التركيب الداخلي للساق Internal structure of stem :

يعتبر التركيب الداخلي للسيقان بوجه عام معقداً إلى حد ما إذا ما قورن بالتركيب الداخلي للجذور نظراً لان الساق تحمل الأوراق والفروع بالإضافة إلى الأعضاء التكاثرية . وهي لذلك تنقسم إلى عقد وسلاميات وإن لم يكن ذلك بشكل واضح في بعض الأحيان . ورغم ذلك يمكن اعتبار التركيب العام متشابهاً في الحالتين نظراً لوجود الأنظمة النسيجية الرئيسية الثلاثة وهي الضام والأساسي والوعائي في كل من الجذر والساق على السواء . على أن توزيع هذه الأنظمة النسيجية يختلف بصورة رئيسية في الجذور عنه في الساق ولاسيما بالنسبة للأنسجة الوعائية . ففي السيقان بوجه عام يوجد الخشب واللحاء الابتدائيان على أنصاف أقطار واحدة ، ويكون الخشب الابتدائي داخلي الخشب الأول Endarch على العكس مما هو شائع بالجذور حيث يكون الخشب الابتدائي خارجياً والخشب الأول Exarch ، ويمكن مقارنة التركيب الداخلي للسيقان الحديثة بين المجموعات المختلفة من النباتات على أساس توزيع الأنسجة الأساسية والأنسجة الوعائية . ففي الصنوبريات وذوات الفلقتين تبدو الأنسجة الوعائية عادة بشكل أسطوانة يحدها من الخارج منطقة القشرة ومن الداخل منطقة النخاع ، كما تبدو الاسطوانة الوعائية مجزأة إلى حزم متقاربة ومرتبة في حلقة تفصلها عن بعضها الأشعة النخاعية Pith rays وهي نسيج برنكيمي ينتمي إلى النسيج الأساسي . أما في معظم ذوات الفلقة الواحدة Monocolylecons وفي كثير من السراخس ferns وفي بعض النباتات العشبية من ذوات الفلقتين Some herbaceous Dicots فلا تبدو الحزم الوعائية في المقطع العرضي منتظمة في حلقة واحدة وإنما في عدة حلقات أو أن تكون مبعثرة دون انتظام خلال النسيج الأساسي Ground tissue بشكل واضح إلى قشرة Cortex ونخاع Pith وأشعة نخاعية Pith rays .

ويمكن تتبع الأنسجة المختلفة التي تتكون منها ساق حديثة من الخارج إلى الداخل كما يلي :

1 - البشرة Epidermis

تتكون البشرة عادة من طبقة واحدة مستمرة من الخلايا لا تخترقها سوى فتحات الثغور stomata التي تقوم بوظيفة تبادل الغازات بين الأنسجة الداخلية للنبات والوسط الخارجي . وهي تقوم أساساً بمهمة حماية النبات ضد الفقدان الزائد للماء وضد التضرر من المؤثرات الخارجية . وتتغلظ الجدر الخارجية لخلايا البشرة بطبقة الكيوتكل Cuticle أو الأدمة فتصبح أقدر على القيام بوظيفتها ، كما أنها قد تحمل أنواعاً مختلفة من الزوائد أو الشعيرات نتيجة لامتداد خلاياها على هذه الصورة . وخلايا البشرة خلايا حية قادرة على استعادة قدرتها على الانقسام لتساير زيادة الساق في الطول أو في السمك وذلك عن طريق الانقسامات القطرية . يبدو هذا أكثر وضوحاً وأهمية في تلك السيقان التي يحدث بها تكوين البشرة المحيطة (البريدرم) من البشرة في وقت متأخر .

2- القشرة Cortex :

تكون القشرة في السيقان ضيقة عادة إذا ما قورنت بقشرة الجذور في السيقان الخضر باحتوائها على نسيج كلورنكيمي قد يمتد كمنطقة مستمرة تحت البشرة مباشرة أو يتواجد في مناطق محددة يتبادل فيها مع مجموعات من الخلايا الكولنكيمية كما في ساق الينسون *Pimpinella anisum* وغيره من نباتات الفصيلة الخيمية Umbelliferae أو السكلرنكيمية كما في ساق الذرة وغيرها من النجيليات Grasses . والنسيج الكلورنكيمي قد يكون من خلايا برنكيمية عادية من حيث الشكل كما في ساق السفندر *Ruscus sp.* إلا أن بعض السيقان تحتوي على خلايا عمادية حقيقية وذلك عندما تقوم هذه السيقان بعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis .

بصورة رئيسية نتيجة لضمور الأوراق أو لعدم وجودها في سيقان كازورينا Casuarina وستاتيس *Statice sp.* . أما النسيج الكولنكيمي في القشرة فقد يتخذ شكل طبقة مستمرة كما في ساق عباد الشمس *Helianthus annuns* والزينيا Zinnia وغيرها . ولكنه غالباً ما يتركز في الأركان أو الزوايا أو ذلك في السيقان المضلعة مثل ساق الباقلاء *Vicia faba* والليف *Luffa sp.* والقرع *Cucurbita sp.* وغيرها .

ويعتبر النسيج الكولنكيمي النسيج الدعامي الأساسي والملائم في كثير من السيقان الحديثة ولاسيما العشبية منها حيث تتعرض هذه السيقان لعوامل الدفع فبفضل هذا النسيج الدعامي ذي القدرة على مقاومة الانثناء تستطيع الساق أن تستعيد وضعها القائم مباشرة بمجرد زوال هذه العوامل . إلا أنه في حالات كثيرة ولاسيما في النجيليات يقوم بالوظيفة الدعامية نسيج سكلرنكيمي يقع في المنطقة الخارجية من قشرة الساق.

ونظراً لعدم وجود طبقة القشرة الداخلية endodermis بصورة متميزة في سيقان معظم النباتات الراقية ، فإنه من الصعب في أكثر الأحيان تحديد الطبقة الداخلية للقشرة ، خلافاً لما هو ملاحظ في الجذر حيث توجد القشرة الداخلية نموذجية حاوية على أشرطة كاسبر Casparian strips . وفي بعض النباتات العشبية تكون الطبقة الداخلية للقشرة متميزة عما يجاورها وذلك باحتوائها على حبيبات نشوية، وفي حالات كهذه يطلق على مثل هذه الطبقة مصطلح الغمد النشوي Starch sheath كما في ساق نبات منقار الطير *Delphinium sp* وتكون الخلايا عندئذ رقيقة الجدر وفي بعض سيقان ذوات الفلقتين توجد طبقة قشرة داخلية حقيقية تظهر بها أشرطة كاسبرية واضحة يمكن مشاهدتها على سبيل المثال في ساق عباد الشمس وساق اللايتني (أبو خنجر) *Tropaeolum sp.* . وقد يعثر أيضاً على طبقة قشرة داخلية حقيقية بين النباتات الوعائية الواطئة مثل سرخس بوليبوديوم *Polypodium* وذيل الحصان ... *Equisetum* . وكذلك في بعض النباتات المائية حيث يحدث الامتصاص خلال السيقان والجذور معاً . وقد أصبح من المفضل عدم استعمال مصطلح القشرة الداخلية إلا في الحالات التي تتميز فيها الطبقة الداخلية من القشرة بتغلظات جدارية خاصة ممثلة بأشرطة كاسبر Casparian strips .

3- الأسطوانة الوعائية Vascular Cylinder :

يحد الاسطوانة الوعائية من الخارج طبقة الدائرة المحيطية أو البريسيكل Pericycle وتكون هذه الطبقة واضحة ومحددة إذا كانت منطقة القشرة محددة من الداخل بطبقة أندودرمس واضحة وفيما عدا ذلك يتعذر تحديد طبقة البريسيكل إذ تمتزج مع القشرة كما هي الحال في كثير من عاريات البذور Gymnosperms ومغطاة البذور Angiosperms . وتتكون طبقة البريسيكل عادة وذلك في حالة تميزها من عدة طبقات من خلايا برنكيمية أو سكلرنكيمية أو كلتيهما وذلك على هيئة حلقات مستمرة أو على شكل مجموعات تنتظم مع الحزم الوعائية . وفي بعض الحالات مثل بعض النباتات المائية والنباتات الوعائية الواطئة يتكون البريسيكل من طبقة واحدة أو طبقتين فقط . كما أن عناصر اللحاء قد تمتد إلى الاندودرمس وحينئذ تصبح طبقة البريسيكل متقطعة . وقد تقوم طبقة البريسيكل البرنكيمية بوظيفة اختزانية كسائر الأنسجة البرنكيمية العادية كما أنها قد تضم خلايا أو قنوات إفرازية .

أما الأنسجة الوعائية Vascular tissues فتظهر في ذوات الفلقتين عادة على شكل أسطوانة بين القشرة والنخاع وقد تكون هذه الاسطوانة مستمرة في المقطع المستعرض إلا أنها في معظم الأحيان تبدو متقطعة عن طريق الأشعة النخاعية إلى وحدات تسمى عادة الحزم الوعائية Vascular bundles . وقد تبين أن الأسطوانات المستمرة أنما هي في حقيقة الأمر مكونة من حزم وعائية متقاربة . وفي بعض النباتات مثل البرسيم *Trifolium sp.* توجد الأنسجة الوعائية في الجزء السفلي من الساق على هيئة أسطوانة مستمرة في حين توجد في الجزء العلوي على هيئة حزم منفصلة . أما في ذوات الفلقة الواحدة فقد تترتب الحزم الوعائية في حلقة غير منتظمة . غير أن الحالة الأكثر شيوعاً هي وجودها مبعثرة داخل الأسطوانة أو خلال النسيج الأساسي للساق بصورة شاملة . كما أن الكثير من ذوات الفلقة الواحدة تتحدد في سيقانها منطقة قشرية واضحة محددة من الداخل بغمد نشوي مؤلف من طبقة واحدة . أما الحزم الوعائية فتنتشر بلا نظام في الجزء الداخلي والذي يمثل الاسطوانة الوعائية . وفي بعض النباتات الأخرى من ذوات الفلقة الواحدة كالنجيليات لا تتميز في سيقانها قشرة وأسطوانة وعائية بل توجد الحزم الوعائية مبعثرة خلال الجزء الأكبر من الساق.

وبخلاف ما هو شائع بين الجذور يوجد الخشب واللحاء في الساق عادة على أنصاف أقطار واحدة مع وجود الخشب للداخل واللحاء للخارج . ويسمى هذا الترتيب للأنسجة الوعائية باسم حزم وعائية جانبية Collateral vascular bundles. وفي هذه الحزم يكون الخشب دائماً داخلي الخشب الأول Endarch . وفي بعض أنواع عوائل معينة كالباذنجانية Solanaceae والقرعية Cucurbitaceae يوجد بالإضافة إلى اللحاء الخارجي لحاء أخر داخلي إلى الداخل من الخشب وحينئذ يطلق على الحزمة أسم حزمة وعائية ذات جانبين Bicollateral vascular bundle . وفي الحزم الوعائية الجانبية بوجه عام يمكن ملاحظة انتظام أوعية الخشب في سيقان ذوات الفلقتين على شكل صفوف في حين تترتب على شكل حرف Y أو حرف V في معظم ذوات الفلقة الواحدة ولاسيما سيقان النجيليات حيث يحتل وعاء الخشب التالي الواسعان موضع ذراعي الحرف أما الخشب الأول Protoxylem فيمثل ساق الحرف Y وغالباً ما ينحل تاركاً قناة أو تجويفاً

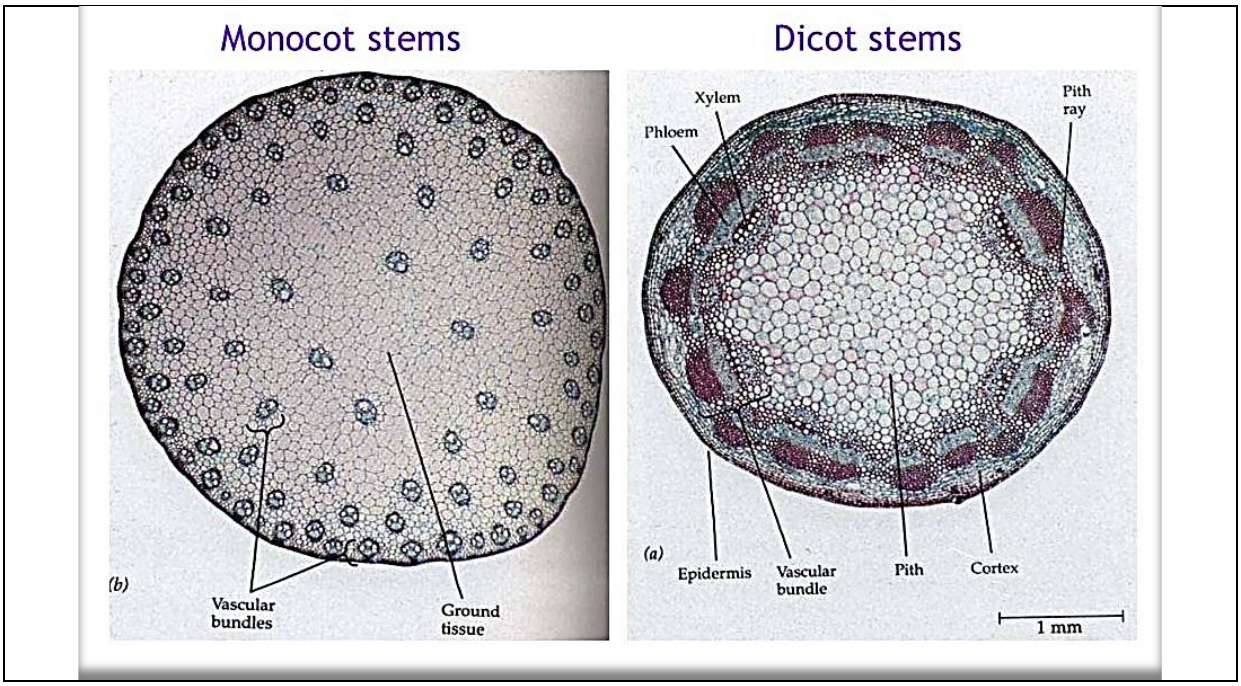
يدعى تجويف قناة الخشب الأول Protoxylem lacuna . كما توجد بالإضافة إلى ذلك قبعة من الألياف تحيط بلحاء الحزمة من الخارج وقد تمتد لتحيط بالحزمة كلها مكونة غمداً يطلق عليه غمد الحزمة Bundle sheath كما هي الحال في معظم ذوات الفلقة الواحدة Monocotyledons .

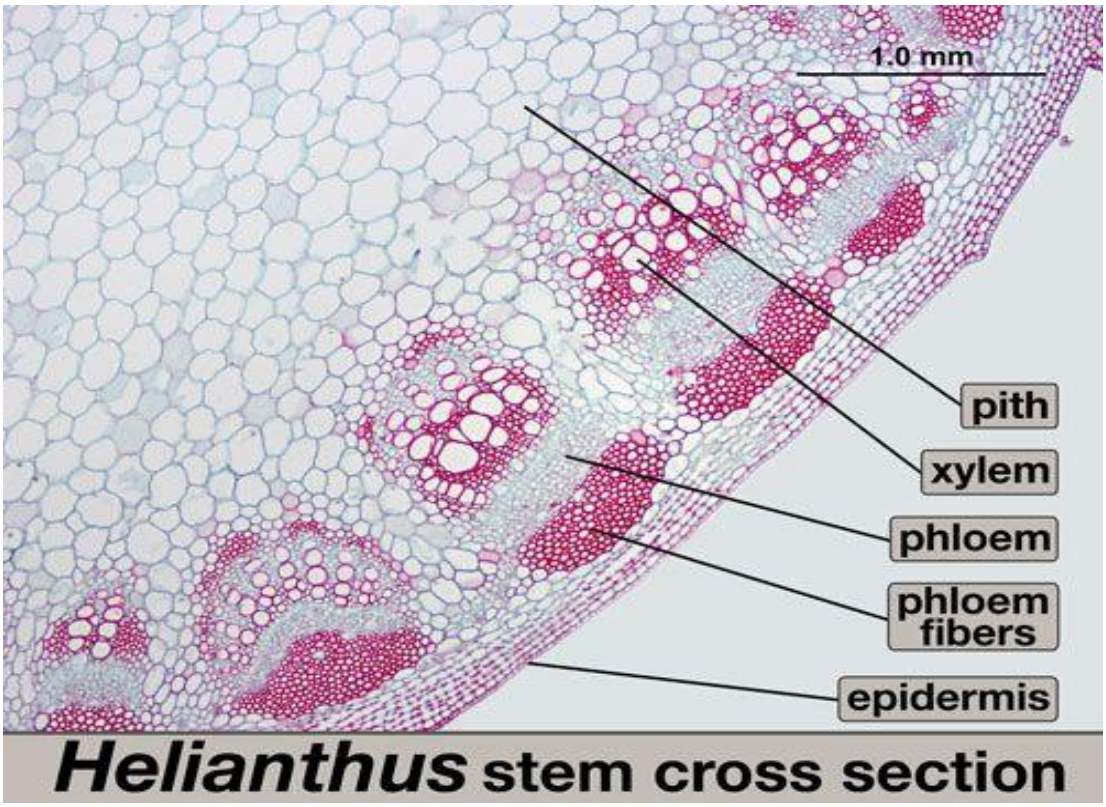
وقد تنتظم الأنسجة الوعائية في حزم وعائية من النوع المركزي Concentric حيث يحيط اللحاء بالخشب وتسمى حينئذ مركزية الخشب Amphicribral كما في سيقان السرخسيات Pteridophyta وبعض النباتات المائية Hydrophytes (Water Plants أو يحيط الخشب باللحاء وتسمى حينئذ مركزية اللحاء Amphivasal كما في رايزومات بعض ذوات الفلقة مثل نبات السعد Cyperus وساق دراسينا Dracaens .

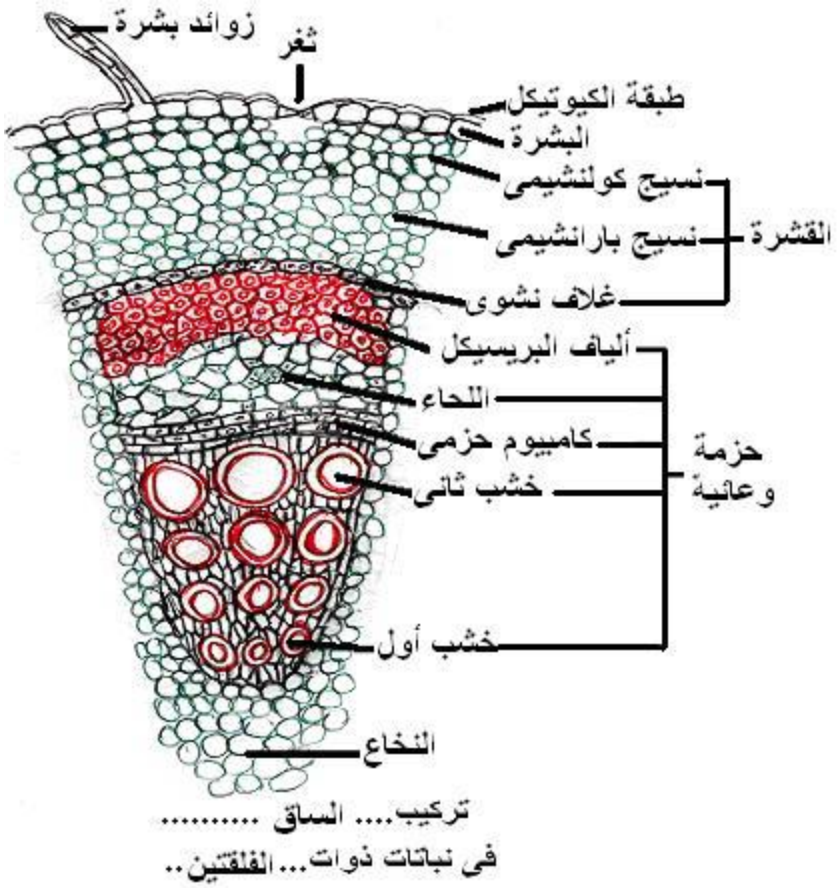
والى الداخل من الأنسجة الوعائية يوجد بقية النسيج الأساسي على شكل نخاع برنكيمي يبدو أحياناً التغلظ باللكنين والتنقر في بعض خلاياه . ونظراً لتبعثر الحزم الوعائية بلا نظام في كثير من سيقان ذوات الفلقة الواحدة لذلك يصعب التمييز بين القشرة والنخاع والأشعة النخاعية ويطلق على الجميع لفظ النسيج الأساسي Ground tissue .

مقارنة بين ساق نبات ذوات الفلقتين و ساق نبات ذوات الفلقة واحدة

ساق نبات ذوات الفلقتين Dicot stem	ساق نبات ذوات الفلقة واحدة Monocot stem
1 - النسيج الأساسي يتميز إلى قشرة و نخاع و أشعة نخاعية	1 - النسيج الأساسي لا يتميز إلى قشرة و نخاع وأشعة نخاعية
2 - الحزم الوعائية مرتبة في دائرة أو دائرتين	2 - الحزم مبعثرة في النسيج الأساسي
3 - الحزم الوعائية جانبية مفتوحة	3 - الحزم الوعائية جانبية مغلقة
4 - يوجد غلاف نشوي	4 - لا يوجد غلاف نشوى
5 - اللحاء يحتوي على برنكيمة لحاء	5 - اللحاء لا يحتوي على برنكيمة لحاء أو يحتوي على قليل منها
6 - أوعية الخشب في صفوف قطرية مستقيمة	6 - أوعية الخشب على شكل حرف أ و Y
7 - يحتوي على الكامبيوم الوعائي	7-لا يحتوي على الكامبيوم الوعائي
8- وجود النسيج الكولنكيمى تحت البشرة	8- وجود النسيج السكلر نكيمى تحت البشرة


Monocot stems
Dicot stems
(b)
Vascular bundles
Ground tissue
(a)
Xylem
Phloem
Pith ray
Epidermis
Vascular bundle
Pith
Cortex
1 mm


1.0 mm
pith
xylem
phloem
phloem fibers
epidermis
Helianthus stem cross section



الفرق بين تشريح الساق والجذر

تشريح الساق	تشريح الجذر
التفرعات الثانوية خارجية المنشأ	التفرعات الثانوية داخلية المنشأ
القمة النامية طرفية الموقع لانعدام القلنسوة	القمة النامية تحت طرفية لوجود القلنسوة
وجود الادمة في منطقة البشرة	انعدام طبقة الادمة
وجود النسيج الكولنكيمي	وجود النسيج السكلرنكيمي وانعدام الكولنكيمي
الحزم الوعائية جانبية او مركزية Collateral or concentric	الحزم الوعائية من النوع القطري Radial vascular bundle
موقع الخشب التالي للخارج والخشب الأول للداخل Endoarch	موقع الخشب التالي للداخل والخشب الأول للخارج Exarch
عدم تميز النسيج الأساس في ذوات الفلقة الواحدة الى قشرة ولب	جذور ذوات الفلقة والفلقتين يتميز فيها النسيج الاساس الى قشرة ولب
ينشأ الكامبيوم الفليني في ساق ذوات من الفلقتين من منشأ خارجي من الطبقات الخارجية للقشرة	ينشأ الكامبيوم الفليني من جذور ذوات الفلقتين من منشأ داخلي اي من Pericycle
لا تتميز القشرة الداخلية عادة في الساق وانما يوجد بدلا منها الغلاف النشوي في بعض النباتات	تنتهي القشرة في الجذر بطبقة القشرة الداخلية Endodermis

منطقة الانتقال بين الجذر والساق:

يكون الجذر والساق تركيبا متصلا في محو النبات على الرغم من الاختلاف في تركيبهما، فبينما أشرطة الخشب واللحاء مرتبة قطريا في الجذر نجدها متجاورة في الساق على نصف قطر واحد، وبينما يتجه الخشب الأول للخارج في الجذر نجده يتجه إلى الداخل في الساق، لذلك كان المن الضروري أن تكون هناك منطقة يحدث فيها التحول من التركيب الخاص بالجذر إلى التركيب الخاص بالساق، وتسمى هذه المنطقة بمنطقة التحول . zone Transition وتكون منطقة الاتصال قصيرة من ٣-٢ مليمتر

يحدث في منطقة الانتقال زيادة ملموسة في قطر الاسطوانة الوعائية واتساع منطقة النخاع، ويصحب ذلك تضاعف الأنسجة الوعائية وتشعبها مع التفاف أشرطتها واتحادها وتغيير اتجاهها، ويكون نتيجة لذلك تغيير وضع الخشب واللحاء، فبعد أن كانا متجاورين على أنصاف أقطار متبادلة يصبحان متقابلين على نصف قطر واحد، ويتغيير موضع الخشب فيصبح الخشب الأول داخليا في الساق بعد أن كان خارجيا في الجذر، كما يحدث تغيير في عدد الحزم في كل من الساق والجذر ويتبع ذلك نظم خاصة نذكر منها:

أنماط الانتقال بين الجذر والساق:

الأول: لعدد أشرطة يكون عدد الحزم في الساق مساوٍ اللحاء في الجذر، تنشق الأشرطة الخشبية قطريا كل إلى شعبتين وتنحني كل شعبة كلما اتجهنا للأعلى.

الثاني: يكون عدد الحزم في الساق ضعف عدد أشرطة اللحاء في الجذر وتنشق أشرطة اللحاء كأشرطة الخشب.

الثالث: يكون عدد الحزم في الساق مساٍو لعدد أشرطة بل تستمر من الجذر إلى الساق اللحاء في الجذر، ولا تنشق في هذا النمط الأشرطة الخشبية

الرابع: يكون عدد الحزم في الساق مساٍو لنصف عدد الخشبية فقط.

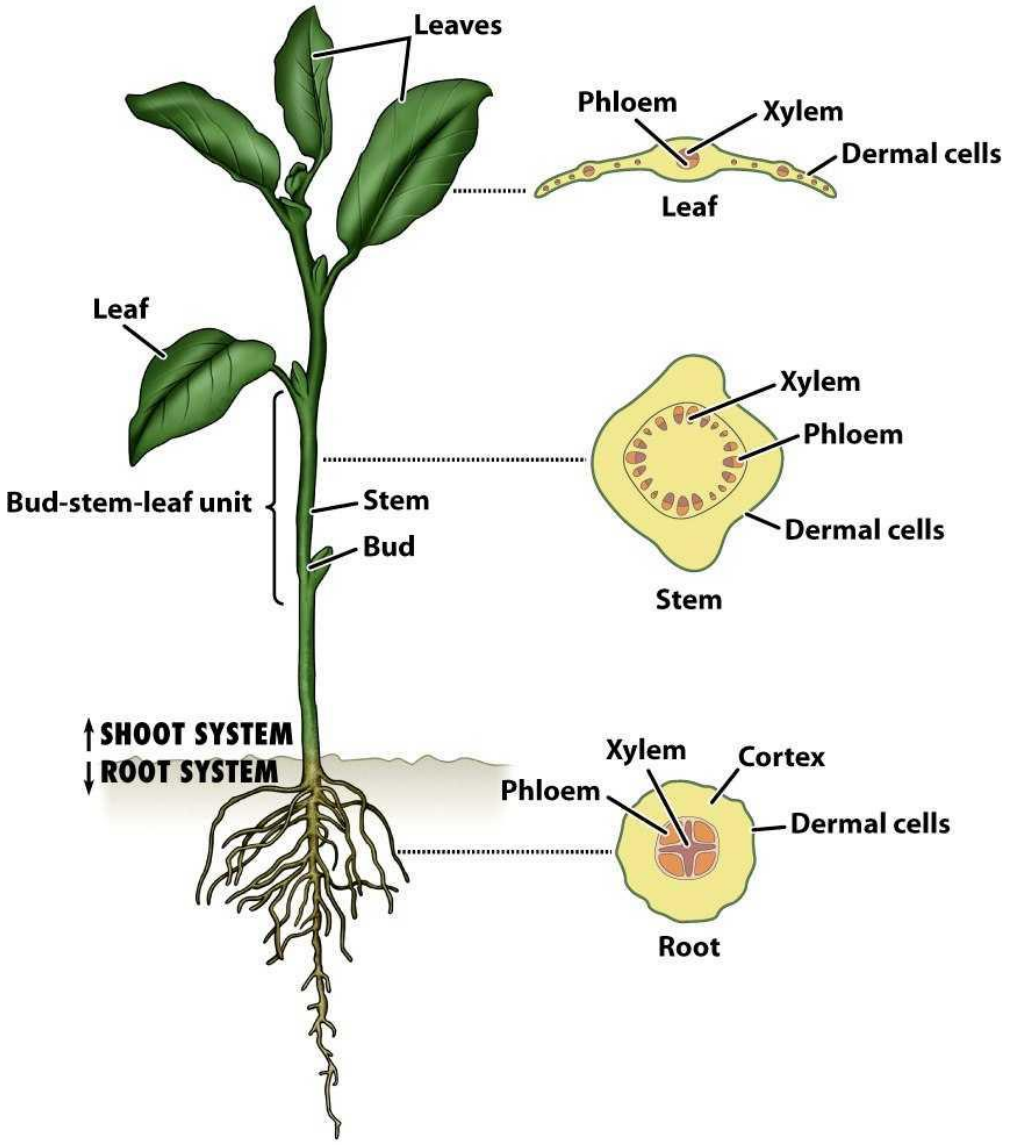
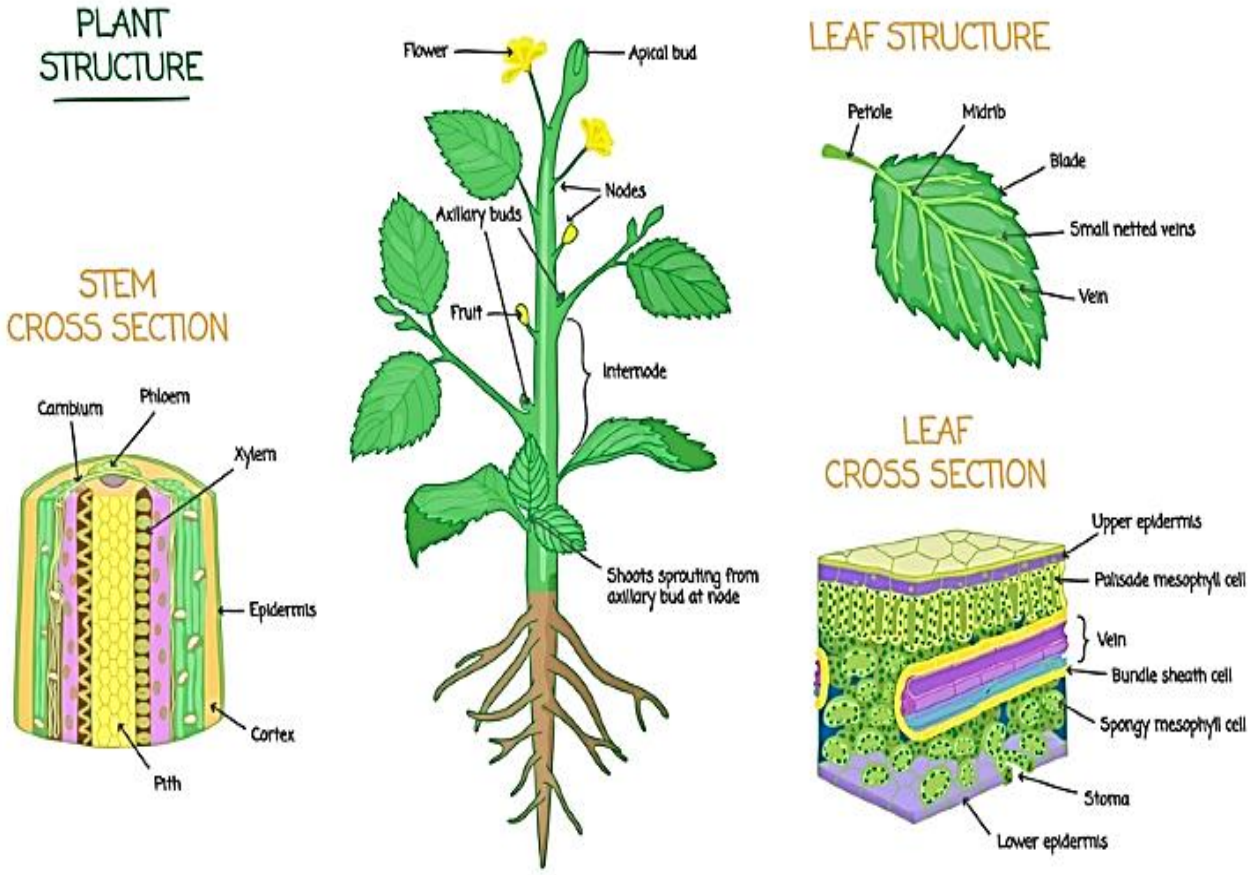


Figure 31-2 Discover Biology 3/e
© 2006 W. W. Norton & Company, Inc.

muhadharaty.com


PLANT STRUCTURE
STEM CROSS SECTION
Cambium
Phloem
Xylem
Epidermis
Cortex
Pith
Flower
Apical bud
Nodes
Axillary buds
Fruit
Internode
Shoots sprouting from axillary bud at node
LEAF STRUCTURE
Petiole
Midrib
Blade
Small netted veins
Vein
LEAF CROSS SECTION
Upper epidermis
Palisade mesophyll cell
Vein
Bundle sheath cell
Spongy mesophyll cell
Stoma
Lower epidermis