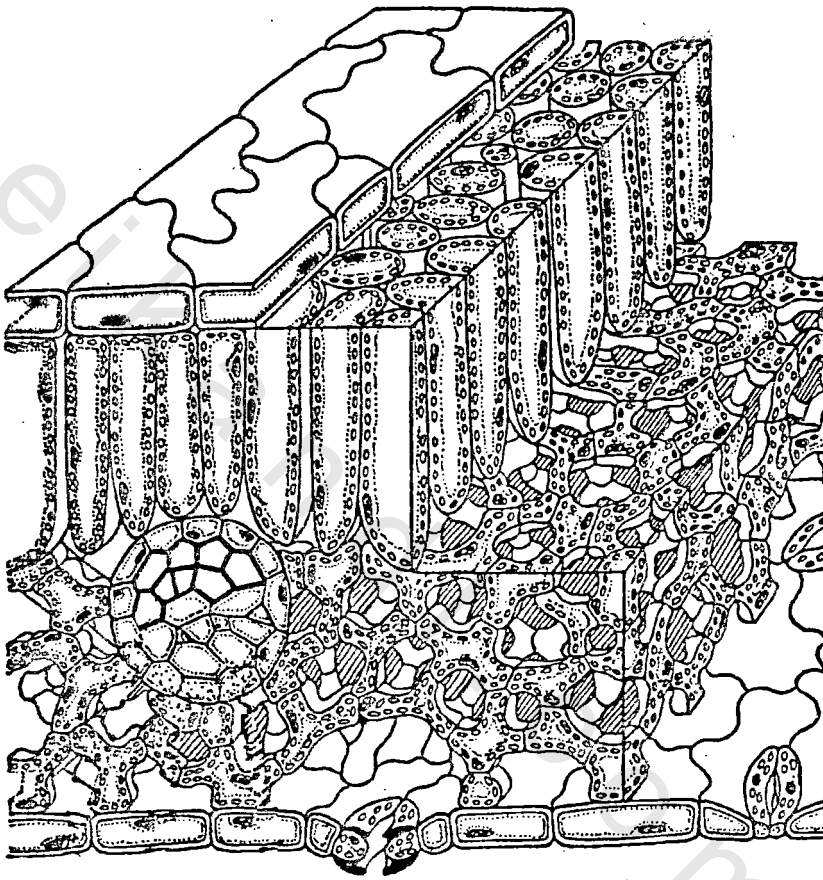
الباب السابع

تركيب الورقة

Chapter 7

Leaf Structure

obeikandl.com



Anatomy of plant leaves

Leaves are formed on stems above ground. Their main functions are to carry the process of photosynthesis and to help in the ascending of water and solutes from roots up to the leaves through the process of transpiration. The morphology of leaves reflects their functions. Thus leaves usually have an expanded portion; blade, which contains high rate of chlorophasts in their cells and have high rate of stomata in the epidermis.

The typical leaf consists of a base, petiole and blade. Mature leaf blade usually consists of an upper (adaxial) epidermis, and a lower (abaxial) epidermis, enclosing ground tissue known as mesophyll that is transversed at the veins by vascular tissues.

Epidermis of leaves is, usually, made of a single layer of cells (Fig.7.1). Multiple epidermis is found in *Ficus* and *Nerium* (Fig. 3.30). The cuticle.

تشريح أوراق النبات

تتكون الأوراق على السيقان فوق سطح الأرض ، ووظيفتها الرئيسية هى القيام بعملية التمثيل الضوئى والمساعدة على صعود الأملاح والذائبات من الجذور إلى الأوراق خلال عملية النتح . يعكس تشريح الأوراق وظائف الأوراق : ولهذا فالأوراق لها عادة جزء رئيسى منبسط يعرف بالنصل ويتميز بإحتواء خلاياه على نسب عالية من البلاستيدات الخضراء ، كما تحتوى بشرتها على نسب عالية من الثغور .

تتركب الورقة النموذجية من قاعدة وعنق ونصل . نصل الورقة الناضجة يتركب من بشرة عليا وبشرة سفلى وبينهما نسيج أرضى يعرف بالنسيج الوسطى . يتخلل النسيج الوسطى فى العروق أنسجة وعائية.

تتكون البشرة فى الأوراق من صف واحد من الخلايا (شكل 7.1) . أحيانا تشاهد بشرة متضاعفة كما فى أوراق الفيكس والدفلة (شكل 3.30) . وتكون أدمة البشرة العليا أسمك من

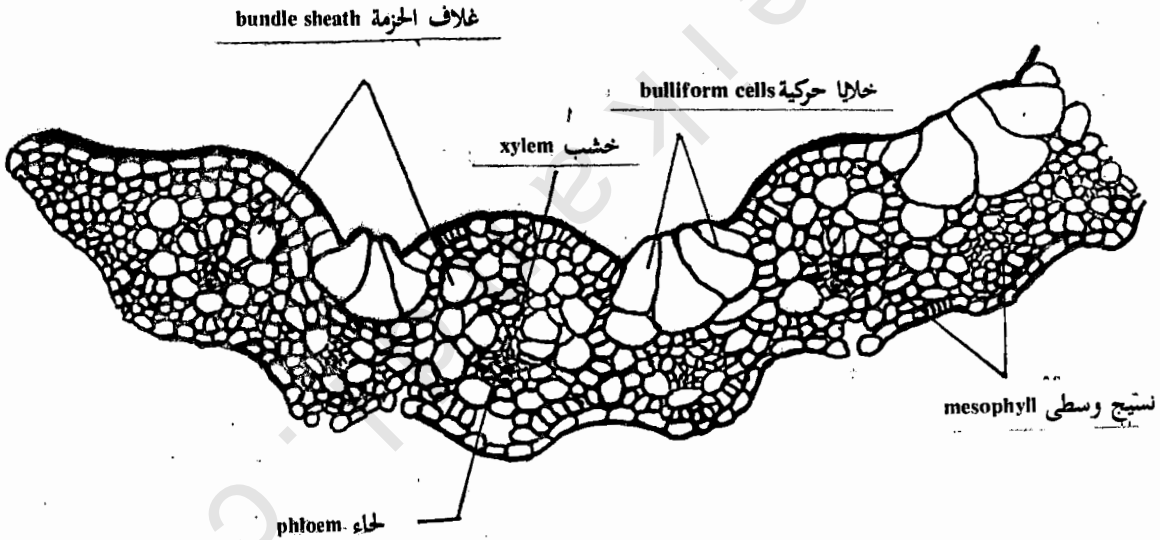


Fig.7.1: T.S. in sugar cane leaf

قطاع عرضي في ورقة قصب السكر

is usually thicker on the upper epidermis than on the lower epidermis. Often the epidermis is provided with trichomes. The only intercellular spaces in epidermis is found between guard cells. Stomata are generally more abundant in the lower epidermis than in the upper epidermis, and in some cases stomata are absent from the upper epidermis. In water plants stomata may be found on the upper surface only.

The mesophyll consists mainly or wholly of chlorophyll, bearing parenchyma cells, known as chlorenchyma. In most dicots it is differentiated into two types; palisade and spongy chlorenchyma. Palisade chlorenchyma occurs mostly at the upper side only (Fig. 7.2), but in some cases as in *Salsola kali* (Fig.7.4), it is found adjacent to both upper and lower epidermis. Palisade chlorenchyma is made of one or two tiers of elongate cells. Spongy chlorenchyma consists mostly of irregulary shaped

أدمة البشرة السفلى . وتزود البشرة عادة بزوائد ورقية . لاتوجد بين خلايا البشرة مسافات بينية سوى التى تقع بين الخلايا الحارسة . الثغور تكون عادة أكثر إنتشارا فى البشرة السفلى عن البشرة العليا . فى بعض الأحيان تغيب الثغور كلية من البشرة العليا . وفى النباتات المائية قد توجد الثغور على البشرة العليا فقط .

يتركب النسيج الوسطى معظمه أو كله من خلايا برنشيمية حاملة للكلوروفيل تسمى بالخلايا الكلورنشيمية . وتتميز فى معظم ذوات الفلقتين إلى نوعين ، كلورنشيمية عمادية وكلورنشيمية إسفنجية . توجد الكلورنشيمية العمادية غالبا فى الناحية العليا فقط (شكل 7.2) ، ولكن فى بعض الحالات كما فى نبات السلج (شكل 7.4) تشاهد ملاصقة لكلى سطحى البشرة العليا والسفلى . تتكون الكلورنشيمة العمادية من صف أو صفين من الخلايا المتطاولة . وتتركب الكلورنشيمة الاسفنجية غالبا من خلايا غير منتظمة الشكل. تفصلها مسافات بينية، وخلايا

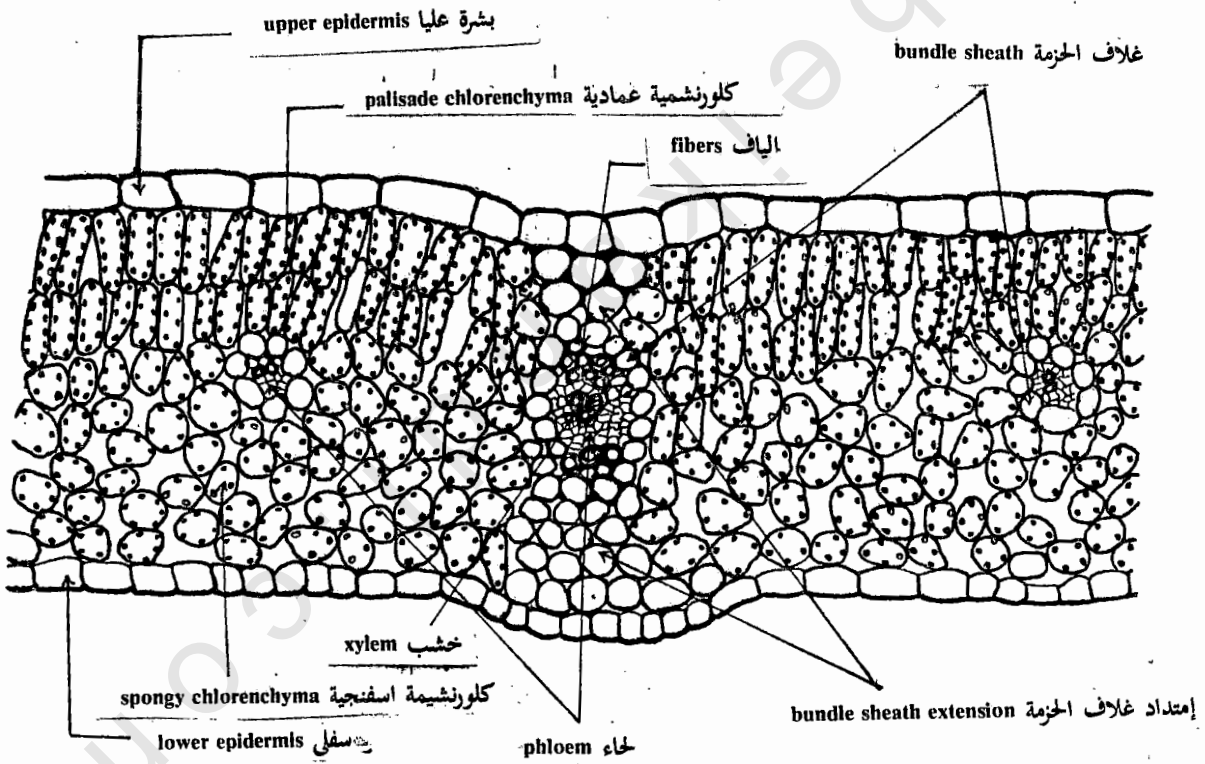


Fig.7.2: T.S. in pear leaf قطاع عرضى فى ورقة كمثرى

cells separated by intercellular spaces. Their cells have fewer chloroplasts per volume than in palisade cells. In most monocots mesophyll cells are of fairly uniform size and structure, often nearly isodiametric (Fig.7.1). In leaves of *Eucalyptus* mesophyll consists only of palisade cells.

Cells surrounding the vascular tissue and known as bundle sheath differ, in most plants, from adjacent mesophyll cells by being tightly packed and having fewer chloroplasts, and mostly with thicker cell walls. However, in *Atriplex halimus* bundle sheath consists of chloroplast-rich and thin-walled cells (Fig. 3.24).

Vascular bundles are mostly of the closed collateral bundles and are placed in veins. Each bundle consists of a strand of phloem on the lower

تحتوى على معدلات أقل من البلاستيدات الخضراء بالنسبة لوحدة الحجم عن الخلايا العمادية.

فى معظم النباتات وحيدة الفلقة تكون خلايا النسيج الوسطى متشابهة فى الحجم والتركيب وغالبا كروية تقريبا (شكل 7.1) . وفى أوراق نبات الكافور يتكون النسيج الوسطى من خلايا عمادية فقط .

الخلايا المحيطة بالأنسجة الوعائية والتى تعرف بغلاف الحزمة ، تختلف فى معظم النباتات عن خلايا النسيج الوسطى المجاورة بكونها مندمجة ومتلاصقة جيدا ، وتحتوى على بلاستيدات خضراء أقل ، وغالبا ما يكون جدرها أسمك ، إلا أنه فى حالة أوراق نبات أتريبلكس هاليمس نجد أن غلاف الحزمة يتركب من خلايا رقيقة الجدر غنية بالبلاستيدات الخضراء (شكل 3.24) .

الحزم الوعائية معظمها من النوع الجانبى المقفول وتوجد فى العروق . وتتركب الحزمة الوعائية من شريط لحاء فى السطح السفلى وشريط خشب فى السطح العلوى

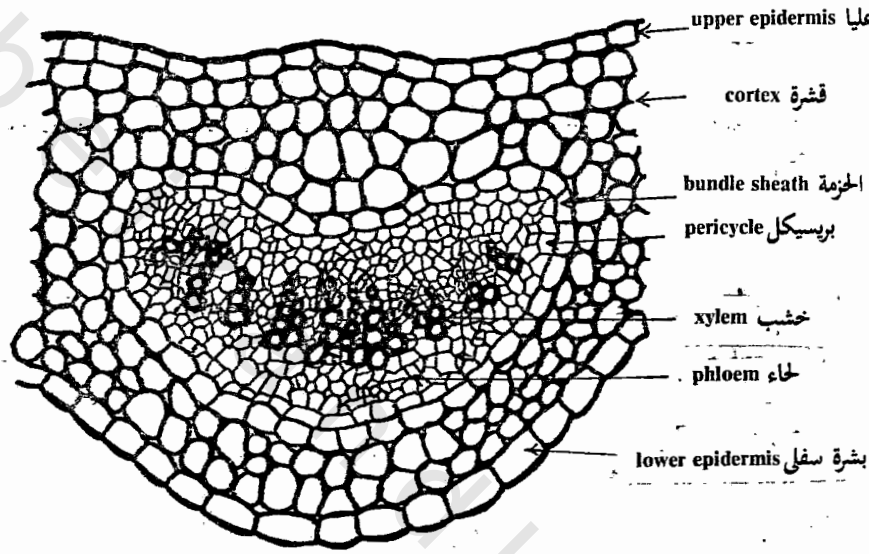


Fig.7.3: T.S. in midvein of *Nerium* leaf

قطاع عرضى فى العرق الوسطى لورقة الدفلة

side and a strand of xylem on the upper side of the leaf, and the two strands are surrounded by bundle sheath (Fig. 7.3). Description of the anatomy of some leaves as seen in transverse sections are given below.

Pear leaf

It is typical dicot leaf with monoseriate upper and lower epidermis, and the mesophyll is differentiated into upper palisade parenchyma and lower spongy parenchyma. Such leaf is called dorsiventral; having distinct dorsal and ventral sides. Bundles are collateral and surrounded by bundle sheath. Large bundles has bundle sheath extensions reaching both epidermis (Fig. 7.2).

Salsola kali leaf

Salsola kali is a shruby halophytic plant, *i.e.* adapted to live on salty lands near sea shores. It belongs to Family Chenopodiaceae. Leaves are small and succulent.

للورقة ، والشريطان محاطان بغلاف الحزمة (شكل 7.3) . وفيما يلى وصف للتركيب الداخلى لبعض أوراق النباتات كما نشاهدها فى قطاعات عرضية .

ورقة الكمثرى

تعتبر ورقة نموذجية لنبات ذى فلقتين فبشرتاها العليا والسفلى ذات صف واحد من الخلايا ، والنسيج الوسطى يتميز إلى برنشيمية عمادية جهة السطح العلوى وبرنشيمية إسفنجية جهة السطح السفلى . مثل هذه الأوراق تسمى ظهرية بطنية وذلك لوجود إختلاف فى الناحية الظهرية عن الناحية البطنية . الحزم الوعائية جانبية ومحاطة بغلاف الحزمة . الحزم الوعائية الكبيرة تمتد أغلفتها لتصل كل من البشرة العليا والبشرة السفلى (شكل 7.2) .

ورقة نبات السلج

نبات السلج نبات شجيرى جفافى يعيش فى الأراضى المالحة قريبا من شواطىء البحار ، ويتبع العائلة الرمرامية. الأوراق صغيرة ، عصيرية .

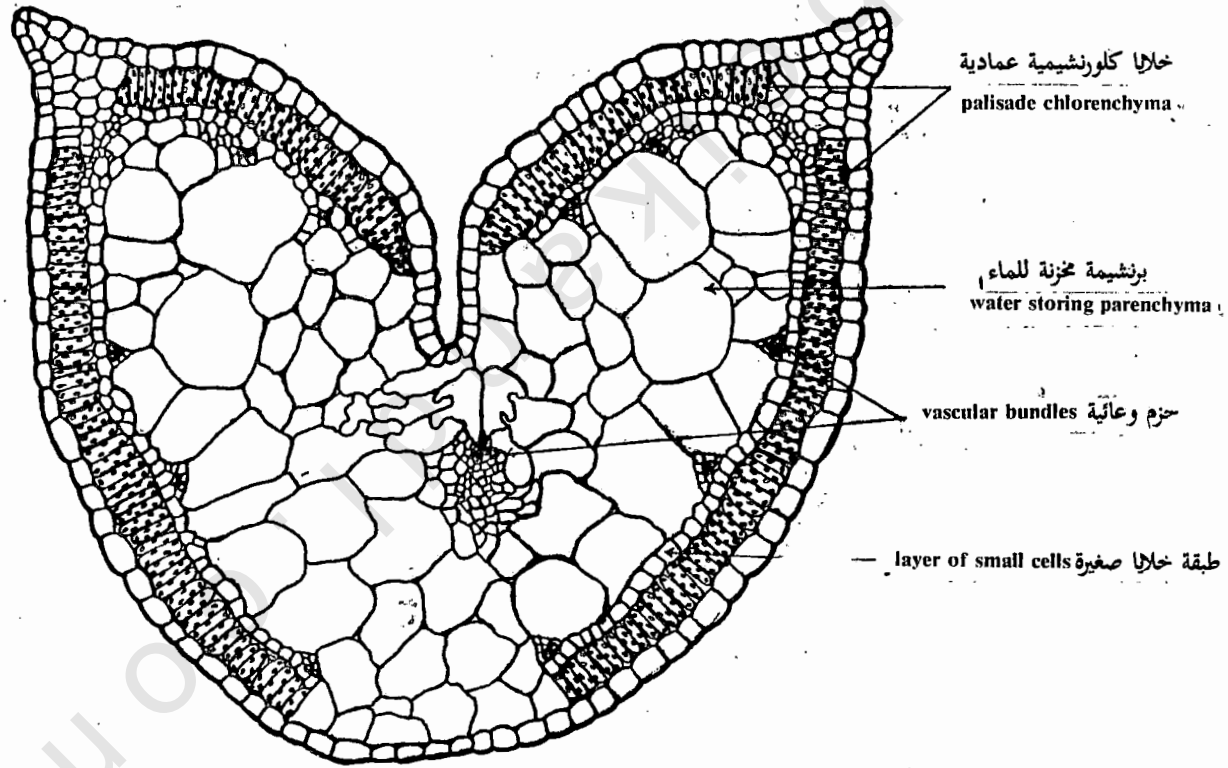


Fig.7.4: T. S. in succulenl leaf of *Salsola kali*

قطاع عرضي في ورقة عصيرية لنبات السلج

Transverse section in the blade of the leaf (Fig.7.4) shows the presence of one layer of palisade chlorenchyma on both side of the leaf except above and below the central bundle. The rest of the ground tissue is represented by one layer of small compact cells below the palisad layer, followed by large water-storing parenchyma cells. Vascular bundles are numerous and the bigest of them is found at the centre, while the others which are smaller are located below the layer of compact cells.

Ceratopyllum leaf

Ceratophyllum is a dicot plant belonging to the Family Ceratophyllaceae. It is a water plant, its leaves are divided into narrow cylindrical lobes which increase the area of contact with water.

Cross section of a *Ceratophyllum* leaf in one of its cylindrical lobes shows a simplified structure of an immersed water plant.

Epidermis surrounds the part of the leaf without being differentiated into upper and

يبين القطاع العرضى لنصل الورقة (شكل 7.4) وجود صف واحد من الخلايا الكلورنشيمية العمادية العمادية على جانبى النصل عدا أعلى وأسفل الحزمة الوسطية . باقى النسيج الأرضى يتمثل فى صف واحد من خلايا صغيرة متراصة تلى النسيج العمادى للداخل ويتبعه خلايا برنشيمية كبيرة مخزنة للماء ، الحزم الوعائية كثيرة وأكبرها توجد فى المركز بينما توجد الحزم الأخرى الصغيرة للداخل من طبقة الخلايا المتراصة .

ورقة نخشوش الحوت

نخشوش الحوت ينتمى الى النباتات ذات الفلقتين من عائلة نخشوش الحوت. هى نباتات مائية وأوراقها مجزأة الى فصوص اسطوانية ضيقة تساعد على زيادة سطح الورقة الملاصق للماء .

بعمل قطاع عرضى فى فص من فصوص ورقة نخشوش الحوت يظهر القطاع كتركيب مبسط لورقة نبات مغمور فى الماء .

تحيط البشرة الفص الورقى دون أن تتميز الى بشرة عليا وأخرى سفلى، وتحتوى خلايا البشرة على بلاستيدات خضراء . تلى البشرة

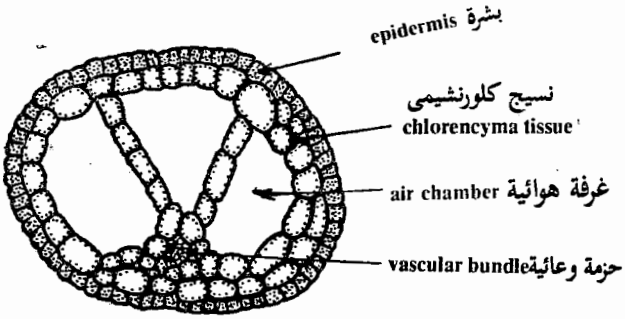


Fig.7.5: T.S. of one lobe of *Ceratophyllum* leaf
قطاع عرضى فى أحد فصوص ورقة نخشوش الحوت

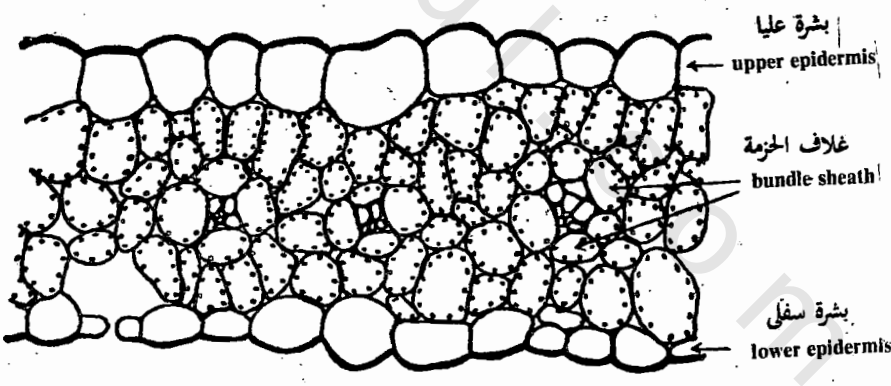


Fig.7.6: T.S. of corn leaf قطاع عرضى فى ورقة ذرة

lower spidermis. Epidermal cells contain chloroplasts. One or two layers of chlorenchyma cells are in contact with the epidermal cells. This is followed by aerenchyma tissue in which big air chambers filled with gases are found. Small vascular bundle is found embedded in the chlorenchyma tissue (Fig.7.5).

للداخل صف أو إثنين من خلايا كلورنشيمية ، ويليها نسيج برنشيمى هوائى يتخلله غرف هوائية كبيرة ممتلئة بغازات . تشاهد حزمة وعائية صغيرة مغمورة فى النسيج الكلورنشيمى (شكل 7.5).

Corn and sugar cane leaves

Corn and sugar cane are monocot plants belong to the Gramineae. Leaves are simple and each composed of tubular sheath, surrounds the internode, and linear blade, with parallel venation.

Transvers section of the blade (Fig.7.1 & 7.6) shows the following: The epidermis is composed of thin-walled cells, which is usually bigger in the upper side than in the lower side. Between the normal epidermal cells bigger cells known as bulliform cells (Fig. 7.1) are found in longitudinal rows, which is believed to be involved in the rolling and unrolling movement of leaf.

The mesophyll is composed of more or less spherical chlorenchyma cells.

ورقتى الذرة وقصب السكر

نباتات الذرة وقصب السكر من النباتات ذات الفلقة الواحدة وتتبع العائلة النجيلية . الأوراق بسيطة وتتكون الورقة من غلاف أنبوبى يحيط بالسلامية ونصل شريطى متوازى التعريق .

القطاع العرضى فى النصل (شكل 7.1 ، 7.6) يظهر الآتى: تتكون البشرة من خلايا رقيقة الجدر ، تكون أكبر فى البشرة العليا عادة عن البشرة السفلى . ويشاهد بين خلايا البشرة العادية خلايا أكبر تعرف بالخلايا الحركية (شكل 7.1) ، تشاهد فى صفوف طولية ، ويعتقد انها تتدخل فى الحركة الالتفافية للورقة .

يتكون النسيج الوسطى من خلايا كلورنشيمية كروية الشكل تقريبا .

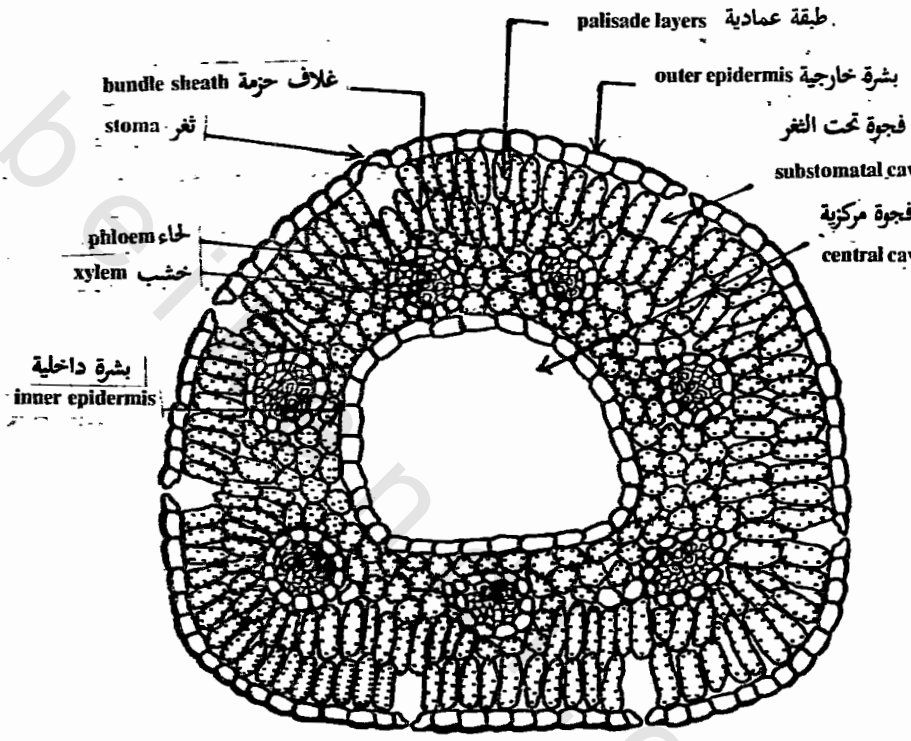


Fig. 7.7: T.S. of onion leaf قطاع عرضى فى ورقة بصل

The vascular bundles are surrounded by definite bundle sheaths. Each bundle sheath consists of a single layer of thin-walled cells, and has large chloroplasts concerned with starch formation. Bundle sheaths are connected with the epidermis by sclerenchymatous cells. The bundle is of the collateral type with the xylem towards the upper side and the phloem towards the lower side.

Onion leaf

Onion is a monocot plant belonging to Family Liliaceae. Leaves are cylindrical having outer and inner epidermis (Fig. 7.7), instead of the upper and lower epidermis in dorsiventral leaves (Fig. 7.2). The epidermis is formed of uniseriate layer of small cells. Cuticle is well developed and found only on the outer epidermis. Stomata are present on the outer epidermis.

Mesophyll consists of palisade and spongy chlorenchyma. Palisade cells are arranged in

تحاط الحزم الوعائية بغلاف الحزمة الذى يتكون من صف واحد من الخلايا الرقيقة الجدر والتى تحتوى على بلاستيدات خضراء كبيرة تقوم بتكوين النشا. يتصل غلاف الحزمة بالبشرتين العليا والسفلى بخلايا اسكلرنشيمية. الحزمة من النوع الجانبى وفيه يكون الخشب فى الناحية العلوية واللحاء يقع فى الناحية السفلية.

ورقة البصل

البصل نبات وحيد الفلقة يتبع العائلة الزنبقية . الأوراق أسطوانية لها بشرة خارجية وأخرى داخلية (شكل 7.7) ، بدلا من بشرة عليا وأخرى سفلى فى الأوراق الظهرية البطنية (شكل 7.2) . تتكون البشرة من صف واحد من الخلايا الصغيرة. تشاهد أدمة واضحة على البشرة الخارجية فقط ، كما تشاهد الثغور على البشرة الخارجية.

يتكون النسيج الأساسى من خلايا كلورنشيمية عمادية واسفنجية . توجد

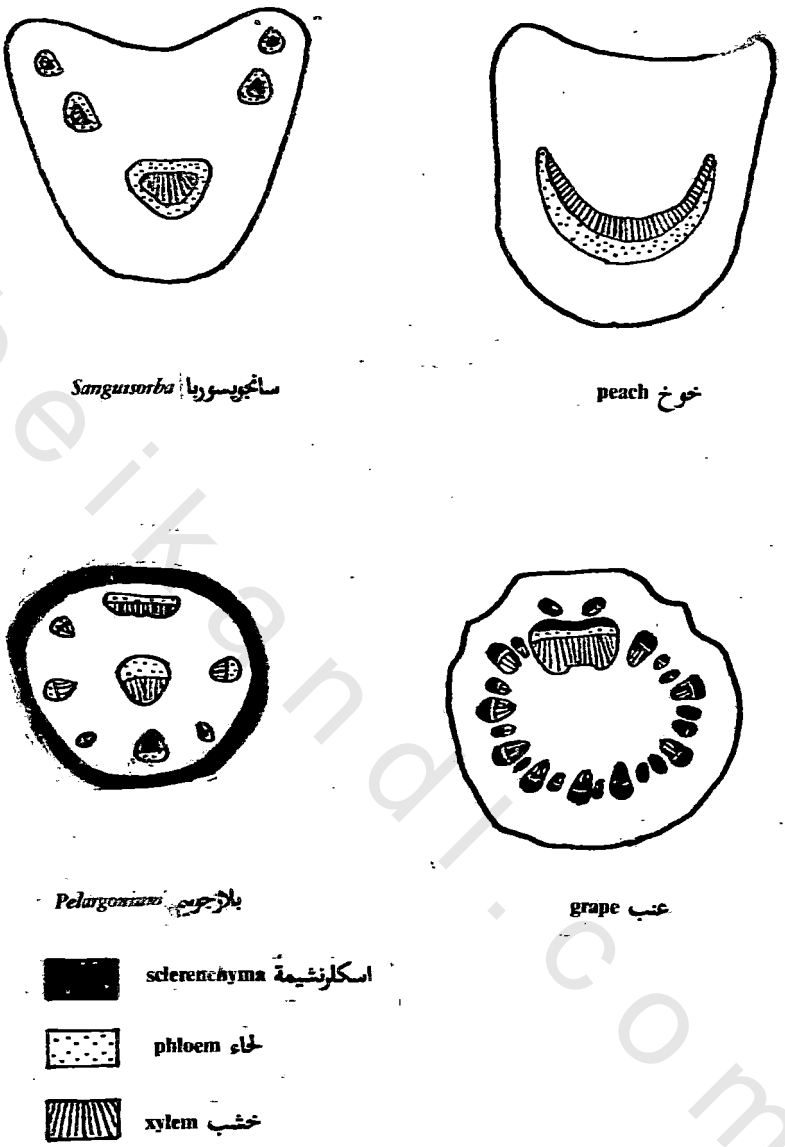


Fig.7.8: T.S. in leaf petioles of dicot plants

قطاعات عرضية فى أعناق أوراق نباتات ذات فلقتين

obeikandl.com

two layers below the outer epidermis. Spongy cells are spherical to oval and are lossely arranged. Embedded in the spongy chlorenchyma closed collateral bundles are arranged in a circle. The xylem is directed towards the inner epidermis and the phloem towards the outer epidermis. Each bundle is surrounded by bundle sheath made of one layer of small cells.

Leat petioles

Most plant leaves have petioles, however, in some plant leaves petioles are lacking and the leaf is said to be sessile.

Anatomy of the petiole is similar to that of the stem. The epidermis is in continuation with that of the stem. Ground parenchyma of peptiole is similar to the cortex of stem, its cells posses fewer chloroplasts as compared with the mesophyll of blade.

Vascular bundles may be collateral, bicollateral or concentric. If there is only one

الخلايا الاسفنجية مرتبة فى صفين تحت البشرة الخارجية . الخلايا الاسفنجية كروية الى بيضاوية ومفككة الترتيب . الحزم الوعائية مرتبة فى دائرة ومغمورة فى الكلورنشيمية الاسفنجية . الحزمة الوعائية من النوع الجانبى المقفول وبها الخشب موجه ناحية البشرة الداخلية واللحاء ناحية البشرة الخارجية . تحاط كل حزمة وعائية بصف من الخلايا الصغيرة مكونة غلاف الحزمة .

أعناق الأوراق

معظم أوراق النباتات ذات أعناق ، الا أن بعض أوراق النباتات ينقصها العنق وتسمى تلك الأوراق جالسة .

التركيب التشريحى لأعناق الأوراق يشبه تركيب الساق . البشرة فى الورقة هى امتداد لبشرة الساق. برنشيمية النسيج الأساسى للعنق تشبه قشرة الساق، خلاياها تحتوى على بلاستيدات خضراء أقل مما تحويه خلايا النسيج الوسطى لنصل الورقة . الحزم الوعائية قد تكون جانبية أو ذات جانبين أو مركزية . فى حالة وجود حزمة وعائية جانبية واحدة يقع اللحاء فى

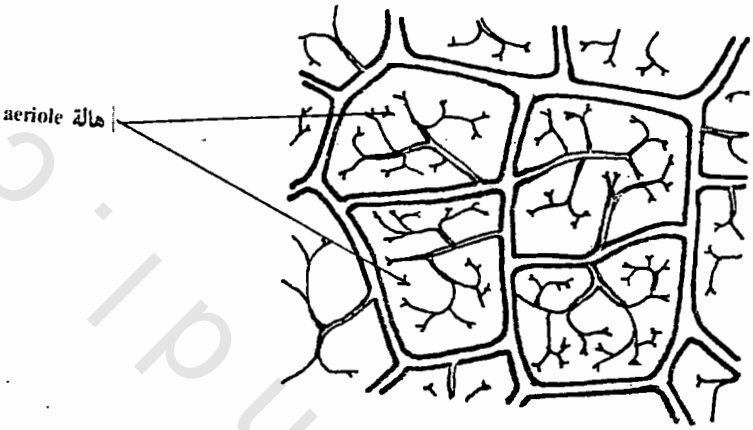


Fig.7.9: Vein endings in mulberry العروق فى التوت

collateral bundle the phloem is situated at the abaxial side, and if the bundles are arranged in arcs or circle, the phloem is usually oriented towards the outer surface of the periole (Fig. 7.8).

Vein endings

Minor veins of leaves are usually found in the median part of leaf mesophyll, between the palisade and spongy tissues, in most dicots. The branching of the minor veins divides the mesophyll into small polygons. known as areoli, into which the minor veins mostly terminate blindly in the mesophyll (Fig. 7.9). Specialized transfer cells are found to be associated with the minor veins of leaves in some plant species. The transfer cells are characterized by the projection of their cell walls into the cell lumen and by their dense cytoplasm. The wall ingrowths increase the plasma membrane surface with regard

الناحية السفلية ، وفى حالة وجود عديد من الحزم المرتبة فى قوس أو دائرة نجد أن اللحاء يتجه ناحية السطح الخارجى للعنق (شكل 7.8).

نهايات العروق

توجد العروق الدقيقة عادة فى الجزء الأوسط من النسيج الوسطى للورقة ، بين النسيج العمادى والنسيج الإسفنجى فى معظم النباتات ذات الفلقتين . تقسم تفريعات العروق الدقيقة النسيج الوسطى إلى أشكال صغيرة متعددة الأضلاع تعرف بالهالات ، تنتهى فيها غالبا نهايات العروق بين خلايا النسيج الأساسى (شكل 7.9) . وقد وجدت خلايا نقل متخصصة مصاحبة للعروق الدقيقة للأوراق فى بعض النباتات . وتتميز خلايا النقل بوجود بروزات لجدرها الخلوية تمتد الى داخل الخلية وكذلك بزيادة كثافة سيتوبلازمها. النموات الداخلية للجدر تزيد معها مساحة سطح الغشاء البلازمى بالنسبة لحجم الخلية ، وبهذا تزداد

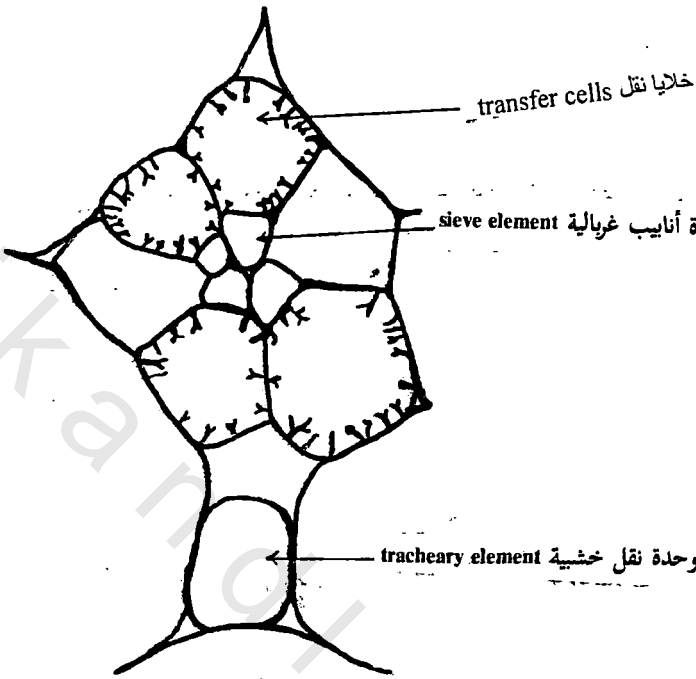


Fig.7.10: Vein endings نهايات العروق

T.S. in a minor vein of *Sherarida* leaf

قطاع عرضى فى ورقة شيراردیا

obeikandl.com

to cell volume, thus resulting in increasing the efficiency of absorption (Fig.7.10).

كفاءة الخلية على الإمتصاص (شكل 7.10).

- Minor veins have the ability to transport the materials engaged in photosynthesis from the tracheary elements to the cells of mesophyll, and to transport the products of photosynthesis from mesophyll cells to sieve elements.

العروق الدقيقة لها القدرة على نقل المواد الداخلة فى عمليات التمثيل الضوئى من الوحدات الناقلة الخشبية إلى خلايا النسيج الوسطى وكذلك نقل نواتج التمثيل الضوئى من خلايا النسيج الوسطى الى الوحدات الغربالية.

obeikandl.com