التركيب الداخلي للجذر Internal structure of Root

Radical → root system → Tap root system (Dicot+ Gymnosperms)
→ Adventitious root system (monocot)

Tap root system: يتكون جذر رئيسي وهو الـ primary root حيث ينبت عمودياً في التربة ويتعمق فيها ومنه تنشأ الجذور الجانبية. اما الـ Adventitious root system فتنشأ بعد موت الجذر الابتدائي وغالباً لا تخترق التربة بعمق كالجذور الليفية Fibrous root.

وظائف الجذور: التثبيت –الامتصاص– النقل– التدعيم كما في حالة الجذور الدعامية prop root.

يعتبر التركيب الداخلي للجذور ابسط من السيقان (لماذا؟) لعدم وجود العقد والسلاميات والاوراق والبراعم كما ان الجذر يتميز بوجود القلنسوة calyptra والتي تعمل على حماية طرف الجذر من الاحتكاك بدقائق التربة وهذه اي القلنسوة root cap توجد في جميع الجذور عدا:

1- جذور النباتات المتطفلة parasitic plants.
2- الجذور الهوائية Aerial roots
3- جذور النباتات ذات التركيب الجذر فطريات mycorrhiza: وهي فطريات توجد على الجذور وتمنع تكوين الشعيرات الجذرية حيث تعيش بصورة تعايشية symbiotic وقد تكون خارجية ectotrophic او داخلية endotrophic.
4- توجد بحالة اثرية في بعض النباتات المائية

الفروقات بين الجذر والساق

الجذر Root	الساق Stem
1- يحمل شعيرات وحيدة الخلية رقيقة الجدران	**1- يحمل شعيرات وحيدة الخلية او متعددة الخلايا ذات كيوتكل**
2- تخلو البشرة من الكيوتكل والثغور	**2- الكيوتكل والثغور موجودة.**
3- البشرة تختص بعملية الامتصاص	**3- البشرة تختص بحماية النبات**
4- القشرة واسعة	**4- القشرة ضيقة**
5- الطبقة الخارجية من القشرة exodermis تقوم بوظيفة الحماية احياناً	**5- الطبقة الخارجية من القشرة hypordermis ربما تكون ذات طبيعة كولنكيمية او سكلرنكيمية تختص بحماية النبات**
6- القشرة الداخلية endodermis على العموم تكون متميزة وذات جدران قطرية سميكة حيث تكون طبقة غير منفذة للماء حول الاسطوانة stele (العمود الخشبي)	**6- الـ endodermis متميزة او غير متميزة وخلاياها على العموم تحمل مادة نشوية وتعرف بالغلاف النشوي starch sheath**
7- الـ stele من نوع الـ actinostele	

8- خلايا المرور passage cells موجودة	7- الـ stele من النوع atactostele او siphonostele
9- الدائرة المحيطية مكونة من طبقة واحدة خلاياها بارنكيمية رقيقة الجدران	8- خلايا المرور مفقودة
10- الحزم الوعائية قطرية Radial اي ان الخشب واللحاء على انصاف اقطار متبادلة	9- الدائرة المحيطية متعددة الطبقات وتحتوي سكلرنكيمي او تتكون من سكلرنكيمي وبارنكيما
11- الخشب exarch اي ان الـ protex خارجي	10- الحزم الوعائية من النوع collateral او Bicoll مغلقة او مفتوحة
12- الفروع الجانبية ذات منشأ داخلي endogenous	11- الخشب endorch اي ان الـ protx داخلي
	12- الفروع الجانبية ذات منشأ خارجي exogenous

المناطق الداخلية للجذر (التركيب الاولي او الابتدائي Primary structure)

1- البشرة Epidermis: مميزاتها

1- عدم وجود الكيوتكل، غير ان البعض يشير الى وجود طبقة رقيقة من الكيوتكل احياناً وفي حالة البشرة المستديمة ربما تتكون او تتسوبر جدران الخلايا.

1- تتكون البشرة من صف واحد من الخلايا uniseriate وقد تكون متعددة multiseriate كما في طبقة الفيلامين او البرقع Velamen في الجذور الهوائية للاراكيد Orchids من العائلة السحلبية Orchidaceae وكذلك بعض نباتات العائلة القلقاسية Araceae التي تعيش على النباتات الاخرى epiphyte حيث تمتلئ بالماء في حالة الجو الرطب وبالهواء في حالة الجو الجاف وتكون متثخنة الجدران والتغلظ شبكي- حلزوني او شبكي او منقر والخلايا وظيفتها الحماية

2- تمتاز بوجود الشعيرات الجذرية root hairs: تنشأ الشعيرات الجذرية كنتوءات من جدران خلايا البشرة غير انه في بعض النباتات هناك خلايا خاصة في البشرة تسمى trichoblasts or piliperous cells اي خلايا وبرية يمكن ان تكون الشعيرات الجذرية وتمتاز بكونها صغيرة حيث تنشأ من انقسامات غير متساوية لخلايا البشرة. (معظم النباتات المائية جذورها خالية من الشعيرات الجذرية غير انها تتكون عندما تنقل الى التربة). يتضح بان هناك انواع من خلايا البشرة مختصة بتكون الشعيرات وانواع اخرى جميع خلاياها لها القابلية على تكوين الشعيرات. في الجنس *Citrus* لوحظ احياناً تكون الشعيرات الجذرية من طبقة تقع تحت البشرة. ان المنطقة التي تذوي فيها الشعيرات قد تتحول خلايا البشرة الى exodermis كما في البشرة الدائمية للنبات التي لا يحدث فيه تغلظ ثانوي ولكن على الاغلب تتحول خلايا القشرة الخارجية الى exodermis. **جدار الشعيرة الانبوبي يتكون من (pictic substances+ callose+ polyscharides+ cellulose).**

2-القشرة :cortex مميزاتها:

1- القشرة: تمتاز بكونها متجانسة الخلايا وبسيطة غير انها تحتوي على انواع مختلفة من الخلايا كما ان درجة تميزها تعتمد على الفترة التي تبقى فيها. ففي النباتات التي تعاني من النمو الثانوي حيث تسقط القشرة مبكراً فتكون القشرة من الخلايا البارنكيمية بشكل رئيسي. اما الجذور التي تحتفظ بقشرتها كما في ذوات الفلقة قد تكون بالاضافة الى البارنكيمي خلايا سكلرنكيمي.

2- في الجذور التي تنمو تتميز الطبقة الداخلية من القشرة الى قشرة داخلية endodermis (تحتوي جدرانها القطرية والمستعرضة على شريط كاسبار casparian strip وهو جزء من الجدار الابتدائي).

3- تمتاز قشرة الجذور وكذلك السيقان الارضية كالرايزومات بسعة القشرة مقارنة بالسيقان وذلك لتمركز انسجة الخشب في المركز بعيداً عن المؤثرات الخارجية.

4- الجذور على الاغلب تكون طبقة قشرة خارجية exodermis وهي طبقة خاصة تقع تحت البشرة او الفيلامين وهي تشبة القشرة الى حد كبير من حيث التركيب والوظيفة وتوجد في عاريات ومغطاة البذور ويقل وجودها في النباتات الوعائية الواطئة، لكنها توجد في ذوات الفلقة الواحدة بطبقة مستمرة تقريباً وقد تتسوبرخلايا القشرة الخارجية لتصبح القشرة الخارجية مكونة من عدة طبقات وتختلف عن الفلين باحتواء جدرانها على نقر غير موجودة في جدران الفلين, وتحتوي على خلايا غير مسوبرة تعتبر خلايا مرور passage cell .

5- تمتاز ايضاً بوجود مسافات بينية واضحة وهذه قد تكون كبيرة مكونة aerenchyma كما هو الحال في النباتات التي تنمو في المناطق الرطبة كالرز.

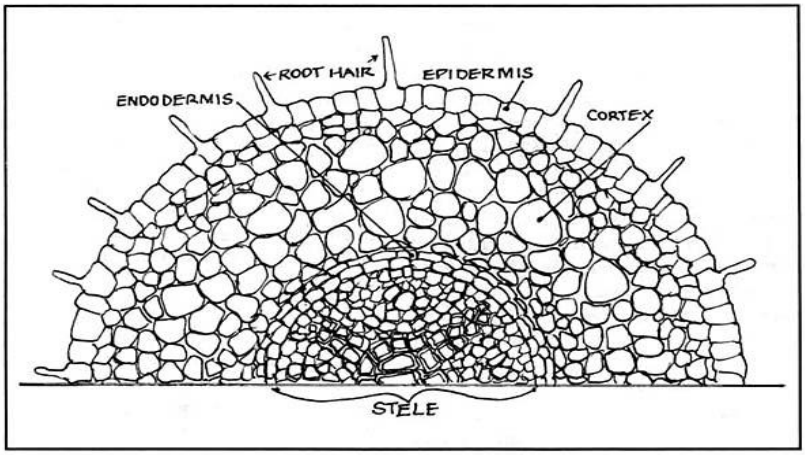
6- البلاستيدات عادة مفقودة غير ان النشا موجود، غير انها قد توجد او تتكون في الجذور المعرضة للهواء.

7- قد تحتوي على خلايا افرازية idioblast

8- تخلو القشرة في الجذور من الخلايا الكولنكيمية ولكنها قد تحتوي على الالياف كنسيج دعامي.

9- في منطقة الشعيرات الجذرية تتكون القشرة من خلايا بارنكيمية فقط (لماذا؟).

10-قد تقوم بمهمة التخزين كمهمة اساسية لذا تكون القشرة لحمية وسميكة.



القشرة الداخلية Endodermis:

1- وهي الصف الاخير من خلايا القشرة وتليها الدائرة المحيطية وتمتاز بوضوحها في الجذور خلافاً لما هي عليه في الساق.

2- تختفي بعد حصول التغلظ الثانوي على الاغلب

3- في مناطق الامتصاص يحيط بالجدران القطرية والمستعرضة شريط كاسبار **casparian strip** (وهو مكون من مادة اللكنين او السيوبرين او كليهما) وهذا الشريط يعتبر جزء من الجدار الابتدائي لانه يتخلل الى الصفحة الوسطى ويلتصق به البرتوبلاست.

4- يمتاز شريط كاسبار بكونه غير منفذ للماء والمواد الاولية او الغذاء.

تقسم الاندوديرمس Endodermis الى نوعين هما:

1- **الاندوديرمس الابتدائية primary Endodermis:** تمتاز برقة جدرانها حيث يمتد شريط كاسبار حول الجدران القطرية والمستعرضة ويوجد هذا النوع من القشرة الداخلية في التريديات وبعض ذوات الفلقتين وهذا النوع من الاندوديرمس هو الاكثر شيوعا.

2- **القشرة الداخلية الثانوية secondary endodermis:** تتغلظ الجدران الداخلية المماسية والجدران القطرية حيث يترسب السيوبرين على الجدران الابتدائية بما في ذلك الاشرطة الكسبارية، احياناً تتغلظ جميع الجدران، وفي حالة وجود هذا النوع من القشرة تبقى خلايا خاصة تدعى بخلايا العبور او المرور passage cells، وهي خلايا رقيقة الجدران توجد في القشرة الخارجية او الداخلية عندما تكون خلايا القشرتين متثخنة بجدران ثانوية وتقع مقابل اذرع الخشب وتكون كثيرة التنقر وهذه التسمية تستند على افتراض ان هذه الخلايا تسمح بمرور المواد بين القشرة والاسطوانة الوعائية في هذا النوع من القشرة اي القشرة الداخلية الثانوية يضاف السيوبرين بحيث يغطي كل الجدار وبهذا فان شريط كاسبار سوف يفصل من

السايتوبلازم ثم طبقة سميكة من السليلوز فوق طبقة السيوبرين واحياناً يتلكنن هذا الجدار لذا فان الشريط لا يمكن تميزه ويوصف الجدار بانه ثانوي. توجد هذه القشرة في ذوات الفلقة الواحدة وبعض ذوات الفلقتين.

القشرة الخارجية Exodermis:

غالباً ما تتميز طبقة واحدة او أكثر من طبقات القشرة التي تقع تحت البشرة subepidermal cortical layers في الجذر الى نسيج يحمي النبات او نسيج واقي يحتوي على مادة السيوبرين في جدرانه. بعض الباحثين يطلق على هذه الطبقة hypodermis لكل من الجذر والساق غير ان البعض يستخدم الاصطلاح exodermis لهذه الطبقة في الجذر. الـ exodermis تشبه الـ endodermis من الناحية التركيبية، ربما تحتوي على شريط كاسبار غير انها تحتوي على صفيحة من السيوبرين على الجبهة الداخلية للجدار الابتدائي وعادة يترسب عليها طبقات من السليلوز وبهذا سوف يتثخن الجدار ثم يتلكنن ويظهر ان هذه الخلايا تحتفظ بالبروتوبلاست. ان القشرة الخارجية قد تتكون من طبقة من الخلايا الى عدة طبقات وقد تكون مصحوبة بسكلرنكيما. ان القشرة الخارجية اما تتكون من خلايا طويلة مسوبرة كما في النجيليات والكتان والخس او تتكون من خلايا قصيرة وغير مسوبرة كما في البصل. *Allium cepa*.

3- الاسطوانة الوعائية Vascular Cylinder

وهي الجزء المركزي من الجذر vascular cylinder= vascular system+ associated parenchyma وتكون محدودة بطبقة الدائرة المحيطية.

الدائرة المحيطية pericycle: وتمتاز بكونها:

1- وتتكون من طبقة واحدة او اثنين ونادراً اكثر من طبقتين كما في الصبير *Opuntra*.

2- الدائرة المحيطية قد تكون مستمرة او متقطعة في حالة وصول اذرع الخشب الى الاندودرمس.

3- خلايا الدائرة المحيطية اما ان تتكون من خلايا بارنكيمية او خلايا بارنكيمية مع خلايا سكلرنكيمية واحياناً بعض عناصر الخشب الاول protoxylem

4- قد تتكون من عدة طبقات مقابل اللحاء وطبقة واحدة مقابل اذرع الخشب.

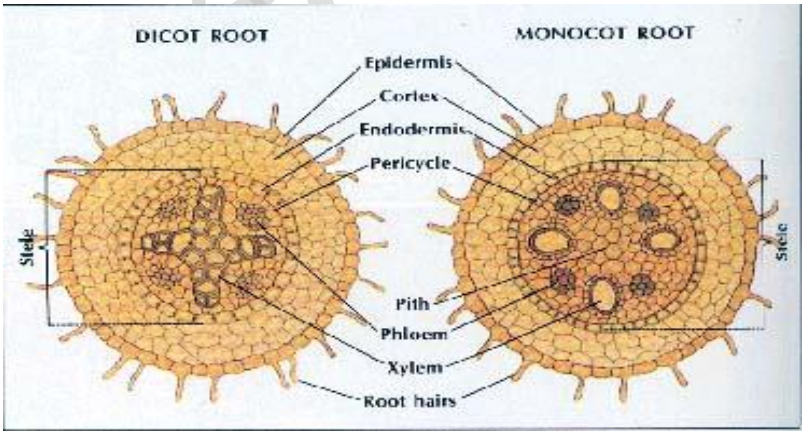
5- تفقد تميزها وتتحول الى خلايا مرستيمية (كامبيوم فليني وجذور جانبية وجزء من الكامبيوم الوعائي)

6- تحتوي على قنوات افرازية كما في جذور نباتات العائلة المظلية umbelliferae

7- قد تتغلظ بمادة اللكنين او السبورين في الجذور المسنة لذوات الفلقة الواحدة.

الانسجة الوعائية Vascular tissues

يقع كل من الخشب واللحاء في الجذر الابتدائي على انصاف اقطار متبادلة، فاللحاء يكون على شكل اشرطة قرب محيط الاسطوانة الوعائية تحت الدائرة المحيطية، اما الخشب فاما ان يكون بشكل اشرطة تتبادل مع اشرطة اللحاء او يحتل المركز وتنشأ منه اجزاء شبيه بالاشرطة، فقد يحتل الخشب المركز او قد يترك مجالاً ضيقاً للب، ويفصل نسيج بارنكيمي بين الخشب واللحاء. اما في ذوات الفلقة الواحدة فيكون اللب واسعاً. بالنسبة للخشب يكون موقع الخشب الاول الى الخارج اي Exarch، يختلف عدد اذرع الخشب باختلاف المجموعات النباتية ففي ذوات الفلقتين يتراوح عدد الاذرع ما بين 2-8 (-11 او -12)، اما في ذوات الفلقة الواحدة فتتراوح عدد الاذرع ما بين 15-20 وقد يكون عدد الاذرع ثابت او متغير ويسمى الجذر استناداً الى عدد الاذرع ثنائي الاذرع **diarch** او ثلاثي **triarch** او رباعي **tetrarch** الى عديد الاذرع **polyarch** كما في التين البنغالي. ومن الجدير بالملاحظة ان عدد العناصر الخشبية يقل بزيادة عدد اذرع الخشب وبالعكس. ان عناصر الخشب الاول protoxylem تقع الى الخارج، وينضج بصورة مبكرة ويكون التغلظ حلزوني او سلمي او حلقي لذا فالانابيب او الاوعية قادرة على التمدد والاستطالة اثناء نمو الجذر، في حين ان عناصر الخشب اللاحق تنضج متأخرة والتغلظ فيها شبكي او حلقي ويكون اقل قابلية على التمدد وتزداد سعة الانابيب قرب المركز. في ذوات الفلقتين تحتوي جدرانها الوعائية نقر مضفوفة.



Vascular tissue of axis :STELES

ان كلمة stele تعني العمود column وهي تتكون من الانسجة الوعائية والانسجة الاخرى الموجودة معها. ان الانسجة الوعائية تترتيب باشكال مختلفة كما يلي:

1- **protostle**:(**proto**= **اولي**) وهي ابسط انواع الـ stele واكثرها بدائية وفي هذه الحالة تكون اسطوانة مركزية صلدة يحيط بها اللحاء وتكون بانواع هي:

1- **Haplostele** (**haplo**= **وحيد**) حيث يكون الخشب اسطوانة دائرية كما في انواع الجنس *Rhynia*

2- **Actinostele** (**Actino**= **شعاعي**) حيث يكون الخشب نجمي الشكل او يشبه اسنان العجلة كما في الـ *Psilotum*

3- **plectostele** في هذه الحالة توجد كتل من اللحاء تتخلل الخشب كما في *Lycopodium* وفي حالة الجذور العديمة اللب اي الـ radial stele يمكن اعتبارها نوع من الـ protostele

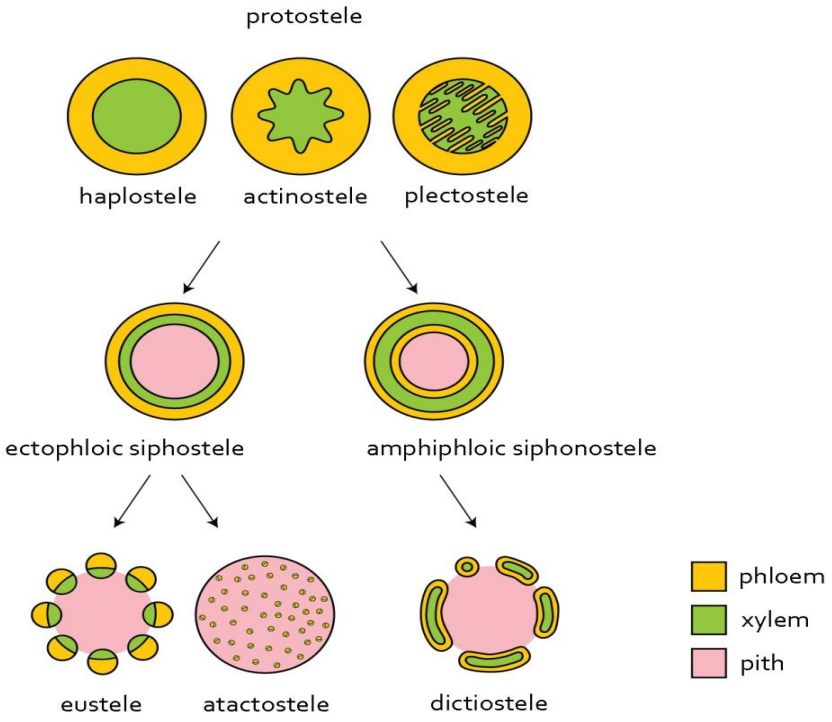
ب- **siphonostele** (**siphon**= **انبوبي**) كل من الخشب واللحاء يكون اسطوانة حول اللب وهي على نوعين:

1- **amphipholic** (**Solenostele**) يوجد لحائين والخشب بينهما كما في كزبرة البئر *Adiantum* و *Marsilea*.

2- **ectophloic** لحاء ثم خشب ثم لب

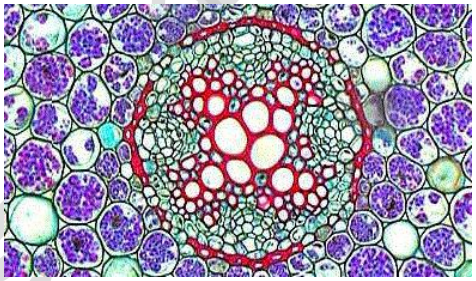
ج- **Dictyostele** (**شبكة** =**Dictyo**) الحزم مجزأة ويحيط اللحاء بالخشب وتسمى كل واحد meristele كما في النبات *Pteridium* حيث توجد اثنين او اكثر من الاسطوانات المركزية للانسجة الوعائية ومثل هذه يطلق عليها polycyclic stele

د- **Atactostele** (**Atacto**= **without order**) وهي توجد في monocot كما في الذرة.



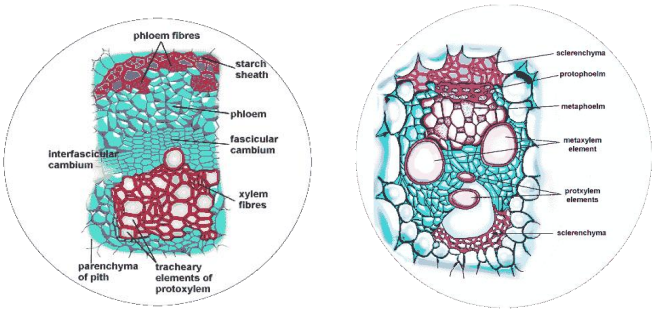
Types of vascular Bundles

1- القطرية **Radial** في هذه الحالة يقع كل من الخشب واللحاء على انصاف اقطار متبادلة.

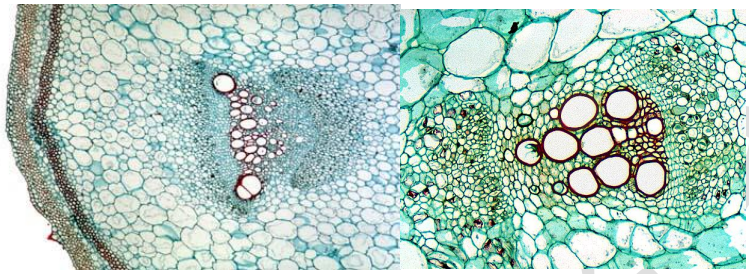


2- الموحدة **conjoint** في هذه الحالة يوجد كل من اللحاء والخشب في حزمة واحدة على نفس نصف القطر وهي بثلاثة انواع:

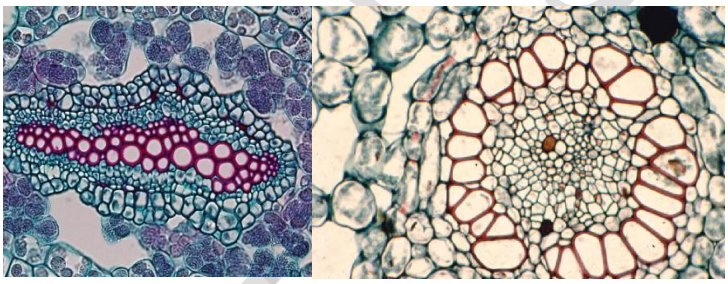
1- الجانبية **collateral** يوجد لحاء واحد ويكون على نفس نصف القطر مع الخشب وهي اما مغلقة او مفتوحة.



2- ذات الجانبين **Bicollateral** يوجد لحائين خارجي وداخلي وهي دائماً مفتوحة.



ج- مركزية **concentric** (متحدة المركز) وهي اما 1- مركزية اللحاء Amphivasal V.B او 2- مركزية الخشب Amphicribral V.B.



ويوجد ما يسمى بالحزم النخاعية **medullary bundles** حيث يكون موقع الحزم الوعائية قريب من مركز الساق في منطقة اللب كما هو الحال في العوائل Chenopodiaceae- Amaranthaceae و Orobanchaceae و Berberidadceae و Cucurbitaceae، كما يوجد نوع اخر من الحزم يسمى بالحزم القشرية **cortical bundles** حيث توجد الحزم في منطقة القشرة كما في العائلتين Oleaceae و Cactaceae.

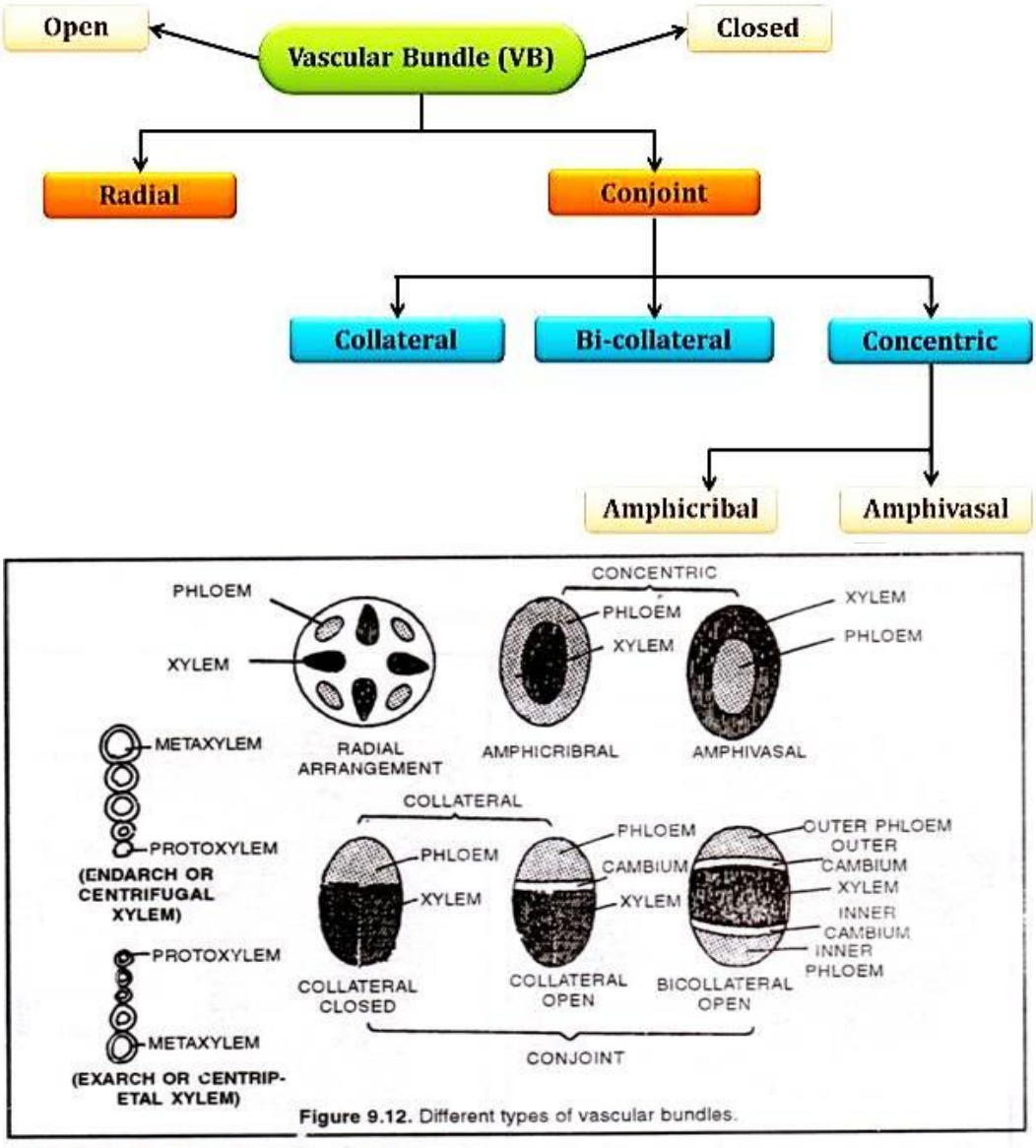


Figure 9.12. Different types of vascular bundles.

التركيب الداخلي للساق Internal structure of Stem

سبق وان اشرنا الى ان التركيب الداخلي للساق يعتبر اعقد من الجذر وذلك لان السيقان تحمل الاوراق والفروع بالاضافة الى الاعضاء التكاثرية وكذلك وجود العقد والسلاميات، غير انه يمكن اعتبارهما متشابهين الى حد ما من حيث وجود الانظمة النسيجية الثلاث من الممكن ان نضعها:

1-Dermal tissue system 2-Ground tissue system 3-Vascular tissue system

غير انه هناك فروقات بين الاثنين وقد تمت المقارنة بينهما في موضوع الجذر.

اما من حيث تركيب الساق في المجاميع النباتية المختلفة فهناك فروقات كالفروق بين معراة البذور ومغطاة البذور من حيث تركيب النسيج الوعائي كوجود الاوعية والخلايا المرافقة في

مغطاة البذور وعدم وجودها في معراة البذور (عدا الرتبة Gnetales) وكذلك هناك فروقات بين ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين ويمكن ايجازهما بما يلي:

Monocot	Dicot
1-الانسجة متميزة الى بشرة hypodermis ونسيج اساس وحزم وعائية	1- الانسجة متميزة بشكل جيد الى مناطق مختلفة كالبشرة والـ hypodermis والقشرة الداخلية والدائرة المحيطية والحزم الوعائية واللب.
2- منطقة الـ hypodermis مكونة من نسيج سكلرنكيمي	2-الهايبوديرمس مكون من نسيج كولنكيمي
3- القشرة العامة تدعى بالنسيج الاساس ground tissue وهو يتكون من كتلة من الخلايا البارنكيمية تستمرحتى المركز	3- القشرة متكون من بضعة طبقات
4- اللب غير واضح بصورة جيدة ولا وجود للاشعة اللبية	4- اللب متميز والاشعة اللبية او النخامية متميزة
5- الحزم الوعائية متعددة ومبعثرة في النسيج الاساسي	5- الحزم الوعائية اقل عدداً ومرتبة في حلقة حول اللب
6- كل حزمة موحدة، جانبية collateral ومغلقة	6-الحزم جانبية او ذات جانبين مفتوحة
7- غلاف الحزمة موجود	7- غلاف الحزمة مفقود
8- الحزم الوعائية بيضوية الشكل تقريباً	8- الحزم الوعائية اسفينية الشكل wedge- shaped
9- الحزم الوعائية الكبيرة باتجاه المركز والصغيرة باتجاه المحيط	9- الحزم الوعائية واسعة اي كبيرة وصغيرة وتترتب بالتبادل في نفس الحلقة.
10- العناصر الخشبية مدورة	10- العناصر الخشبية مضلعة.
11-الفجوة الانقراضية موجودة تحت الخشب الاول كما في الذرة.	11-الفجوة الانقراضية لا توجد
12- لا توجد بارنكيما في اللحاء	12- البارنكيما موجودة في اللحاء
13- النمو الثانوي لا يحدث الا نادراً	13- النمو الثانوي يحدث

وفيما يلي ترتيب الانسجة في الساق من الخارج الى الداخل:

1- **البشرة epidermis** تتكون عادة من طبقة واحدة من الخلايا وتحتوي على الثغور stomata وخلايا البشرة الاعتيادية typical epidermis cells و idioblasts وزوائد مختلفة من الـ trichomes. وظيفتها حماية النبات- التبادل الغازي- الافراز.

مميزاتها:

1- تمتاز بوجود طبقة الكيوتكل مما يساعدها في القيام بحماية النبات

2- خلاياها حية لها القابلية على استعادة قدرتها على الانقسام وهذه الصفة مهمة حيث يمكن للبشرة مسايرة الزيادة الطولية او القطرية للساق وفي هذه الحالة تتوسع مماسياً وتنقسم قطرياً.

2- **القشرة cortex:** قشرة الساق هي تلك المنطقة المحصورة بين البشرة والاسطوانة الوعائية وتكون ضيقة مقارنة بالجذر (لماذا؟) تتكون من خلايا بارنكيمية رقيقة الجدران، تحتوي على

بلاستيدات خضراء فهي تقوم بعملية التركيب الضوئي كما انها تكون خازنة. في حالات اخرى نجد انه هناك في المناطق الخارجية من القشرة مجموعات من الخلايا الكولنكيمية كما في ساق الينسون *Pimpinella anisum* او خلايا سكلرنكيمية كما في الحشائش. اما الطبقة الداخلية الداخلية من القشرة فتكون بارنكيمية. ان الخلايا الكولنكيمية او الالياف اما ان تكون طبقة مستمرة كما في ورد الشمس *Helianthus* والزينيا *Zinnia* وقد تتركمز في الاركان كما في السيقان المضلعة مثال الباقلاء *Vicia* والليف *Luffa* والقرع *Cucurbita*. كما ان القشرة قد تحتوي على سكلريدات وخلايا افرازية secretory cells وقنوات حليبية laticiferous. بعض السيقان تحتوي على طبقة عمادية حقيقية تقوم بعملية التركيب الضوئي نتيجة لضمور الاوراق كما في الـ *Casuarina* والستاتيس *Statice* ان النسيج الكولنكيمي والسكلرنكيمي يقوم بوظيفة دعامية.

3- **القشرة الداخلية Endodermis**: في السيقان توجد صعوبة في تحديد طبقة القشرة الداخلية عن الـ stele وذلك لعدم تمييز طبقة القشرة الداخلية endodermis على العكس من الجذر، غير انه في بعض النباتات العشبية قد تكون متميزة خازنة للنشا لذا تسمى بالغلاف النشوي Starch sheath. وتتصف خلايا الاندودرس في حالة وجودها بانها تتكون من خلايا متراصة وتكون حية، جدرانها القطرية والعرضية تحتوي على شريط كاسبار casparian strips واحياناً تضاف صفائح سيوبرين Suberin lamellae على كل الجذر الداخلي وربما تضاف طبقة ثانوية من السليلوز الملكنن احياناً على الجهة الداخلية من صفائح السيوبرين .ان القشرة الداخلية قد تكون واضحة في بعض نباتات ذوات الفلقتين كورد الشمس *Helianthus* وابو خنجر *Tropaeolum*، كما ان القشرة الداخلية تكون واضحة ايضاً في بعض النباتات الواطئة كالـ *Polypodium* و *Equisetum* وكذلك في بعض النباتات المائية، في بعض الاحيان توجد بين الاسطوانة الوعائية واللب كما في *Marsilea, Ophioglossum* وفي بعض السراخس كالـ *Dryopteris* تحيط الاندودرس بالحزم الوعائية المفردة، اما في البذريات فتكون واضحة في الجذور والسيقان الارضية كالرايزومات توجد فيها قشرة داخلية واضحة، غير انه في بعض النباتات تتكون القشرة الداخلية عندما يزهر النبات.

4- الاسطوانة الوعائية Vascular Cylinder وهي تتكون من:

أ- الدائرة المحيطية pericycle.

تمتاز الدائرة المحيطية في الساق بعدم وضوحها لعدم وضوح القشرة الداخلية اما من حالة وضوح القشرة الداخلية فان الدائرة المحيطية تكون واضحة. وفي حالة وجودها يتباين عدد طبقاتها فهي تتكون من عدة طبقات من خلايا بارنكيمية او سكلرنكيمية او كلتيهما وهي اما على هيئة حلقة او على شكل مجموعات تنتظم مع الحزم الوعائية. وقد تتكون من طبقة واحدة او اثنين كما في بعض النباتات المائية والوعائية الواطئة. وقد تكون متقطعة لامتداد اللحاء الى طبقة الاندودرس وعندما تتكون الدائرة المحيطة من خلايا بارنكيمية فانها قد تكون خازنة وقد تضم خلايا او قنوات افرازية.

ب- الانسجة الوعائية Vascular tissues

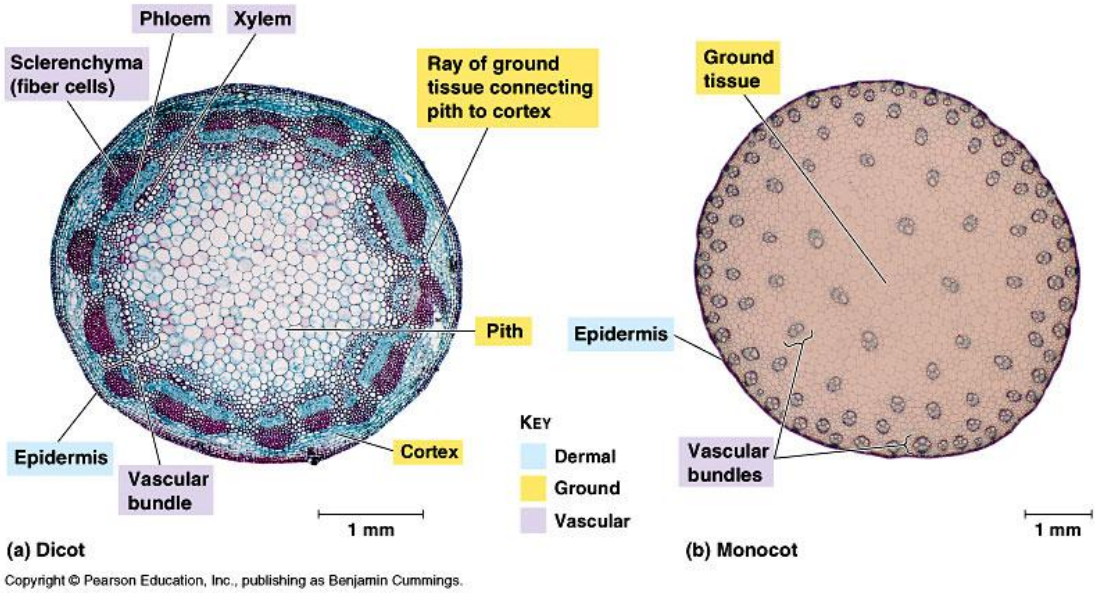
قد تبدو بهيئة اسطوانة بين القشرة واللب في بعض ذوات الفلقتين وذلك لكونها متكونة من حزم وعائية متقاربة كما في البرسيم *Trifolium*، وتكون بشكل حزم متقطعة تفصل بينها الاشعة اللبية او النخاعية Medullary rays= pith rays في الجزء العلوي من الساق في النبات نفسه. في ذوات الفلقة الواحدة قد تكون مرتبة في حلقة غير منتظمة او مبعثرة في النسيج الاساسي Ground tissue. وقد تكون القشرة واضحة ومحددة في ذوات الفلقة الواحدة وقد تكون غير واضحة كما في معظم النجيليات.

اما الحزم الوعائية فقد تكون جانبية collateral V.B اي ذات لحاء واحد ويكون الـ protoxylem الى الداخل Endarch وقد تكون ذات جانبين Bicollateral V.B اي ذات لحائين كما **في القرعيات Cucurbitaceae والباذنجانية Sloanaceae وبعض اجناس العائلة المركبة Compositae**. ويكون الخشب منتظم بشكل صفوف. بينما في ذوات الفلقة الواحدة ينتظم الخشب بشكل حرف Y او V في معظم ذوات الفلقة الواحدة، كما تحاط الحزمة بما يسمى بغلاف الحزم Bundle sheath

وهناك نوع من الحزم والتي تسمى بالحزم المركزية Concentric وهي على نوعين:

أ- مركزية الخشب Amphicribral V.B كما في السرخسيات وبعض النباتات المائية.

ب- مركزية اللحاء Amphivasal V.B وتوجد في رايزومات السعد *Cyperus*.



(a) Dicot (b) Monocot

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.