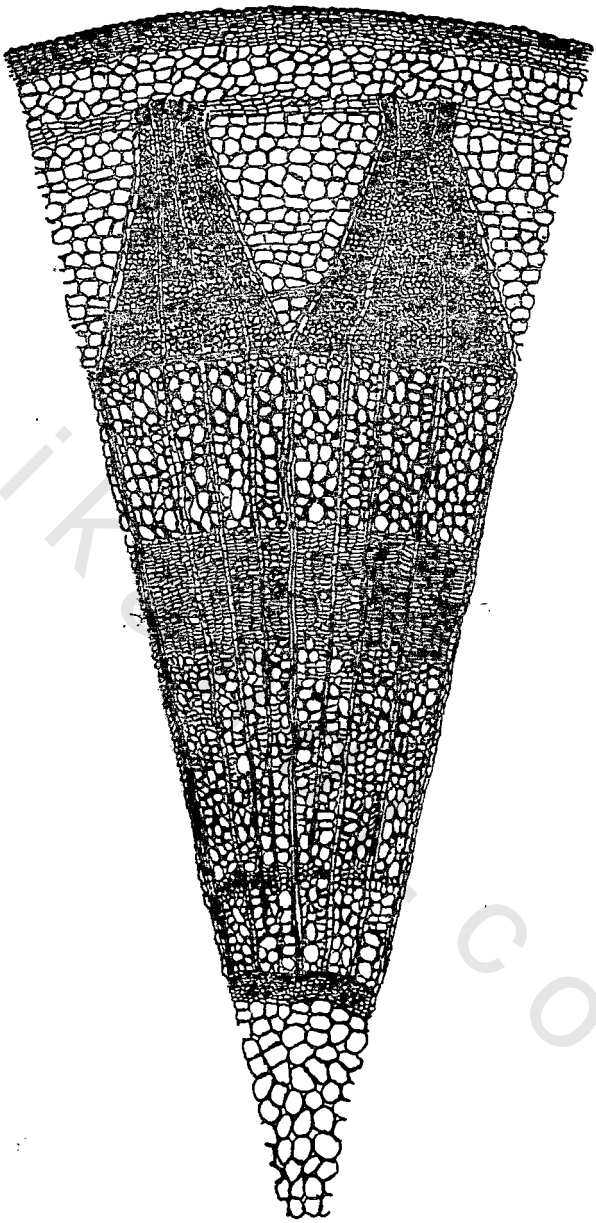
الباب السادس

تركيب الساق

Chapter 6

Stem Structure

obeikandl.com



obeikan.com

Primary structure of stem

Stems grow typically above ground exposing leavs to sunlight, but sometimes underground stems are found (Fig.1.39). Stems are characterized by their nodes which are the places of origin of leaf primordia. The upper angle between the leaf and stem is the axil, from which axillary buds may develop. The portion of stem between two successive nodes is the internode. Stem elongation results from cell division in and near the apical meristem and from the elongation of the cells of internods especially just beneath the apical meristem.

Branching of stems differ from that of the roots, in that they originate exogenously, *i.e.* arising from the outside, in contrast to root branches which originate endogenously (Fig 5.7).

Anatomically, stem is bounded externally by epidermis which is usually made of one layer of cells covered externally by a layer of cuticle.

التركيب الابتدائى للساق

تنمو السيقان نموذجيا فوق السطح معرضة الأوراق لضوء الشمس ، ولكن يحدث النمو أحيانا تحت سطح الأرض (شكل 1.39).تتميز السيقان بعقدها وهى أماكن خروج بدائيات الأوراق. الزاوية العليا بين الورقة والساق هى الإبط ومنها تنشأ البراعم الإبطية. المسافة على الساق مابين عقدتين متتاليتين تعرف بالسلامية . ينتج النمو الطولى للساق من انقسام الخلايا فى أو قريبا من المرستيم القمى وكذلك من النمو الطولى للخلايا فى السلاميات وخاصة تحت المرستيم القمى مباشرة .

ويختلف التفرع فى السيقان عن التفرع فى الجذور فى أن تفرع السيقان خارجى المنشأ، مختلفا فى ذلك عن الجذور التى تنشأ أفرعها داخليا (شكل5.7).

من الناحية التشريحية فإن الساق تحاط خارجيا بالبشرة التى تتكون من صف واحد من الخلايا المغطاة خارجيا بطبقة من الأدمة.

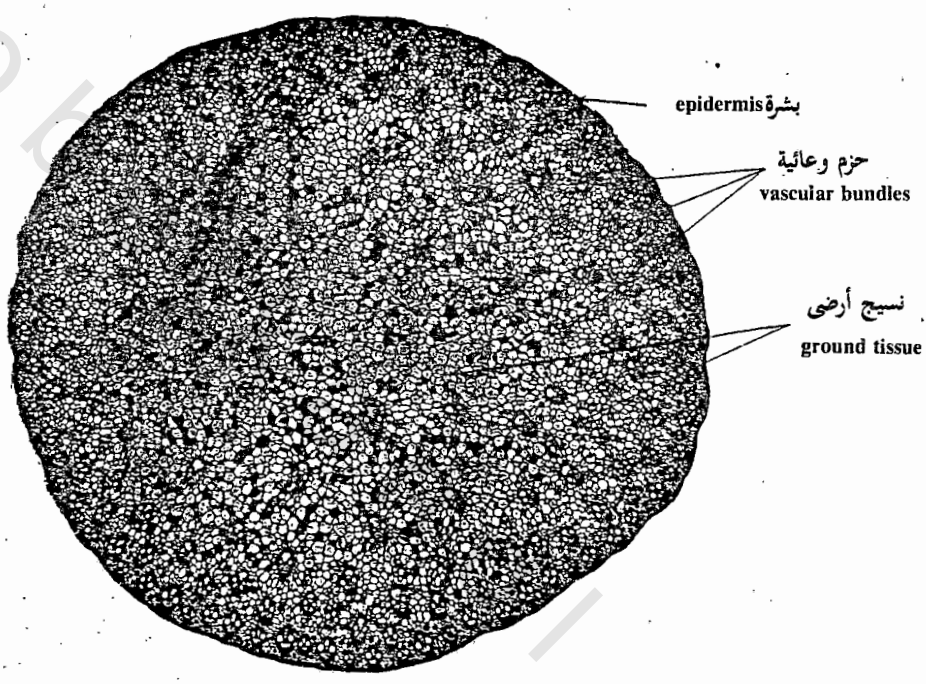


Fig. 6.1: T. S. in corn stem قطاع عرضى فى ساق ذرة

This is followed by the fundamental tissue which is usually parenchymatous and in which a network of longitudinal strands of vascular bundles are embedded.

The fundamental tissue may be differentiated into an outer cortex, followed by one or two layers of vascular bundles, separated by medullary rays made of parenchyma cells, followed by the pith which occupies the centre, as in most dicots. This stele is of eustele type (Fig. 4.15). In most monocots we find that vascular bundles are scattered allover the fundamental tissue which is called the ground tissue. Its stele is of the atactostele type (Fig. 4.15, 6.1).

The vascular bundles in most stems are of the type of collateral bundles (Fig. 6.2), the xylem occurs towards the centre, while the phloem occurs towards the cortex, usually separated from xylem by cambium.

تلى البشرة للداخل النسيج الأساسى والذى يكون عادة برنشيميا وفيه توجد أشرطة الحزم الوعائية مكونة نظام شبكى طولى.

ويمكن تمييز النسيج الأساسى إلى نسيج خارجى يعرف بالقشرة، يليه صف او صفين من الحزم الوعائية يفصل بينها أشعة نخاعية تتكون من خلايا برنشيمية. يلى ذلك للداخل النخاع الذى يشغل مركز القطاع، وذلك كما فى معظم النباتات ذات الفلقتين ، ويعرف هذا النوع من الأسطوانات الوعائية بالأسطوانة الوعائية الحقيقية (شكل 4.15) . وفى معظم النباتات وحيدة الفلقة نجد أن الحزم الوعائية مبعثرة فى كل مساحة النسيج الأساسى وتعرف حينئذ بالنسيج الأرضى.

وتعرف الأسطوانة الوعائية فى هذه الحالة بالأسطوانة الوعائية غير المنتظمة (شكل 4.15 ، 6.1).

الحزم الوعائية فى معظم السيقان تكون من النوع الجانبى (شكل 6.2) ، ويقع الخشب بالداخل ناحية المركز ، بينما يقع اللحاء ناحية القشرة وعادة ينفصل عن الخشب بالكامبيوم .

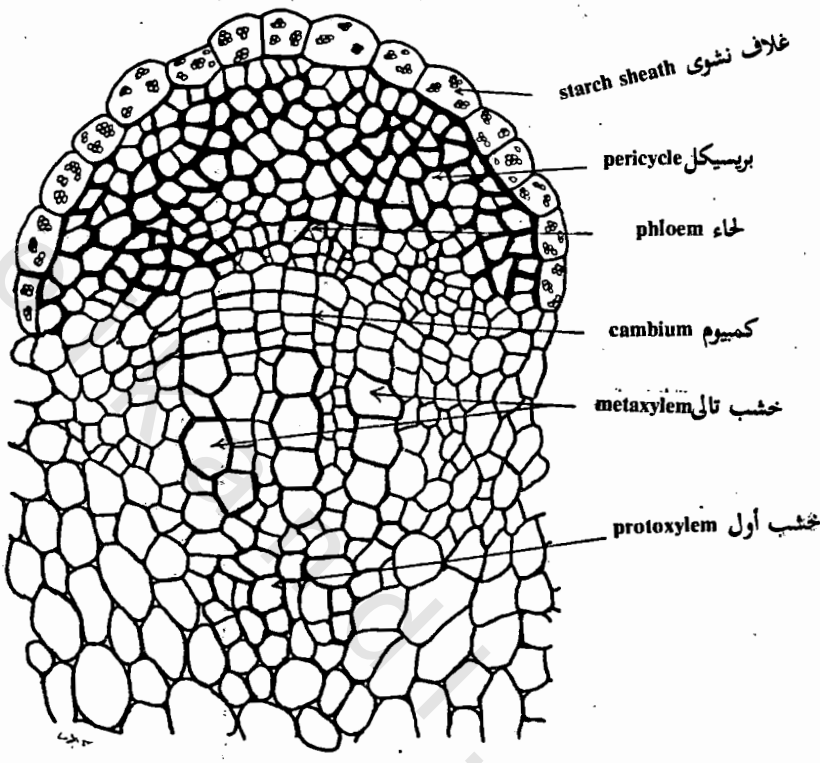


Fig. 6.2: Cross section in vascular bundle in alfalfa stem

قطاع عرضى فى حزمة وعائية لساق البرسيم الحجازى

Dicot stems

In dicot stems (Fig. 6.3 & 6.4) the epidermis has, generally, some stoma, and is followed by a definite cortex made mostly of parenchyma cells, especially towards the inside. Collenchyma or selerenchyma cells may be present in cortex, either as layers forming distinct hypodermis or as individual vertical strands.

The last layer of cortical cells is marked by the presence of high content of starch grains in their cells, and thus is called strach sheath. In few cases the strach sheath is replaced by the endodermis with its casparian strips.

All the tissues internal to the cortex make the stele. The first layers of the stele is the pericycle. Pericycle is, typically, formed mostly of parenchyma cells occurring between the strach sheath or endodermis and the vascular bundles. The pericycle may be made of fibers as in alfalfa stem (Fig. 6.2).

السيقان ذات الفلقتين

في السيقان ذات الفلقتين (شكل 6.3 ، 6.4) يظهر بالبشرة بعض الثغور ، ويلى البشرة قشرة محددة تتكون غالبا من خلايا برنشيمية وخاصة للداخل . وقد تحتوى القشرة على خلايا كولنشيمية أو إسكلرنشيمية، إما كصفوف مكونة تحت البشرة أو كأشرطة منفردة رأسية .

الطبقة الأخيرة من خلايا القشرة تتميز بإحتواء خلاياها على حبيبات النشا بكثافة ، ولهذا تسمى بطبقة الغلاف النشوي وفى حالات قليلة يحل الاندوديرمس بأشرطة كاسبرى التى تميزها محل طبقة الغلاف النشوى .

تتكون الأسطوانة الوعائية من كافة الأنسجة الموجودة داخل القشرة . وأول طبقات الأسطوانة الوعائية هو البريسيكل . ويتكون البريسيكل نموذجيا من خلايا برنشيمية تقع بين الغلاف النشوى أو الاندوديرمس والحزم الوعائية. قد يتكون البريسيكل من ألياف كما فى حالة ساق البرسيم الحجازى (شكل 6.2) .

In cross section the vascular bundles appear as separate units, separated by medullary rays, formed of parenchyma cells.

Some of the bundles diverge from the vascular cylinder and pass through the cortex into the leaves. These are called leaf traces.

Each vascular bundle has, typically, a strand of phloem towards the cortex and a strand of xylem towards the pith. Phloem and xylem are separated by one single layer of cambium, forming an open collateral bundle (Fig. 6.2).

In few cases another strand of phloem located internal to the xylem in the bundle, as in case of solanaceous and cucurbitaceous plants. Such bundles are termed open bicollateral bundles (Fig. 6.3 & 6.4).

Generally, in stems, the protoxylem, *i.e,* the xylem which matures early occurs towards the pith.

فى القطاع العرضى تظهر الحزم الوعائية كوحدات منفصلة يفصلها عن بعضها أشعة نخاعية تتكون من خلايا برنشيمية .

بعض الحزم الوعائية ينفصل عن منطقة الأسطوانة الوعائية ويمر خلال طبقة القشرة إلى الأوراق ، وهذه يقال لها الآثار الورقية .

تتكون الحزم الوعائية نموذجيا من شريط من اللحاء يوجد ناحية القشرة وشريط من الخشب يوجد ناحية النخاع وينفصل اللحاء عن الخشب بصف واحد من خلايا الكامبيوم مكونا مايعرف بالحزمة الوعائية الجانبية المفتوحة (شكل 6.2) .

فى حالات قليلة يلاحظ وجود شريط ثانى من اللحاء يقع للداخل من الخشب وذلك كما فى حالة النباتات الباذنجانية والقرعية. مثل هذه الحزم تعرف بالحزم الوعائية ذات الجانبين المفتوحة (شكل 6.3 ، 6.4).

وعموما نجد فى السيقان أن الخشب الأول وهو الخشيب الذى ينضج مبكرا ، يقع ناحية النخاع.

Elements of vessels of protoxylem have annular and spiral thickening. The metaxylem, which matures later, occurs towards the outside and have reticulate and pitted thickening. Maturation of xylem in stems occurs from inside to outside and the xylem is said to be endarch.

The pith is, mainly, made of parenchyma cells. Cortex and pith may contain resin ducts (Fig. 4.8) and / or liticifers (Fig. 3.35).

Detailed description of a transvere section of some dicot stems are given below.

Anatomical structure of squash and *Luffa* stem

The structure of cucurbitaceous stems is of anatomical importance from the view point that they are angular, hollow, and their bundles are in two rows and of the bicollateral type. In transverse section the stem is composed of the followings (Fig. 6.3).

ويميز وحدات أوعية الخشب الأول التغليظ الحلقى والتغليظ اللولبى. أما الخشب التالى وهو الذى ينضج متأخرا فانه يقع ناحية الخارج وتغليظه يكون شبكيا أو منقرا. ويحدث النضج فى الخشب بالسيقان من الداخل الى الخارج ولهذا يوصف الخشب بأنه داخلى المنشأ.

يتكون النخاع غالبا من خلايا برنشيمية. كذلك فإن كلا من القشرة والنخاع قد تحتوى على قنوات راتنجية (شكل 4.8) أو خلايا لبنية (شكل 3.35).

وفيما يلى وصف مطول لقطاع عرضى فى بعض السيقان لنباتات ذات فلقتين.

التركيب التشريحى لساق القرع واللوف

دراسة التركيب التشريحى لسيقان النباتات القرعية له أهمية تشريحية خاصة من وجهة نظر أنه مضلع ومجوف وأن حزمه الوعائية توجد فى صفين ومن النوع ذى الجانبين. القطاع العرضى لساق القرع يتكون من الآتى (شكل 6.3).

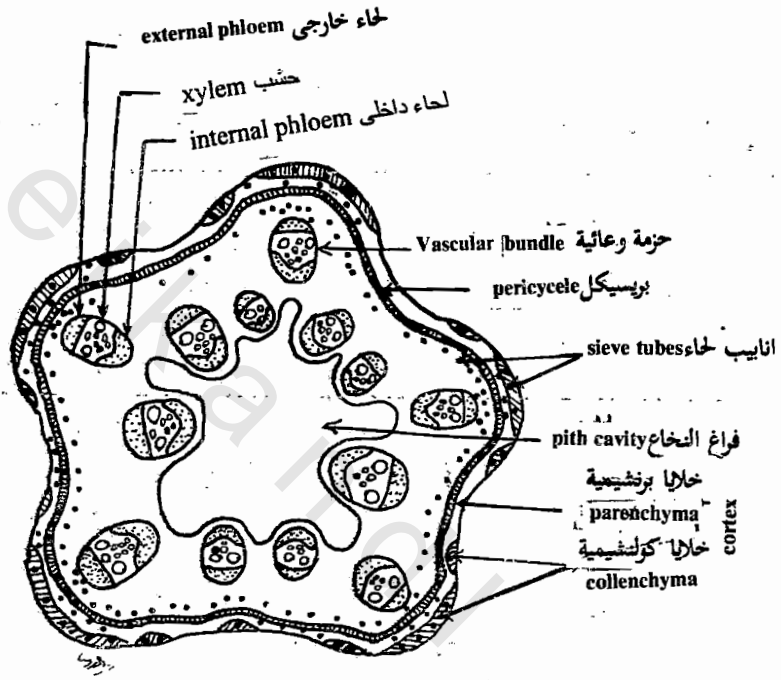


Fig. 6.3: T.S. of squash stem قطاع عرضى فى ساق القرع

Epidermis is made of one layer of rectangular cells, covered externally by cuticle.

Cortex is formed of chlorenchyma cells, alternating with collenchyma at the angular points. The deeper lying cortical parenchyma has few chloroplasts. This is followed by few layers of parenchyma cells and ending with the starch sheath.

Pericycle forms a cylinder of several layers of sclerenchyma. Some parenchyma layers occur between the pericycle and the bundles.

Vascular bundles appear in two circles. The outer ones usually alternate with the inner bundles. Bundles are of the open bicollateral type. In squash stem there is one group of cambium between the outer phloem and xylem, while in *Luffa* stem there is two groups of cambium, an outer one as in squash, and an inner one separating the inner phloem from the xylem (Fig. 6.4).

Pith is made of thin-walled parenchyma cells, and usually it breaks down during primary growth.

البشرة تتكون من صف واحد من الخلايا المستطيلة والمغطاة من الخارج بأدمة.

القشرة وتتكون من خلايا كلورنشيمية متبادلة مع خلايا كولنشيمية فى الأركان . خلايا القشرة البرنشيمية العميقة تحتوى على قليل من البلاستيدات الخضراء ، ويليها للداخل خلايا برنشيمية خالية من البلاستيدت الخضراء وتنتهى بالغلاف النشوى .

البريسيكل يتكون من أسطوانة من عدة طبقات من الخلايا الاسكلرنشيمية . ويفصل البريسيكل عن الحزم عدة طبقات برنشيمية .

الحزم الوعائية تظهر فى دائرتين. حزمُ الدائرة الخارجية تتبادل عادة مع حزم الدائرة الداخلية . الحزم من النوع ذى الجانبين المفتوح . فى ساق القرع يوجد مجموعة واحدة من الكمبيوم تقع بين اللحاء الخارجى والخشب ، بينما فى ساق اللوف يوجد مجموعتين من الكمبيوم، مجموعة خارجية كما فى القرع ومجموعة ثانية داخلية تفصل اللحاء الداخلى عن الخشب (شكل 6.4).

النخاع يتكون من خلايا برنشيمية رقيقة الجدر ، وعادة تتمزق خلايا النخاع خلال النمو الابتدائى .

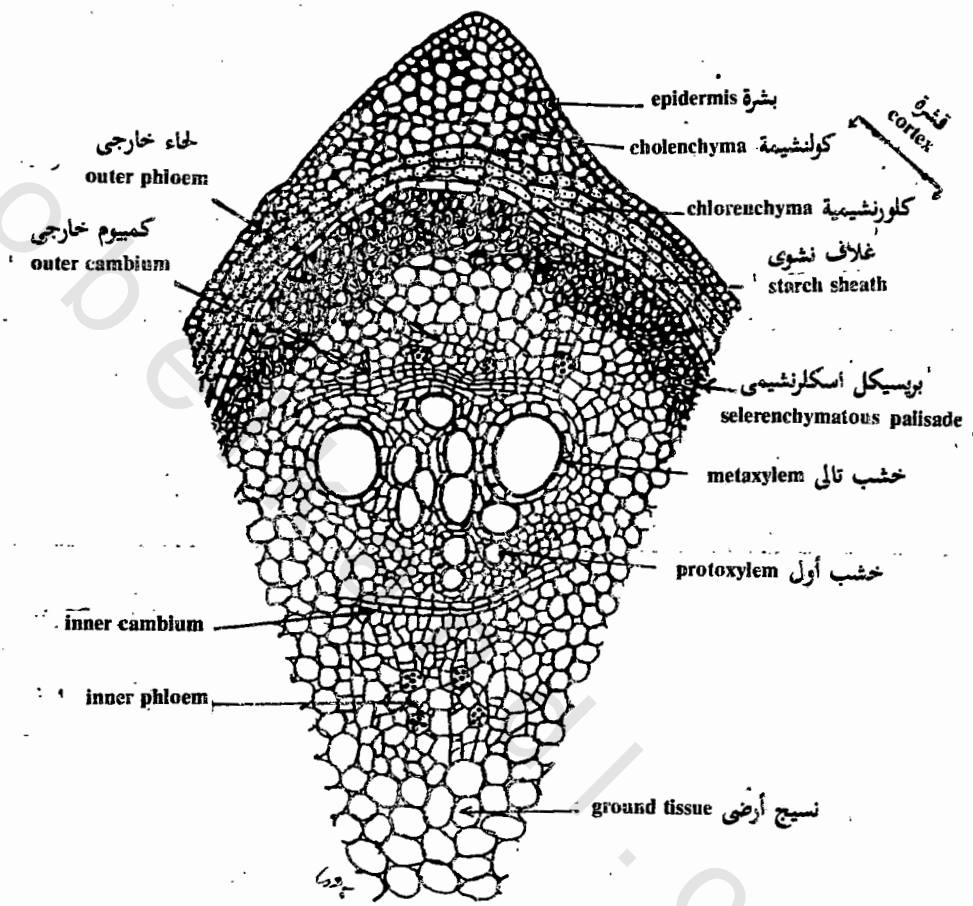


Fig.6.4: T.S. in Luffa stem قطاع عرضى فى ساق اللوف

Casuarina Stem

Casuaria is a xerophyte, having monopodial growth, long slender, deeply grooved, jointed branches and bear at the nodes scaly leaves in whorls. Branches are green and are considered phylloclades.

Transverse section of *Casuarina* phylloclade (Fig. 6.5) shows different xerophytic modifications. The outline of the section is deeply ridged and furrowed. The stomata are situated on the lateral sides of the ridges in the furrows and are protected by laterally arising unicellular thick-walled epidermal hairs which grow out of the furrows.

The epidermis is thickly cuticularized and heavily cutinized.

Following the epidermis, there is a T-shaped fibrous hypodermis at the ridges. The rest of cortex is made of several layers of palisade-like chlorenchyma cells. Imbedded in the parenchyma cells of the cortex, opposite to each ridge, there is leaf trace bundles of the type closed collateral bundles.

ساق الكازورينا

الكازورينا نبات شجرى صحراوى ، نموه وحيد التفرع ، يكون أفرع مفصلية أسطوانية عليها أخاديد عميقة ، كما تحمل الساق عند العقد أوراقا حرشفية فى وضع سوارى. الأفرع خضراء وتعتبر أفرعا متورقة .

القطاع العرضى فى الأفرع المتورقة لساق الكازورينا (شكل 6.5)، تظهر عدة تحورات صحراوية . حواف القطاع تظهر قمما وأخاديد عميقة . وتقع الثغور على الحواف الجانبية للقمم داخل الأخاديد ، وتحمى الثغور بشعيرات وحيدة الخلية سميكة الجدر تنمو من الأخاديد .

البشرة مكينتة بشدة ، وكذلك فهى مغطاة بطبقة سميكة من الأدمة .

يلى البشرة توجد تحت بشرة من الألياف بشكل حرف T تظهر بمناطق القمم . ويتكون باقى القشرة من عدة طبقات من خلايا كلورنشيمية شبيهة بالخلايا العمادية ، يتبعها خلايا برنشيمية عادية وينغمس فى خلايا القشرة البرنشيمية مقابل لكل من القمم حزم آثار ورقية من نوع الحزم الجانبية المقفولة .

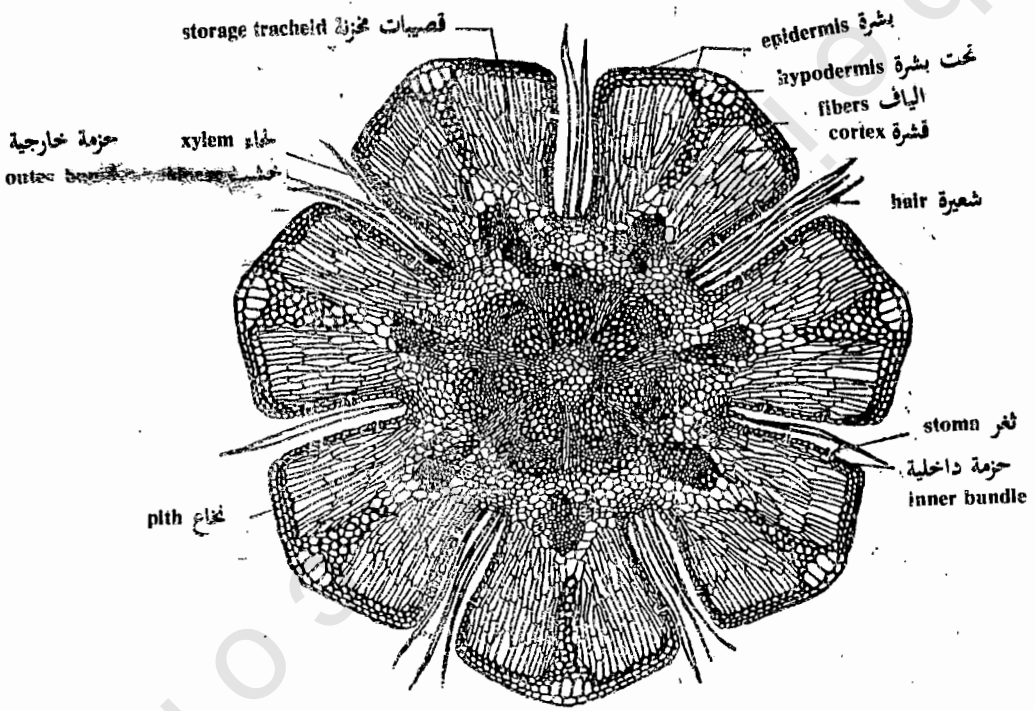


Fig.6.5: T.S. of *Casuarina equisetifolia* stem

قطاع عرضى فى ساق كازورينا

Vascular bundles of the open collateral bundles are arranged in a ring enclosing a small parenchymatous pith. The vascular bundles are positioned opposite to the furrows.

Asparagus stem

Asparagus is a much branched dry xerophyte, with short lateral green branches modified as phylloclades which arise in groups of 2 to 6 from the axils of reduced spiny leaves (Fig. 1.41).

Transverse section of asparagus phylloclade (Fig. 6.6) shows a uniseriate cuticularized epidermis. Stoma are sunken on the epidermal surface.

The cortex consists of one row of loosely palisade-like cells. Spongy parenchyma with wide intercellular spaces are located to the inside of the palisade layer, this is followed by central region of compact parenchyma cells, in which two vascular bundles are embedded.

الحزم الوعائية من النوع الجانبى المفتوح وترتب الحزم فى حلقة متبادلة مع حلقة الحزم القشرية . ويوجد لداخل حلقة الحزم الوعائية النخاع البرنشيمى.

ساق الاسبرجس

الأسبرجس نبات صحراوى شديد التفرع يكون أفرع جانبية قصيرة خضراء اللون محورة إلى سيقان متورقة ، تنشأ فى مجاميع من 2 إلى 6 من آباط أوراق شوكية مختزلة (شكل 1.41) .

بالقطاع العرضى فى الساق المتورقة للأسبرجس (شكل 6.6) تظهر بشرة من صف واحد عليها أدمة واضحة . وتوجد الثغور عميقة فى سطح البشرة .

تتكون القشرة من صف واحد من خلايا مفككة تشبه الخلايا العمادية . ويوجد للداخل خلايا برنشيمية شبه إسفنجية بينها مسافات بينية واسعة . يلى الخلايا الإسفنجية منطقة خلايا برنشيمية مندمجة ينغمس فيها حزمتين وعائيتين .

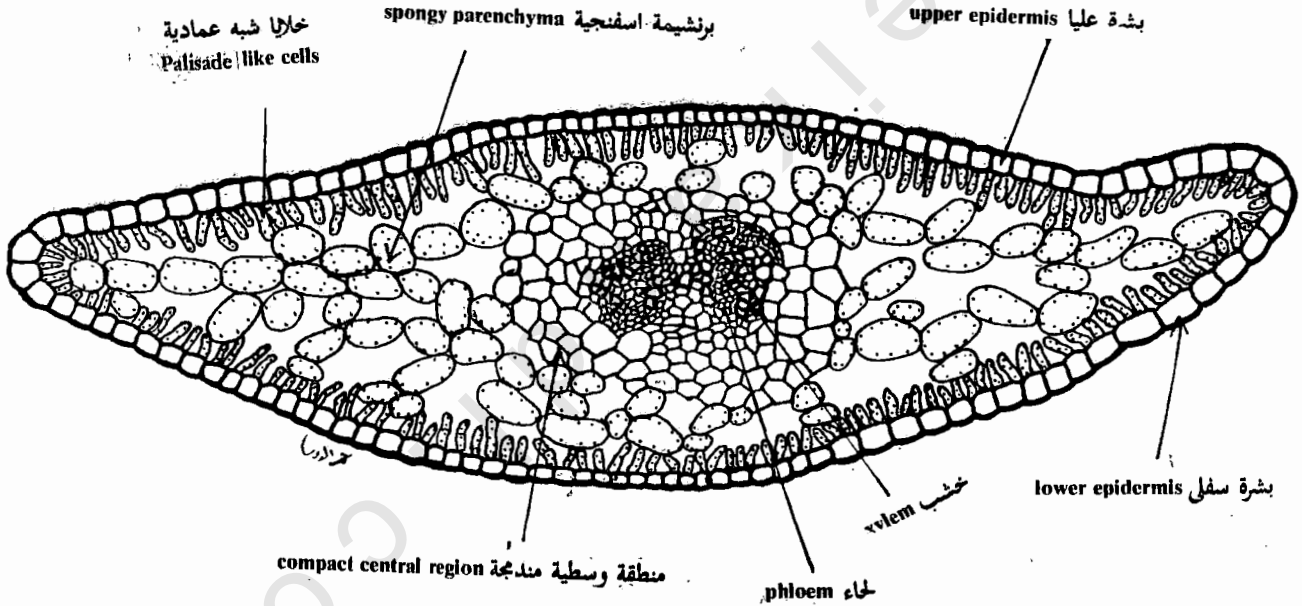


Fig.6.6: T.S. in phylloclade of *Asparagus*

قطاع عرضى فى ساق متورقة للاسبرجس

Monocot stems

Monocots differ from dicots in the presence of ground tissue instead of cortex and pith. Vascular bundles are scattered allover the ground tissue, or arranged in two or more rings. Individual bundles are small, entirely distinct from one another, and are more numerous toward the outside than toward the centre.

In each bundle the xylem occurs towards the centre, arranged in V- or Y-shape, consisting mostly of two large metaxylem vessels to the exterior and narrow protoxylem vessels, to the interior and to the inside of the protoxylem a large air space is usually present. There is no cambium in the vascular bundle, and thus it is considered of the type closed collateral bundle (Fig.6.7).

Detailed anatomical descriptions of some monocot stems are given below.

السيقان وحيدة الفلقة

تختلف سيقان النباتات وحيدة الفلقة عن ذات الفلقتين فى وجود نسيج أرضى بدلا من القشرة والنخاع . الحزم الوعائية تكون متناثرة فى كل النسيج الأرضى أو تكون مرتبة فى صفين أو أو أكثر . الحزم الوعائية صغيرة مميزة بوضوح كل عن الأخرى وتزداد عددا للخارج عن الداخل ناحية النخاع .

فى كل حزمة وعائية نجد أن الخشب يقع ناحية مركز القطاع مرتبة أوعيته بشكل V أو Y وتتكون غالبا من وعائين كبيرين من الخشب التالى للخارج وأوعية خشب أول ضيقة للداخل، ويوجد للداخل من الخشب الأول مسافة هوائية كبيرة . لا يوجد كمبيوم بالحزم الوعائية ولهذا تعتبر الحزمة من النوع الجانبى المقفول (شكل 6.7) .

وفى ما يلى وصف مفصل لتشريح سيقان بعض النباتات وحيدة الفلقة .

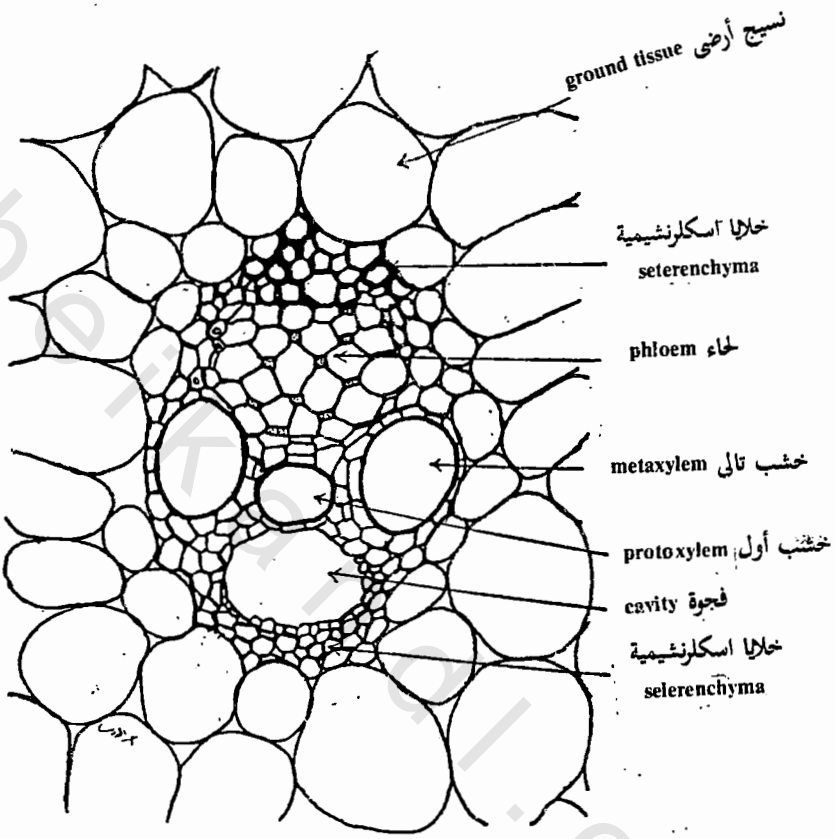


Fig.6.7: Vascular bundle of corn stem

حزمة وعائية لساق الذرة

obeikandl.com

Corn stem

Corn stem represents a typical anatomical structure of a monocot stem. In a transverse section (Fig.6.1 & 6.7) we can see the followings.

Epidermis, made of one layer of rectangular cells covered with a thick layer of cutin.

Ground tissue, formed of parenchyma cells, in which plenty of vascular bundles are irregularly scattered.

Vascular bundles, are of the closed collateral bundles. They are smaller and more crowded towards the outside than towards the centre. Each bundle is, typically, made of two big metaxylem vessels and between them towards the outside the phloem is located. To the inside of the two metaxylem vessels and between them is one to three protoxylem vessels usually in a radial row. A large cavity is found interior of the protoxylem (Fig.6.7).

The bundle is surrounder by a sheath of sclerenchyma cells, mostly outside the phloem and inside the cavity.

ساق الذرة

يمثل ساق الذرة تركيب تشريحى مثالى لساق نبات وحيد الفلقة . ويمكن أن نرى مايلى فى قطاع عرضى لساق الذرة (شكل 6.1 ، 6.7) .

البشرة ، تتكون من صف واحد من خلايا مستطيلة مغطاة بطبقة سميكة من الأدمة .

النسيج الأرضى ، يتكون من خلايا برنشيمية ينغمس فيها العديد من الحزم الوعائية المنتثرة بغير نظام .

الحزم الوعائية ، من النوع الجانبى المقفل . الحزم صغيرة ومتزاحمة ناحية الخارج أكثر من تزاحمها ناحية المركز . تتكون الحزمة نموذجيا من وعائين كبيرين من الخشب التالى ، ويوجد اللحاء للخارج بين وعائى الخشب التالى . ويوجد للداخل من وعائى الخشب التالى وبينهما وعاء إلى ثلاثة أوعية خشب أول عادة فى صف قطرى . وتشاهد للداخل من الخشب الأول فجوة كبيرة (شكل 6.7).

تحاط الحزمة الوعائية بغلاف من خلايا إسكلرنشيمية غالبا للخارج من اللحاء وللداخل من الفجوة .

Potamgeton stem

Potamogeton is an aquatic plant and the transverse section of its stem shows some aquatic modifications, as the presence of aerenchyma in the cortex. Also *Potamogeton* though belonging to monocotyledons yet its anatomy shows some dicot characters as the presence of distinct pith. The folowings can be seen in the transverse section of *P. natans* (Fig.6.8).

Epidermis, is made up of a single layer of thin-walled cells, with a thin layer of cuticle.

Cortex, is made of small aerenchyma cells arranged in a network and leaving big air spaces. Cells are thin-walled and may contain chloroplasts.

ساق بوتاموجيتون

بوتاموجيتون نبات مائى ، ويظهر القطاع العرضى فيه بعض تحورات النباتات المائية مثل وجود خلايا برنشيمية هوائية فى القشرة . أيضا فإنه بالرغم من أن نبات البوتاموجيتون ينتمى إلى النباتات وحيدة الفلقة إلا أن تشريح ساقها يبين بعض مميزات النباتات ذات الفلقتين مثل وجود نسيج قشرة مميز وكذلك نسيج نخاع . ويمكن مشاهدة الآتى فى القطاع العرضى لنوع بوتاموجيتون ناتانس (شكل 6.8).

البشرة ، تتكون من صف واحد من خلايا رقيقة الجدر مغطاة بأدمة رقيقة .

القشرة ، تتكون من خلايا برنشيمية هوائية صغيرة مركبة بنظام شبكى وتاركة فراغات هوائية كبيرة . جدر الخلايا رقيقة وقد تحتوى على بلاستيدات خضراء .

The partition of the air spaces are made up mostly of a single layer of cells. Fiber bundles are found in the outer parts of the cortex, and cortical amphivasal bundles in the internal part of the cortex.

Endoderims, is a distinct layer surrounding the stele, and is composed of radially elongated cells.

Pericycle, is a distinct fibrous layer.

In vascular bundles, the xylem is represented by a number of xylem cavities. The phloem contains sieve tubes and companion cells and are located exterior to the xylem cavities.

Pith is distincts in this species, while in *P. pectinatus* a large xylem cavity occupies the centre of the section.

تتكون حواف الفراغات الهوائية من صف واحد من الخلايا غالبا . توجد بالقشرة فى الجزء الخارجى منها حزم ألياف ، وفى الجزء الداخلى من القشرة توجد حزم مركزية اللحاء.

الاندوديرمس، طبقة مميزة تحيط بالإسطوانة الوعائية وتتكون من خلايا متطاولة قطريا.

البريسكل ، طبقة ألياف مميزة .

الحزم الوعائية ، وفيها يحل محل الخشب فى القطاع عدد من فجوات الخشب.

اللحاء، يتكون من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وتقع لناخارج من فجوات الخشب.

النخاع ، محدد فى هذا النوع بينما فى النوع بوتاموجيتون بكتيناتس يحل محله فجوة خشب كبيرة تشغل مركز القطاع .

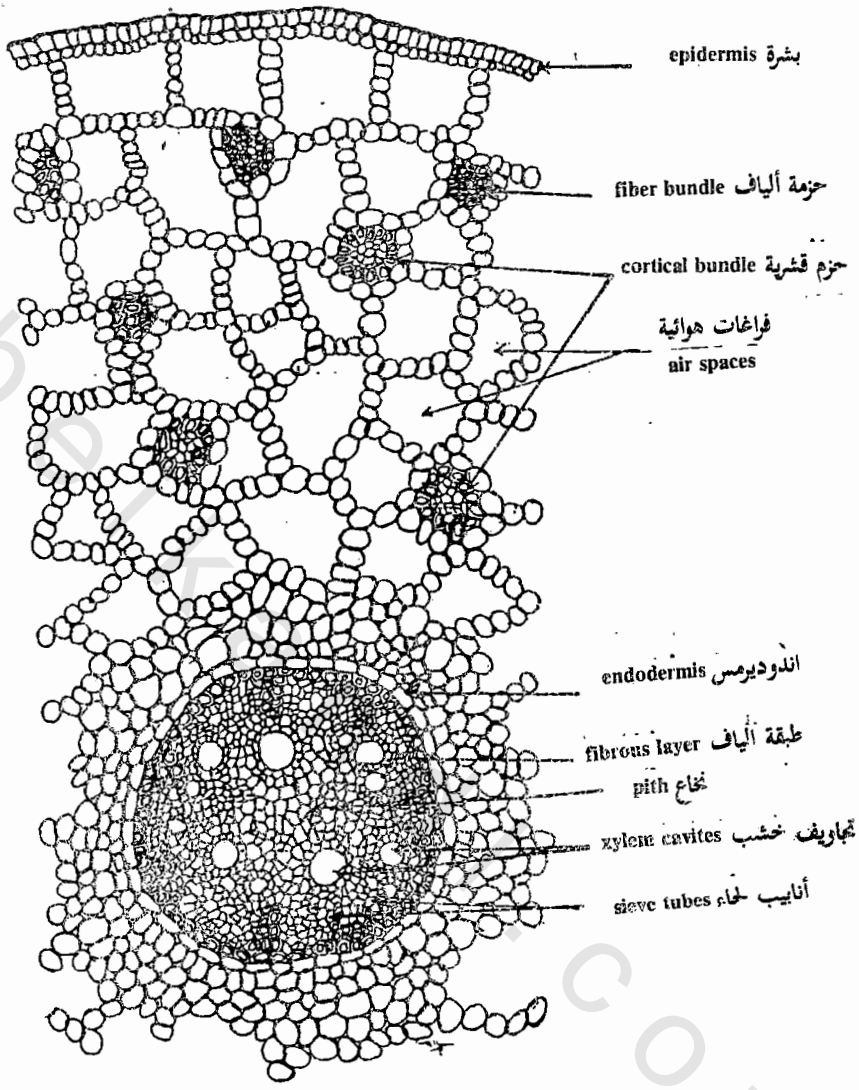


Fig.6.8: T.S. of *Potamogeten natans* stem

قطاع عرضى فى ساق نبات بوتاموجيتون ناتانس

Secondary growth in stem

The stem of most plants increase in thickness to meet the increasing demand of mechanical and conducting tissue to suppert the new branches, the increasing number of leaves and their expassion. Most dicots increase in thickness by the division of their lateral meristem, the cambium, while few monocots show secondary growth.

Secondary growth in dicot stems

At the time of commencement of secondary growth, the parenchyma cells in the medullary rays in line with the facicular cambium become meristematic, and form the inter-fasicular cambium, which joins the fasicular cambium (Fig.6.9) forming a complete ring of cambium. Vascular cambium consists of two types of cells; the fusiform initials and the ray initials. Fusiform initials produce secondary xylem and secondary phloem, and the ray initials form the medullary rays. As the axis grows in thickness, the cambium ring increases in circumference by transverse division of cells. New cells are

النمو الثانوى فى السيقان

يحدث النمو فى السمك فى معظم سيقان النباتات ليقابل الطلب المتزايد من أنسجة ميكانيكية وأنسجة ناقلة تفى بحاجة الأفرع الجديدة والأعداد المتزايدة من الأوراق واتساع مساحاتها . معظم النباتات ذات الفلقتين تزداد فى السمك بإنقسام مرستيماتها الجانبية أى الكامبيوم، بينما القليل من نباتات وحيدة الفلقة ينمو فى السمك .

النمو الثانوى فى سيقان النباتات ذات الفلقتين

عندما يبدأ النمو الثانوى فى الساق فإن الخلايا البرنشيمية ، المكونة للأشعة النخاعية التى فى مستوى الكامبيوم الحزمى ، تصبح مرستيمية مكونة الكامبيوم بين الحزمى (شكل 6.9)، وبذلك تتكون حلقة كاملة من الكامبيوم ، يتكون الكامبيوم من نوعين من الخلايا ، خلايا إنشائية مغزلية وخلايا إنشائية شعاعية . تكون الخلايا الإنشائية المغزلية الخشب الثانوى واللحاء الثانوى، وتكون الخلايا الإنشائية الشعاعية الأشعة النخاعية . وبنمو الساق فى السمك تتسع حلقة الكامبيوم فى المحيط وذلك عن طريق الإنقسام العرضى للخلايا ، كما تتكون خلايا جديدة على جانبى حلقة الكامبيوم

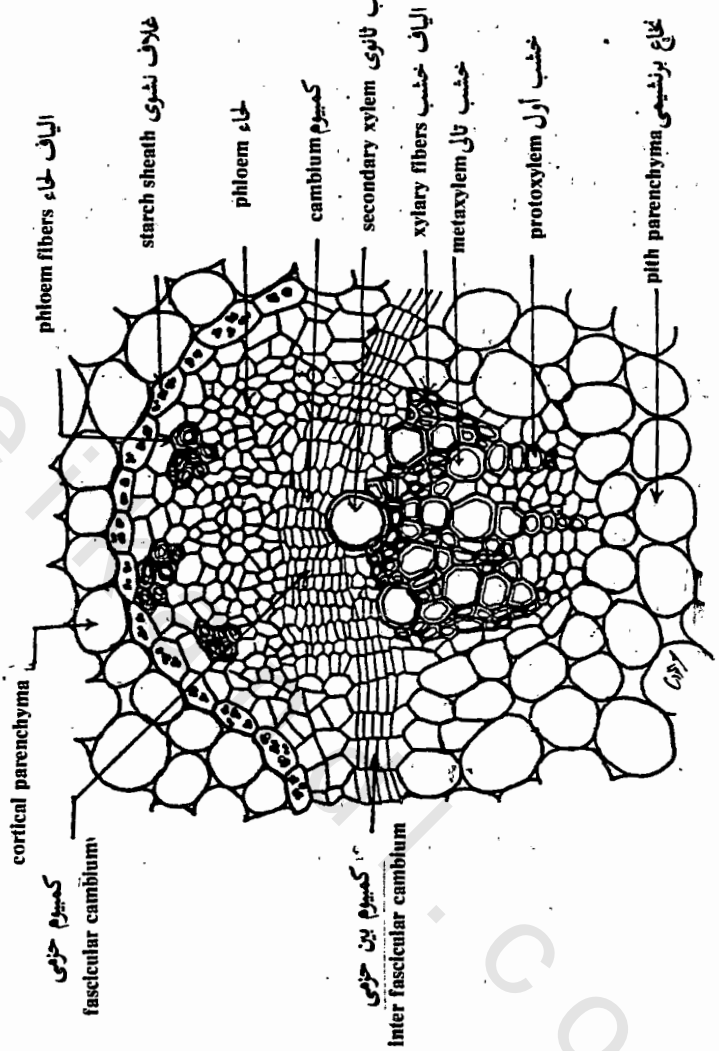


Fig.6.9: Part of C.S. of castor-oil hypocotyl (above transition zone

جزء من قطاع عرضى فى السويقة الجنينية السفلى لنبات الخروع أعلى منطقة الانتقال

formed on both sides, secondary xylem is produced towards the centre, and the secondary phloem to the outside. The secondary xylem pushes the primary xylem towards the pith. The proportion of secondary xylem produced in secondary growth is much greater than that of secondary phloem. Secondary phloem pushes the primary phloem towards the outside and the latter gets disorganized (Fig.6.10).

The increase in thickness, results in the destruction of outer tissues and this stimulates the formation of periderm (Fig. 3.46). As an example of secondary growth a transverse section of apricot stem is given (Fig.6.11).

The transverse section of apricot stem shows the followings.

Epidermis, is covered by a thick layer of cutin. This layer will soon rupture and disappear.

يكون فيها الخشب الثانوى للداخل واللحاء الثانوى للخارج. ويدفع الخشب الثانوى الخشب الابتدائى نحو النخاع وأخيرا يظهر الخشب الابتدائى كبروز صغير دورقى الشكل فى نهاية الخشب الثانوى وتكون نسبة الخشب الثانوى المتكونة كبيرة بمقارنتها باللحاء الثانوى ، ويدفع أيضا اللحاء الثانوى اللحاء الابتدائى إلى الخارج وتصبح خلاياه غير منتظمة الشكل نتيجة لضغط اللحاء الثانوى عليها (شكل 6.10) .

زيادة النمو فى السمك يؤدى إلى تمزق الأنسجة الخارجية وهذا يتبعه تكوين نسيج البريديرم (شكل 3.46) . كمثال للنمو فى السمك نشرح قطاع عرضى فى ساق نبات المشمش شكل (6.11) .

يبين القطاع العرضى فى ساق المشمش الآتى من الخارج إلى الداخل.

البشرة ، وهى مغطاة بطبقة سميكة من الأدمة . طبقة البشرة ستتمزق بزيادة السمك وتختفى .

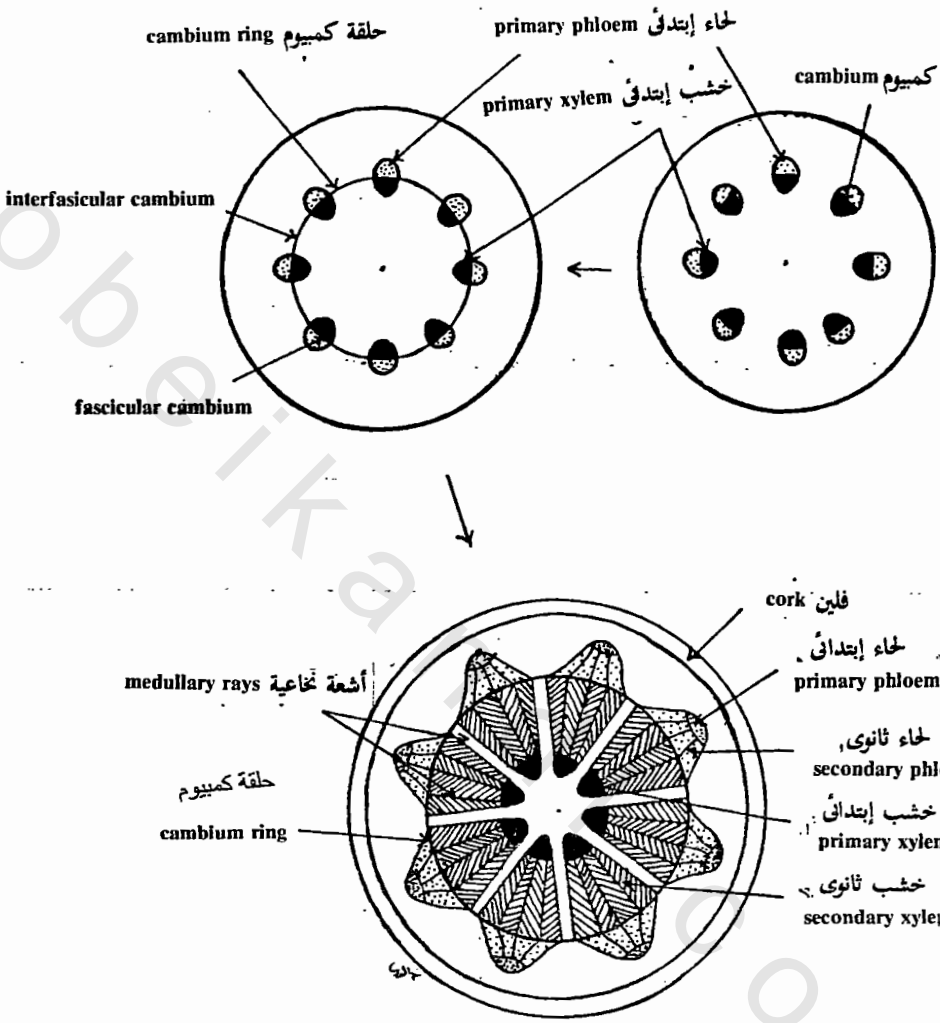


Fig.6.10: Steps of secondary growth in dicot stem

خطوات النمو الثانوى فى ساق نبات ذى فلقتين

Periderm consists of phellem, phellogen and phelloderm.

Cortex, is mostly parenchymatous.

Primary phloem, consists, of phloem fibers to the outside followed by crushed protophloem elements, then the metaphloem.

Phloem fibers may be considered as the pericycle.

Secondary phloem, consists of sieve tubes, companion cells and parenchyma cells.

Vascular cambium made of several layers of meristematic cells.

Secondary xylem made of vessels, wood fibers and xylem rays. The xylem rays are interconnected with the phloem rays forming strands of elongated parenchyma cells.

The secondary vascular tissues in the neighbouring bundles unit forming a continuous cylinder.

Primary xylem occurs near the centre, followed by the pith in the centre.

البريدرم ، يتكون من الفلين والكامبيوم الفلينى والقشرة الفلينية.

القشرة ، غالبا برنشيمية .

اللحاء الابتدائى ، ويتكون من ألياف اللحاء للخارج يتبعها اللحاء الأول ممزقا ومضغوطا ثم اللحاء التالى .

يمكن إعتبار ألياف اللحاء بأنها نسيج البريسيكل .

اللحاء الثانوى ، ويتركب من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وخلايا برنشيمية .

الكامبيوم الوعائى ، ويتكون من عدة طبقات من الخلايا المرستيمية .

الخشب الثانوى ، يتكون من أوعية خشب وألياف خشب وأشعة خشب . أشعة الخشب تتصل بأشعة اللحاء وتتكون من أشرطة من خلايا برنشيمية .

الأنسجة الوعائية الثانوية فى الأوعية المتجاورة تتصل معا مكونة حلقة متصلة .

الخشب الابتدائى ، يوجد قريبا من مركز القطاع ويتبعه فى المركز نسيج النخاع .

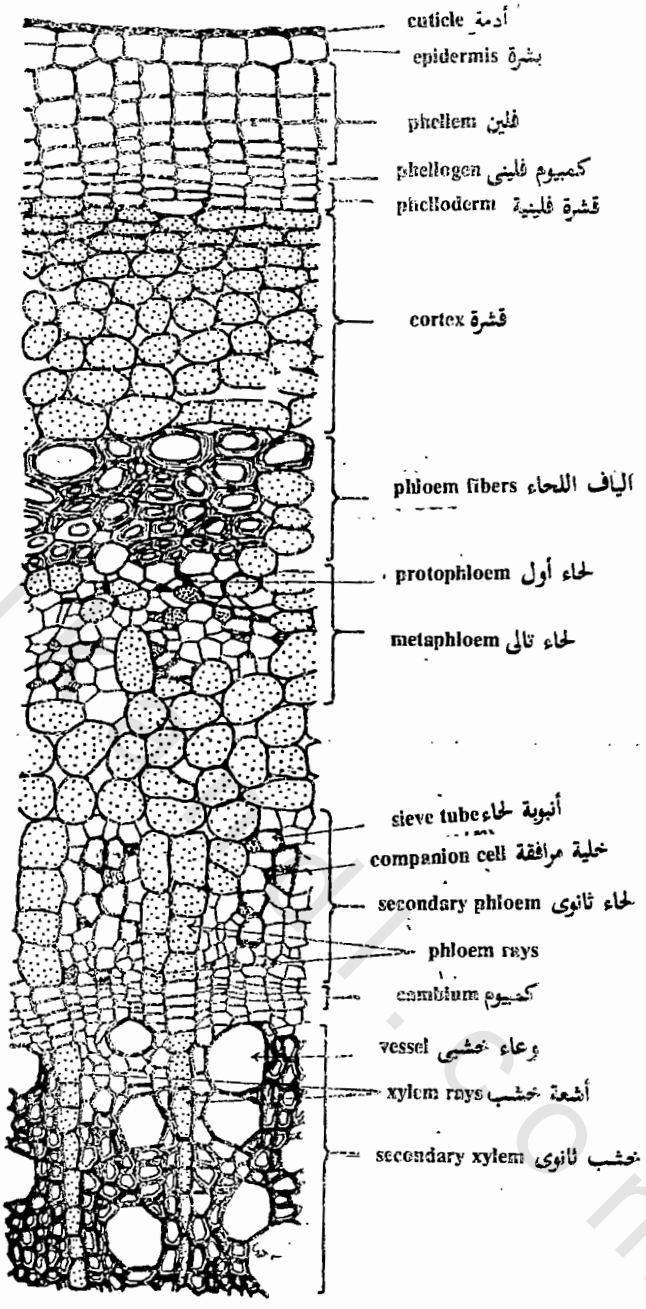


Fig.6.11: T.S. is Apricot stem قطاع عرضى فى ساق المشمش

Secondary growth in monocots

Due to the absence of primary cambiun in monocot stems, secondary thickness is not, normally, found. In few case as in *Dracaena* and *Yucca* a secondary cambium is developed in the cortex external to the primary vascular bundles. The cambial cells divide to cut off few cells towards the epiderms and a large number of cells towards the center of the stem.The outer cells develop into parenchyma cells forming secondary cortex.The inner cells develop partly into amphivasal bundles, the phloem is surrounded by the xylem, and partly into parenchymatous cells known as conjuctive tissue (Fig. 6.12).

Each bundle develops from a single intial, which undergoes anticlinal divisions at first, followed by periclinal division, then irregular divisions.The central cells then develop into

النمو الثانوى فى نباتات الفلقة الواحدة

نظرا لغياب الكامبيوم الابتدائى فى سيقان النباتات وحيدة الفلقة فإن النمو فى السمك لا يحدث عادة . وفى حالات قليلة كما فى سيقان الدراسينا واليوكا يتكون كمبيوم ثانوى بالقشرة خارج الحزم الوعائية الابتدائية . تنقسم خلايا الكامبيوم وينفصل عنها عدد قليل من الخلايا ناحية البشرة وعدد كبير من الخلايا ناحية مركز الساق . تتكشف الخلايا الخارجية إلى خلايا برنشيمية يتكون منها القشرة الثانوية . وتتكشف الخلايا الداخلية جزئيا إلى حزم وعائية مُركزية اللحاء، أى اللحاء فى مركز الحزمة محاطا بالخشب ، وجزئيا إلى خلايا برنشيمية تعرف باسم النسيج الضام (شكل 6.12) .

تتكشف الحزمة الوعائية من خلية إنشائية واحدة . تنقسم الخلية بجدر عمودية على السطح الخارجى فى المبدأ ، ثم تنقسم الخلايا الناتجة بجدر

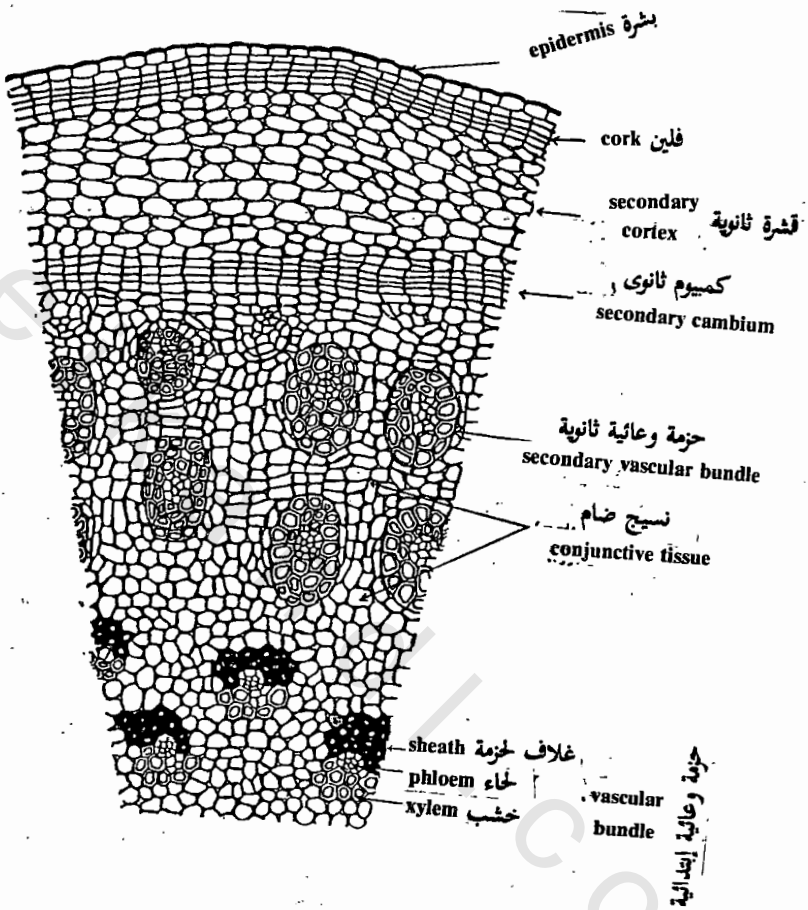


Fig.6.12: T.S. in *Dracaena* stem قطاع عرضى فى ساق الدراسينا

phloem, and the peripheral cells develop into xylem (Fig. 6.13).

Annual rings

The annual ring is the increment of secondary xylem added to the wood of a plant in a single year. This appears in transverse section as one of more rings resulting from variation in cell diameter due to seasonal variations. The larger part of secondary xylem, which is added every year, consists of vessels and fibres. The relative portion of xylem elements which formed in spring (spring wood) consists of more proportion of vessels then fibers. The amount of vessels formed during spring is much more than those formed during autumn. The spring wood vessels and fibres are wider with less thickened walls than those of the autumn wood elements. The difference between spring and autumn, wood is more prominent in deciduous than in evergreen

موازية للسطح الخارجى ، ثم تحدث إنقسامات غير منتظمة . تتكشف الخلايا الوسطية إلى اللحاء ، والخلايا المحيطة تتكشف إلى الخشب (شكل 6.13) .

الحلقات السنوية

الحلقات السنوية هى وحدات الخشب الثانوى المضافة خلال عام واحد ، وتظهر فى القطاع العرضى كحلقة أو أكثر تنتج عن إختلاف فى أقطار خلايا الخشب نتيجة لاختلاف البيئة الموسمية . يتكون الجانب الأكبر من الخشب الثانوى ، الذى يضاف كل عام ، من أوعية والياف ، وتختلف نسبة الألياف التى تتكون من الفصول المختلفة ، فالخشب الذى يتكون فى الربيع (الخشب الربيعى) يحتوى على نسبة من الأوعية أعلى من نسبة الألياف ، كما أن كمية الأوعية المتكونة ربيعا تزيد على كمية الأوعية التى تتكون خلال الخريف (الخشب الخريفى). كذلك فإن أوعية الخشب الربيعى وألياقه تكون أوسع وجدرها أرق من أوعية الخشب الخريفى

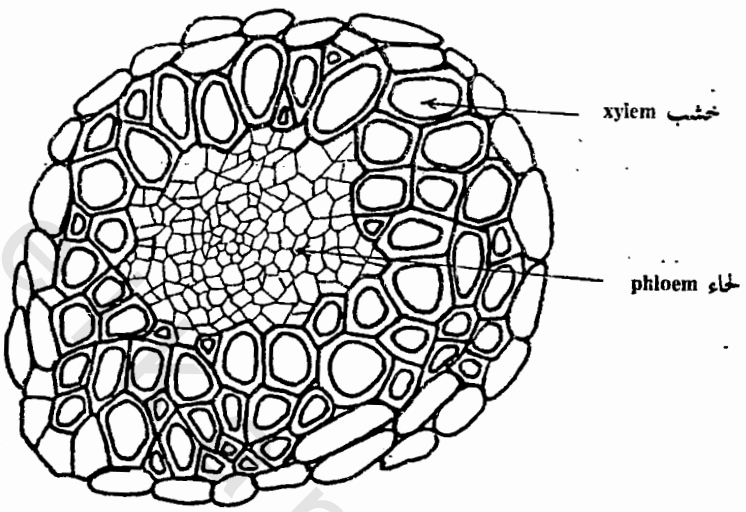


Fig.6.13: Secondary vascular bundle in *Dracaena* stem

حزمة وعائية ثانوية فى ساق الدراسينا

obeikandl.com

plants. Obviously, this is attributed to the increase in water uptake during spring where buds open and form new leaves. In autumn, leaves fall down and the need for water decreases. and the needs for mechanical support increases. The marked contrast in size of spring and autumn wood elements develop every year form what is known as annual ring. The longitudinal section of *Tilia* stem illustrated in Fig. 6.14. show three annual rings which indicate that it is a four years old plant; 1 year for primary growth and three years in secondary growth.

Leaf gap and leaf trace

The vascular bundles in most dicot stems are arranged in a circle forming a continuous cylinder. At the nodes some of the bundles diverge and pass out through the cortex into the leaves. These are known as leaf traces.

In a transverse section above the node, a break in the vascular cylinder, in which parenchyma tissue replaces the vascular tissue,

وأليافه. وهذا الفرق بين الخشبين الربيعى والخريفى أكثر وضوحا فى النباتات متساقطة الأوراق عنه فى دائمة الخضرة ، ويعزى ذلك الى زيادة حاجة النبات الى الماء فى الربيع بسبب تفتح البراعم وتكون أوراق جديدة ، أما فى الخريف فإن الأشجار تسقط أوراقها فيقل إحتياجاتها الى الماء بينما تزداد حاجتها الى التدعيم الميكانيكى . وهذا الإختلاف الواضح فى حجم عناصر الخشب الربيعى والخريفى التى تنشأ كل عام تكون مايعرف بالحلقة السنوية . ويرى فى القطاع العرضى لساق التيليا المبين بالشكل 6.14 ثلاث حلقات سنوية مما يبين أن عمر هذا النبات أربعة سنوات، سنة نمو إبتدائى وثلاثة سنوات نمو ثانوى .

الفجوة الورقية والأثر الورقى

تترتب الحزم الوعائية فى معظم النباتات ذات الفلقتين فى دائرة مكونة إسطوانة متصلة . عند العقد تتفرج بعض هذه الحزم مارة خلال القشرة الى الأوراق . ويعرف المدد الوعائى لهذه الأوراق بالآثار الورقية .

بعمل قطاع عرضى فى الساق أعلى العقد نشاهد قطع فى الإسطوانة الوعائية حيث نلاحظ أن بعض الحزم الوعائية قد حل مكانها نسيج برنشيمى

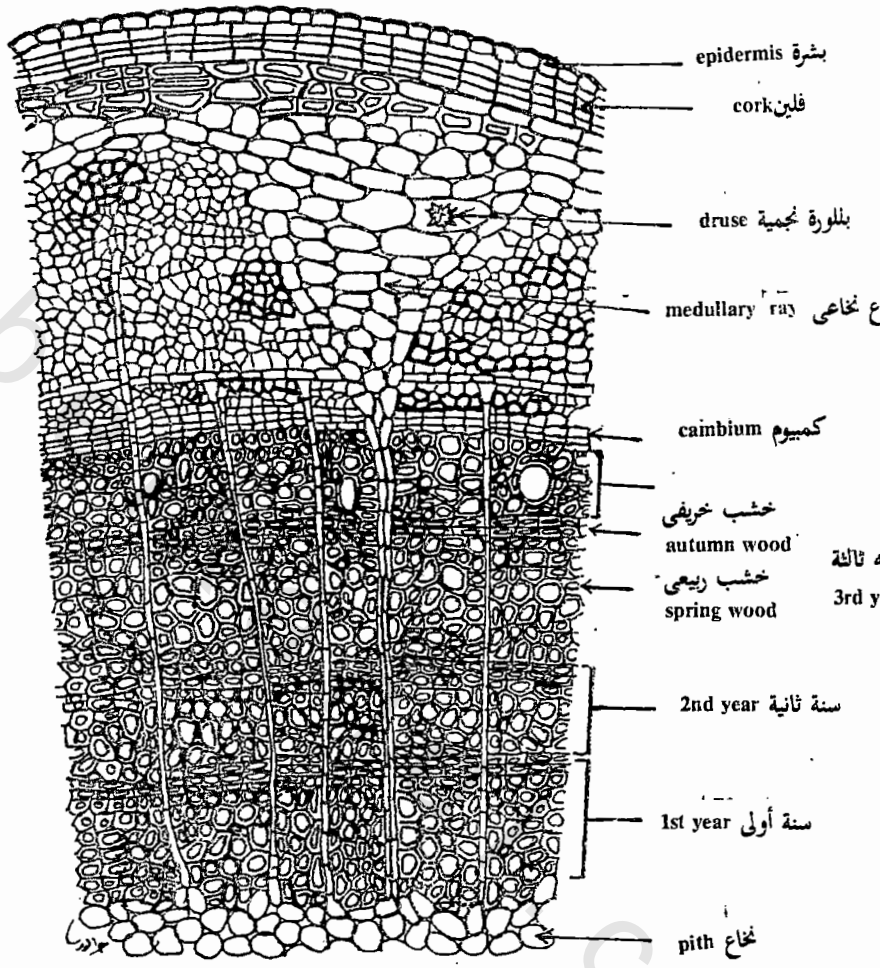


Fig.6.14: T.S. 4 years old *Tilia* stem

قطاع عرضى فى شجرة زيزيفون عمرها أربعة سنوات

is known as leaf gap. Through the leaf gap the cortex and pith are connected (Fig. 6.15).

The leaf traces arise from the apical meristem of the leaf primordia. They join the vascular tissues of the stem when the leaf completes its development. The leaf trace runs obliquely in the internode and joins the vascular cylinder of the stem.

There are bundles in the stem which do not supply the leaves, but supply the stem branches, and are known as branch traces. These are associated with branch gaps.

Roots stem transition zone

The arrangement of vascular tissue in the stem and root is different. In angiosperms, stem bundles are mostly collateral in which the xylem and phloem strands are arranged in one radius in each bundle, whereas they are arranged in different alternating radii in the root. In the stem, vascular bundles are placed away from the center, while they are placed in roots

يصل القشرة بالنخاع ، وتعرف هذه المنطقة بالفجوة الورقية (شكل 6.15).

تنشأ الآثار الورقية من المرستيم القمي للبادىء الورقي . يتصل الأثر الورقي بالنسيج الوعائي للساق عندما تبلغ الورقة نموها الطبيعي . ويدخل الأثر الورقي بميل في السلامية ويتصل بالأسطوانة الوعائية للساق.

توجد حزم أخرى في الساق لا تقوم بتغذية الأوراق بل تغذى أفرع الساق وتعرف بالآثار الساقية ، وهذه يصاحبها وجود فجوات ساقية.

منطقة الانتقال بين الجذر والساق

يختلف ترتيب النسيج الوعائي للساق عن الجذر ، ففي الساق تكون الحزم جانبية أي يوجد كل من الخشب واللحاء على نصف قطر واحد بينما في الجذر توجد عناصر الخشب اللحاء على أنصاف أقطار متبادلة . كما توجد الحزم في الساق في وضع قريب من المحيط الخارجي بينما توجد قرب المركز في الجذر . الخشب داخلي المنشأ أي أن

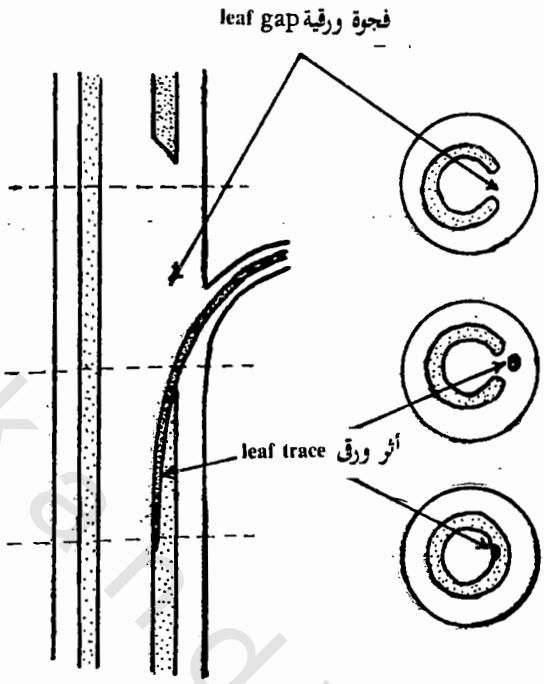


Fig.6.15: Diagram of a longitudinal section of stem passin through a node (left) and three transverse sectio at different levels (right)

قطاع طولى فى ساق مارا بعقدة (يسار)

وثلاث قطاعات عرضية على مستويات مختلفة (يمين)

obeikandl.com

near the centre. The xylem in the stem is endarch; protoxylem towards the center, whereas in the root it is exarch; protoxylem towards the exterior. In spite of the different arrangement of vascular tissues, root and stem are parts of the same axis. There is a region in the axis where the radial arrangement of the vascular tissue with exarch xylem in the root changes to collateral arrangement with endarch xylem in the stem. The part of the axis where the change takes place is known as the transition region. The length of the transition region is very small (from less than 1 mm to 3 mm) and is located in the part of the hypocotyl below the point of attachment of the cotyledons. Fig.6.16 illustrates such changes in two plant species. Above the transition zone the section is similar to the stem (Fig.6.9) and below this zone the section is similar to the root.

الخشب الأول للداخل فى الساق ، بينما فى الجذر الخشب خارجى المنشأ أى أن الخشب الأول للخارج . وعلى الرغم من اختلاف ترتيب النسيج الوعائى فى الجذر والساق إلا أنهما طرفان على نفس المحور . وتوجد منطقة من هذا المحور يحدث فيها تغيير فى ترتيب الخشب واللحاء من الوضع القطرى فى الجذر إلى الوضع الجانبى فى الساق ويتغير ترتيب الخشب فيصبح الخشب الأول داخليا فى الساق بعد أن كان خارجيا فى الجذر . ويحدث هذا التحول فى منطقة الانتقال وهى منطقة قصيرة جدا تتراوح بين أقل من ملليمتر واحد ولا تتعدى ثلاثة ملليمترات وهى جزء من السويقة الجنينية السفلى تقع أسفل منطقة اتصال الفلقتين بالمحور. يبين شكل 6.16 التغيرات التى تحدث فى نوعين نباتيين . أعلى منطقة الانتقال يكون القطاع مشابها لقطاع الساق (شكل 6.9) وأسفل هذه المنطقة يكون القطاع مشابها للجذر.

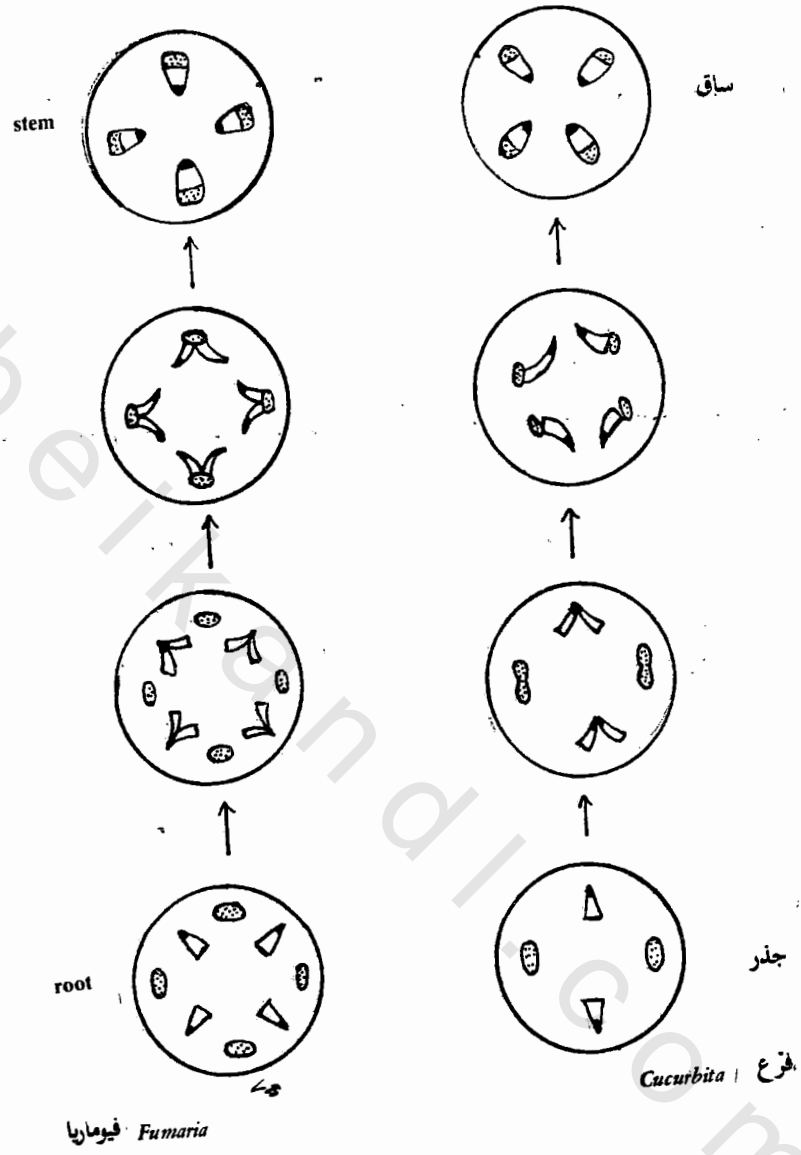


Fig.6.16: Transtion zone between root and stem in 2 specie

منطقة الانتقال بين الجذر والساق فى نوعين

obeikandl.com