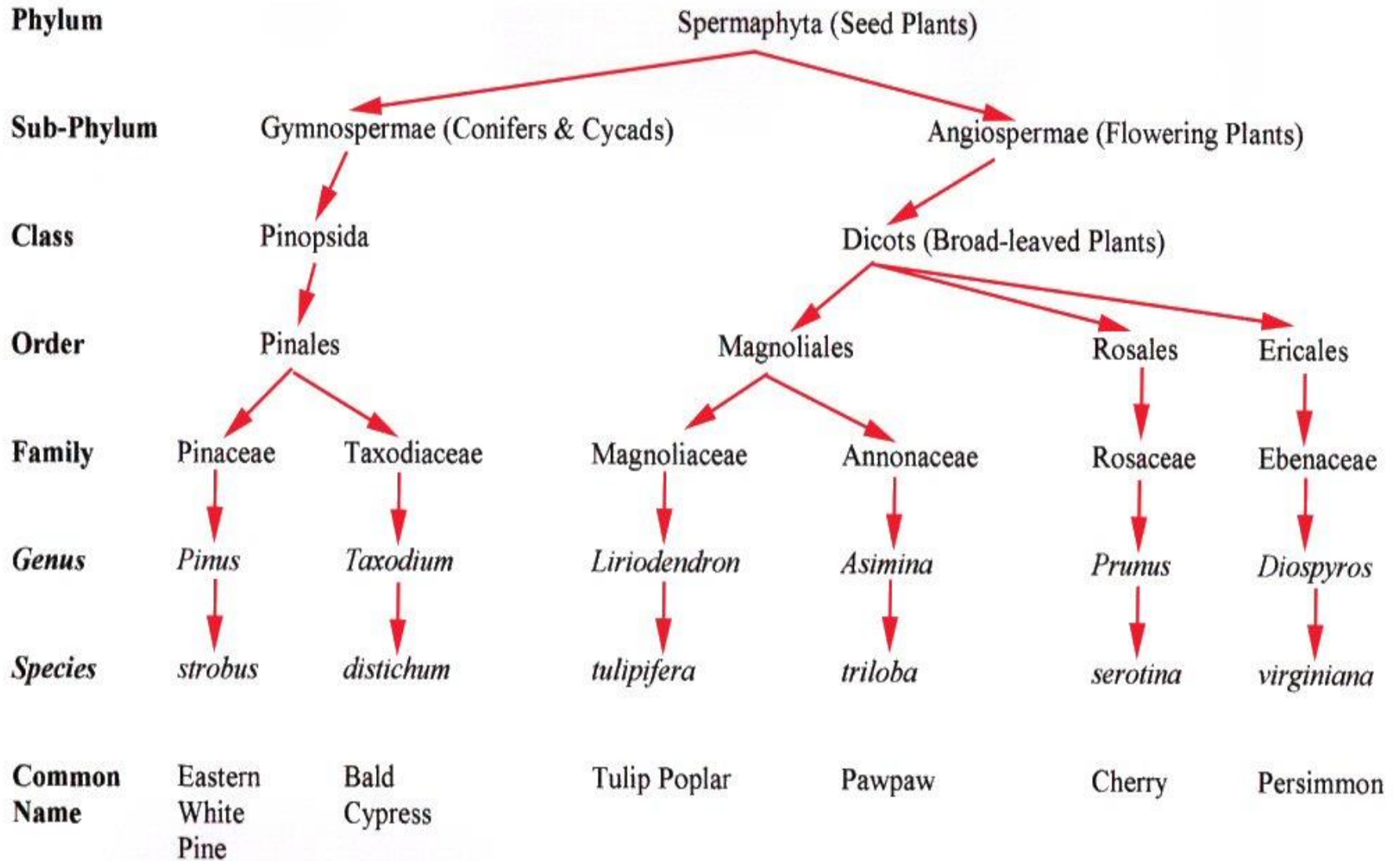
The wood of *Gnetum gnemon* mostly has vessels with large simple perforation plates, but smaller vessels, like this one, viewed with SEM, can have perforation plates composed of numerous perforations like those of *Ephedra*.

哈誠鴻：次生木質部的進化的植物系統的關係

圖版 I

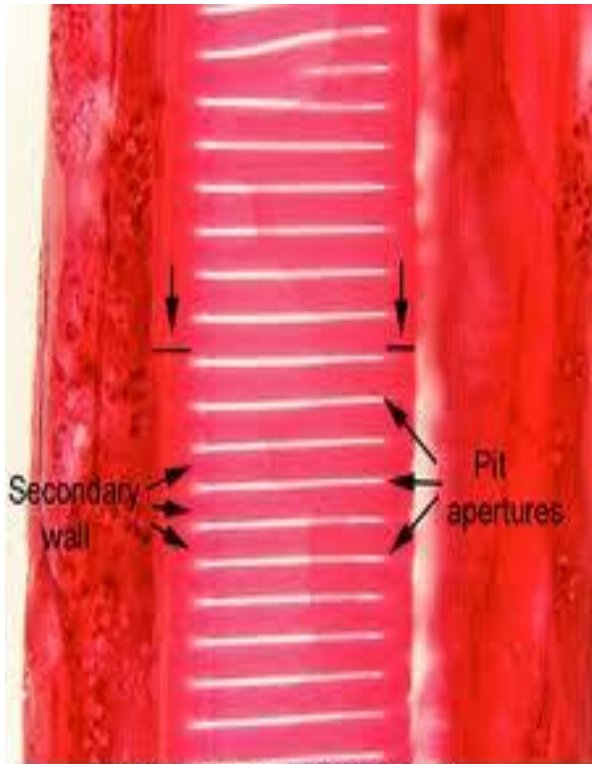


Phylogeny

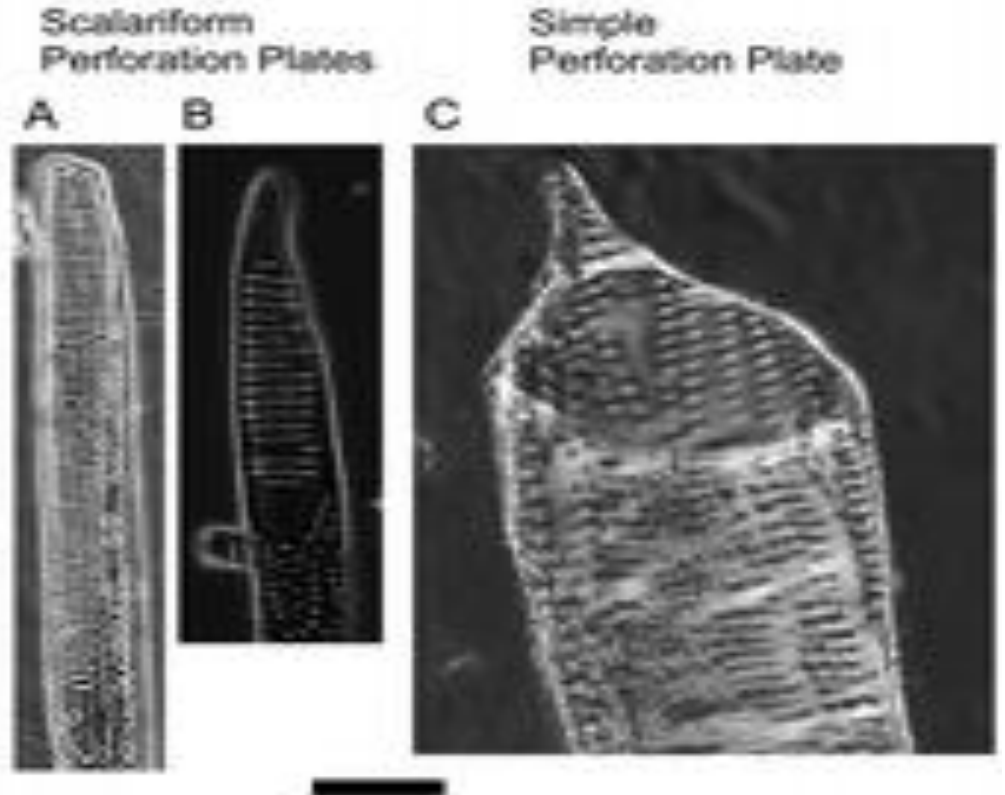


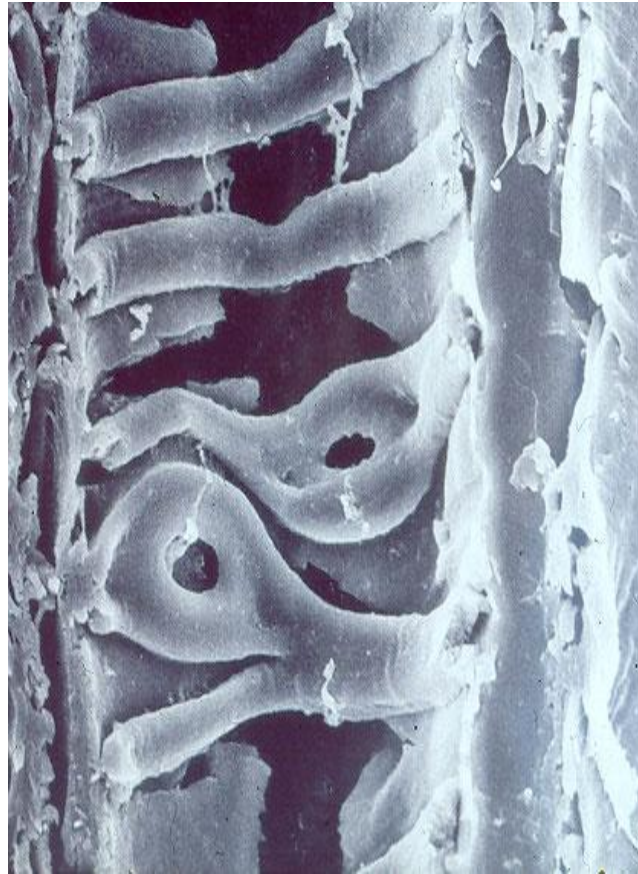
الأراء أو الدراسات:

١ - توميسون في (١٩١٨ م) ذكر أن صفائح الثقيب البسيطة في النيتالات يجب أن تكون اشتقت من القصيبات ذات التنقير السلمي وبناءاً على ذلك فإنه لا يمكن أن يكون هناك ارتباط وراثي بين الأوعية لكلا المجموعتين (النيتالات وكاسيات البذور) وعلى هذا فهو يرى أن أوعية المجموعتين أعطت حالة ملحوظة من التطور المستقل للتراكيب



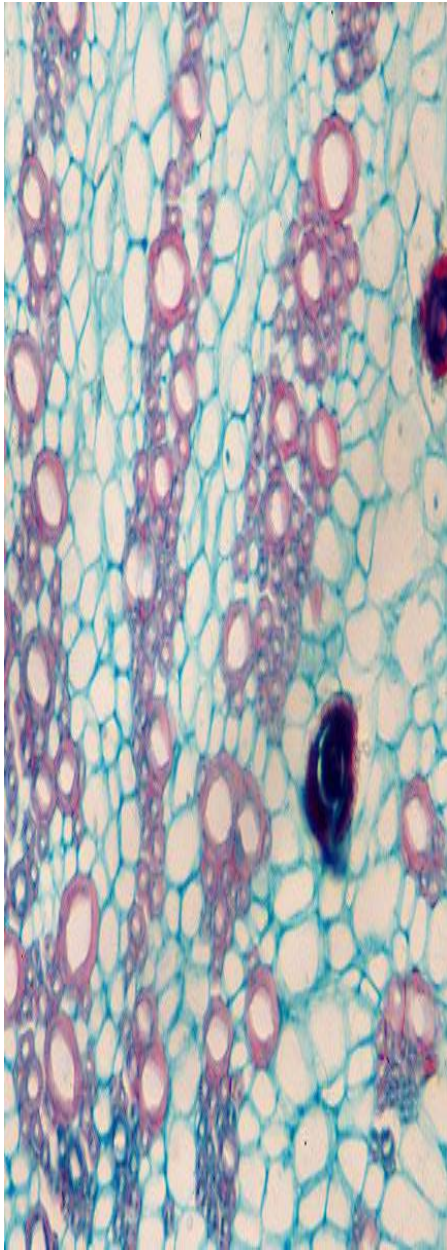
Tracheid with scalariform pits



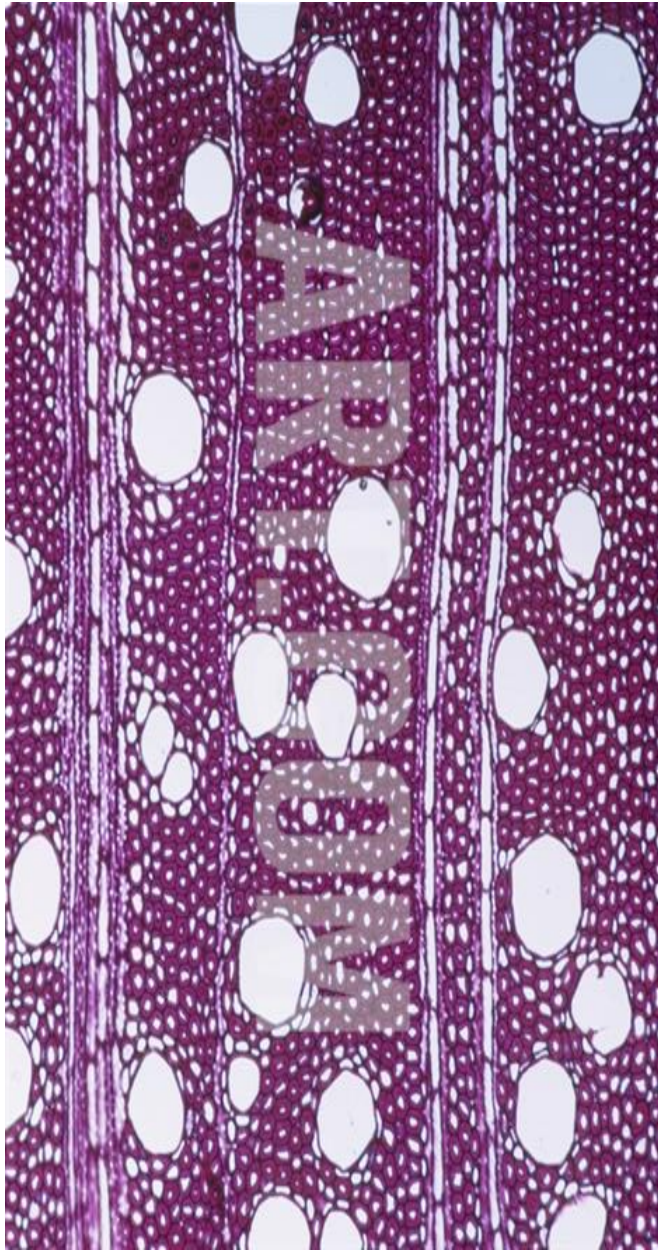


Pits in an Ephedra tracheid: the central torus, connected by strands with the edges of the pit cavity, is a feature Gnetales share with woods of conifers.

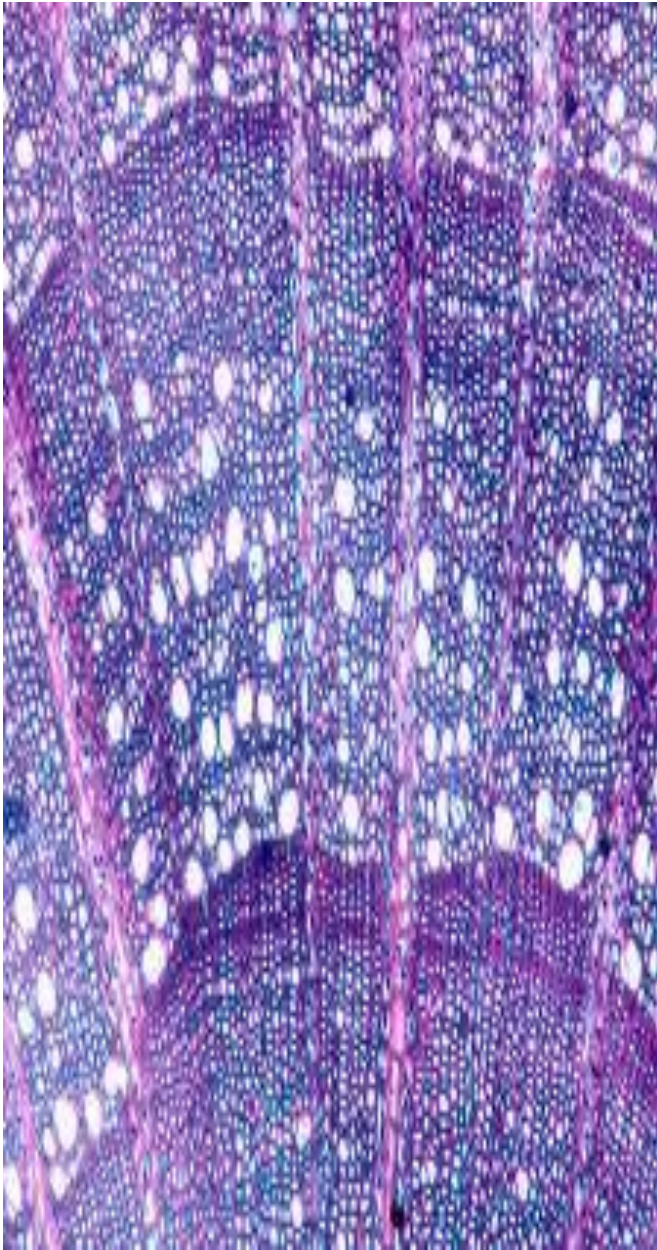
The helical thickenings in primary xylem of *Gnetum gnemon* (and other Gnetales) have circular bordered pits in the helices. This is a conifer feature not reported in angiosperms.



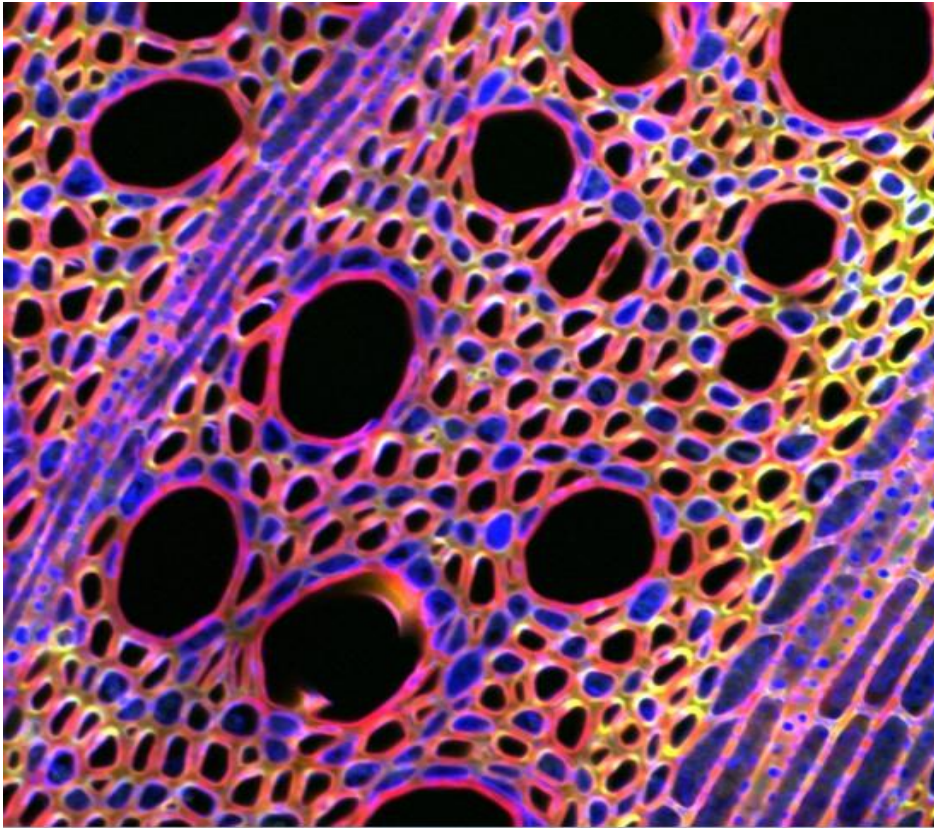
the **wood** of Welwitschia



Gnetum wood,

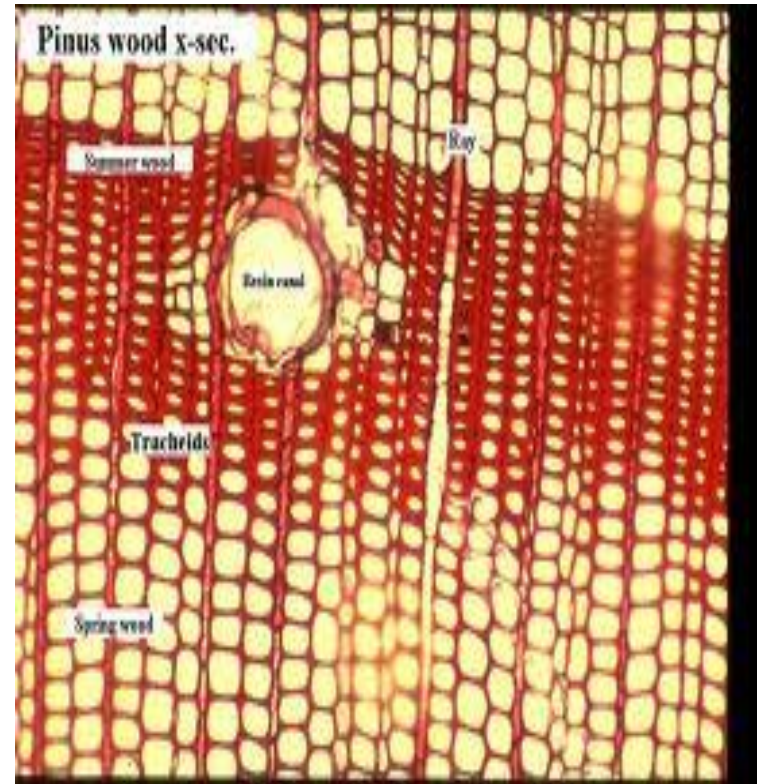


the **wood** of Ephedra



Wellcome Images

Gnetum wood



Pinus wood.

٢ - قام بيلي Bailey (١٩٤٤ م) بعدة دراسات حول التطور النوعي للخشب الابتدائي والخشب الثانوي. ومن هذه الدراسات استنتج أن الأوعية تنشأ في الخشب الثانوي أولاً ثم يليها تكون تلك الأوعية في الخشب الابتدائي وخاصة الجزء الأخير منه. وأوضح أن النباتات ذوات الفلقتين التي تكون أوعيتها في الخشب الثانوي غير متخصصة دائماً ذات أوعية اشتقت من القصيبات في الخشب الابتدائي. وأوضح قائلاً (إن الحقيقة القائلة بأن نباتات ذوات الفلقتين البدائية ذات القصيبات سلمية التنقير التي منها اشتقت الأوعية. تلغي دور التكهن باحتمال اشتقاق كاسيات البذور من النيتالات أو أي بديل لها من النباتات عاريات البذور الراقية. كما يرى أن تطور الأوعية في النيتالات من القصيبات ذات التنقير الدائري يعتبر نوعاً فريداً ومختلفاً عن اشتقاق عناصر الأوعية من القصيبات ذات التنقير السلمي. وخلاصة أبحاثه أن الأوعية في كل من النيتالات وكاسيات البذور ذات أصول منفصلة تماماً. ولا يمكن اعتبارها ذات أصول مشتركة في أي حال من الأحوال.

٣ - ومن جهة أخرى فقد ربط Frost (١٩٣٠م) بين طول عنصر الوعاء مع بعض الصفات الأخرى وخاصة طبيعة الجدر العرضية (النهايات) للأوعية. فاستنتج أن التثقيب السلمي للصفائح مع العديد من الحواجز منتظمة في صفيحة تثقيب مائلة يعتبر صفة بدائية لأنه مرتبطاً بعناصر وعائية طويلة. كما استنتج أن هناك تدرج واضح في التخصص من اختزال في عدد الحواجز والثقوب وفي ميلان الجدر العرضية إلى تكوين صفيحة تثقيب بسيطة في جدر عرضية شبه مستقيمة (أفقية).

كما عرض بعض الدراسات المتتابعة التي توضح أطوار نمو تلك العناصر من التثقيب السلمي البدائي إلى الأنواع الانتقالية ثم المتقابلة فالمتبادلة

- ٤ - أما Kribs (١٩٣٥) الذي استعمل مجموعات من صفات الأوعية التي اقترحها Frost (١٩٣٠ م) مركزاً على أنواع معينة من الأشعة والتي يظن أنها تظهر درجات التخصص فيعتقد أن أقل الأشعة رقيقاً هي ما يتكون من عديد الصفوف وأن أكثرها رقيقاً هو ما كان من صف واحد.
- ومن هنا يتضح أن من الصفات الخشبية التي تتبع لمعرفة التاريخ العرقي ما يلي:
- نوع صفيحة الثقيب وطول الأوعية ولكن نوع صفيحة الثقيب يكون أكثر ملائمة من طول الأوعية لأن طول الأوعية يقاس جانبياً من عينات مفككة فقط.
 - التركيب الطبقي للخشب وخاصة المنشآت الكامبيومية تعتبر صفة تخصصية (Beijer - ١٩٢٧ م).
 - تجانس الأشعة الخشبية صفة تقدمية (Metcalfe & Chalk - ١٩٥٠ م).
 - البرانشيمة المتوازنة Paratracheal parenchyma صفة تقدمية لأنها توجد في الخشب ذو الصفات المتقدمة.
 - التنقيق نوع من التطور الخاص في بعض المجموعات وليست نمطاً في التخصص في الأوعية الموجودة في الأخشاب الراقية وتعتبر دلالة على الصلة أو القرابة بدلاً من التخصص.
 - الألياف المقسمة صفة (تستعمل للدلالة على الصلة) وتعتبر صفة بدائية من وجهة نظر Chalk (١٩٣٧ م) ولكن Tippto (١٩٣٨ م) وجد عكس ذلك من خلال دراسته على الفصيلة التوتية Moraceae والفصائل الأخرى ذات العلاقة.
 - الخشب المسامي الدائري أكثر تقدماً من الخشب المسامي المنتشر.
 - التغلظ الحلزوني أكثر تقدماً من الأنواع الأخرى.

صفات الخشب التصنيفية:

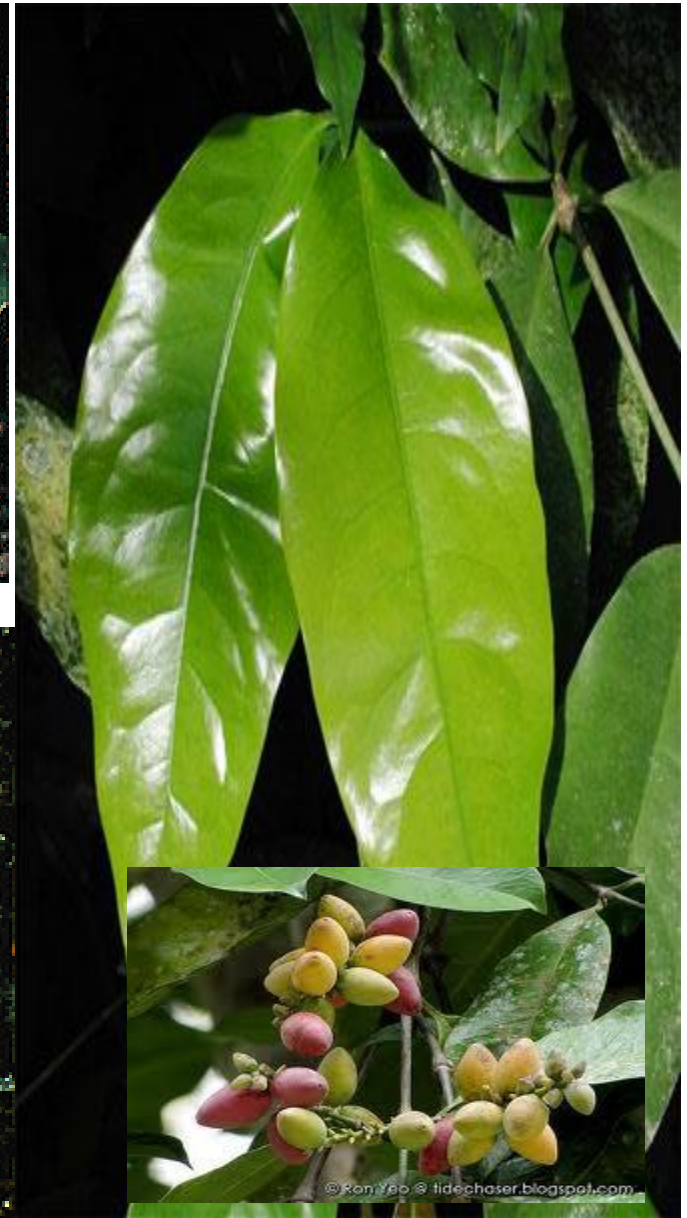
- توزيع الأوعية أو الثقوب أو المسام في القطاع العرضي. فانتشار الأوعية الفردية أو تجمع الأوعية
 - توزيع برنشيمة الخشب هل هي من نوع (برنشيمة محورية) Apotracheal أو المتوازية Paratracheal (جار وعائية).
 - وجود بعض أنواع البلورات مثل الإبرية والنجمية والأجسام السيلكية في كل من أوعية الخشب أو برنشيمته قد تكون ذات أهمية تصنيفية أو تعريفية.
 - الأشعة ما إذا كانت وحيدة الصف أو ثنائية أو عديدة الصفوف.
 - ألياف الخشب وخاصة الألياف المقسمة فهي صفة جيدة وذات صفة تصنيفية.
- في نهاية هذه الآراء حول العلاقة بين الخشب الثانوي والتاريخ العرقي يرى بيلي Bailey (١٩٤٤م) أن المنشأ المستقل والتخصص للأوعية في النباتات ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين واضح تماماً فإذا كان منشأهما واحد فإن ذوات الفلقة الواحدة اشتقت من ذوات الفلقتين قبل اكتسابها الأوعية من أسلافها المشتركة نافياً ما يقال بأنها اشتقت من ذوات الفلقتين الوعائية أو العكس.
- إن التركيب المتخصص العالي أو المتقدم للخشب في كل من الساق والجذر للنباتات العشبية في ذوات الفلقتين يعطي دعماً قوياً أو بيئة لاشتقاق النباتات العشبية من النباتات الشجرية أو الخشبية. ومن ثم يعطي دلالة على أن نباتات ذوات الفلقة الواحدة اشتقت من ذوات الفلقتين العشبية.



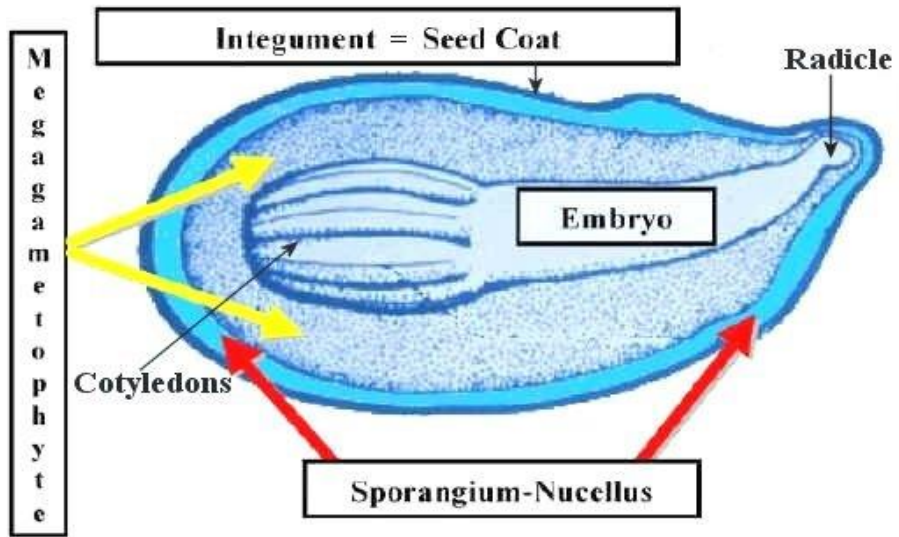
welwitschia



Ephedra



)Gnetum



الصفات التشريحية للنباتات وعلاقتها بالتاريخ

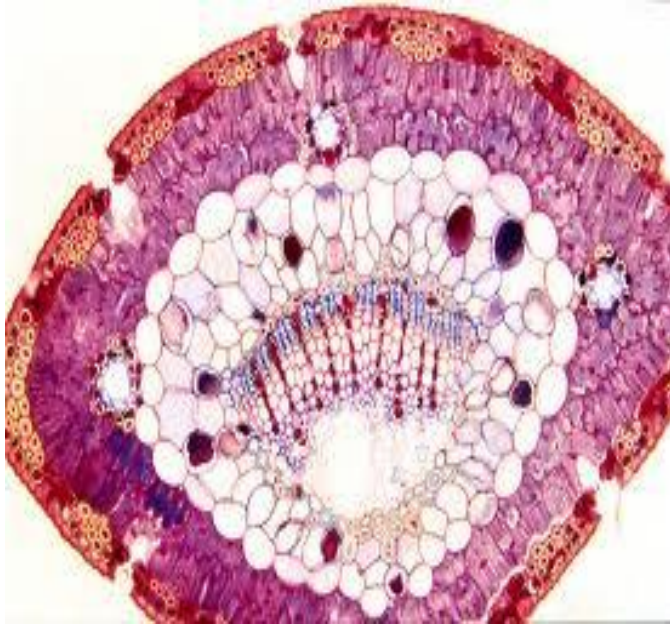
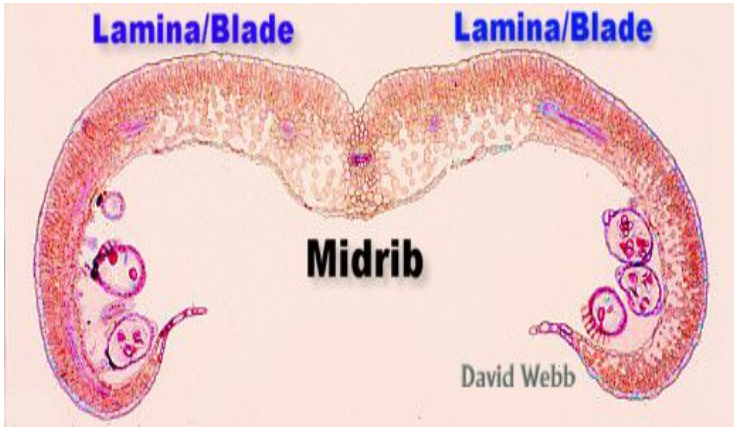
العرقى وصلة القرابة فيما بينها

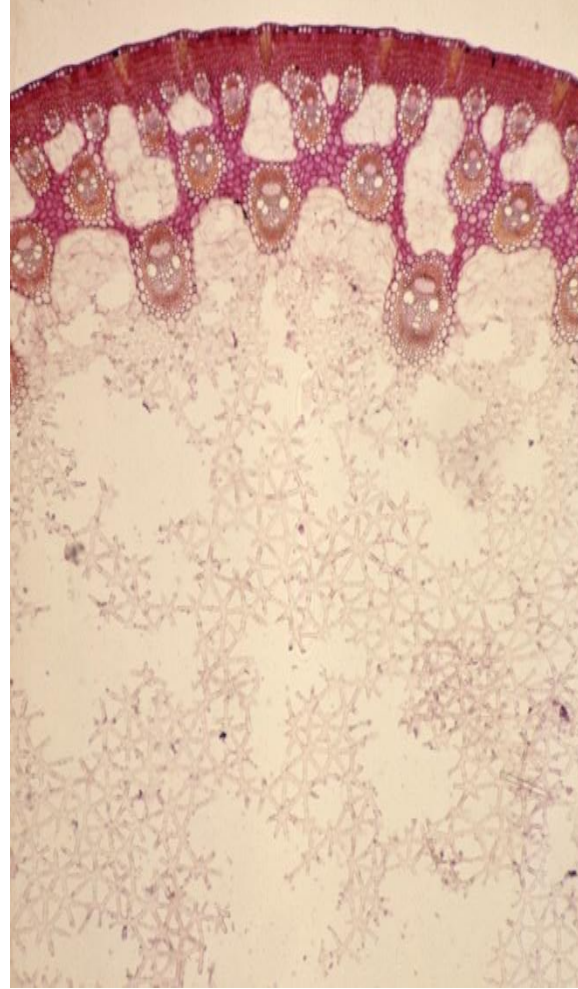
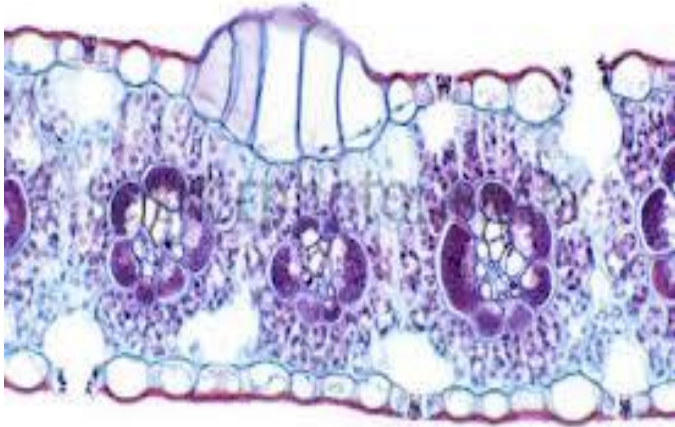
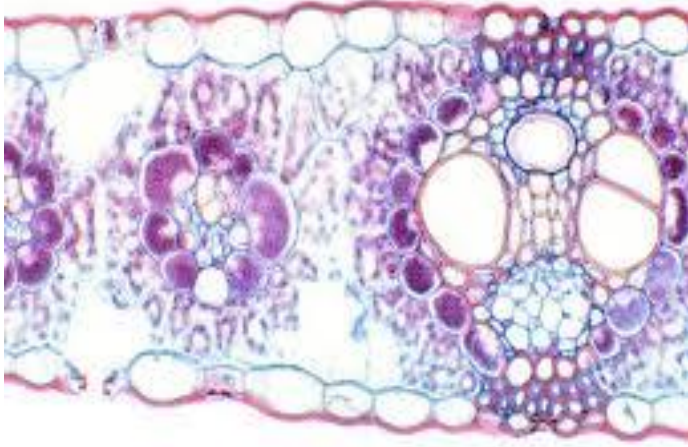
أولاً : بعض صفات (تراكيب) البشرة وعلاقتها بالتاريخ العرقى
وصلات القرابة بين النباتات:

يرى بعض العلماء أن البشرة ظهرت في مرحلة مبكرة من تكوين النباتات، أي في بداية تكيف النباتات للأوساط الأرضية، وذلك كطبقة تحمي الأنسجة النباتية الداخلية من العوامل الخارجية المختلفة .. خصوصاً ضد فقدان السريد للماء، كما تقوم بتنظيم التبادل الغازي بين النباتات والوسط أو المحيط الخارجي. وضمن تنوع هذه الصفات (التراكيب) التشريحية تبعاً لتنوع المجموع النباتية المختلفة يمكن سرد ما يلي من الأمثلة:

١- وجود خلايا تشبه الألياف في بشرة بعض النباتات التريدية Pteridophytes، وبعض عاريات البذور Gymnosperms، مما قد يعني أن مثل هذه الصفة بدائية، وتشير إلى العلاقات العرقية والتقاربية بين المجموعتين.

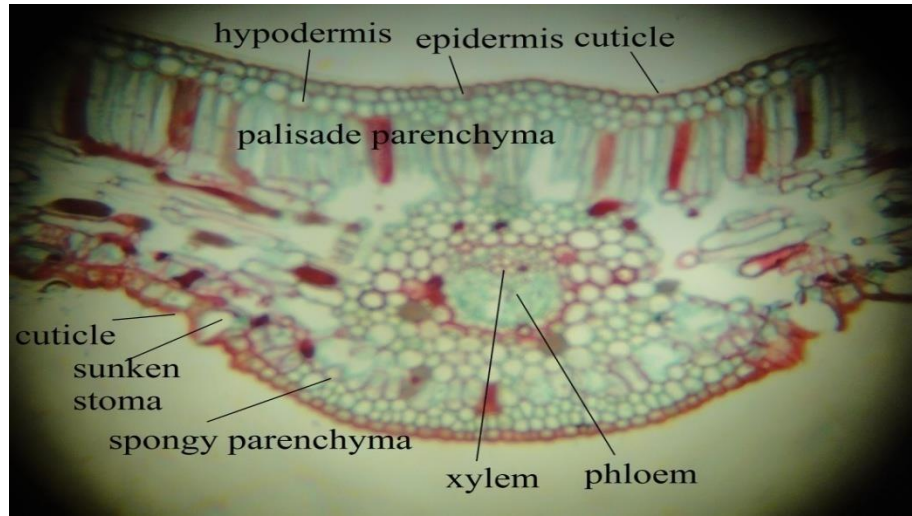
٢- تكثر خلايا البشرة ملجننة الجدر في أوراق نباتات الفصيلة السيكاوية Cycadaceae، وفي الأوراق الإبرية للنباتات المخروطية Conifers مما يشير إلى بعض صفات القرابة،



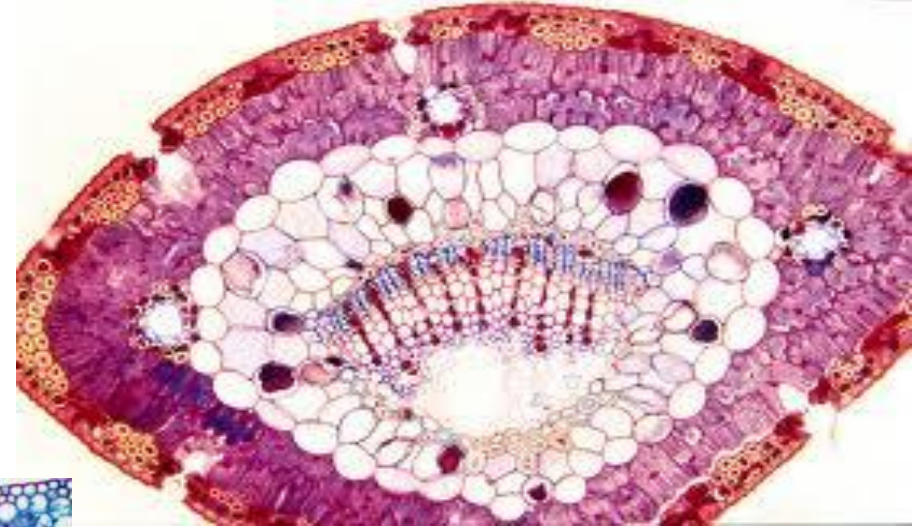


كما توجد **الخلايا الملجننة** في خلايا البشرة التي توجد فوق النسيج الاسكلرنشيمي في أوراق النباتات النجيلية Poaceae، والسعدية Cyperaceae، والسمارية Juncaceae، مما يشير إلى صلات قرابة وأصل مشترك لهذه الفصائل من ذوات الفلقة الواحدة.

٢ . تكثر **خلايا البشرة ملجننة الجدر** في أوراق نباتات الفصيلة السيكاوية **Cycadaceae**، وفي الأوراق الإبرية للنباتات المخروطية **Conifers** **مما يشير إلى بعض صفات القرابة**، كما توجد في خلايا البشرة التي توجد فوق النسيج الاسكلرنشيمي في أوراق النباتات النجيلية **Poaceae**، والسعدية **Cyperaceae**، والسمارية **Juncaceae**، **مما يشير إلى صلات قرابة وأصل مشترك لهذه الفصائل من ذوات الفلقة الواحدة.**

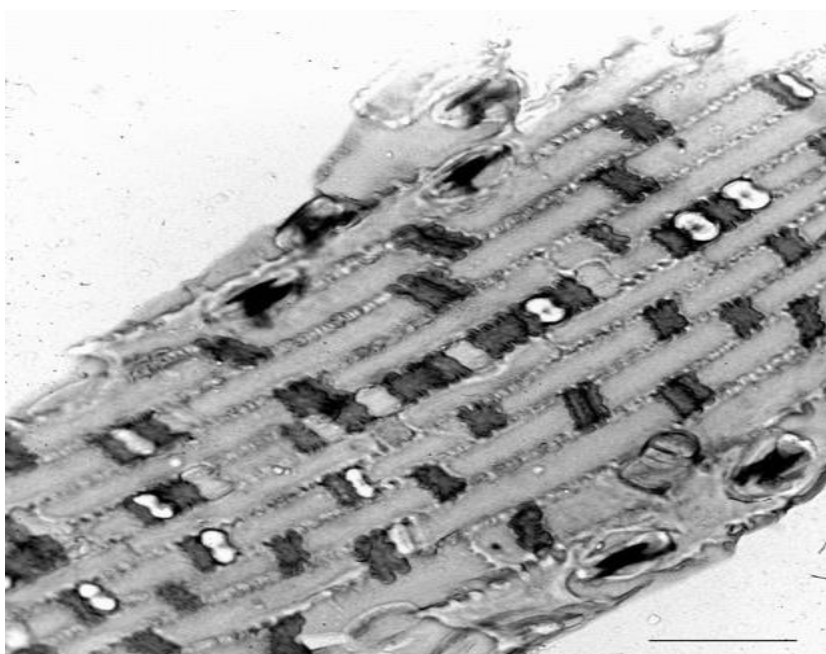


Cycadaceae



Conifers





٣ . يوجد في بشرة أنواع من الفصيلة النجيلية فوق العروق خلايا قصيرة تنتمي إلى نمطين: **خلايا سيليكية Silica cells**، و**خلايا فلينية Cork cells**. تحتوي الخلايا السيليكية على أجسام سيليكية، أما الخلايا الفلينية فلها جدار مشبع بالسيوبرين، كما تحتوي جدر الكثير من الخلايا الفلينية على مواد عضوية صلبة، ومثل تلك الخلايا شائعة في عدة فصائل من ذوات الفلقة الواحدة كما في الفصيلة السعدية **Cyperaceae**. **مما يشير إلى صلات قرابة وأصل مشترك لهذه الفصائل من ذوات الفلقة الواحدة.**

٤ . ترسب **السيليكا** في خلايا بشرة المجموع الخضري وجد أنه يكثر في النباتات البدائية، إضافة إلى فصائل من ذوات الفلقة الواحدة.. كما في الفصيلة النجيلية **Poaceae** ، والسعدية **Cyperaceae** ، والكوميلينية **Commelinaceae**، كما أن تركيز السيليكا في كاسيات البذور له نمط تصاعدي ضمن الفصائل، مما يؤكد على العلاقة بالتاريخ العرقي.

الثغور وأنماطها:

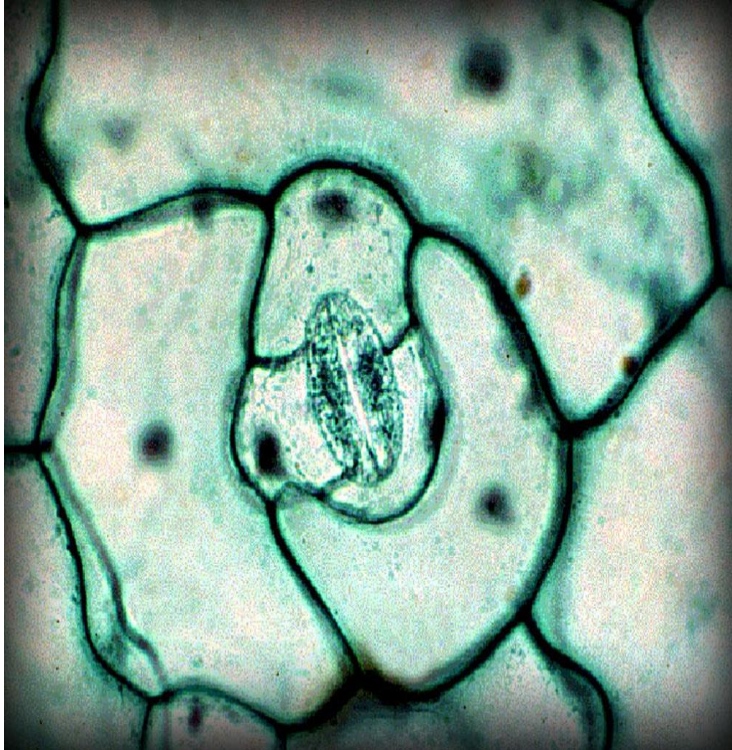
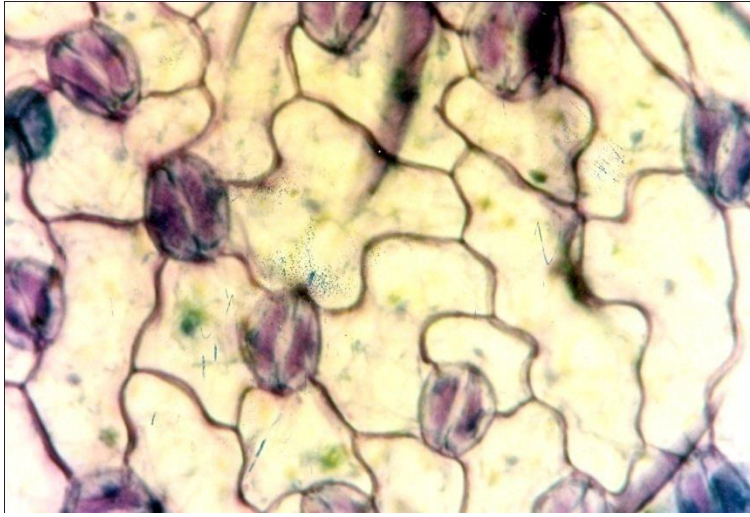
بالرغم من أن أنماط الثغور لها أهمية في تقسيم النباتات، إلا أن تواجد أنماط متشابهة في العديد من الفصائل لكل من ذوات الفلقتين وذوات الفلقة الواحدة قد يلقي الضوء على بعض صلات القرابة. وفيما يلي سرد لأنماط الثغور:

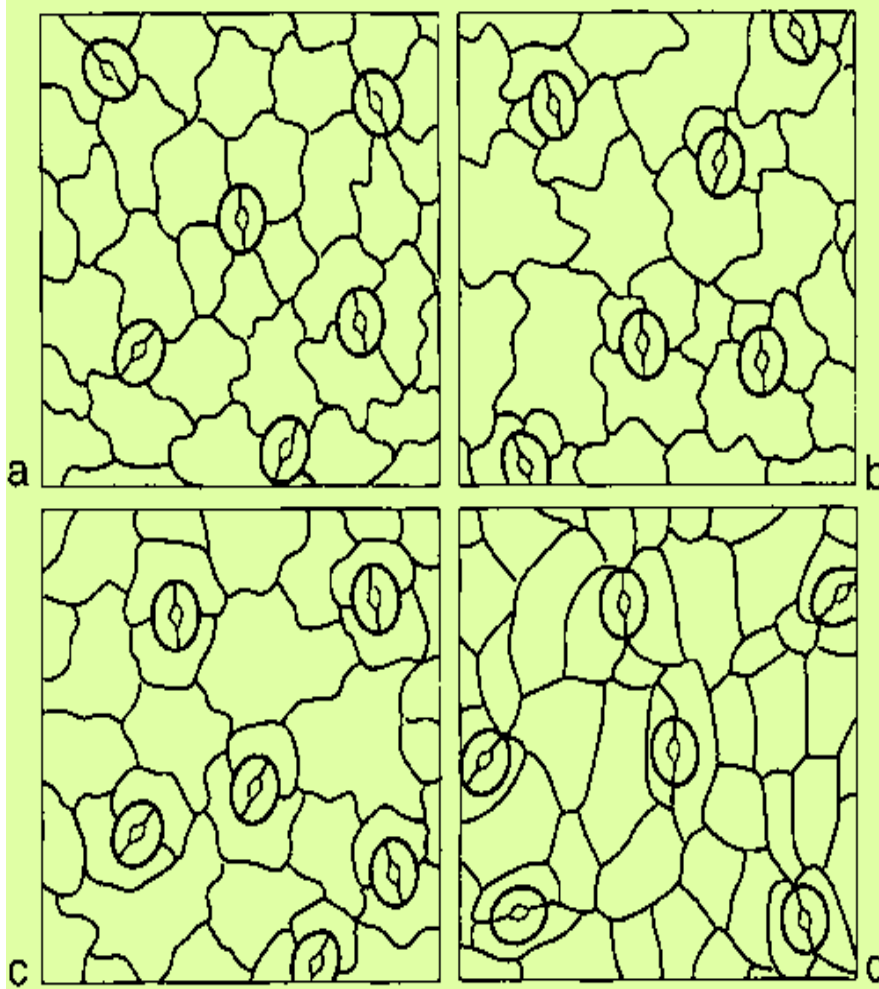
١ - ثغر غير منتظم الخلايا المساعدة

Anomocytic: وفيه تحاط الخلايا الحارسة بعدد محدود من الخلايا التي لا تختلف من حيث الحجم والشكل عن خلايا البشرة العادية (أي لا توجد خلايا مساعدة)، ويوجد هذا النمط في الفصيلة الشفوية Ranunculaceae، والبخورية Burseraceae، والكبرية Capparaceae، والقرعية Cucurbitaceae، والزيجوفياية Zygophyllaceae... وغيرها، وهذا قد يوضح صلة القرابة بين تلك الفصائل.

٢ - ثغر غير متساوي الخلايا المساعدة

Anisocytic: وفيه يحيط بالخلايا الحارسة ثلاث خلايا مساعدة غير متساوية الحجم، ويسود هذا النمط في نباتات الفصيلة الصليبية Cruciferae، وأجناس التبغ Nicotiana، والسولانم Solanum، والسيدم Sedum،... وغيرها. وهذا قد يوضح صلة القرابة بين الفصيلة الصليبية وفصائل أجناس التبغ والسولانم ولكن بدرجة أقل.





٣ - ثغر متوازي الخلايا المساعدة

Paracytic : ويتميز هذا النمط بأن الخلايا الحارسة تحيط بها خلية مساعدة أو أكثر (غالباً خليتان) ويكون المحور الطولي للخلية المساعدة مواز للخلية الحارسة والفتحة الثغرية، ويكثر هذا النمط في الفصيلة الروبيية Rubiaceae، والعليقية Convolvulaceae، والعشائرية Asclepiadaceae. وفي أجناس وأنواع أخرى مشيراً إلى وجود صلة قرابة بين نباتات تلك الفصائل.

٤ - ثغر متعامد الخلايا المساعدة : Diacytic

وفيه يحيط بكل ثغر خليتان مساعدتان جدارهما المشترك يشكل زاوية قائمة مع المحور الطولي للثغر، وهذا النمط شائع في الفصيلة القرنفلية Caryophyllaceae، والأكانثية Acanthaceae، ... وغيرها مما قد يدل على وجود صلة قرابة بين نباتاتها.

٥ - ثغر شعاعي الخلايا المساعدة : Actinocytic

وفيه يحيط بالثغر مجموعة من الخلايا المساعدة تترتب قطرياً في دائرة حول الثغر وهذا قليل الحدوث وقد يوضح صلة القرابة بين أنواع الجنس الواحد.

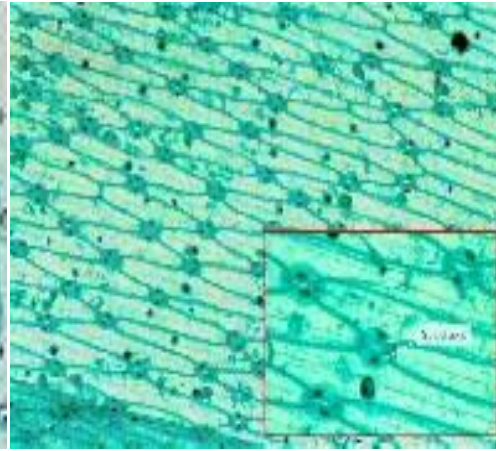
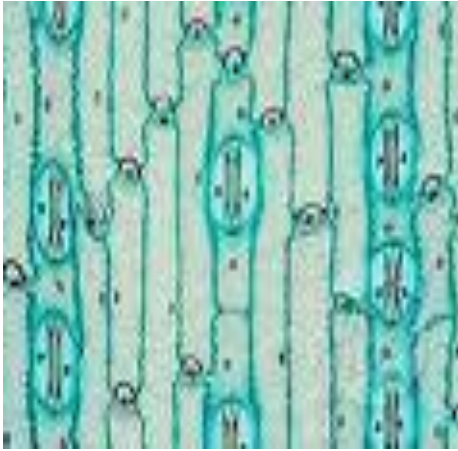
أما في ذوات الفلقة الواحدة فقد ذكر ستينز وكوش (Stebbins & Khush, 1961) الأنماط التالية:

١ - النمط الأول : وفيه تحيط بالخلايا الحارسة ٤ - ٦ خلايا مساعدة. ويوجد هذا النمط في الفصيلة القلقاسية Araceae، والكميلينية Commelinaceae والموزية Musaceae، والكانية Cannaceae، وغيرها يوضح صلة القرابة على مستوى الفصائل.

٢ - النمط الثاني : وفيه تحيط بالخلايا الحارسة أربع خلايا مساعدة اثنتان منها كرويتان وصغيرتان وتقعان عند نهايتي الخليتين الحارستين. ويكثر هذا النمط في الفصيلة النخيلية Arecaceae، والبندانية (الكاذبة) Pandanaceae، يوضح صلة القرابة على مستوى الفصائل.

٣ - النمط الثالث : وفيه تحاط الخليتان الحارستان بخليتين مساعدين واحدة من كل جانب، وهو الأكثر شيوعاً في ذوات الفلقة الواحدة. ويوجد في عدد كبير من الأنواع التابعة للفصائل الأليزمية Alismaceae، والنجيلية Poaceae، والجنية Juncaceae، والسعدية Cyperaceae، ... وغيرها على مستوى الفصائل وقد يدل على صلة القرابة بين هذه الفصائل.

٤ - النمط الرابع : وفيه لا تحاط الخلايا الحارسة بأي خلايا مساعدة متميزة عن خلايا البشرة العادية، وهذا النمط هو ثاني أكثر الأنماط شيوعاً ضمن ذوات الفلقة الواحدة. ويظهر في العديد من أنواع الفصيلة الزنبقية Liliaceae، والأمريلية Amaryllidaceae، والإريدية Iridaceae، وغيرها يوضح صلة القرابة على مستوى الفصائل.



بعض محتويات خلية البشرة وعلاقتها بالتاريخ العرقي:

الجلوكوسينولات Glucosinolates : وهذه توجد في خلايا خاصة تدعى بالخلايا الميروسينية Myrosinase الذي يحلل بالتميؤ hydrolyze الجلوكوسينولات .. مما يؤدي إلى تحرير بعض المركبات كزيت الخردل Mustard oil مثلاً الذي تنتجه بذور الخردل أو المسطردة (*Brassica nigra*) mustard seeds .

الخلايا الميروسينية تميز ١١ فصيلة نباتية من ذوات الفلقتين.. أهمها : الفصيلة الخردلية (الصابية) Brassicaceae، والكبرية Capparaceae والتوفارية Tovariaceae، والبانية Moringaceae، والجير وستيمونية Gyrostemonaceae. وهذه الفصائل باشتراكها في مثل هذه الصفة قد تدل على أن لها علاقة قرابة.

- **الجليكوسيدات القلبية Cardiac glycosides** : وهي مركبات تتكون من شقين ستيرويدي steroidal مرتبط بحلقة لاكتون (ويدعى بالشق غير السكري aglycone)، وشق سكري glycone ويرتبط الشقان بروابط جليكوسيدية. هذه المركبات تؤثر على عضلة القلب (سبب التسمية)، وتوجد في بعض الفصائل، إلا أنها تميز بشكل خاص فصيلتين شديديتي التقارب ... وهما الفصيلة العشارية Asclepiadaceae، والدلفية (الأبوسينية) Apocynaceae، وهاتين الفصيلتين تعتبران في الوقت الحالي كمجموعة تقسيمية واحدة نتيجة للعديد من الصفات المورفولوجية والتشريحية (التي سنذكر منها لاحقاً القنوات اللبنية)، ومحتويات خلاياها من المركبات الكيميائية الثانوية المذكورة هنا.

- **كربونات الكالسيوم** توجد عادة على هيئة **حويصلات حجرية Cystoliths** حيث تترسب على نموات من جدار الخلية السليلوزي تبرز ناحية تجويف الخلية، وتعرف الخلية فيما بعد بخلية الحويصلة الحجرية Lithocyst. وتوجد هذه الترسبات من كربونات الكالسيوم بشكل عام في نباتات العديد من الفصائل ... مثل الفصيلة التوتية Moraceae (كما في التين المطاطي *Ficus elastica*)، والفصيلة الحريقية Urticaceae، والأكانثية Acanthaceae، والقرعية Cucurbitaceae، مما قد يدل على بعض العلاقات العرقية فيما بين هذه الفصائل.

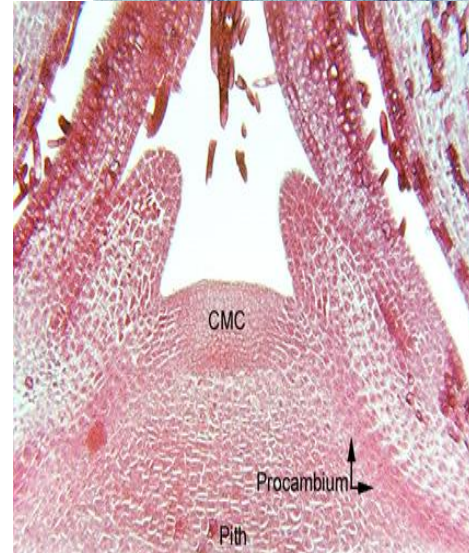
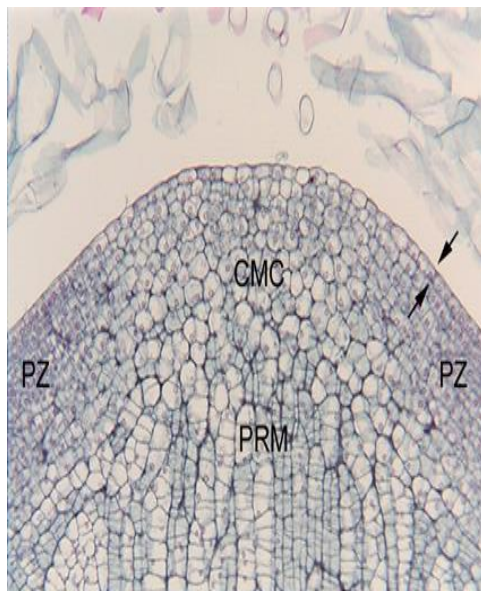
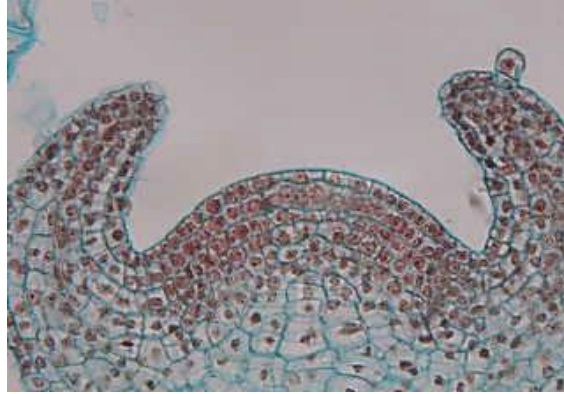
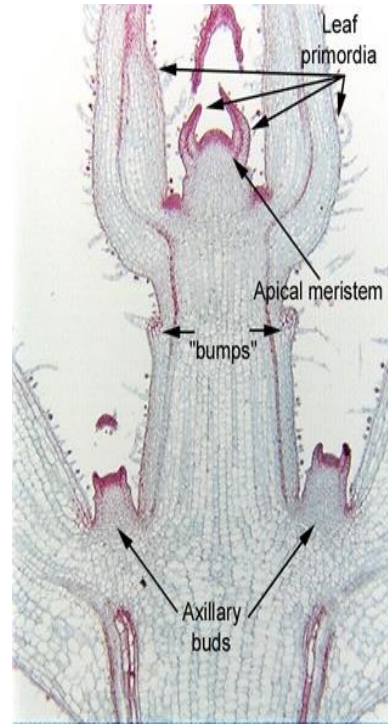
ثانياً : الأنسجة المرستيمية وعلاقتها بالتاريخ العرقي للنباتات:

أنماط الأنسجة المرستيمية لها علاقة وطيدة بصلات التقارب والتاريخ العرقي للنباتات ومجاميعها المختلفة. وكمثال لهذا نأخذ أنماط تلك الأنسجة لعاريات البذور... والتي تقسم لثلاثة أقسام أساسية، نوردها هنا ابتداءً من الأكثر بدائية ... إلى الأكثر تقدماً ، كما يلي :

أ - **نمط السيكا** *Cycas type* : والذي يميز بعض أنواع السيكا، مثل سيكا ريفوليوتا *Cycas revolute* وتتميز فيه ثلاث مناطق مرستيمية . على مستوى الأنواع (صلة القرابة)

ب - **نمط الجنكو** *Ginkgo type* : وفيه تتميز خمس مناطق، كما في الجنكو *Ginkgo* ، وبعض الأجناس مثل ميكروسيكا *Microcycas* ، والزاميا *Zamia* على مستوى الأجناس (صلة القرابة).

ج - **نمط الكريتوميريا - التنوب** *Cryptomeria abies type* : وتتميز في هذا النمط أربع مناطق مرستيمية مماثلة لما في نمط الجنكو باستثناء المنطقة الانتقالية التي لا نجدها في هذا النمط . ويميز هذا النمط عدة نباتات ... منها الصنوبر *Pinus Montana* ، والسيكويا جيجانتيبا *Sequoia gigantean* ، والتنوب *Abies concolor* ، والإيفيدرا *Ephedra altissima* ، وكريتوميريا جابونيكيا *Cryptomeria japonica* . على مستوى المجموعة النباتية.



. النسيج الإنشائي القمي لنبات الصنوبر

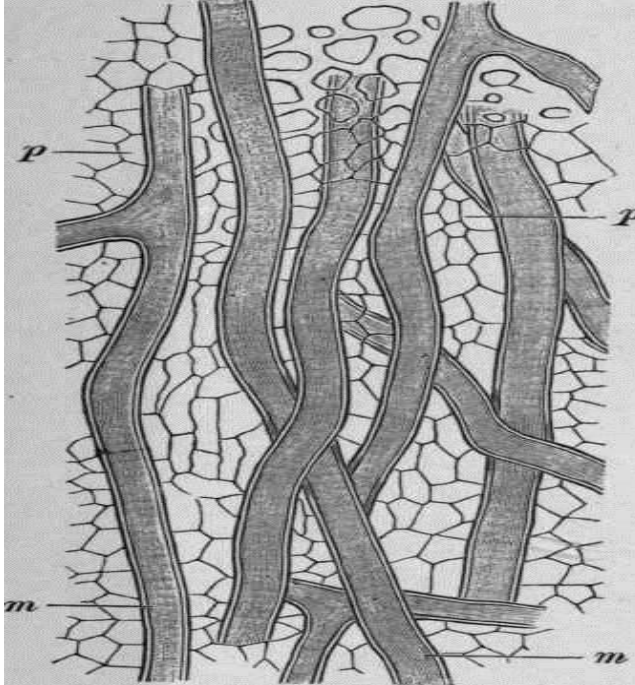
ثالثاً التراكيب الإفرازية وعلاقتها بصلات التقارب بين النباتات :

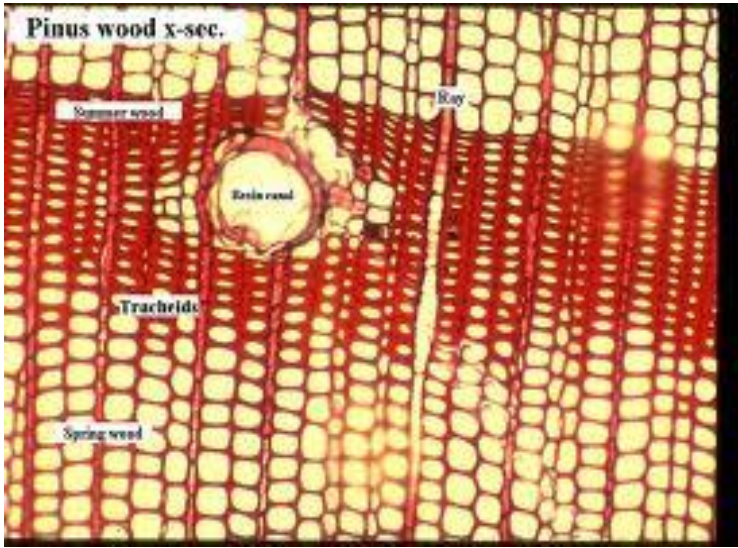
نورد هنا مثال من التراكيب الإفرازية الداخلية، التي تميز العديد من الفصائل المتقاربة عرقياً .. وهي القنوات اللبنية.

القنوات اللبنية Laticifers : القنوات اللبنية هي نمط خاص من الخلايا البرانشيمية التي تتجمع فيها سائل لزج يدعى باللاتكس (اليتوع أو اللبن النباتي) Latex ، وهو عادة أبيض اللون، وقد يكون أصفر (كما في الفصيلة الخشخاشية Papaveraceae ، والقنبية Cannabinaceae) ، أو شفافاً (كما في الفصيلة التوتية Moraceae). واللاتكس يحوي العديد من المواد والمركبات مثل الشموع والراتنجات والبروتينات والزيوت والسكريات (بهيئة نشا) ، وقد يحوي قلويدات (كما في جنسي الخشخاش *Papaver* ، والخشخاش الشائك *Argemone* ، أو إنزيمات (كما في البابا *Carica papaya*) وقد يكون مصدراً للمطاط (كما في جنس *Ficus* , *Hevea*) وقد توجد القنوات اللبنية في بعض ذوات الفلقة الواحدة .. كما في جنس دم الأخوين *Dracaena* وقد يدل وجود هذه القنوات إلى وجود صلة قرابة بين تلك الفصائل. وتقسم القنوات اللبنية إلى قسمين مميزين :

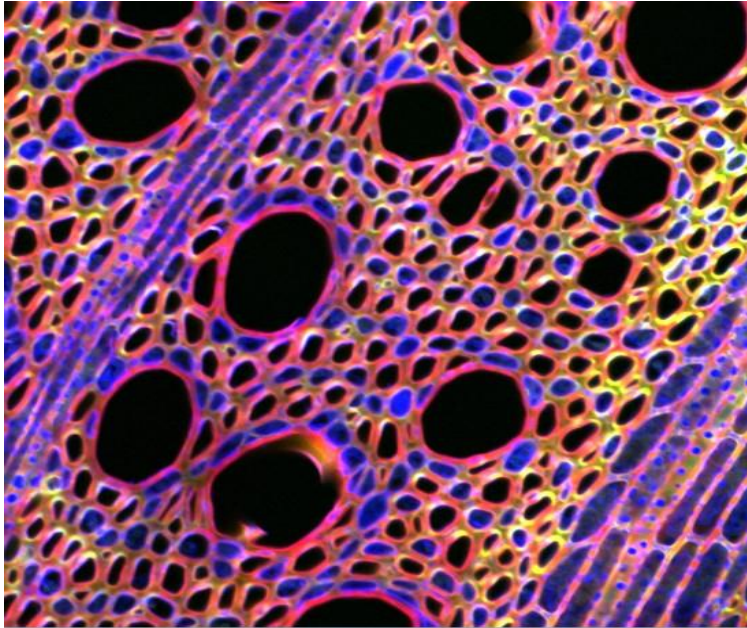
أ - **القنوات اللبنية غير المفصليّة Non – articulated laticifers :** وهي عبارة عن خلايا مفردة تتطاوّل مع نمو النبات، وقد تنتشعب وتمتد لمسافات طويلة داخل جسم النبات، وتتميز العديد من الفصائل كالفصيلة الأيوفوربية Euphorbiaceae ، والدفلية Apocynaceae ، والعشارية Asclepiadaceae ، والدفلية Apocynaceae ، والعشارية Asclepiadaceae ، والتوتية Moraceae ، والحريقية Urticaceae مما يدل على وجود صلة قرابة بين تلك الفصائل .

ب - **القنوات اللبنية المفصليّة Articulated laticifers :** وتتكون من سلسلة غير متفرعة أو متفرعة من الخلايا المتطاولة، حيث تزول الجدر الفاصلة بينها كلياً أو جزئياً، وهي تتكون من خلايا تتصل ببعضها البعض عند نهاياتها. وتتميز القنوات اللبنية المفصليّة فصائل مثل المركبة Compositae ، والعلقية Convolvulaceae ، والخشخاشية Papaveraceae ، والموزية Musaceae ، والسبوتية Sapotaceae. وقد يدل ذلك على وجود صلة قرابة بين تلك الفصائل.





Pinus wood



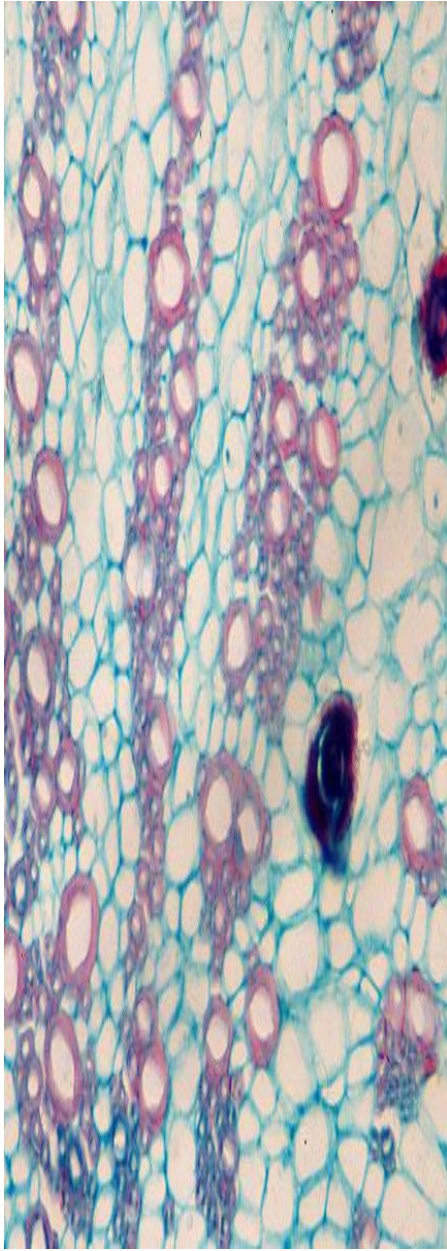
Wellcome Images

Gnetum wood

رابعاً :- الأنسجة الوعائية وعلاقتها بالتاريخ العرقي وصلات التقارب بين النباتات:

تعطي الأنسجة الوعائية وأنماطها المختلفة أحج أكثر الأمثلة وضوحاً للعلاقات التقاربية والتاريخ العرقي في النباتات.

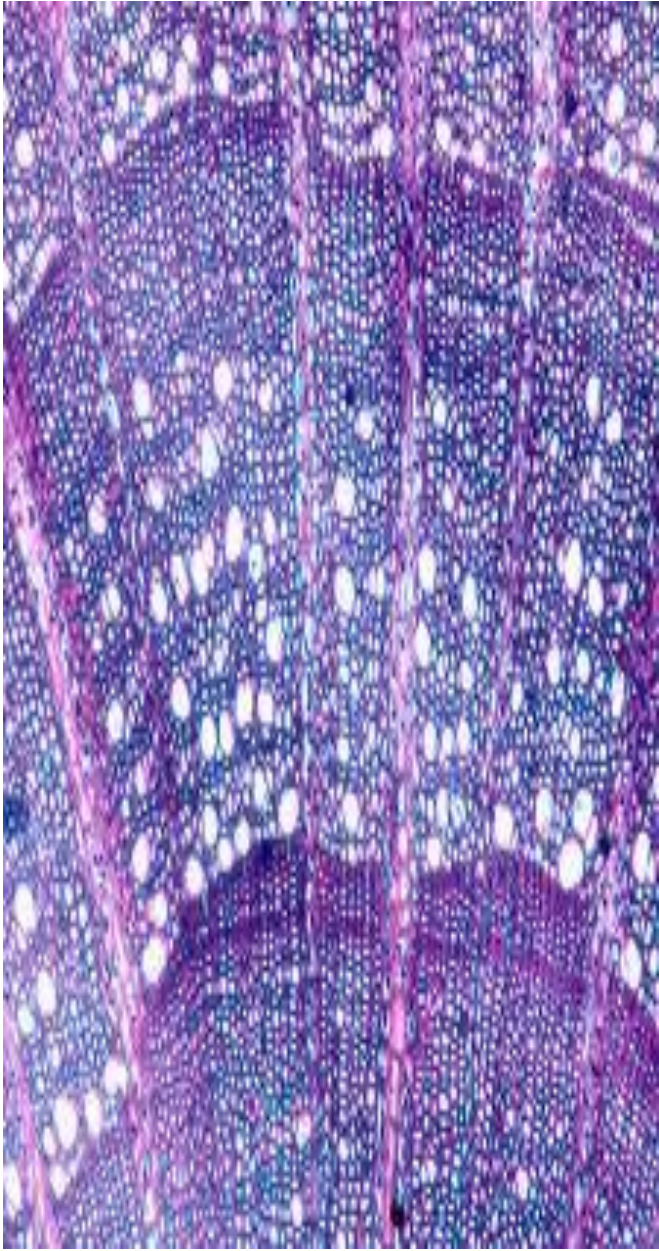
- فمثلاً نجد أن عناصر الأوعية vessels لا توجد في خشب السرخسيات Ferns، وعاريات البذور Gymnosperms ... باستثناء ثلاثة أجناس توضع ضمن رتبة واحدة هي رتبة النيتالات Gnetales، والتي تعتبر أكثر رتب عاريات البذور تقدماً (نتيجة لوجود تلك الصفة المتقدمة في نسيج الخشب .. ألا وهي الأوعية vessels) ، وهذه الرتبة تضم الثلاث أجناس التالية : *Gnetum* ، *Welwitschia* ، *Ephedra* ، ونتيجة لما سبق فإن هذه الرتبة عادة ما تعتبر حلقة الوصل بين عاريات البذور Angiosperms، وكاسيات البذور Gymnosperms إضافة لذلك فإن كلا من الخلايا المرافقة companion cell والأنابيب الغربالية sieve cells وخلايا زلاية albuminous cells وبرانشيمة اللحاء phloem parenchyma هذه الصفة قد ترجع استقلالية النباتات الكاسيات البذور عن عاريات البذور في تاريخ النشأة والتطور.



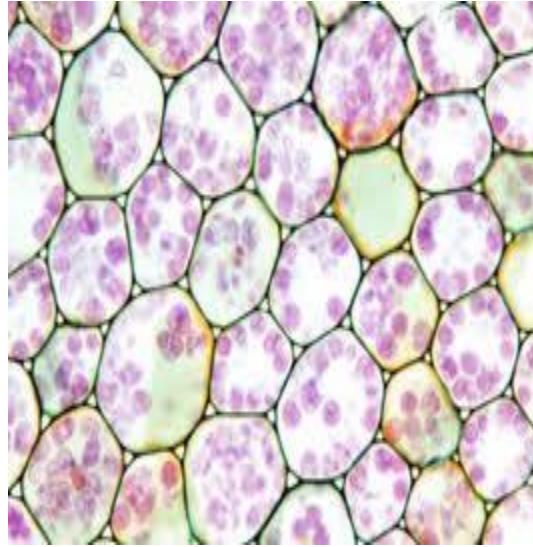
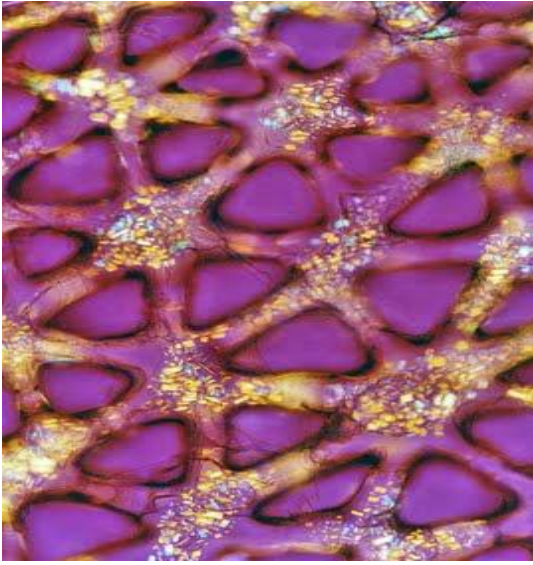
the **wood** of Welwitschia



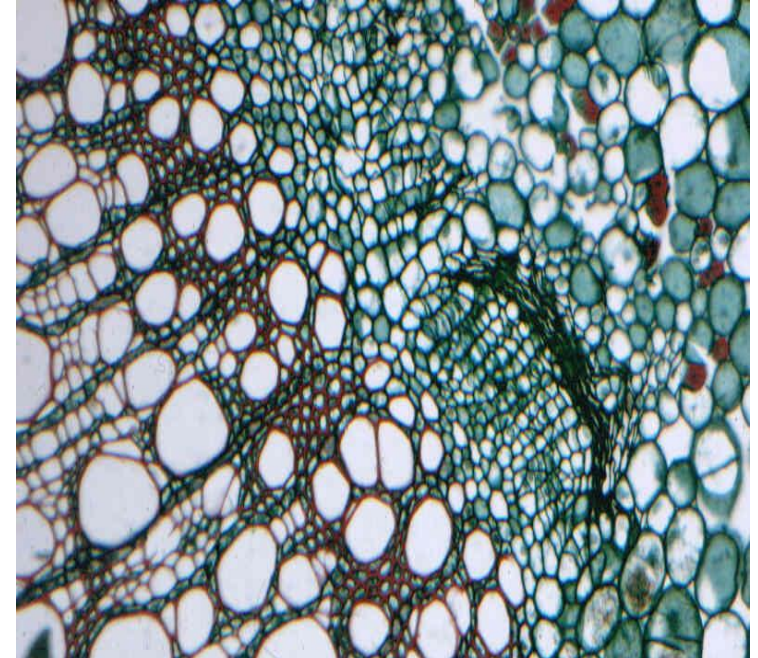
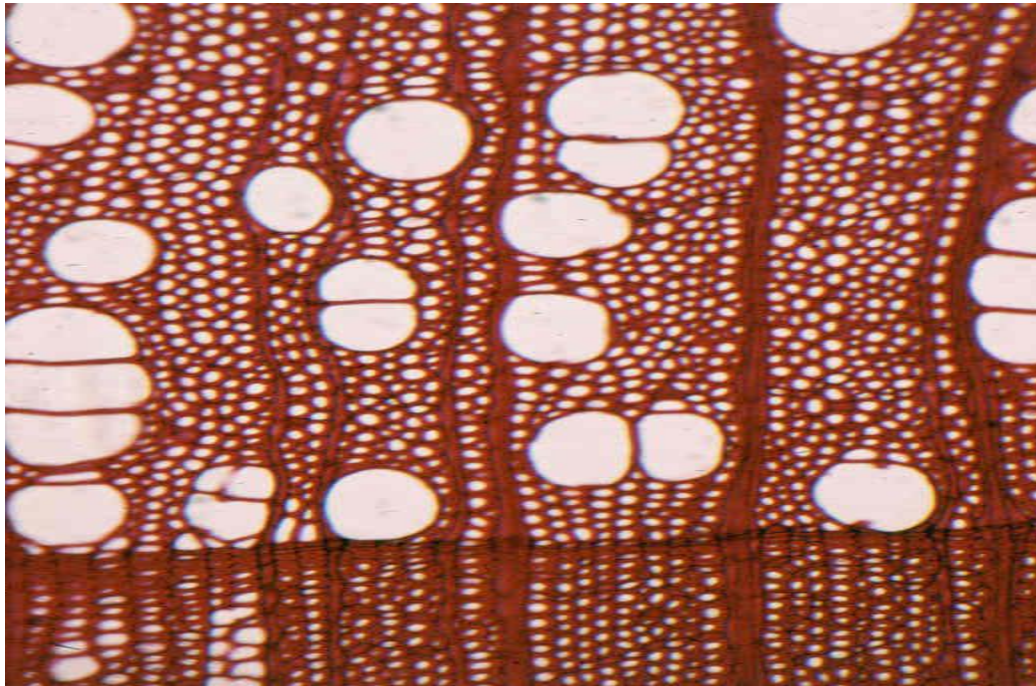
Gnetum wood,

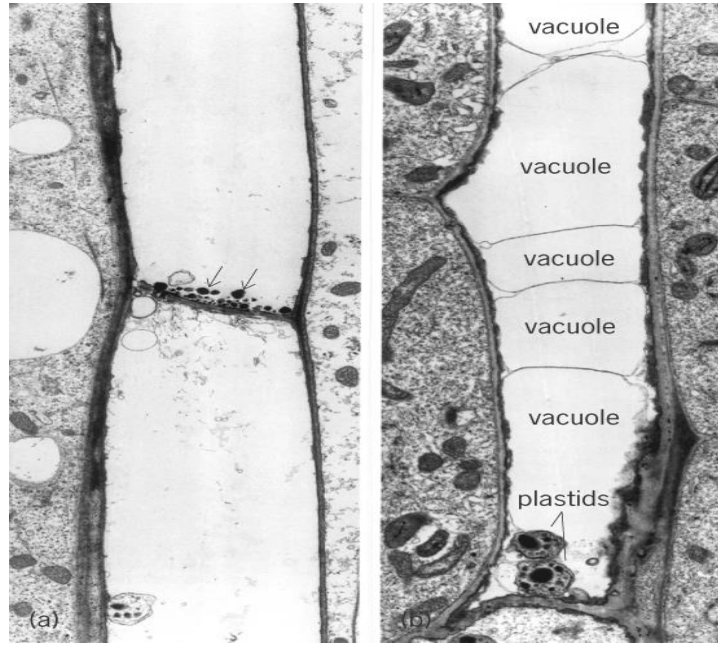


the **wood** of Ephedra

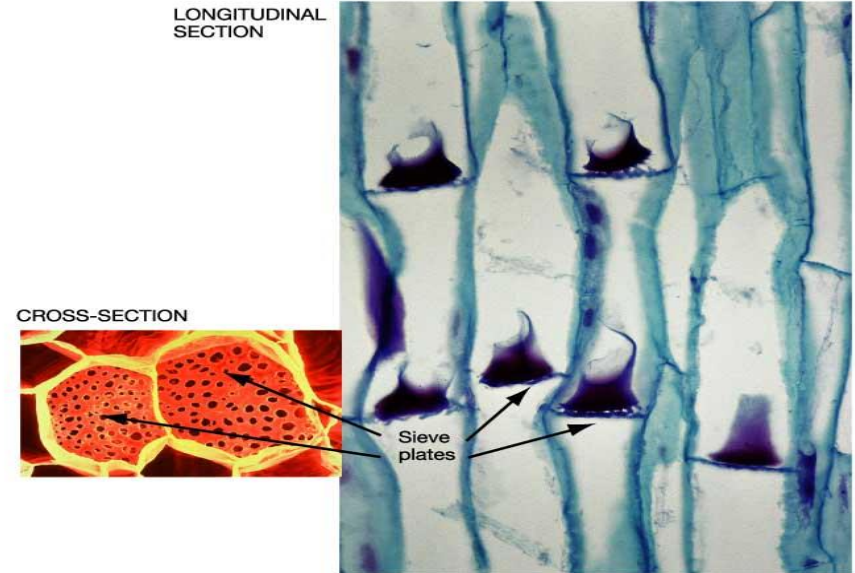


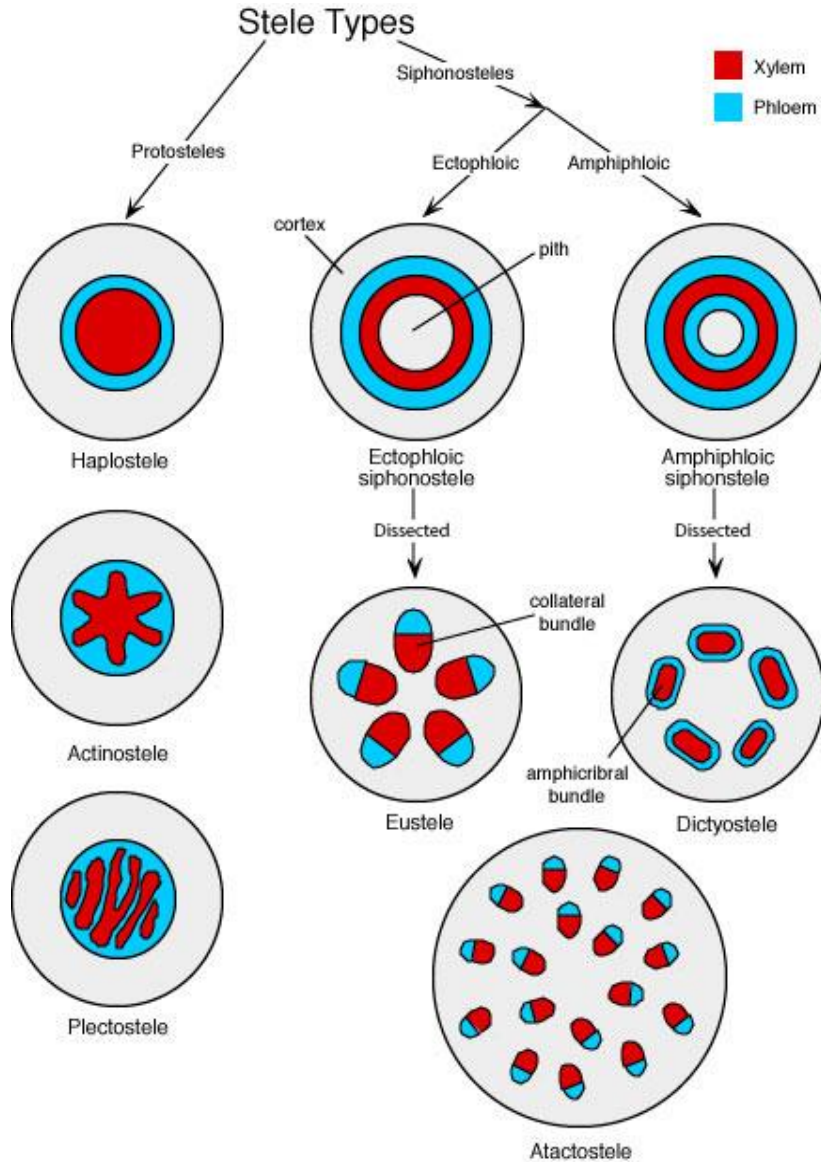
– ووجد أيضاً أن الفصيلة
الباذنجانية Solanaceae ترتبط
بصلات قرابة مع كل من فصيلة
Scrophulariaceae حنك السبع
والفربينية Verbenaceae
والثيوفراسية Theophrastaceae
يتشابه نمط وموضع برانشيما
الخشب فيها Diffused
.parenchyma





- إضافة لذلك ... فإن بلاستيدات العناصر الغربالية، والتي تتميز إلى نمطين أساسيين (**S - type** : تخزين النشا، **P-type** : تخزين البروتين) يتميزان بدورهما إلى تحت أنماط أخرى، لها أهمية في تبيان بعض العلاقات التقاربية كوجود النمطين في نباتات ذوات الفلقتين ووجود نمط **P-type** فقط في نباتات ذوات الفلقة الواحدة. ومما سبق نستنتج أن كلاً من الأوعية بالنسبة للحاء .. تعتبر صفات أكثر تقدماً بالنسبة للنباتات الوعائية، بينما فقدتها يعتبر صفة بدائية.





– الأعمدة الوعائية Stele تمثل أحد أشهر الأمثلة على التاريخ العرقي للمجاميع النباتية المختلفة، وهناك ست أنماط مختلفة للأعمدة الوعائية ... تتدرج من الأكثر بدائية النباتات الوعائية اللازهرية إلى الأكثر تقدماً ضمن كاسيات البذور، كما يلي:

أ - **العمود الوعائي الأولي Protosteale** : يمثل هذا النمط أكثر أنماط الأعمدة الوعائية بدائية، حيث يكون على هيئة اسطوانة صلبة يحتل الخشب مركزها ويحيط به اللحاء، ولا يحتوي على نخاع. وينقسم هذا النمط بدوره إلى عدة أنماط ثانوية كما يلي :

١ - **عمود وعائي أولي دائري (بسيط الأوعية) Haplosteale** : يمثل هذا النمط أكثر الأنماط بدائية Primitive للعمود الوعائي الأولي protosteale، كما في الرصن *Selaginella*.

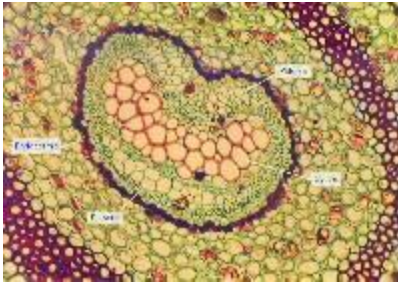
٢ - **عمود وعائي أولي شعاعي Actinosteale** : هذا النمط شكل محور للنمط السابق، وهو أكثر تقدماً منه ... حيث يحتل الخشب المركز مع فروع بشكل شعاعي، كما في السيلوتم *Psilotum*.

٣ - **عمود وعائي أولي شريطي (شبكي) Plectosteale** : يمثل هذا النمط أكثر أنماط العمود الوعائي الأولي تقدماً، حيث يتجزأ الخشب المركزي إلى عدد من الأشرطة المنفصلة المتوازية، واللحاء يتبادل مع الخشب، كما في الليكوبوديوم *Lycopodium*.

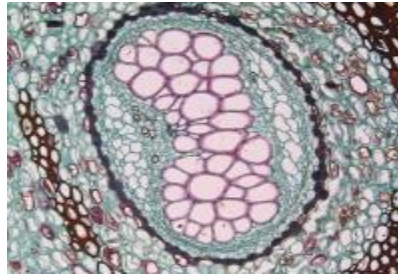
٤ - **عمود وعائي أولي مختلط Mixed-pith stele** : هنا تكون عناصر الخشب (القصبيات) مختلطة مع الخلايا البرانشيمية للنخاع. هذا النمط يوجد في الأحافير الأولية للسرخسيات، وبعض السرخسيات الحالية، وهو يعتبر نمط انتقال بين العمود الوعائي الأولي والعمود الوعائي الأنبوبي .. كما في الجنسين *Osmunda* ،

Gleichenia

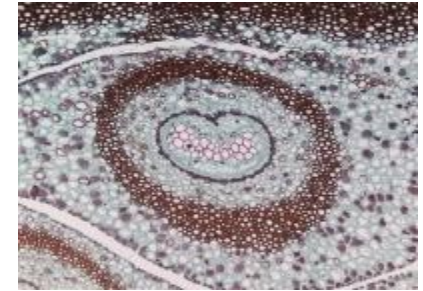
Vascular bundle (amphiphloic) from the rhizome of *Osmunda* ferns.



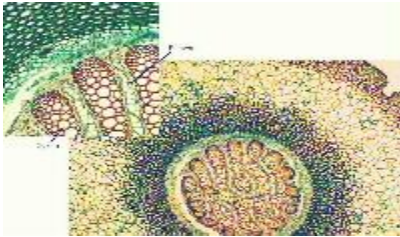
Another *Osmunda* vascular bundle view showing the darkly stained endodermis.



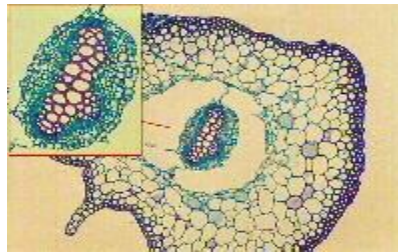
أنواع العمود الأولي
Osmunda vascular bundle surrounded by ring



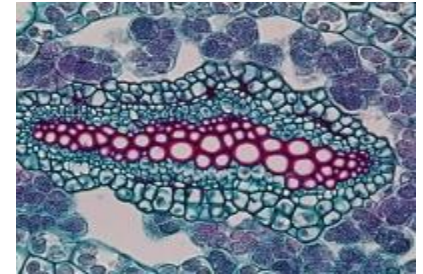
Vascular bundle (plectostele) from a *Lycopodium* stem.



Selaginella stem with close-up of vascular



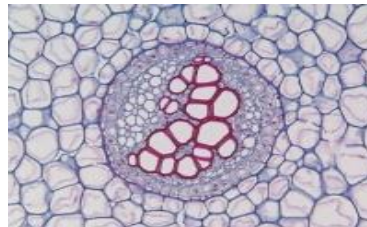
Another view of a vascular bundle from *Selaginella*.



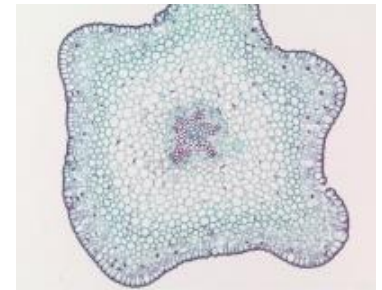
Vascular bundle from *Polypodium* fern.



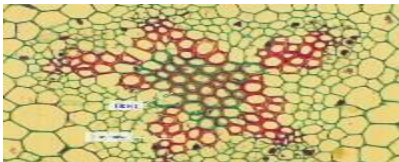
Amphiphloic vascular bundle in *Polypodium*.



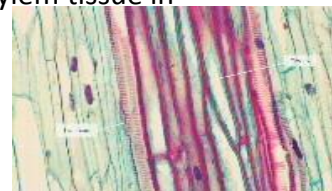
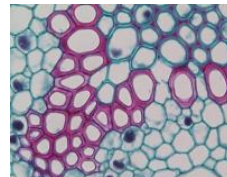
Psilotum cross-section.



Psilotum stem - cross-section showing stele



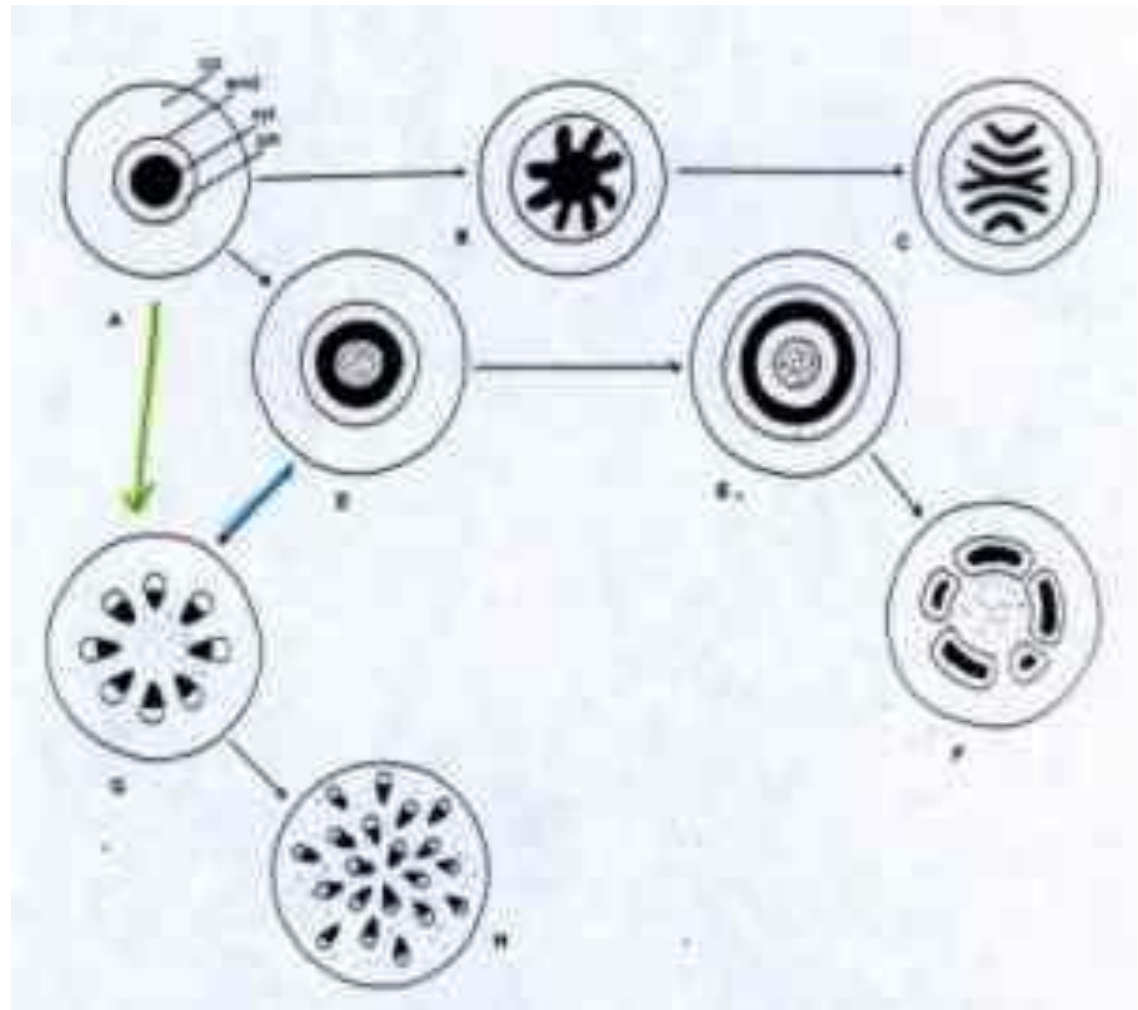
Closer view of one pole of the xylem tissue in a *Psilotum* stem.



Evolution of steles

This diagram presents the evolution of steles from a primitive protostele. A. Protostele - (Haplostele) B. Protostele (Actinostele) C. Protostele (Plectostele) D. Ectophloic siphonostele E. Amphiphloic siphonostele F. Dictyostele G. Eustele H. Atactostele

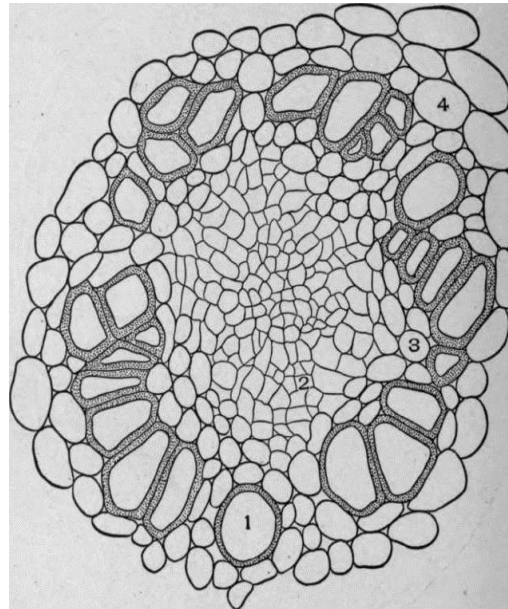
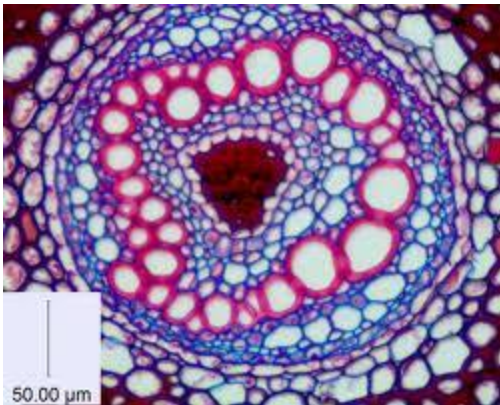
Adopted from Practical Anatomy: A.S. Foster



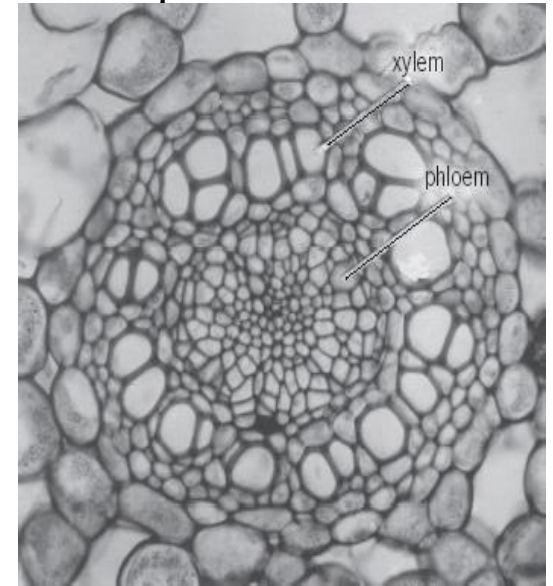
- ترتيب الخشب واللحاء في الحزمة قد يكون له أيضاً مغزى في صلات القرابة والتاريخ العرقي للمجاميع النباتية المختلفة ... وهناك ثلاثة أنماط أساسية تميز بعض المجاميع والأجناس، وهي :

١ - **الحزمة المركزية Concentric bundle** : وفيها يحيط أحد النسيجين - الخشب أو اللحاء - أو يغلف النسيج الآخر. فإذا كان اللحاء يحيط بالخشب تسمى الحزمة محيطية اللحاء **Amphicribal bundle** وتوجد في النباتات التريدية **Pteridophytes**، وفي الحزم الصغيرة كتلك التي توجد في الأجزاء الزهرية أو مسارات البويضات وحزم المسارات الورقية الصغيرة، أما إذا كان الخشب هو الذي يحيط باللحاء فتسمى الحزمة محيطية الخشب **Amphivasal** وهي نادرة، وتوجد أساساً في ذوات الفلقة الواحدة كما في زنبق الوادي **Convallaria majalis** وأكوروس **Acorus**، وبعض أنواع الفصيلة الزانثورية **Xanthorrhoeaceae**. إضافة إلى ذلك توجد بعض الحزم التي يكون فيها الخشب على هيئة حرف V أو U في المقطع العرضي... وفي هذه الحزم يوجد اللحاء في نهاية أذرع الخشب الحرة إذا كان على شكل حرف V كما في الزانثوريا **Xanthorrhoea**، أما إذا كان الخشب على شكل حرف U فيحيط باللحاء من ثلاث جهات كما في نبات الهليون **Asparagus aphylla**، ونبات كنجيا **Kingia australis**.

محيطية الخشب Amphivasa



Amphicribal bundle



Amphiphloic Siphonostele

ب - **العمود الوعائي الأنبوبي Siphonostele** : يمثل هذا النمط تحويل للعمود الوعائي الأولي، حيث يعتبر كعمود وعائي أولي ولكن ذو نخاع medullated. ومن وجهة نظر بعض الباحثين فإن العمود الوعائي الأنبوبي ذو البشرة الداخلية internal endodermis يكون أكثر بدائية من ذلك الذي لا يحوي طبقة بشرة داخلية. وهناك نمطان للعمود الوعائي الأنبوبي:

١ - **خارجي اللحاء Ectophloic** : وفيه يحيط اللحاء بالخشب من الجهة الخارجية فقط.

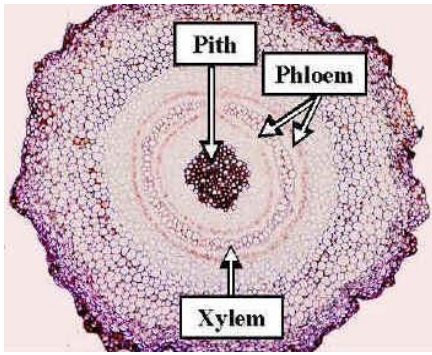
٢ - **ثنائي اللحاء Amphiphloic** : وفيه يحيط اللحاء بالخشب من الجهتين الخارجية والداخلية .. كما في المارسيлия *Marsilea*، وكزبرة البئر *Adiantum*.

ج - **العمود الوعائي ثنائي اللحاء Solenostele** : وفيه لا يرتبط مرور المسار الورقي إلى الخارج بحدوث انفصال في الاسطوانة الوعائية وتكوين فرجة ورقية فيها فوق نقطة خروج المسار، ويظهر في المقطع العرضي بهيئة اسطوانة متصلة، يحيط فيها اللحاء بالخشب من الناحيتين الداخلية والخارجية ... كما في بعض أنواع الرصن *Selaginella*.

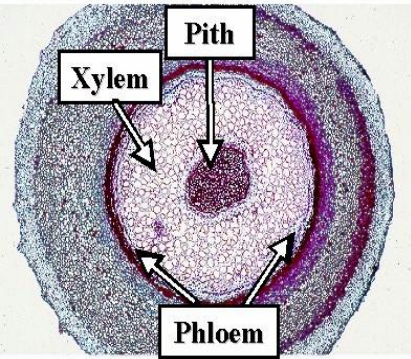
د - **العمود الوعائي المجزأ أو الشبكي Dictyostele** : وفيه يرتبط المسار الورقي بتكوين الفرجة الورقية، ويظهر في المقطع العرضي بهيئة أشرطة منفصلة تسمى أعمدة وعائية حزامية Meristele حيث تتكون كل حزمة من خشب في المركز يحيط به اللحاء - حزمة مركزية - كما في نبات رجل الذئب *Polypodium*.

هـ - **العمود الوعائي الحقيقي Eustele** : ويتألف من عدد من الحزم الوعائية المنفصلة إما جانبية اللحاء أو ثنائية اللحاء .. كما في ذيل الحصان *Equisetum*، وذوات الفلقتين.

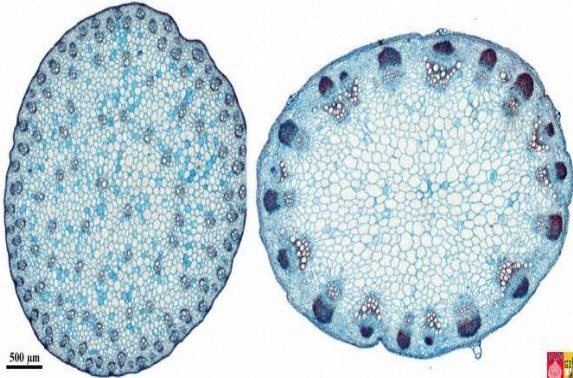
و - **العمود الوعائي المنتشر Atactostele** : ويتكون من مجموعة من الحزم الوعائية المنتشرة في النسيج الأساسي، بحيث تختفي معالم وجود حلقة أو عمود وعائي ... وهذا النمط شائع في ذوات الفلقة الواحدة.



Amphiphloic Siphonostele



Ectophloic Siphonostele



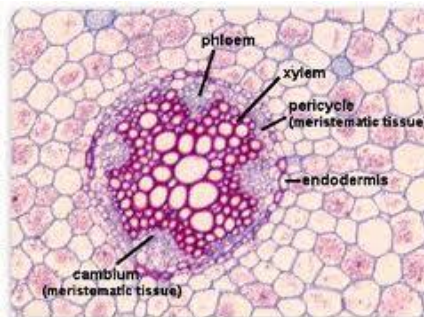
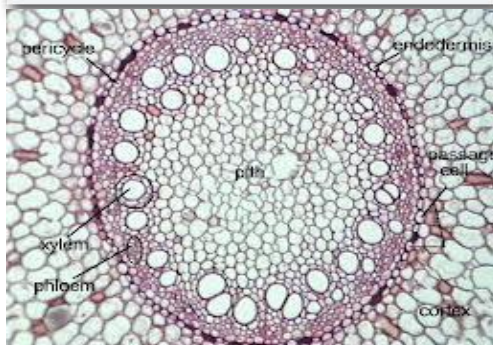
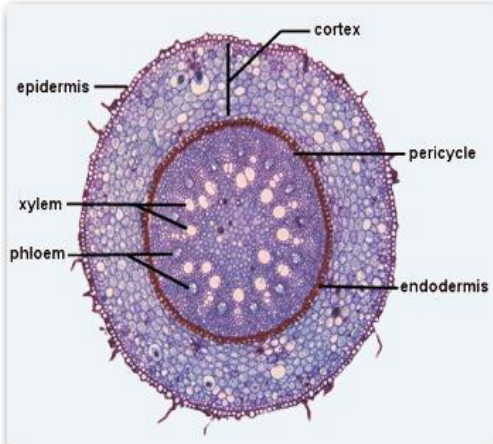
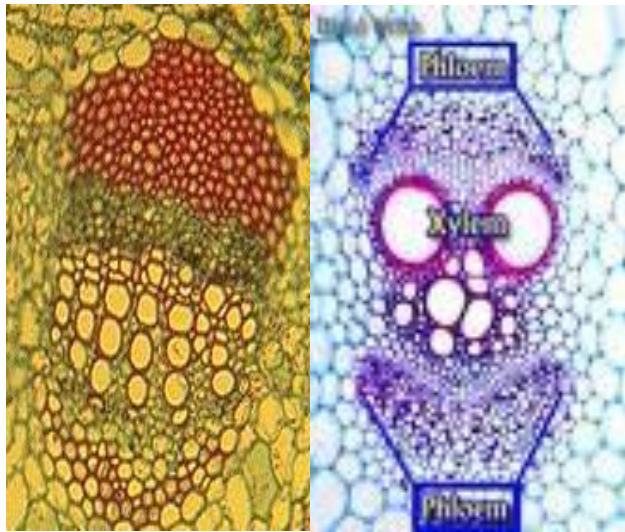
٢ - الحزمة الجانبية Collateral bundle: وفيها يوجد الخشب

بجانب اللحاء على نصف قطر واحد ، ويكون اللحاء إلى الخارج من الخشب، ويفصله عن اللحاء في حزم النباتات ذوات الفلقتين الكامبيوم الحزمي، وتسمى الحزمة في هذه الحالة بالحزمة الجانبية المفتوحة Open collateral bundle وهي الأكثر شيوعاً ضمن سيقان وأوراق ذوات الفلقتين ومعظم عاريات البذور، ولا يوجد الكامبيوم في الحزم الجانبية لمعظم ذوات الفلقة الواحدة، وتسمى بالحزم الجانبية المغلقة Closed collateral bundle وتكثر في الأوراق.

وقد يوجد بالحزمة لحاءان أحدهما خارجي يفصله عن الخشب الكامبيوم، والآخر داخلي بالنسبة للخشب ... وتسمى مثل هذه الحزمة بالحزمة المفتوحة ثنائية اللحاء Open bicollateral bundle وهي قليلة الشيوع، إذ توجد في بعض فصائل كاسيات البذور كالفصيلة القرعية Cucurbitaceae، وفي معظم النباتات التي تحتوي على لحاء داخلي. ولا يرتبط هذا النسيج بالخشب أو باللحاء الخارجي ارتباطاً وثيقاً، إذ يمكن أن يكون على هيئة جزر منفصلة على أطراف النخاع كما في الطماطم Lycopersicum، أو يكون ملاصقاً للجانب الداخلي من الخشب ... كما في نباتات الفصائل القرعية Cucurbitaceae، والآسية Myrtaceae، وينشأ اللحاء الداخلي من الكامبيوم الأول (طليعة الكامبيوم)

٣ - الحزم القطرية Radial bundle:

ويوجد فيها الخشب واللحاء منفصلين الواحد عن الآخر على أنصاف أقطار متبادلة، وهذا يميز جذور النباتات البذرية.



التشريح المقارن Comparative Anatomy

إن الدراسات التشريحية المقارنة للنباتات كاسيات البذور قد حصلت على سجلات واضحة خلال هذا القرن. وأن بعض الدراسات التصنيفية قد تفشل في حل بعض المشاكل التصنيفية إذا لم تستفد من هذه الدراسات التشريحية ولقد أصبح من الواضح والأكد أن التشريح المقارن يفيد في حل المشاكل الدقيقة في التصنيف ذات العلاقة المتداخلة وقد يستغرب أنه يساهم في حل مشاكل بعض النباتات الهجينة طبيعياً. ومن أهم مساهماته أنه استطاع أن يضع بعض الأجناس ذات الأماكن غير الصحيحة أو الشاذة في الفصائل في مواضعها الصحيحة من العوائل النباتية ولكن قبل أن نستعرض الصفات المميزة التي يستخدم بها تشريح النبات لكل من التطور والتقسيم (التصنيف) لابد من التعرف على منشأ هذه الاختلافات التشريحية وأخذها بعين الاعتبار. ومن هذه المشاكل ما يلي:

أنماط الاختلاف التي تسبب مشاكل التشريح المقارن

• اختلافات لها علاقة بالبيئة مثل تركيب أوراق كأوراق الشمس وأوراق الظل، حجم الخلايا صغيرة أو كبيرة، عناصر الخشب الثانوي (طويلة أو قصيرة . واسعة أو ضيقة) الفرق بين تركيب الساق والجذر (لاختلاف البيئة). ومن الملاحظ أن هذه الاختلافات تضعف كون الصفات التشريحية ذات أهمية في تصنيف النبات. إلا إذا استطاعوا أن يفصلوا أو يميزوا بين الصفات الناتجة عن العوامل الوراثية والصفات التي تحولت نتيجة لتأثير البيئة. ولسوء الحظ فإن الحقيقة القائلة بأن بعض الصفات التشريحية تتأثر بالبيئة أو بمكانها من جسم النبات تقود إلى الشك في فائدة دراسة التركيب الداخلي للنبات واستخدام هذه الصفات التشريحية في تعريف وتصنيف

• اختلافات ذات علاقة بعمر النبات أو ما يعرف ببلوغ الأنسجة (أنسجة مستديمة أو أنسجة إنشائية) أو المراحل الانتقالية بين هذين النوعين من الأنسجة النباتية.

• **اختلافات بين الأفراد من النوع الواحد**، فقد وجد أيضاً اختلافات أخرى داخل العشيرة أو المجتمع النباتي وحده يمكن أن تنسب أو تعزى إلى:

1. **اختلاف ناتج عن التشكل الظاهري لطراز وراثي واحد.**

2. **اختلافات وراثية بين أفراد النوع الواحد.**

3. **كما أن الاختلافات في الصفات التشريحية قد تحدث على مستوى تحت الأنواع ولكنها نادرة.**

ولكن مهما تنوعت مسببات الاختلافات فإن معدلات والظروف الطبيعية يجب مراعاتها وهذه تعرف بالمجموعة الكاملة **Complement** أو العشيرة أو المجتمع.

مشاكل شرح أو تفسير التاريخ العرقي:

ويتلخص ذلك في تعريف الصفات البدائية والصفات التقدمية المأخوذة من الصفات التشريحية للنباتات. مثل طول وقطر العناصر الخشبية، المسارات الورقية، ثقبوب الإنبات في حبوب اللقاح. وغيرها مما ذكر من الصفات التي تستخدم في التاريخ العرقي.

وسائل التشرح المقارن (المقارنة)

Keys : المفاتيح

تستخدم للتعريف واختصار الكم الهائل من الصفات التشريحية

Tables : الجداول

وضع المعلومات أو الصفات التشريحية في جداول مرتبة تخدم عدة أغراض ابتداء من عرض الصفات الكمية والصفات الكيفية إلى توضيح النزعات العرقية.

Description: الوصف

ويقصد به وصف دقيق للصفات التشريحية للأجناس أو الأنواع أو الصفات التركيبية للتراكيب النباتية. واستخدامها مع المعلومات الأخرى المتحصل عليها من الفروع الأخرى للنبات مثل الصفات الشكلية وتشرح الزهرة وأشكال حبوب اللقاح وتراكيبها.

الصفات التشريحية المستخدمة في التشريح المقارن هي:

- المكونات الخلوية، خصائص الجدار الخلوي (مثل النتوءات البكتية).
- محتويات الخلايا مثل البلاستيدات، حبيبات النشا، البروتينات، الأصباغ، بلورات أكسالات الكالسيوم، كربونات الكالسيوم، الخلايا التانيية، الخلايا الحجرية المتبلرة (أي وجود بلورات في جدر الخلايا الحجرية تجاويها) أو الزيوت والدهون. مثل خلايا الزيوت الطيارة أو الأجسام الدهنية. وهذه يمكن مقارنتها من حيث الشكل . الحجم . التركيب . التوزيع . الأماكن . الأوعية اللبنية .
- الخلايا المخاطية والقنوات والتجاويف .
- القنوات الإفرازية وتجاويها .
- البشرة والشعيرات بأنواعها :

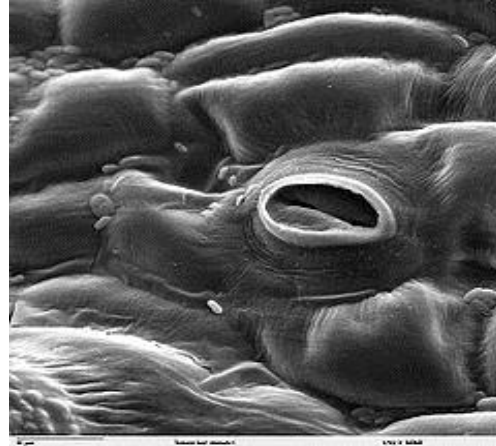
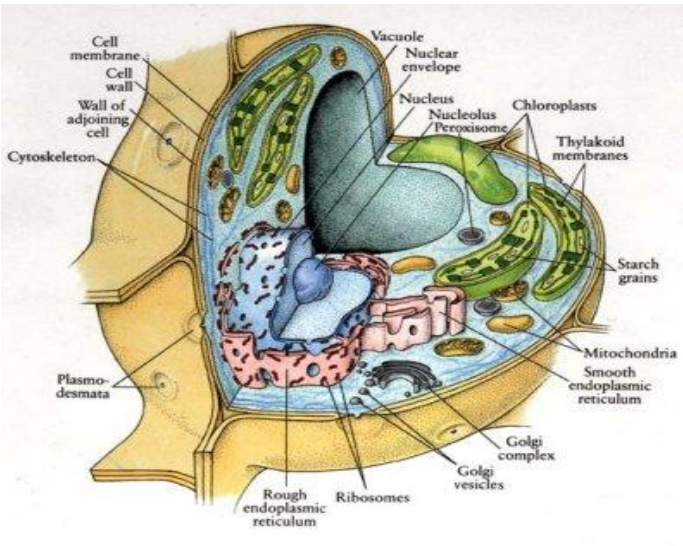
1. جدار البشرة الخارجي وما يترسب عليه من مواد وتشكلها .

2. شكل الخلايا . حجم الخلايا . أنواع خلايا البشرة تضاعف البشرة كما في الفصيلة

. Piparaceae

3. الثغور بأنواعها .

4. أنواع الشعيرات



طرق الدراسة المقارنة: مثال الشعيرات

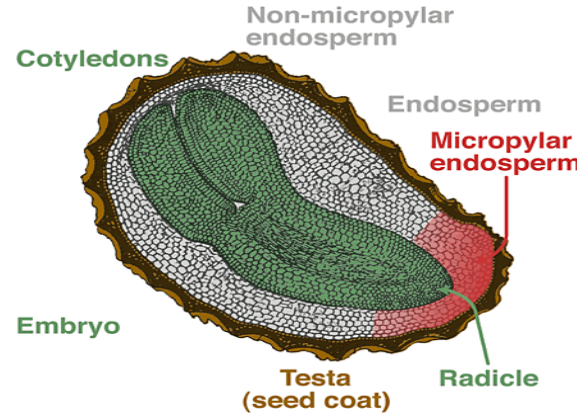
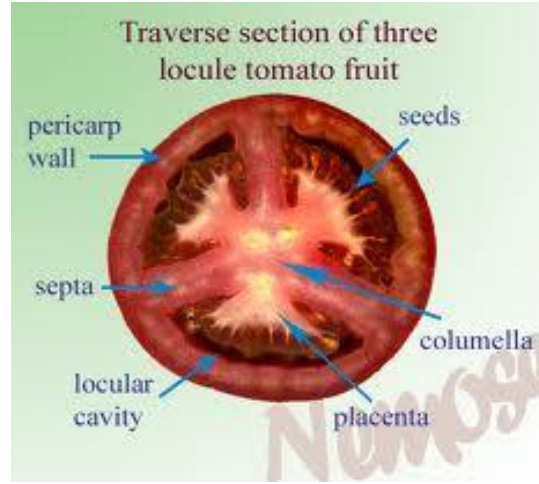
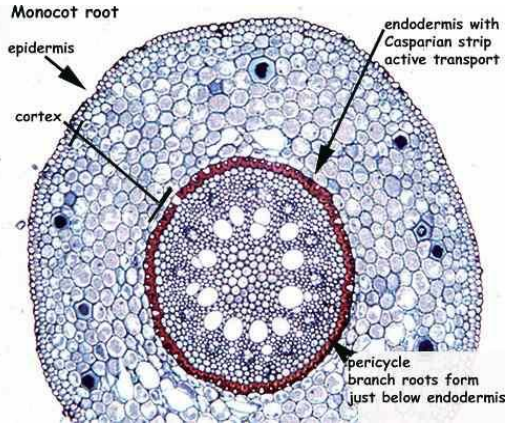
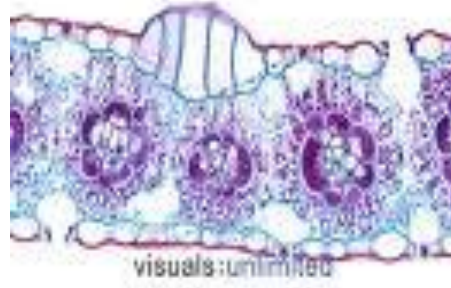
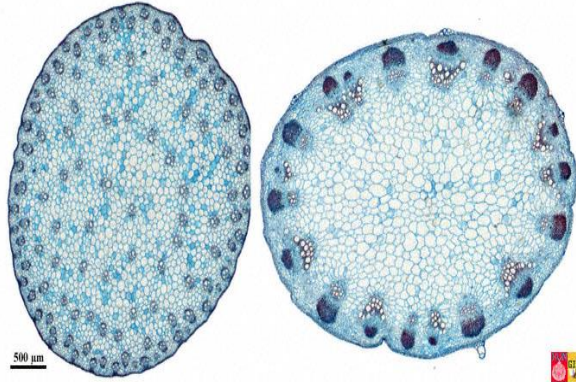
تتلخص طرق المقارنة الجيدة كما يلي:

- اختيار جميع أنماط الشعيرات الموجودة على النبات أو المجتمع النباتي كمواد للمقارنة.
- اعتبار النمط الواحد من الشعيرات في النوع الواحد من النباتات مجتمع قائم بذاته يجب دراسته نظراً لوجود بعض الاختلافات في هذا النوع الواحد. (مثل عدد الخلايا، سمك الجدار).
- توزيع النمط الواحد من الشعيرات على الجسم النباتي. السق - الورقة - أجزاء الزهرة
- توزيع العضوي للشعيرات يؤخذ بالاعتبار. مثل الورقة: حافة الورقة - العرق الوسطي - قاعدة الورقة - قمة الورقة

• النشوء النوعي Autogenetic يجب دراسته.

• التاريخ العرقي (التطوري) للشعيرات ويتلخص ذلك فيما يلي:

1. أن الشعيرات نشأت من حليمات البشرة.
 2. أن الشعيرات وحيدة الخلية صفة بدائية بينما الشعيرة عديدة الخلايا صفة تقدمية أو العكس.
 3. احتواء بعض خلايا الشعيرات على محتويات تختلف عن خلايا البشرة العادية.
 4. كل خلية بشرة لديها القابلية لتصبح شعيرة ويتحكم في ذلك بعض الظروف.
 5. الخلايا المجاورة للشعيرة قد تشارك في تخصص الشعيرة وخاصة عندما تختلف محتويات هذه الخلايا عن خلايا البشرة العادية. ولكنها تشبه محتويات الشعيرات.
- الشعيرات في تحليل النباتات الهجينة: تعرف الشعيرات بأنها صفات تصنيفية على مستوى النوع ولذا فإنها تستخدم للفصل بين الأنواع الهجينة.



صفات نسيجية يمكن استخدامها كمواد للمقارنة ومن ثم استخدامها في تعريف وتصنيف النبات:

- صفات الخشب.
- صفات اللحاء.
- الصفات النسيجية للساق.
- الصفات النسيجية للجذر.
- الصفات النسيجية للورقة.
- الصفات النسيجية للزهرة.
- الصفات النسيجية للثمرة.
- الصفات النسيجية للبذرة.
- الصفات المورفولوجية والتشريحية لحبوب اللقاح



Cross-section of Arbor Vitae stem

صفات الخشب الابتدائي والثانوي

• الحلقات السنوية

• العناصر الوعائية غير المثقبة :

– القصيبات

• الأوعية:

1. وجودها

2. تجمعها

3. انتظامها في حلقات أو صفوف

4. حجمها

5. الجدر العرضية للأوعية

6. شكل محيط الوعاء (مضلع أو دائري)

7. التنقير وشكل الجدار

8. التايلوزات

9. أشعة الخشب (فوائدها . أقطارها . صفوفها .

تجانسها أو عدمه)

صفات اللحاء

– الخلايا الغربالية

– الأنابيب الغربالية (صفائح غربالية /

بسيطة / مركبة / طويلة / قصيرة. الصفائح

مائلة أم عرضية ... الخ)

١٠ – أنواع برنشيمة الخشب

١١ – خشب طريقي أو غير طريقي

١٢ – وجود الأوعية اللبنية

١٣ – وجود لحاء داخل الخشب

١٤ – جود فلين داخل الخشب

١٥ – وجود بلورات أكسالات الكالسيوم في الخشب

١٦ – وجود حبيبات نشا.

التأثير البيئي على النبات

معظم النباتات وخاصة النباتات المزروعة (نباتات المحاصيل والحبوب) وكذلك نباتات المراعي تعيش في بيئة ذات ظروف بيئية عادية مثل أن يكون المحتوى المائي أمثل أو متوسط درجة حرارة متوسطة وتربة عادية جيدة التكوين والتهوية ولهذا فإن تراكيبها الداخلية (الصفات التشريحية) تكون عادية أو قياسية مع وجود بعض الشواذ في التراكيب أو الاختلافات والتغيرات ولكن هذه الشواذ (الانحرافات) تتعلق بأفراد ليها علاقات معينة بما يحيط بها من عوامل فيزيائية أو علاقات معينة مع بعضها البعض. وهذه النباتات تعرف بالنباتات المتوسطة **Mesophytes** والبيئة تعرف بالبيئة المتوسطة **Mesophytic**. أما النباتات التي تعيش أو تنمو تحت ظروف غير عادية (شاذة) مثل قلة الماء، أو وفرة، شدة الحرارة، أو شدة البرودة، تربة رديئة مثل أن تكون تربة رملية أو طينية. أو النباتات التي تعيش على نباتات أخرى، أو متطفلة عليها. ومن هذه النباتات ما تعيش في بيئة مائية **Hydrophetic** فتعرف بالنباتات المائية **Hydrophytes** وتشمل النباتات التي تعيش في بيئة قليلة الماء بيئة جافة **Xeric** والتي تعرف بالنباتات الجفافية (الصحراوية) **Xerophytes** ، النباتات التي تعيش في بيئة ملحية أو قلوية أو في المستنقعات فتعرف بالنباتات الملحية **Halophytes** وبالرغم من توفر الماء إلا أنها تظهر تحورات النباتات الجفافية لعدم حصولها على الماء المتيسر. النباتات المتطفلة **Parasites** تعيش فوق بعض النباتات وتكون اتصالاً عضوياً معها لتحصل على الغذاء والماء. أيضاً تظهر صفات تشريحية مختلفة عن النباتات الوسطية تتلاءم وبيئتها غير العادية.

أولاً : الصفات التشريحية للنباتات المائية:

وهي ثلاثة أنواع

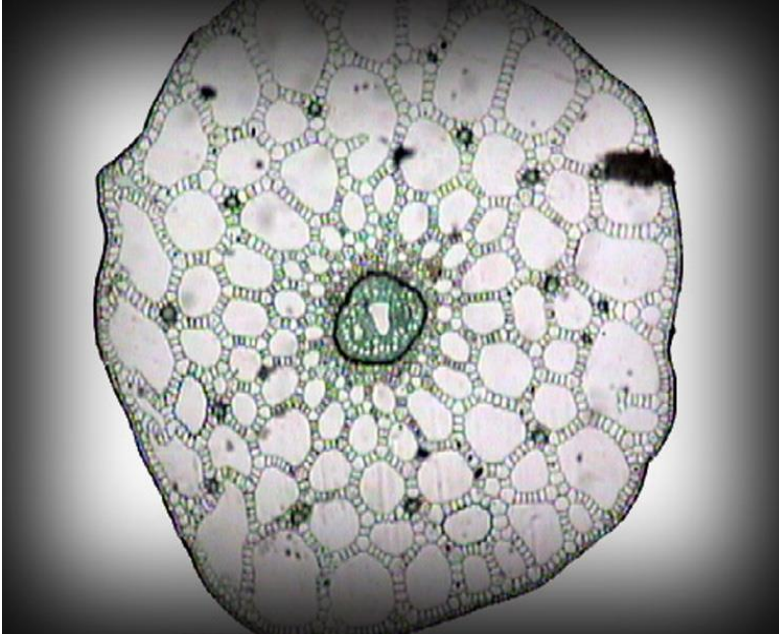
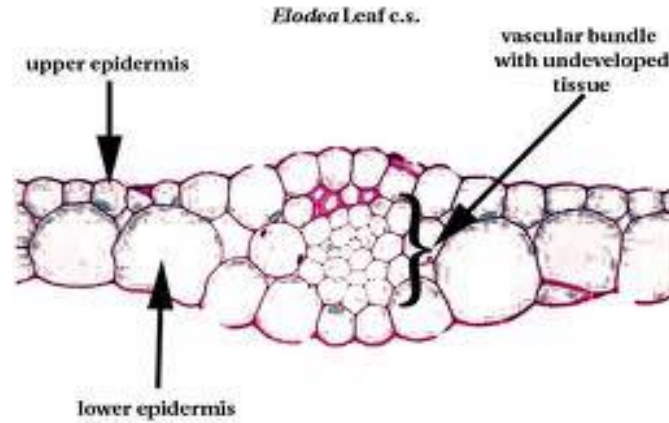
- نباتات مائية مغمورة
- نباتات مائية طافية
- نباتات مائية برمائية

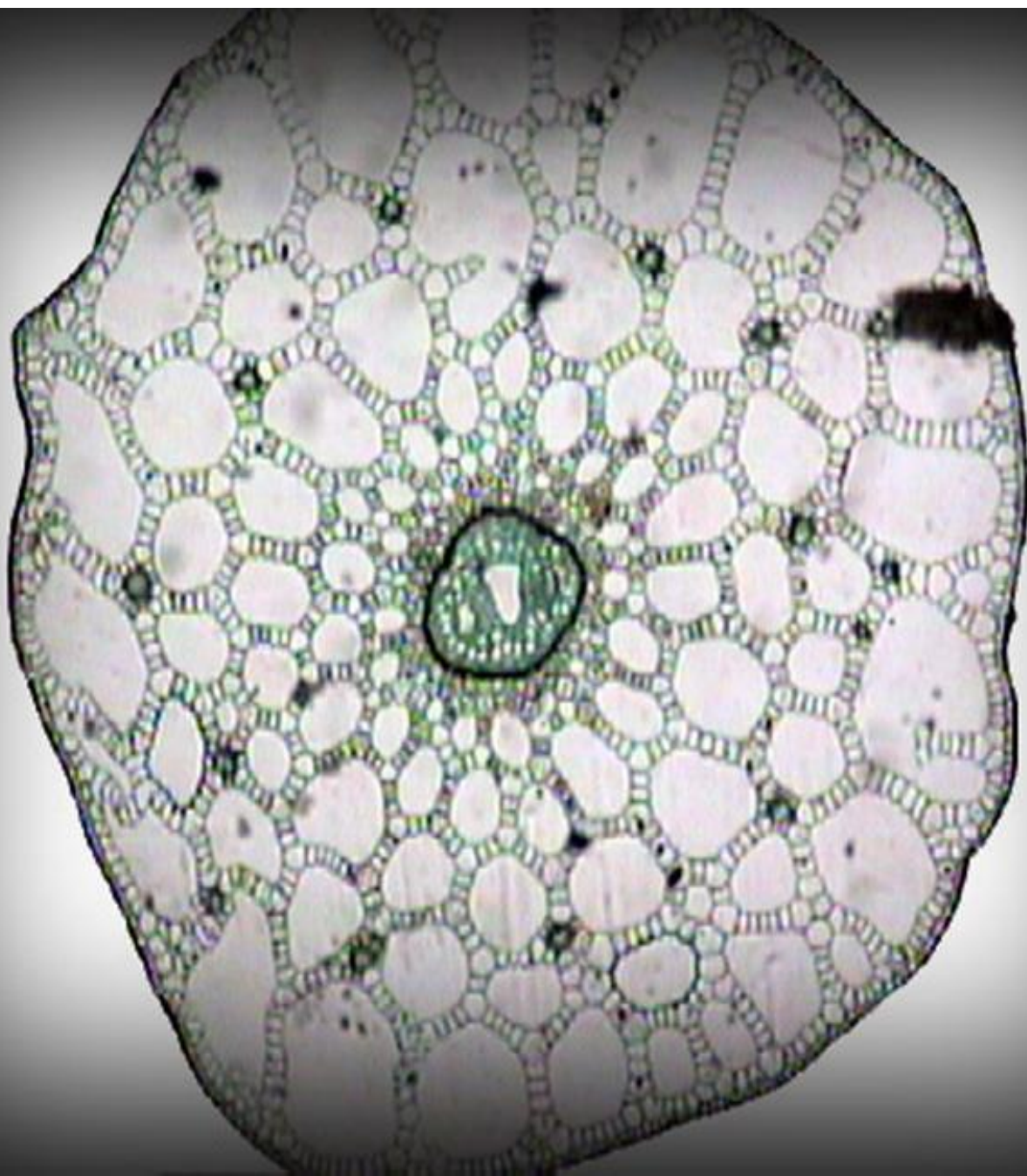
النباتات المائية المغمورة :

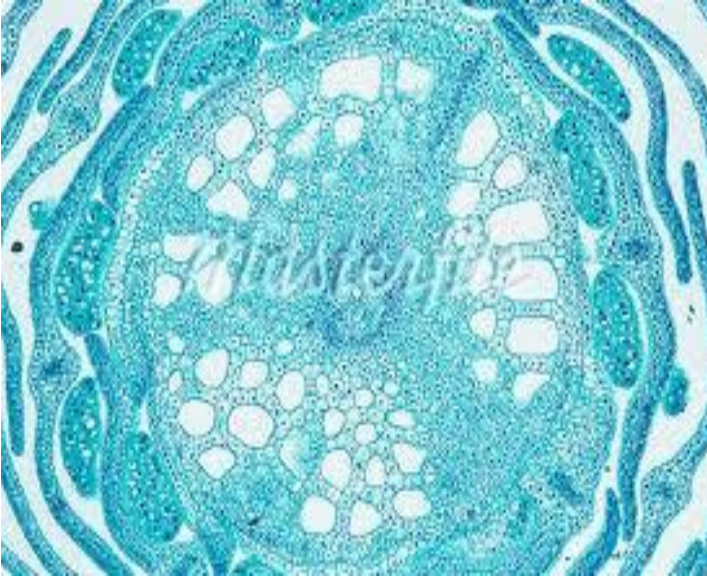
وهي التي تعيش مغمورة كلية تحت سطح الماء وهذه لها الصفات التالية:

الجذر Root

- قليلة الطول قليلة التفرع
- الشعيرات الجذرية غير موجودة
- الأدمة رقيقة أو غير موجودة لكي تسمح بامتصاص الماء والأملاح الذائبة عن طريق البشرة
- القشرة واسعة وتحتوي على غرف هوائية مملوءة بالغازات لتساعد على الطفو **Buayancy** التقوية **Reinforcing** أثناء ملئها بالغازات كما توفر مقاومة ضد الثني كما أن الغرف الهوائية ذات أهمية ميكانيكية للجذر.
- الجهاز الوعائي قليل وعناصره ذات جدر رقيقة وغالباً ما يحتل مركز الجذر ما يعرف بتجويف الخشب.





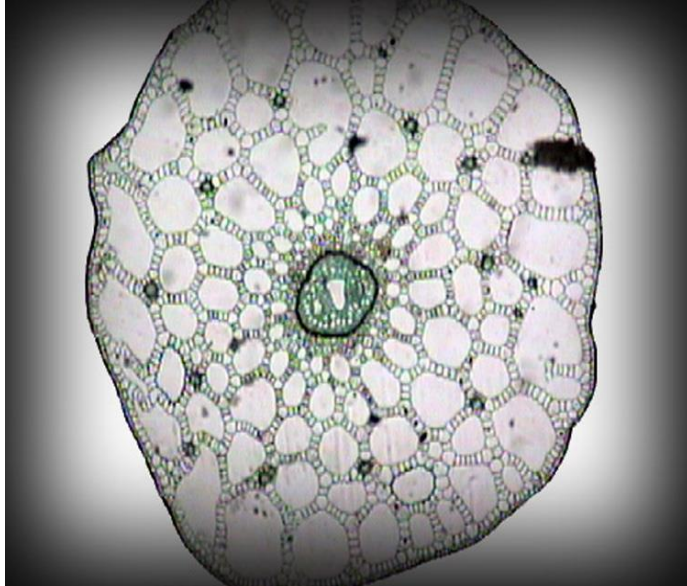


الساق Stem

- البشرة طبقة واحدة والأدمة رقيقة أو معدومة حيث تنتشر الغازات والماء والأملاح عبر البشرة.
- الطبقة تحت البشرة غير موجودة كما لا يوجد خلايا كولنشيمية أو اسكلرنشيمية تحت البشرة.
- القشرة واسعة ذات غرف هوائية كبيرة.
- تحتوي خلايا القشرة على بلاستيدات خضراء حيث تقوم بعملية البناء الضوئي. كما يحتوي العصير الخلوي على ضغط أسموزي منخفض.

Waterweed (Elodea) hydrophytic stem cross section

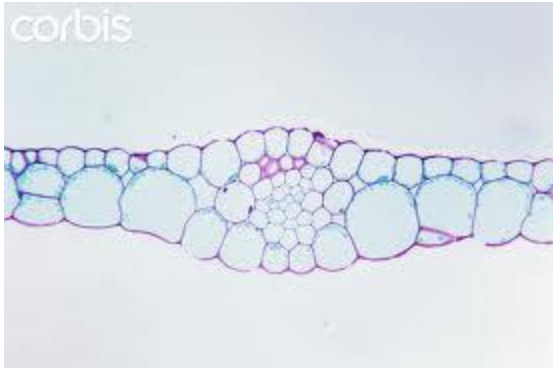
- البشرة الداخلية والدائرة المحيطية غير موجودة. وأحياناً قد تعتبر الطبقات الداخلية من القشرة خلايا بشرة داخلية وفي هذه الحالة تتكون الدائرة المحيطية من خلايا اسكلرنشيمية.
- العناصر الوعائية مركزية الموقع ولا تحاط بغلاف حزمي.
- اللحاء خالي من الألياف.
- عناصر الخشب ذات جدر رقيقة وقد يحل محله تجويف الخشب ولا توجد أوعية Vessels



Waterweed (Elodea) hydrophytic Root cross section

الأوراق Leaves

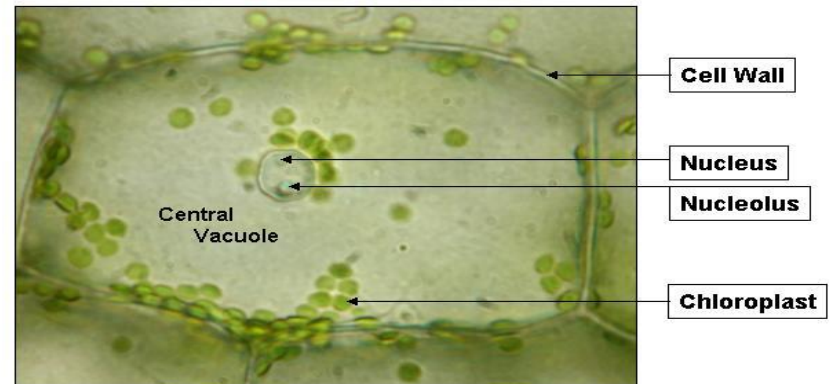
- البشرة ذات خلايا رقيقة الجدر خالية من الأدمة أو ضعيفة التكوين (رقيقة) تحتوي خلاياها على بلاستيدات خضراء.
- الثغور معدومة وإن وجدت تكون عديمة الوظيفة.
- النسيج الوسطي غير مميز ويحتوي غرف هوائية وخلايا بها بلاستيدات خضراء كثيرة.
- الحزم الوعائية صغيرة ومختزلة وعناصر الخشب ذات جدر رقيقة واللحاء جيد التكوين.
- في بعض النباتات المائية المغمورة يتكون النسيج الوسطي من طبقة واحدة مثل **Polomogalon** بينما في بعض منها يكون النسيج الوسطي متميز إلى عمادي وإسفنجي.



Waterweed (**Elodea**) hydrophytic leaf cross section

Elodea Leaf - Plant Cell

1,000 Magnification





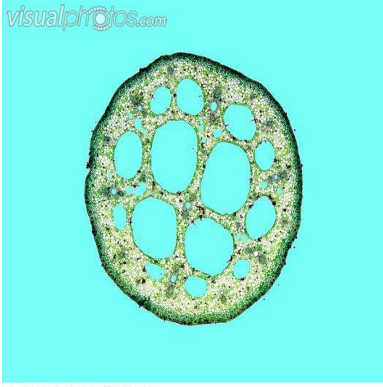
ثانياً : النباتات الطافية Floating Hydrophites

وهي النباتات المائية التي إما أن يكون أوراقها طافية على سطح الماء وجذورها مثبتة في التربة الغدقة. أو أن تكون حرة الطفو وغير مثبتة في قاع التربة أو ما تعرف بالعالقة : ومن صفاتها التشريحية مايلي:

الجذر Root

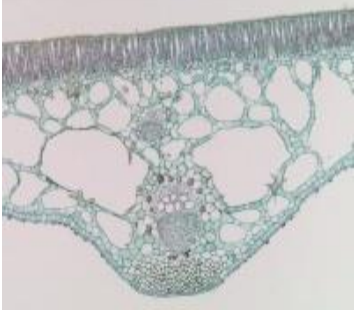
- الجذور ضعيفة التكوين أو غير موجودة وليس له قنسوة ولكن له جيب Pockets وغير متفرعة.
- الشعيرات الجذرية غير موجودة أو ضعيفة التكوين.
- البشرة ذات خلايا رقيقة الجدر وخالية من الأدمة أو رقيقة جداً.
- القشرة واسعة وبها غرف هوائية أو مسافات بينية.
- النسيج الدعامي قليل أو معدوم.
- العمود الوعائي مركزي وغير متميز والخشب ذو أوعية رقيقة الجدر وبعضها يكون الخشب جيد التكوين ولكن لا يوجد أوعية ويكون من قصبيات وبرنشيمة.
- لا يتكون كامبيوم بالجذر.
- في بعض الأجناس لا يوجد نسيج توصيلي على الإطلاق.

floating but rooted hydrophytes



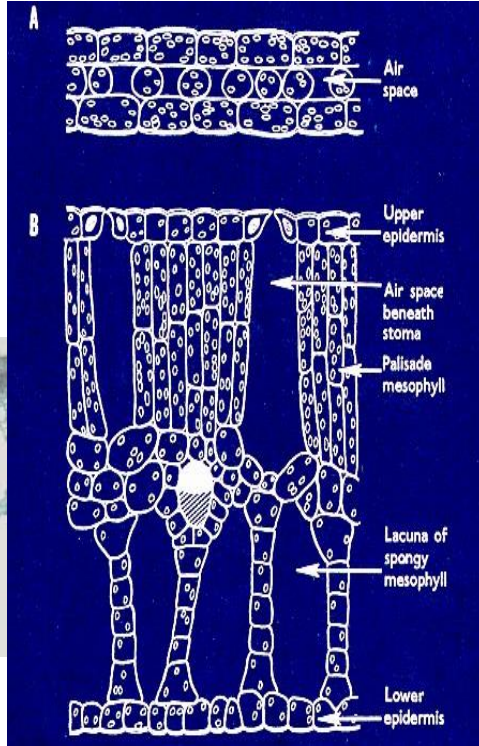
b725335 [RM] © www.visualphotos.com

Water-lily petiole
cross-section, light
micrograph



Nymphaea alba

Stem cross-section revealing carinal canals
Image posted

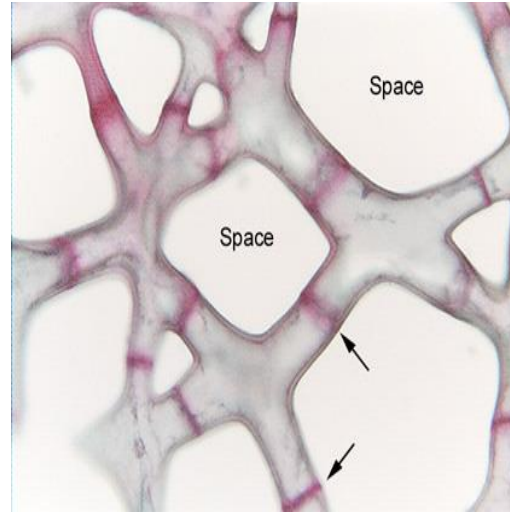


الساق Stem

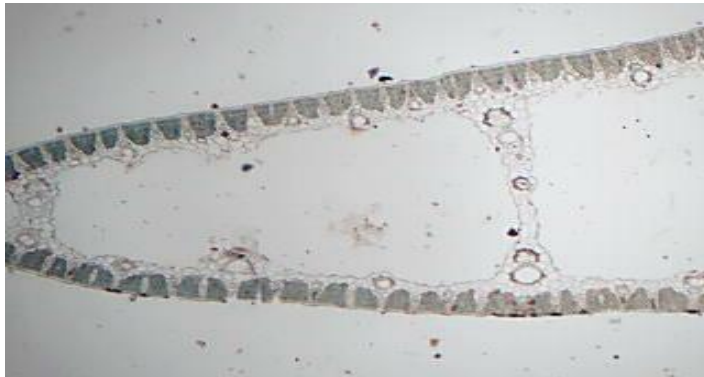
- الريزومة ذات بشرة جيدة التكوين وكذلك الطبقة تحت البشرة.
- النسيج الوعائي (الحزم الوعائية) منتشرة في القشرة التي تحتوي على غرف هوائية وخلايا حجرية نجمية كما في البشنين *Nymphaea*
- العناصر الوعائية ذات جدر رقيقة.
- لا يوجد كامبيوم بين اللحاء والخشب.
- اللحاء به أنابيب غربالية ضيقة قليلة.

الأوراق Leaves

- البشرة خالية من الأدمة أو بها أدمة رقيقة وفي بعض الأنواع يوجد طبقة شمعية فوق البشرة العليا.
- خلايا البشرة تحتوي على بلاستيدات خضر.
- الثغور على البشرة العليا للأوراق الطافية ومعدومة في بشرة الأوراق المغمورة.
- النسيج الوسطي غير متميز أو متميز إلى عمادي وإسفنجي وبه غرف هوائية وتحتوي خلاياه على بلاستيدات خضر. وبعضها فيها خلايا حجرية متفرعة.
- الحزم الوعائية غير متميزة ولا يمكن التفريق بين عناصر الخشب وعناصر اللحاء ولكن اللحاء عادة جيد التكوين.
- إنه في النباتات الطافية يلاحظ وجود نوعين من الأوراق :
• أوراق مغمورة وهذه رقيقة مجزأة.
- أوراق فوق سطح الماء وهذه ذات نصل كامل الحافة ولها أدمة جيدة التكوين (سمكة) والثغور توجد على السطح العلوي للأوراق.



floating but
rooted
hydrophytes



ثالثاً : النباتات البرمائية **Amphibious plants**

وهذه النباتات تعيش جزءاً منها في الماء والجزء الآخر في الهواء.
ومن صفاتها التشريحية ما يلي:

١ . الجذر **Root**

- البشرة ذات أدمة جيدة التكوين.
- الجذر جيد التكوين ويحتوي على قلنسوة.
- القشرة واسعة وتحتوي على غرف هوائية.
- الشعيرات الجذرية متميزة.
- وجود بشرة داخلية ودائرة محيطية.
- النسيج الوعائي جيد التكوين في نباتات المناطق الغدقة.
- يوجد نسيج اسكلرنشيمي جيد في نخاع الجذر كما في الديس

Typha

الساق **Stem**

- البشرة جيدة التكوين في الريزومة كما في الديس *Typha*.
- القشرة ذات نسيج هوائي (غرف هوائية) وقد تحتوي على ألياف.
- النسيج الوعائي جيد التكوين والخشب متميز عن اللحاء حيث تكون القصبات ذات جدر سميكة بالإضافة إلى وجود الأوعية.

الأوراق **Leaves**

هناك اختلافات كبيرة في التركيب الداخلي لأوراق النباتات البرمائية حيث أنها تحتوي على نوعين من الأوراق (أوراق مغمورة . أوراق هوائية)

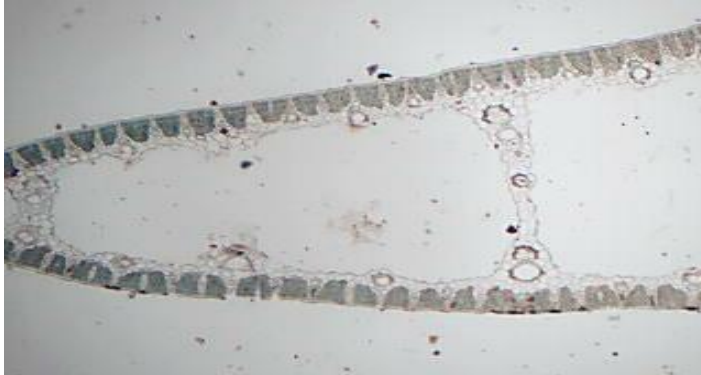
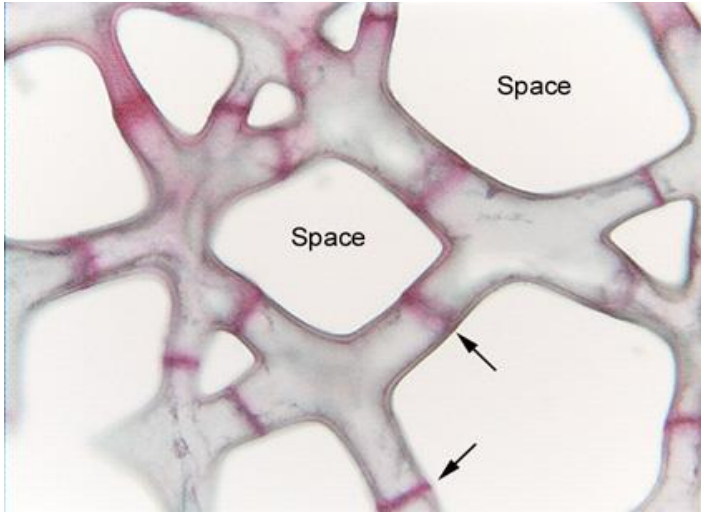


الصفات التشريحية للأوراق المغمورة:

- البشرة ضعيفة التكوين والأدمة رقيقة والثغور معدومة أي تشبه صفات بشرة النباتات المائية المغمورة.
- لا يوجد نسيج اسكلرنشيمي.
- النسيج الوسطي غير متميز إلى عمادي وإسفنجي.
- النسيج الوعائي غير مكتمل التكوين.

الصفات التشريحية للأوراق الهوائية: مثل الـ *Typha*

- البشرة ذات أدمة جيدة التكوين (سميكه) والثغور عادية وجيدة التكوين.
- وجود نسيج اسكلرنشيمي جيد التكوين.
- النسيج الوسطي متميز إلى عمادي وإسفنجي.
- وجود غرف هوائية يفصلها حواجز كل غرفة هوائية مملوءة بنسيج برنشيمي يعرف بالحاجب **Diaphragms** وحزم من الألياف.
- النسيج الوعائي جيد التكوين والخشب يحتوي على أوعية، كما أن اللحاء جيد التكوين.
- ويلاحظ أن نبات الـ *Typha* هو أفضل مثال على النباتات التي تعيش في بيئتين مختلفتين مائية وهوائية ولهذا فهي تحمل صفات النباتات المائية والنباتات الجرفافية (الصحراوية).





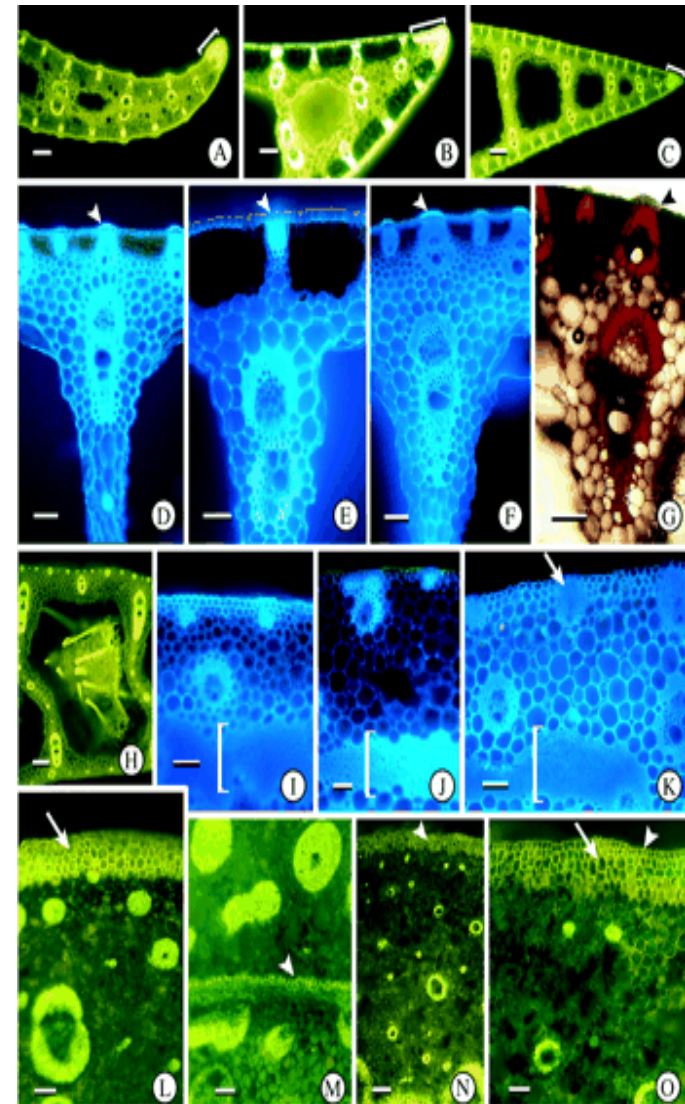
Banana plant is an amphibious plant that can grow either fully or partially submerged and although moderate lighting is recommended for optimal growth and health .

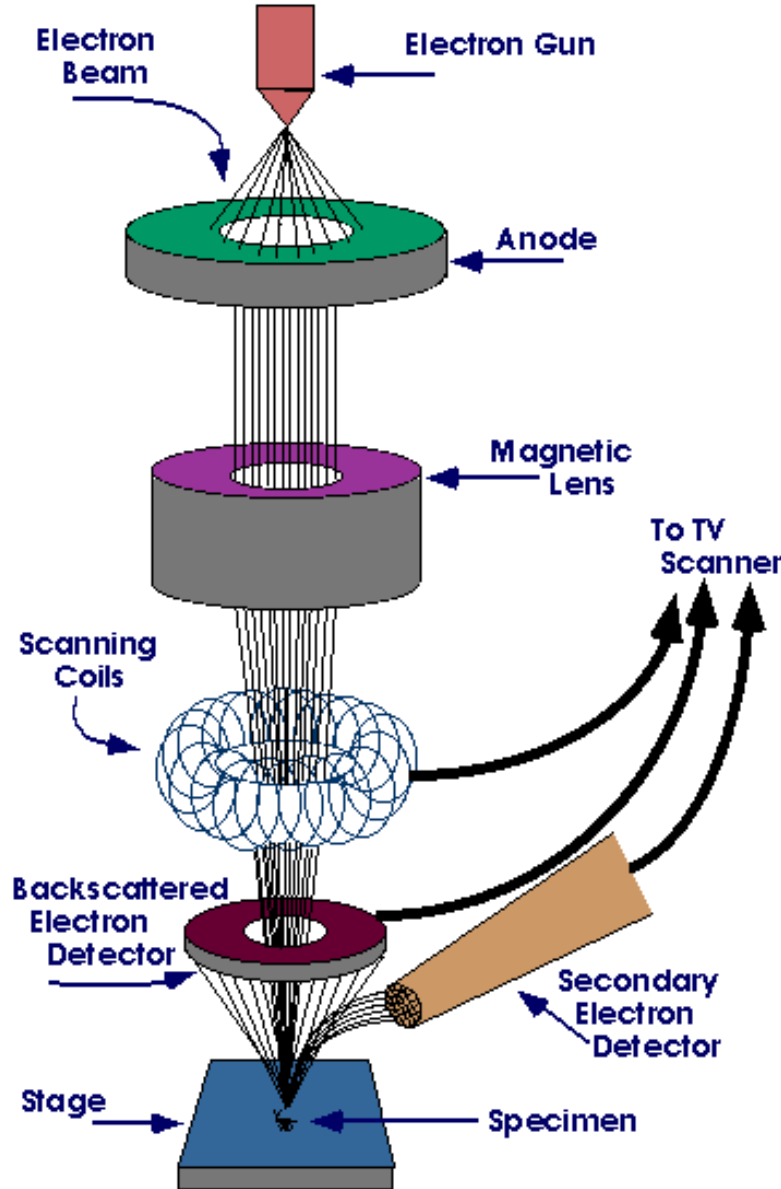


Protea madida is an amphibious plant: a plant that has both an aquatic and a terrestrial habit. They are primarily found in volcanic active regions around [Tonga](#) and tolerate high levels of phosphorus and heat. Protea madida are usually the first large plants to populate newly formed islands.

Fig. 1. Various *Typha* shoot organs in cross-section. Scale bars = 100 μ m.

A, *T. latifolia*, leaf margin illustrating curved shape and zone of fibres indicated by bracket. Berberine Aniline Blue. B, *T. angustifolia*, leaf margin illustrating wedge shape and zone of fibres at bracket. Berberine Aniline Blue. C, *T. glauca*, leaf margin showing typical narrow wedge shape, zone of fibres at bracket and I-beam zones of mesophyll with large vascular bundles between adaxial and abaxial epidermis. Berberine Aniline Blue. D, *T. latifolia*, leaf. Note enlarged epidermal cells and thickened cuticle (arrowhead). Unstained. E, *T. angustifolia*, leaf. Arrowhead indicating absence of enlarged epidermal cells above vascular bundles. Unstained. F, *T. glauca*, leaf. Enlarged epidermal cells and thickened cuticle at arrowhead. Fluorol Yellow. G, *T. glauca*, leaf. Note enlarged epidermal cells at arrowhead. Phloroglucinol. H, *T. glauca*, leaf sheath. Representative of all three species. Small areas of vasculature and lignified cells under surface; no thickened cuticle or enlarged epidermal cells. Epidermal region much like that of stalk. Berberine Aniline Blue. I, *T. latifolia*, fertile stalk. Bracket indicates band of fibres. Fluorol Yellow. J, *T. angustifolia*, fertile stalk. Band of fibres at bracket. Fluorol Yellow. K, *T. glauca*, fertile stalk. Bracket indicates band of fibres. Arrow indicates larger outer bundles characteristic of *T. glauca*. Fluorol Yellow. L, *T. angustifolia*, sterile stalk base. Note multiseriate hypodermis (arrow) and absence of band of fibres. Berberine Aniline Blue. M, *T. angustifolia*, sterile stalk base. Endodermis at arrowhead. Berberine Aniline Blue. N, *T. latifolia*, fertile stalk base. Multiseriate hypodermis present (arrowhead). Note absence of endodermis. Berberine Aniline Blue. O, *T. latifolia*, fertile stalk base. Epidermis (arrowhead) and hypodermis (arrow). Berberine Aniline Blue.





Scanning Electron Microscope (SEM)

المجهر الإلكتروني الماسح : Scanning electron microscope

المجهر الإلكتروني الماسح هو أفضل طريقة مباشرة لإعطاء أفضل النتائج المجهرية بالنسبة للأسطح النباتية ، ويعتبر الأفضل في الاستخدام، ويزود بالمعلومات الطبوغرافية، ويظهر الصورة بالمظهر الطبيعي للأسطح النباتية. إن للمجهر الإلكتروني الماسح الحديث قوة تمييز

Resolving power (Resolution) تصل إلى

١٠ نانوميتر فيما يتعلق بالعينات البيولوجية مقارنة بـ ٢

نانوميتر بالنسبة للمجهر الإلكتروني النافذ و ٢٥٠

نانوميتر بالنسبة للمجهر الضوئي. والمجهر الإلكتروني

الماسح يمكن أن يستخدم لفحص أي عينة لمساح صغير (

أقل من ١ سم^٣) ، جاف وقوي . إن المواد غير الصلبة

يحتمل أن توصل الشعاع الإلكتروني مما يؤدي إلى

إنحراف شعاعي وتشويه الصورة . وهذا يمكن التغلب

عليه بواسطة تغليف العينة بطبقة رقيقة من الكربون أو من

الذهب أو سبيكة من الذهب و البليديوم . وهذه الوسائل قد

اقتبست مباشرة من المجهر الإلكتروني النافذ والذي يوصل

الشحنة للأرض بواسطة مدى العينة وأن عينات النباتات

الرقيقة عادة ما يتم تجفيفها بطريقة تجفيف **النقطة الحرجة**

Critical point وحيث يتم أولاً تثبيت العينات

وتجفيفها في مجموعة من الماء/ الكحول ويتم استبدال

الكحول بالأسيتون ، أو أسيت الإميل أو فريون ١١٣ .

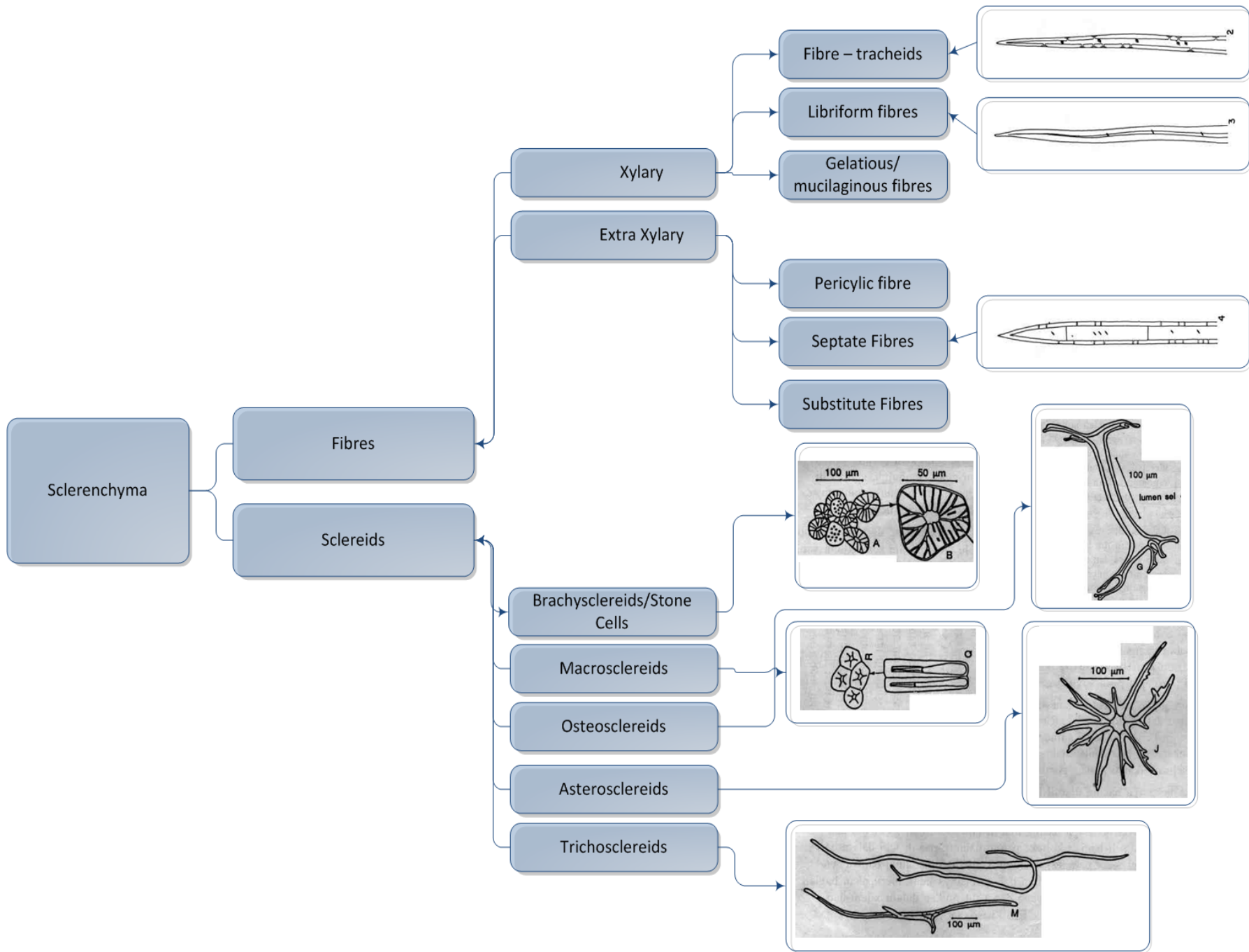


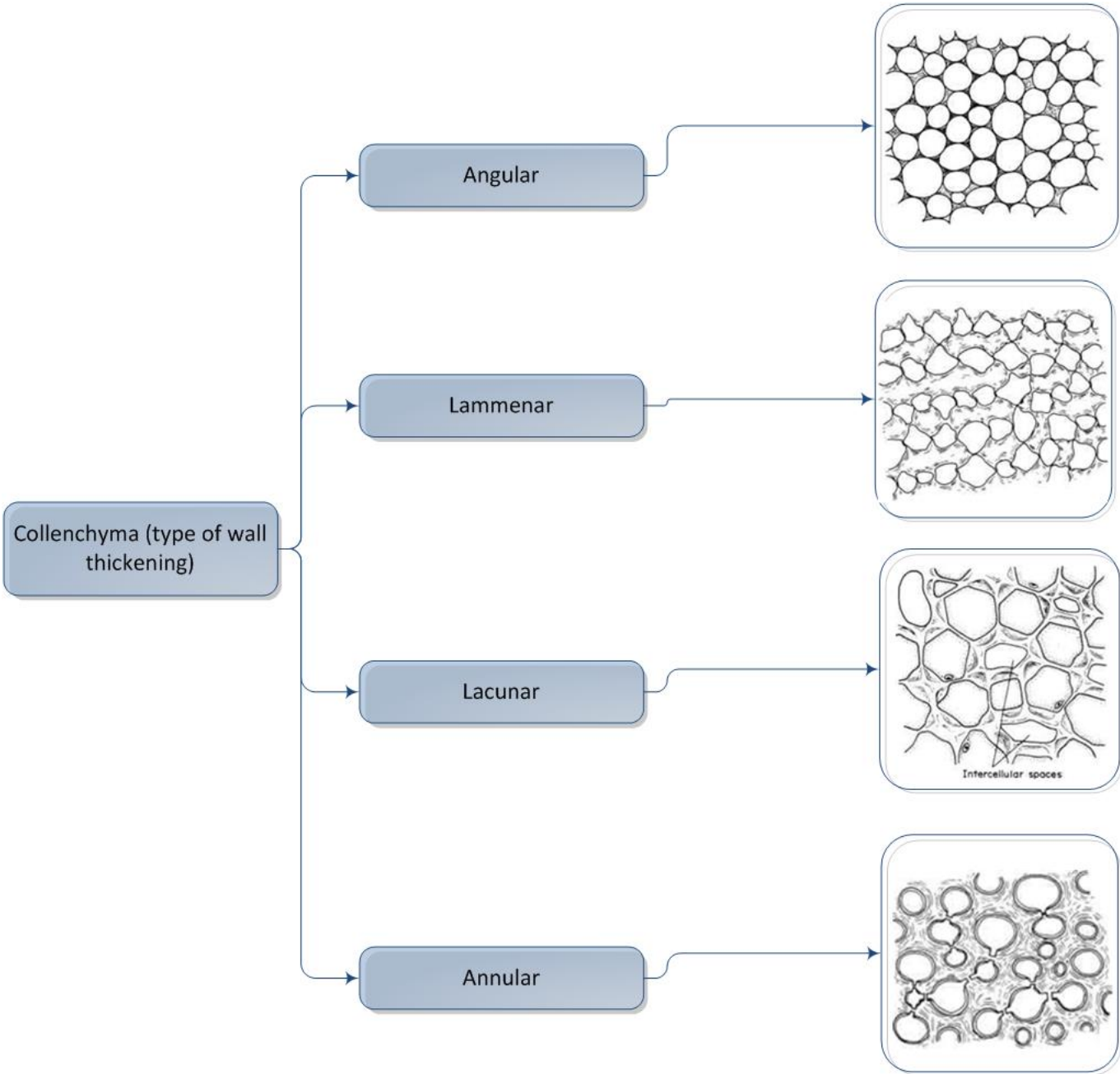
بعد ذلك تتم عملية إبدال المادة المذيبة بسائل ثاني أكسيد الكربون في قاذفة ضغطية وأخيراً يتم قفل القاذفة الضغطية ويتم رفع درجة حرارتها إلى النقطة الحرجة (٣١ درجة مئوية) والتي تجعل ثاني أكسيد الكربون يخضع إلى تغير فيزيائي من سائل إلى غاز وبنفس الحجم ويمكن طرد ثاني أكسيد الكربون وبالتالي فإن العينة يتم تجفيفها دون أن تمر بمرحلة الحالة الغازية/السائلة . وسيلة التجفيف بالنقطة الحرجة تعطي نتائج ممتازة مع كثير من الأنسجة ولكن المواد المذيبة المستخدمة ربما تؤدي إلى إنصهار الشمع النباتي في طبقة فوق الأدمة , وأفضل النتائج دائماً يتم الحصول عليها إذا تم وضع السطح النباتي وهو في حالة أنسجة طازجة لم يتم معاملتها ويتم فحصها في الحال باستخدام شعاع منخفض الفولتية لتخفيض عملية الشحن الكهربائي أو بصورة واضحة يتم تغليفها بالذهب في جهاز رشاش . وسرعة العملية وتدوين الملاحظات مهمة جداً لأن العينات لا يمكن تخزينها . والأنسجة الرقيقة مثل بتلات الزهرة والتي يتطلب فحصها في حاله غير معالجة يمكن تجميدها في النيتروجين السائل وتتم مشاهدتها وهي لازالت مجمدة في حالة عينة منخفضة درجة الحرارة . وهذه الطريقة رغم أنها تتطلب تقنية معينة ولكنها تعطي نتائج قياسية عالية لحفظ الأنسجة دون التعرض إلى مواد التجفيف والإذابة الصناعية .

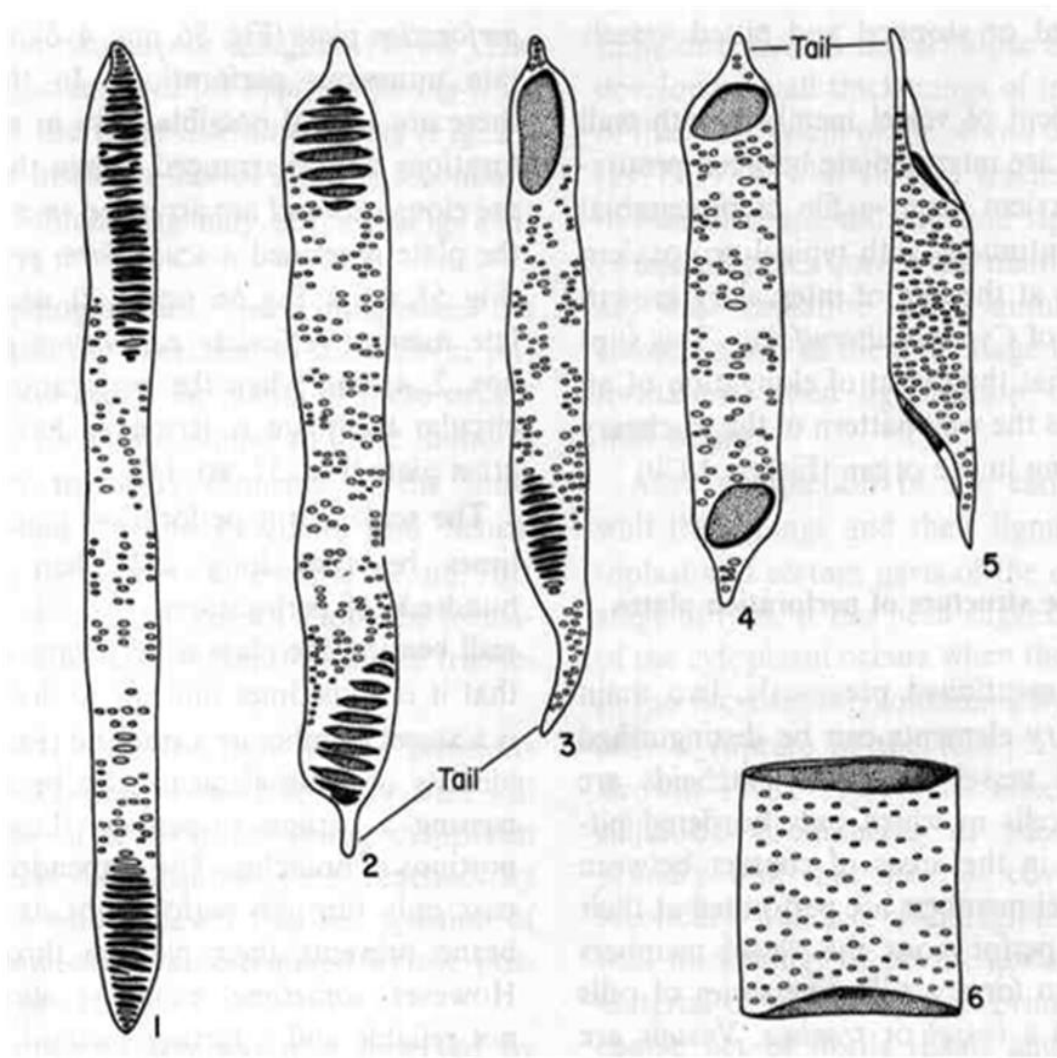
Scanning Electron Microscope (SEM)

ومواد النباتات الجافة : البذور , وحبوب اللقاح أو الخشب والتي لا تؤدي إلى أي مشاكل خاصة في عملية التجفيف يمكن فحصها مغلفة أو بدون تغليف حسب الرغبة. وشعاع المجهر الإلكتروني الماسح يؤدي إلى انطلاق أشعة (X) من العينة والتي تكون دلالة على العنصر الذي يقوم بتوزيع عنصر ما في المنطقة بوساطة سبكتروميتر أشعة (X) والذي يقوم بتوزيع عنصر ما في المنطقة المتاحة للعينة . ووسيلة التصوير المجهرية بوساطة اطلاق أشعة (X) قد استخدم للكشف عن ترسيب مادة السليكا في أنسجة الكثير من الأسطح النباتية مثل نبات ذيل الحصان ونبات الأرز وبعض الحبوب وكذلك بعض البذور والثمار.

ويمكن استخدام وسائل متعددة لتقديم أنواع مختلفة من المعلومات عن نفس المنطقة المعرضة والمفحوصة من العينة . ولأن صورة العينة بالمجهر الإلكتروني الماسح تعبر عن مجموعة من المعلومات تؤدي إلى معرفة الأشياء , عدها وقياسها ومن السهل تسجيل الصورة باستخدام مسجلات الفيديو وتهيئتها للتحليل اللاحق بالحاسب الآلي .







Dicotyledonous vessel members.

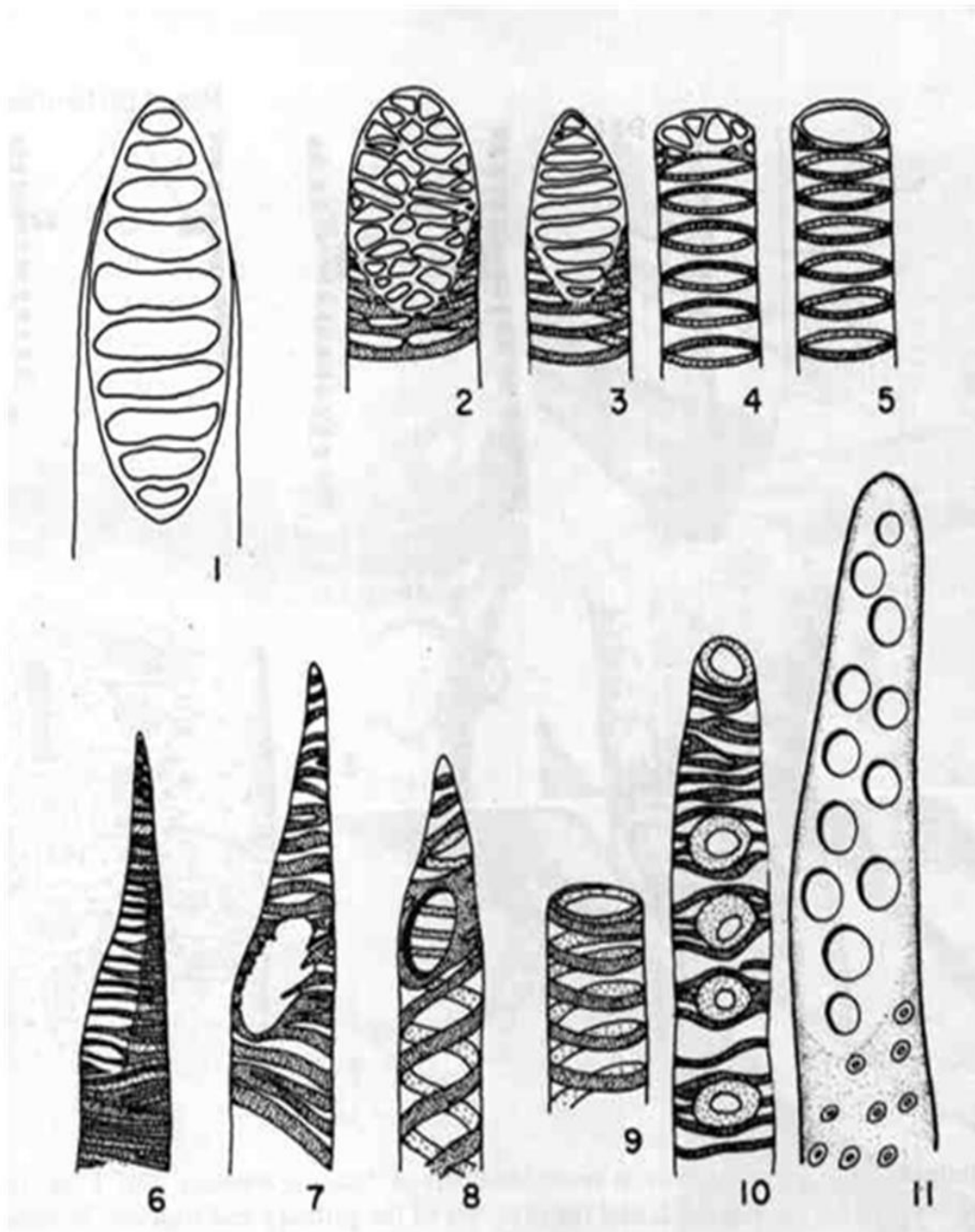
1 and 2, Vessel members in which the perforation plates at both ends are scalariform.

3, Vessel member with one scalariform and one simple perforation plate.

4-6, Vessel members with simple perforation plates.

"Tails", the narrow elongated tips of the vessel members, can be seen in nos. 2-5.

(Adapted from I. W. Bailey.)



Perforation plates of vessel members in the primary xylem of monocotyledons.

1, Scalariform perforation plate from the stem of *Phoenix dactylifera*.
x 70.

2, Reticulate perforation plate from the root of *Hymenocallis caribaea*.
x 200.

3-5, Vessel members from the stem of *Rhoeo discolor*, x 150.

3, Scalariform perforation plate of a helically thickened vessel member.

4, Reticulate perforation plate of an annularly thickened vessel member.

5, Simple perforation plate.

6-9, Ends of vessel members with helical thickening from dicotyledonous primary xylem.

6, Scalariform perforation plate.

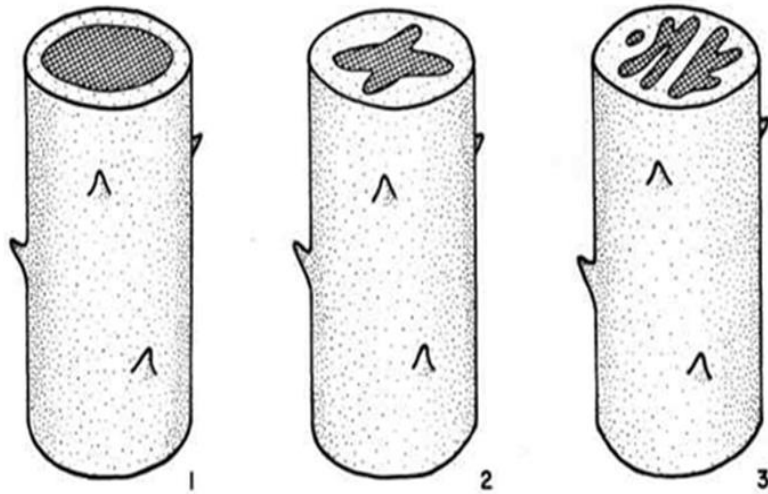
7, Transitional form between a scalariform and simple perforation plate.

8 and 9, Simple perforation plates.

10, Tracheid of *Gnetum* with helical thickening and circular bordered pits.

11, Vessel member end of *Ephedra* with a foraminous perforation plate.

(Nos. 1-5 adapted from Cheadle, 1953; nos. 6-10 adapted from Bailey, 1944.)



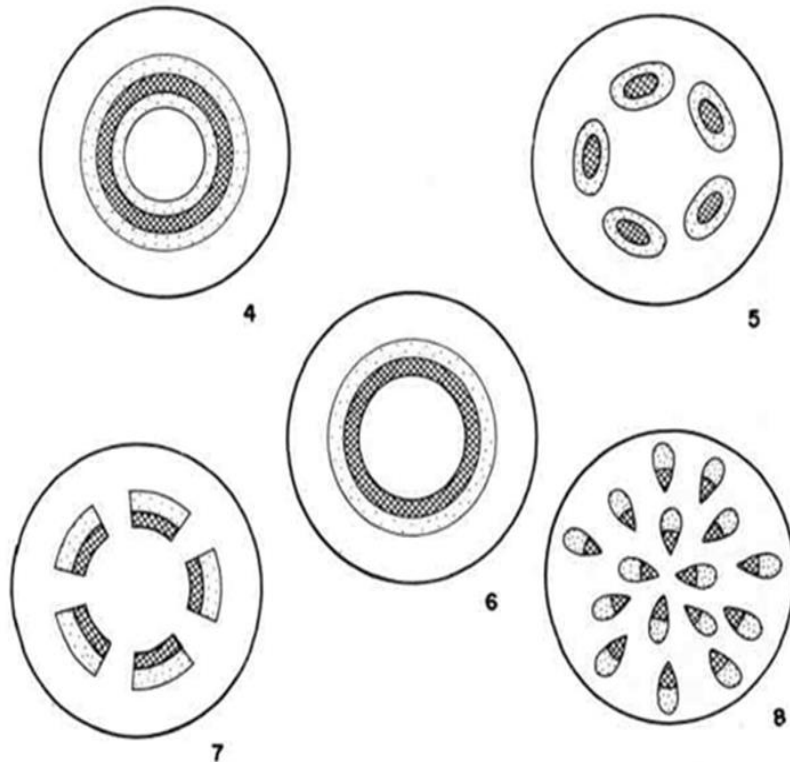
Three-dimensional diagrams of different types of protosteles.

The diagrams represent the stele alone without the cortex and epidermis. The microphylls appear in those positions where there are protuberances on the surface of the stele.

1, Haplostele.

2, Actinosteles.

3, Plectosteles.



Diagrams of cross-sections of stems with siphonosteles showing different stages in evolutionary development.

4, Amphiphloic siphonostele (solenostele).

5, Dictyostele.

6, Ectophloic siphonostele.

7, Eustele.

8, Atactostele.

Xylem—hatched; phloem—stippled.

- وجود لحاء بأنابيب غربالية متخصصة ذات خلايا مرافقة أكثر من خليتين تعتبر صفة متقدمة عن لحاء بأنابيب غربالية ذات خلية مرافقة لكل أنبوب غربالي.
 - لحاء النباتات كاسيات البذور البدائية يحتوى على كمية كبيرة من برنشيمة اللحاء بينما اللحاء قليل البرنشيمة أو التي لا توجد فيه برنشيمة ولكن كثير الألياف يعتبر أكثر رقيقاً وتطوراً.
 - النباتات التي تحتوي على لحاء داخلي في الحزم الوعائية الوعائية Bicolateral v.b (أي ثنائية الجانب) تعتبر أكثر رقيقاً من النباتات التي لها لحاء خارجي (أي جانبية الحزم) . Lateral. v. b. - الفصيلة القرعية - العلاقية وغيرها.
 - الخشب الطبقي صفة أكثر تقدماً من الخشب غير الطبقي.
 - الثغور عديمة الخلايا المساعدة أكثر تقدماً (صفة تقدمية) من أنواع الثغور الأخرى.
 - العقد الساقية ذات الفراغات الثلاثية أو أكثر تكون أكثر بدائية من العقد التي تحتوي على فراغ واحد ومسار ورقي واحد.
 - الساق ذات الحزم الوعائية المنتشرة أكثر تطوراً رقيقاً من الساق ذات الحزم الوعائية المنتظمة في حلقة واحدة. منفصلة أو متصلة.
- إن معظم هذه الاتجاهات (النزعات) العرقية استخلصت من دراسات للعديد من علماء النبات منذ أوائل القرن العشرين وحتى الآن والتي وجدت إما في نباتات حفزية أو نتيجة مقارنات للصفات الشكلية الخارجية أو الدراسات التطورية لمعظم النباتات الوعائية أو استخدام طرق المشاركة، والعلاقات والاستثناءات والتتابعات التي سجلت في كتاب Foster 1930-31 .

- في النباتات كاسيات البذور اعتبر أن التطور يكون بالقصيبات ذات التنقير السلمي إلى القصيبات ذات التنقير الدائري.
- أن القصيبات الليفية والألياف المدببة المقسمة عبارة عن صفة تخصصية. وليست صلة قرب أو مصاهرة.
- أن الأوعية الفردية أقل تقدماً من الأوعية المتجمعة سواء على هيئة نجمية أو متعددة أو على هيئة صفوف متوازية.
- أن الخشب المسامي المنتشر أكثر بدائية من الخشب المسامي الحلقي.
- أن الأوعية الخشبية ذات الجدر الرقيقة أكثر بدائية من الأوعية الخشبية ذات الجدر السمكة.
- الأوعية الطويلة الضيقة والمضلعة في القطاع العرضي أكثر بدائية من الأوعية القصيرة الواسعة والدائرية.
- الأوعية ذات الثقيب السلمي (عدد من الثقوب) صفة بدائية أكثر من الأوعية ذات الثقيب البسيط (ثقب واحد).
- كما أنه في الأوعية ذات الثقيب السلمي الأوعية ذات الثقوب الكثيرة الضيقة أكثر بدائية من الأوعية ذات الثقوب الواسعة.
- الأوعية ذات النهايات المائلة أكثر بدائية من الأوعية ذات النهايات العرضية.

•التنقيير المتبادل في الأوعية أكثر تقدماً (صفة تقديمية) من التنقيير المتقابل والسلمي وهو أقلها رقياً.

•التغلظ الحلزوني في الأوعية يعتبر صفة تخصصية.

•الأشعة المتجانسة (مكونة من نوع واحد من الخلايا المتشابهة) صفة تقديمية أكثر من الأشعة غير المتجانسة (التي تتكون من نوعين أو أكثر من الخلايا غير المتشابهة).

•البرنشيمة المنتشرة للخشب أكثر بدائية من أنواع البرنشيمة الأخرى.

يعاني اللحاء سلسلة من التطورات كما يحدث في مثيله الخشب فالفصائل ذات الخشب المتقدم تميل إلى امتلاكها لحاءاً متخصصاً أي أن تخصص الخشب واللحاء يسيران معاً جنباً إلى جنب. فالعناصر الغربالية البدائية في كاسيات البذور تكون طويلة وضيقة وذات مساحات غربالية لها ثقب ضيقة وعلى امتداد العنصر الغربالي، ولها نهايات جدر عرضية مائلة وهذه يقال بأنها تتحول إلى عناصر غربالية قصيرة وذات نهايات (جدر) عرضية أفقية. وفي العناصر الغربالية المتقدمة المساحات الغربالية تكون متخصصة وتقع في الجدر العرضية وذات ثقب واسعة بينما تقل المساحات الغربالية في الجدر الجانبية أو تكون نادرة في الأنابيب الغربالية المتقدمة. وتعتبر هذه صفة متقدمة جداً بالأخص عندما تكون عبارة عن صفائح غربالية بسيطة والعناصر متصلة مع بعض عن طريق جدر عرضية أفقية. أي أن النهايات غير مترابطة فوق بعضها.