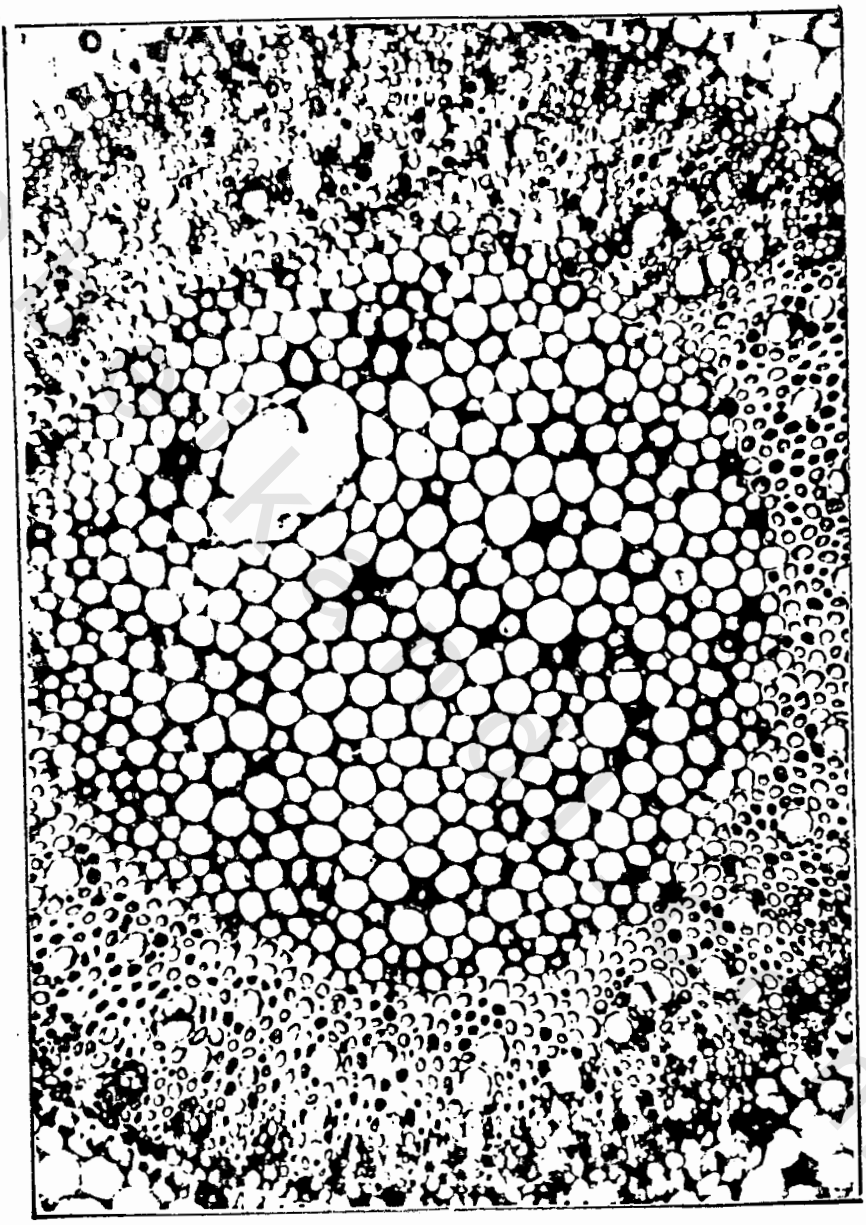
الباب الثالث

أنواع الخلايا والأنسجة النباتية

Chapter 3

Plant Cell Types and Tissues

obeikandl.com



Meristem

Any plant tissue capable of cell division is called meristem, and by its activity the plant grows. Meristematic cells, also called initials are thin-walled, richly protoplasmic and capable of rapid multiplication. Each time an initial divides, one daughter cell, retains its meristematic properties and remains as an initial. The other differentiates to form a cell in the plant body, or may undergo further divisions.

Three kinds of meristems are recognized in primary and secondary tissues (Fig. 3.1).

1- Apical meristems typically consists of small nearly isodiametric cells with cellulose walls, dense cytoplasm, large nuclei and without central vacuoles. They are found at the tips of stems and roots.

الأنسجة المرستيمية

المرستيم هو أى نسيج نباتى له القدرة على الانقسام ، ونتيجة لنشاط المرستيم ينمو النبات . الخلايا المرستيمية تعرف أيضا بالخلايا الانشائية ، وهى خلايا رقيقة الجدر، غنية بالبروتوبلازم وقادرة على الانقسام السريع . عند إنقسام أى خلية إنشائية ، تحافظ إحدى الخليتين الناتجتين على القدرة الانقسامية . وتبقى كخلية إنشائية، بينما تتشكل الخلية الثانية لتكون خلية فى جسم النبات أو قد تحافظ على قدرتها الانقسامية .

تعرف ثلاثة أنواع من الأنسجة المرستيمية فى الانسجة الابتدائية والثانوية (شكل 3.1) .

1- المرستيم القمى ويتكون نموذجيا من خلايا صغيرة متساوية الاقطار تقريبا ، جدرها سليولوزية ، سيتوبلازمها مكثف، نواتها كبيرة وليس لها فجوة مركزية . وتوجد فى قمم الجذور والسيقان .

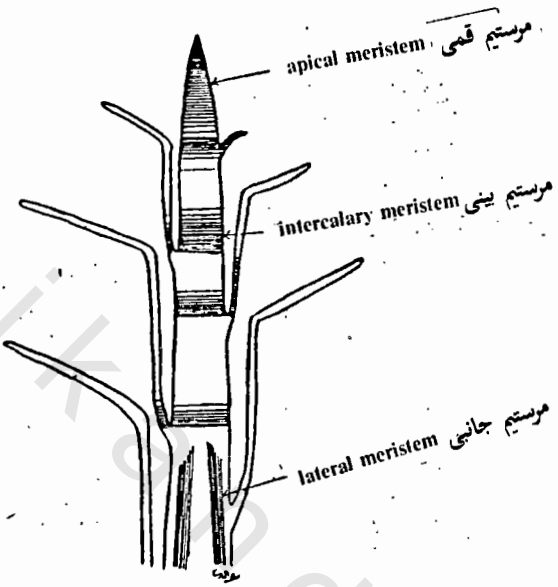


Fig. 3.1: Position of meristems in grass stem and leaves

موضع المرستيمات فى ساق وأوراق نبات نجيلى

obeikandl.com

2- Lateral meristems, typically consists of elongated thick walled cells. They lie within stems and roots, mostly nearer to the surface than to the centre and parallel to the surface, *e.g.* cambium and phellogen. Their activities result in increase in thickness of the stem or root. All tissues derived from lateral meristems are called secondary tissues, while those derived from apical meristems are called primary tissues.

Cambium is found in dicot stems as one layer of initials located between the xylem and phloem. In a longitudinal section through the cambium, in tangential plane, cambium cells appear interlocked one with another. Two kinds of cambial initials are known.

a) Fusiform initials are more or less elongated initials, give rise to the long cells of phloem and xylem, *e.g.* vessel elements, tracheids, and sieve tube

2 – المرستيم الجانبى ويتكون نموذجيا من خلايا متطاولة سميكة الجدر . يقع المرستيم الجانبى فى السيقان والجذور أقرب إلى السطح منه إلى المركز ويكون موازيا للسطح ومن أمثلته الكامبيوم والفلوجين (الكمبيوم الفلينى) ، وينتج عن نشاطه زيادة فى سمك الساق أو الجذر . جميع الأنسجة الناتجة عن نشاط المرستيم الجانبى تسمى أنسجة ثانوية فى حين أن الانسجة الناتجة عن المرستيم القمى هى أنسجة إبتدائية .

يوجد الكامبيوم فى سيقان النباتات ذات الفلقتين بين نسيجى الخشب واللحاء . بعمل قطاع طولى فى نسيج الكامبيوم على أن يكون فى وضع مماسى ، تظهر خلايا الكامبيوم متداخلة فى بعضها . يعرف نوعين من خلايا الكمبيوم الانشائية .

أ) خلايا إنشائية مغزلية وهى خلايا متطاولة وتعطى بإنقسامها خلايا طويلة بالخشب واللحاء مثل وحدات الأوعية الخشبية والقصيبات ووحدات

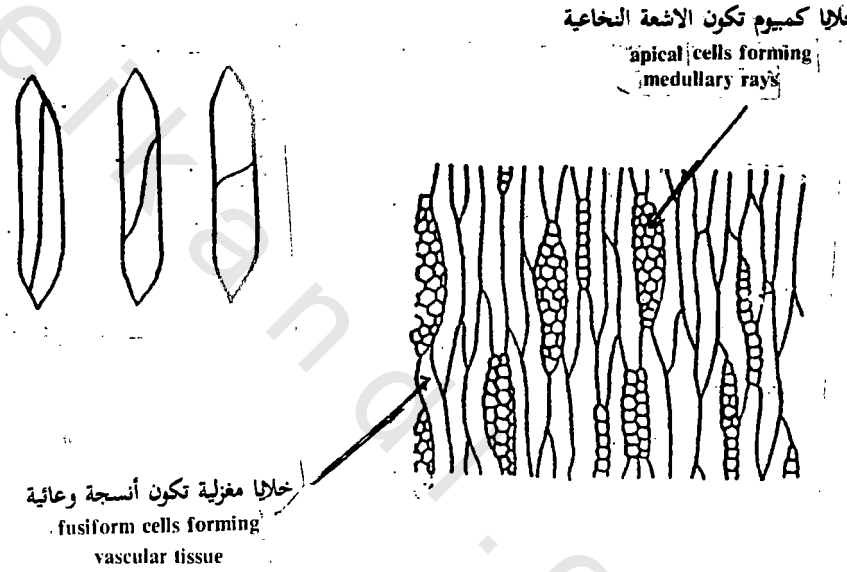


Fig. 3.2: Combial inintials خلايا كامبيوم إنشائية

Top: Tangential section in cambium tissue أيمن : قطاع مماس فى نسيج كامبيوم

Down: Tangential view in fusiform cambial initials showing different sites of division

أيسر : منظر ماس لخلايا إنشائية مغزلية تظهر مستويات إنقسام مختلفة

elements. Also give rise to ray initials. When fusiform initials divide, their divisions are in lengthwise mostly in the tangential direction parallel to the line of the cambium (Fig.3.2).

b) Ray initials are more or less cubical initials, they give rise to the spherical cells of the secondary tissue as the ray parenchyma.

3- Intercalary meristems are meristems that are found in primary tissues in positions different from that of lateral meristems as those found in the bases of internodes and leaves of grasses. Tissues derived from intercalary meristems are considered to be primary tissues as those derived from apical meristems, (Fig.3.1).

الانابيب الغربالية . وأحيانا ينشأ عنها خلايا إنشائية شعاعية . عند إنقسام الخلايا الانشائية المغزلية، يحدث الانقسام طوليا وفى الاتجاه المماسى موازيا لخط الكامبيوم (شكل 3.2) .

ب) خلايا إنشائية شعاعية وهى مكعبة الشكل تقريبا ، وتعطى بإنقسامها الخلايا الكروية للنسيج الثانوى مثل برنشيمية الأشعة النخاعية.

3- المرستيم البينى وهى مرستيمات توجد بين الانسجة الابتدائية فى مواقع تختلف عن المرستيم الجانبى ومن أمثلة ذلك الأنسجة المرستيمية التى توجد فى قاعدة سيقان وأوراق النباتات النجيلية. **الأنسجة** الناتجة عن نشاط المرستيم البينى هى أنسجة إبتدائية كتلك الناتجة عن المرستيم القمى (شكل 3.1) .

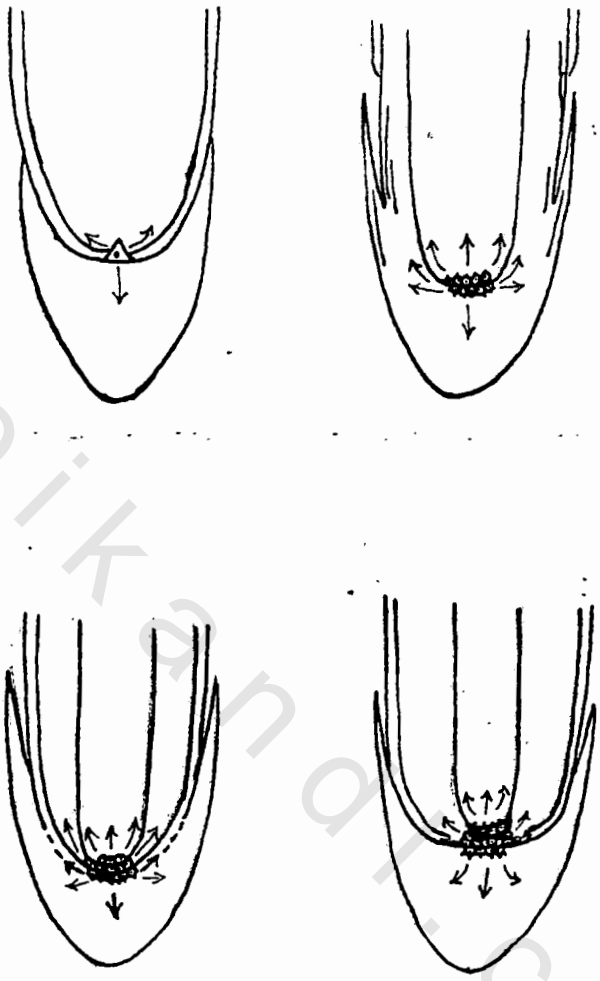


Fig. 3.3: Types of root apex أنواع القمم النامية فى الجذر

Top left: single apical cell أعلى أيسر : خلية إنشائية واحدة

Top right: 2 groups of initials أعلى أيمن : صفين من الخلايا الإنشائية

Down left: 3 groups of initials, root cap not distinct

أسفل أيسر: ثلاثة صفوف من الخلايا الإنشائية ـ قلنسوة غير محددة

Down right: 3 groups of initials, root cap distinct

أسفل أيمن: ثلاثة صفوف من الخلايا الإنشائية ـ قلنسوة محددة

obeikandl.com

Root apices

Root apices are simpler in structure than shoot apices, because they does not produce lateral organs as leaves and buds in shoots. Lateral roots arise, at some distance from the apex, in the mature region of the root. However, in root apex, a cap is produced, thus some authors prefer to describe the root apical meristem as subapical.

The meristematic initials from which root parts originate range from one to many as follows (Fig.3.3).

1- Only one solitary tetrahedral initial is responsible for the formation of all tissues of the root. Root cap is distinct though not independent in origin as in ferns, *e.g. Marsilea quadrifolia* (Fig.3.4).

2- Initials are in two groups. The inner group gives rise to the vascular cylinder, while the

القمم النامية للجذور

القمم النامية للجذور أبسط تركيبا من مثيلاتها فى السيقان، ويرجع ذلك إلى أنها لا تكون أعضاء جانبية مثل الأوراق والبراعم فى السيقان . الجذور الجانبية تنشأ بعيدا عن القمم النامية فى منطقة ناضجة من الجذر . ولكن ، القمة النامية للجذر يميزها وجود قلنسوة تغلفها ولهذا فإن بعض المؤلفين يفضل وصف القمة النامية للجذر بأنها تحت قمية .

البدائات المرستيمية التى تنشأ منها أجزاء الجذور تختلف عددا من واحد إلى عديد كما يأتى (شكل 3.3).

1- توجد بدائية واحدة ذات أربعة أسطح مسئولة عن تكوين جميع الأنسجة الجذرية . القلنسوة واضحة محددة رغم أنها غير مستقلة المنشأ وذلك كما فى السراخس مثل مارسيليا كوادريفوليا (شكل 3.4) .

2- يوجد صفان من البدائيات . الصف الداخلى يؤدى الى تكوين الإسطوانة الوعائية،

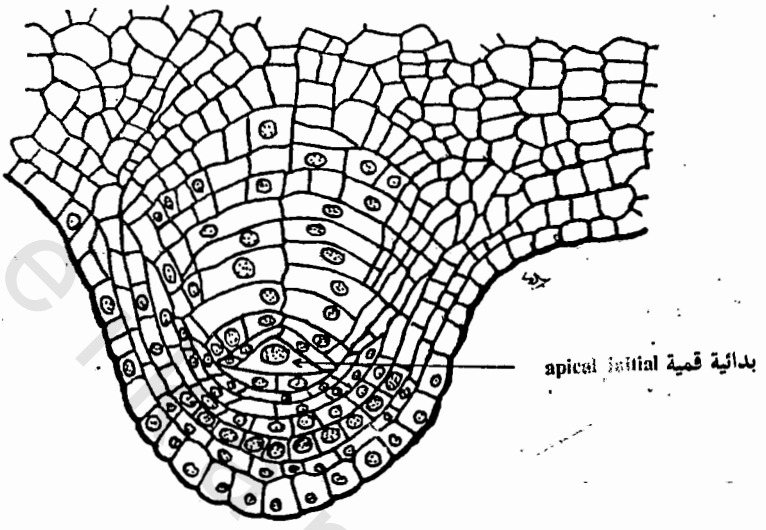


Fig. 3.4: Root apex of *Marsilea quadrifolia*

القمة النامية لنبات مارسيليا كوادريفوليا

obeikandl.com

outer group gives rise to cortex, epidermis and root cap. Root cap is not structurally distinct.

3- Initials are in three groups. The inner group gives rise to vasuclar cylinder. The middle group gives rise to cortex. The outer group gives rise to epidermis and root cap. The root cap is not structurally distinct.

4- Initials are in three groups. The inner group gives rise to vasuclar cylinder. The middle group gives rise to cortex and epidermis. The outer group is specialized for the formatin of the root cap, thus the root cap is independent in origin and is structurally distinct as in barley, *Hordeum vulgare* (Fig.3.5).

By the use of isotops, it was found in some roots as in corn, *Zea mays*, that mitosis proceeds at a much lower speed in a group of cells in the

بينما الصف الخارجى يعطى القشرة والبشرة والقلنسوة . تركيب القلنسوة غير مميز .

3- توجد ثلاثة مجاميع من البدائيات . المجموعة الداخلية مسئولة عن تكوين الأسطوانة الوعائية . المجموعة الوسطى تعطى القشرة . المجموعة الخارجية تنشأ عنها البشرة والقلنسوة. والقلنسوة لا تتميز فى التركيب عن ما يجاورها .

4- توجد ثلاثة مجاميع من البدائيات . المجموعة الداخلية تعطى الأسطوانة الوعائية . المجموعة الوسطى تعطى القشرة والبشرة . المجموعة الخارجية متخصصة فى تكوين قلنسوة الجذر ، ولهذا فإن القلنسوة مستقلة فى النشأة وكذلك فإن تركيبها مميز وواضح كما فى جذور الشعير (شكل 3.5) .

بإستخدام النظائر المشعة ، وجد فى بعض الجذور مثل جذور الذرة أن الأنقسام غير المباشر يجرى بسرعة أقل فى مجموعة من الخلايا

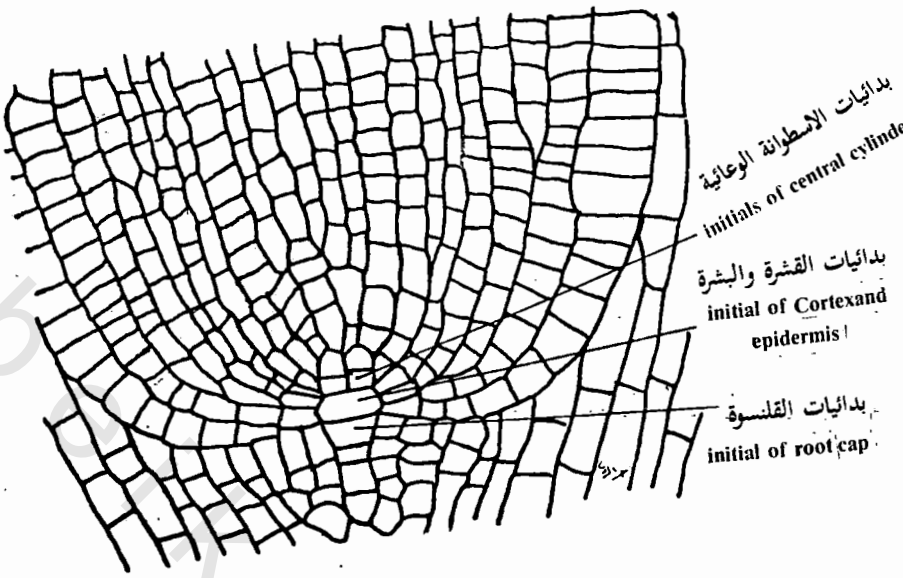


Fig. 3.5: Root apex of barley القمة النامية فى جذر الشعير

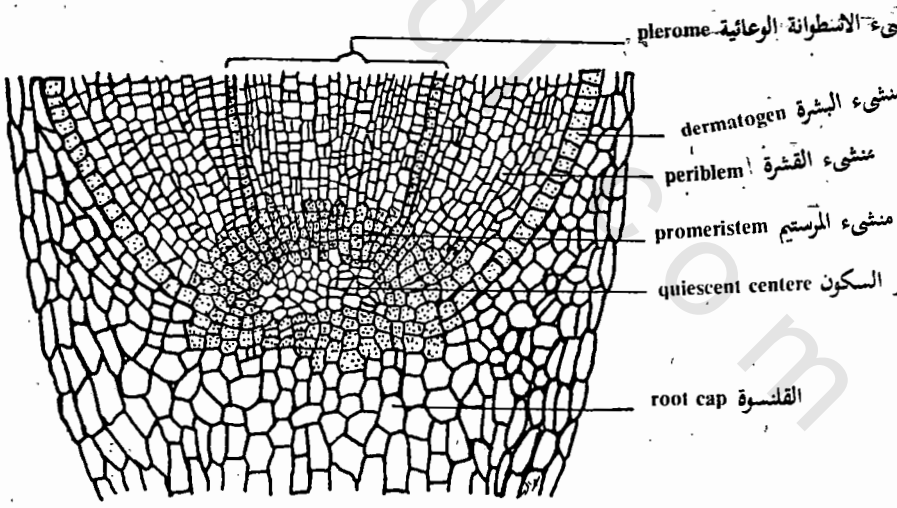


Fig. 3.6: Region of apical meristem of corn root tip

منطقة المرستيم القمى فى قمة جذر الدرة

root apices than in the surrounding cells. This is called the quiscent centre. The cells at the boundary of this centre are active and held to be the promeristem, which gives rise to the tissues of the growing root on the proximal side and to the root cap on the distal side (Fig.3.6).

Very near the promeristem, certain steps in the process of differentiation of the root are established. All tissues derived directly by differentiation of an apical meristem are called primary tissues.

Three histogens are differentiated from the activity of promeristem (Fig. 3.7).

a) The dermatogen, gives rise to the epidermis.

b) The periblem, gives rise to the cortex.

c) The plerome, gives rise to the vascular cylinder.

بالمنطقة القمية للجذر عن الخلايا المحيطة بها . وقد أطلق على هذه المجموعة من الخلايا مركز السكون . الخلايا الموجودة على حدود مركز السكون خلايا نشطة وتعتبر نسيج منشئ المرستيم التى تعطى بانقساماتها أنسجة الجذر النامى للداخل وأنسجة قلنسوة الجذر للخارج (شكل 3.6) .

قريبا جدا من منشئ المرستيم، تتم بعض خطوات على طريق التكشف فى الجذر . وتسمى جميع الأنسجة الناتجة عن تكشف المرستيم القمى بالأنسجة الإبتدائية .

تتكشف ثلاثة أنسجة مرستيميةعن النشاط الانقسامى لمنشئ المرستيم (شكل 3.7) .

أ) منشئ البشرة ،ويعطى بإنقسامه نسيج البشرة .

ب) منشئ القشرة ، ويعطى بإنقسامه نسيج القشرة .

ج) منشئ الأسطوانة الوعائية، ويعطى بإنقسامه نسيج الأسطوانة الوعائية .

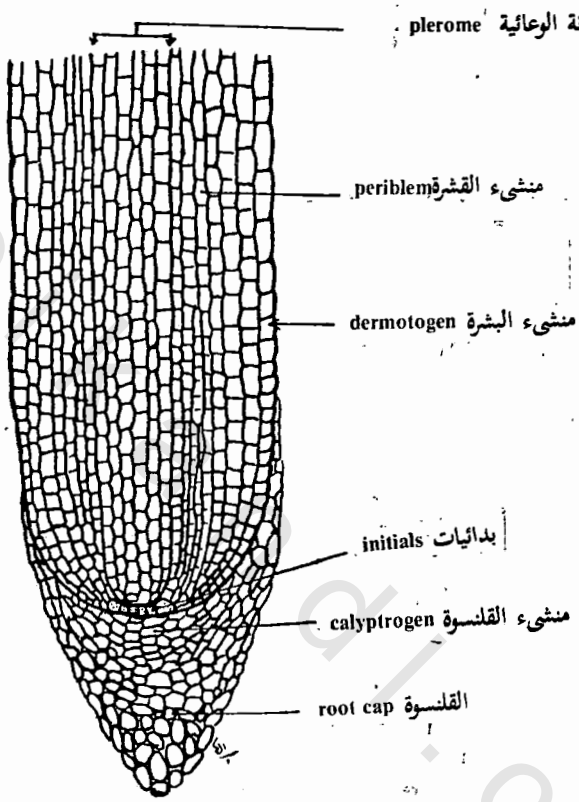


Fig. 3.7: L.S. in onion root قطاع طولى فى جذر بصل

Shoot apices

Growth in length of the stem is due to an apical meristem, occupying the tip of the stem and remains functional throughout the plant life. Usually the shoot apical meristem is protected by the adjacent newly borne leaves. In some plants, it is dorment for a part of the year and the leaves which subtent it are relatively small, firm and form a compact covering. The apical meristem with its protective leaves constitute the terminal bud.

The structure of shoot apices vary in different plants belonging to different taxa.

The apical meristems of many lower plants including some algae, mosses, psilophytes, and many ferns as *Pteridium*, consist of single apical large tetrahedral cells (Fig.3.8). The apical cell divides by unequal divisions at the three proximal

قمم السيقان النامية

يرجع النمو الطولى فى الساق إلى النشاط الإنقسامى للقمة النامية التى تشغل قمة الساق والتى تحافظ على وظيفتها فى الإنقسام طوال حياة النبات . وعادة يحمى المرستيم القمى للساق مجموعة من الأوراق الحديثة المحيطة بالمرستيم . يبقى المرستيم القمى لبعض النباتات فى حالة سكون لفترة من الزمن كل عام . وفى هذه الحالة تكون الأوراق المغلفة للقمة صغيرة قوية وتكون غطاء محكم. ويعتبر المرستيم القمى بما يحيط به من أوراق واقية بالبرعم الطرفى .

يختلف تركيب القمم النامية للساق فى النباتات المختلفة التابعة لأقسام نباتية مختلفة .

المرستيم القمى لكثير من النباتات البسيطة مثل بعض الطحالب والحزازيات والنباتات السيلوتية وكثير من السراخس مثل بتريديم ، يتكون من خلية قمية كبيرة ذات أربعة أسطح (شكل 3.8). وتنقسم الخلية القمية بجدر موازية لأسطحها الداخلية على

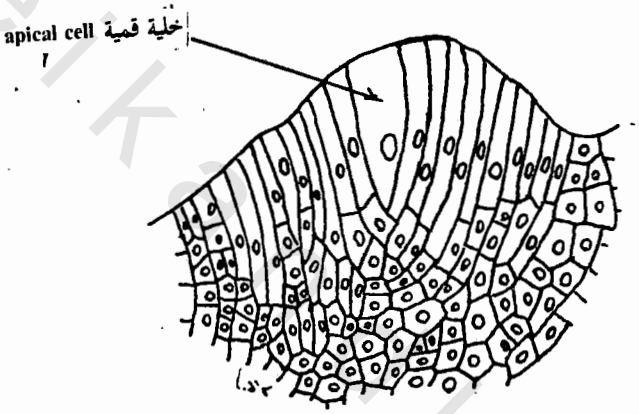


Fig. 3.8: Apical meristem of Pteridium مرستيم قمى لريزوم بتيريديم

faces in succession. The large daughter cell of each division undergoes further divisions, while the smaller proximal cell undergoes limited number of divisions, then the formed cells become differentiated and mature.

In other plants the apical meristem consists of a group of apical initial cells, which may be the source of all tissues as in *Selaginella* sp. (Fig.3.9).

In gymnosperms the direction of cell divisions in the surface of the apex is both anticlinal and periclinal and so this layer represents the initiation zone of the entire apex, and thus termed the surface meristem.

Most apices of gymnosperms are characterized by the presence of distinct zone of central mother cells. Cells of this zone are thick walled and have numerous large vacuoles.

التتابع لتكون فى كل مرة خليتين غير متساويتين . الخلية الكبيرة الناتجة تستمر فى الإنقسام ، فى حين أن الخلية الصغيرة الناتجة تنقسم بعد ذلك الى عدد محدود من الإنقسامات ثم تبدأ الخلايا الناتجة فى التشكل والنضج .

فى النباتات الأخرى يتكون المرستيم القمى من مجموعة من الخلايا الإنشائية القمية ، والتى قد تكون مصدر جميع الأنسجة الناتجة كما فى نوع سيلاجينيللا (شكل 3.9).

فى النباتات معراة البذور يكون إنقسام الخلايا الإنشائية القمية للطبقة السطحية بأسطح عمودية على السطح الخارجى وأسطح موازية للسطح الخارجى ولهذا فإن الطبقة السطحية تمثل المنطقة الناشئة للقمة النامية كلية وتسمى المرستيم السطحى.

تتميز معظم القمم النامية للنباتات معراة البذور بوجود منطقة مميزة أسفل المرستيم السطحى تعرف بمنطقة الخلايا الأمية المركزية . خلايا هذه المنطقة سميكة الجدر ولها فجوات عديدة كبيرة . سرعة إنقسام الخلايا

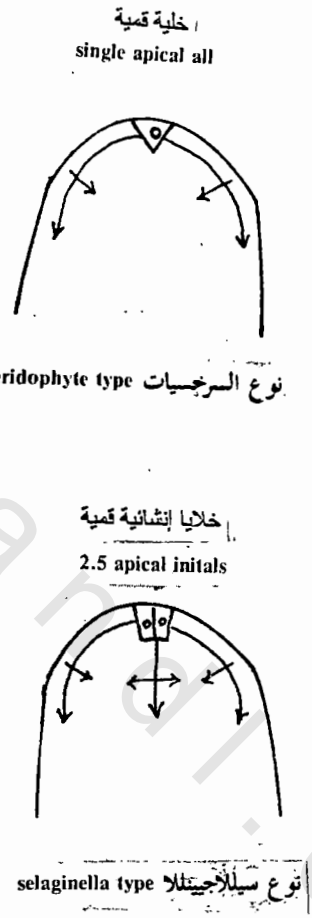


Fig. 3.9: Shoot apices in lower plants قمم نامية لنباتات أولية

obeikandl.com

The rate of cell division is slow, but active divisions occur at the borders. Other apical regions develop along the sides and the base of the central mother zone, as a result of diagonal and horizontal divisions, and resulting in the formation of the flank meristem laterally and the rib meristem in the centre (Fig.3.10).

Three types can be distinguished on the bases of shoot apex structure.

1- The *Cycas* type : Three meristematic zones can be distinguished.

a) Surface meristem, gives rise to the epidermis and other apical meristematic zones.

b) Flank meristem, gives rise to the cortex, the procambium and leave primordia. Its cells are small and generally elongated.

c) Rib meristem, gives rise to the pith. Its cells are larger and more spherical than that of the flank meristem.

2- The Ginkgo type: Five meristematic zones can be recognized.

بطيئة فى هذه المنطقة وتزداد نشاطا عند حوافها . تنشأ مناطق قمية أخرى على جانبى وعند قاعدة منطقة الخلية الأمية المركزية ، نتيجة لنشاط إنقسامى قطرى وأفقى وينتج عن ذلك تكوين المرستيم المحيطى جانبيا والمرستيم الدعامى فى الوسط (شكل 3.10) .

ويمكن تمييز ثلاثة أنواع من المرستيمات القمية فى ضوء التركيب النسيجى للقمة النامية للساق .

1- نوع السيكاس : وفيه يمكن تمييز ثلاثة مناطق مرستيمية .

أ) مرستيم سطحى ، وينشأ عنه نسيج البشرة وباقى الأنسجة المرستيمية القمية .

ب) مرستيم محيطى ، وينشأ عنه نسيج القشرة ونسيج منشأ الكامبيوم وبدائيات الأوراق . خلاياه صغيرة وعادة متطاولة .

جـ) المرستيم الدعامى ، وينشأ عنه النخاع . خلاياه كبيرة وأكثر كروية من خلايا المرستيم المحيطى.

2- نوع الجنكجو : وفيه يمكن تمييز خمسة انواع من المرستيمات.

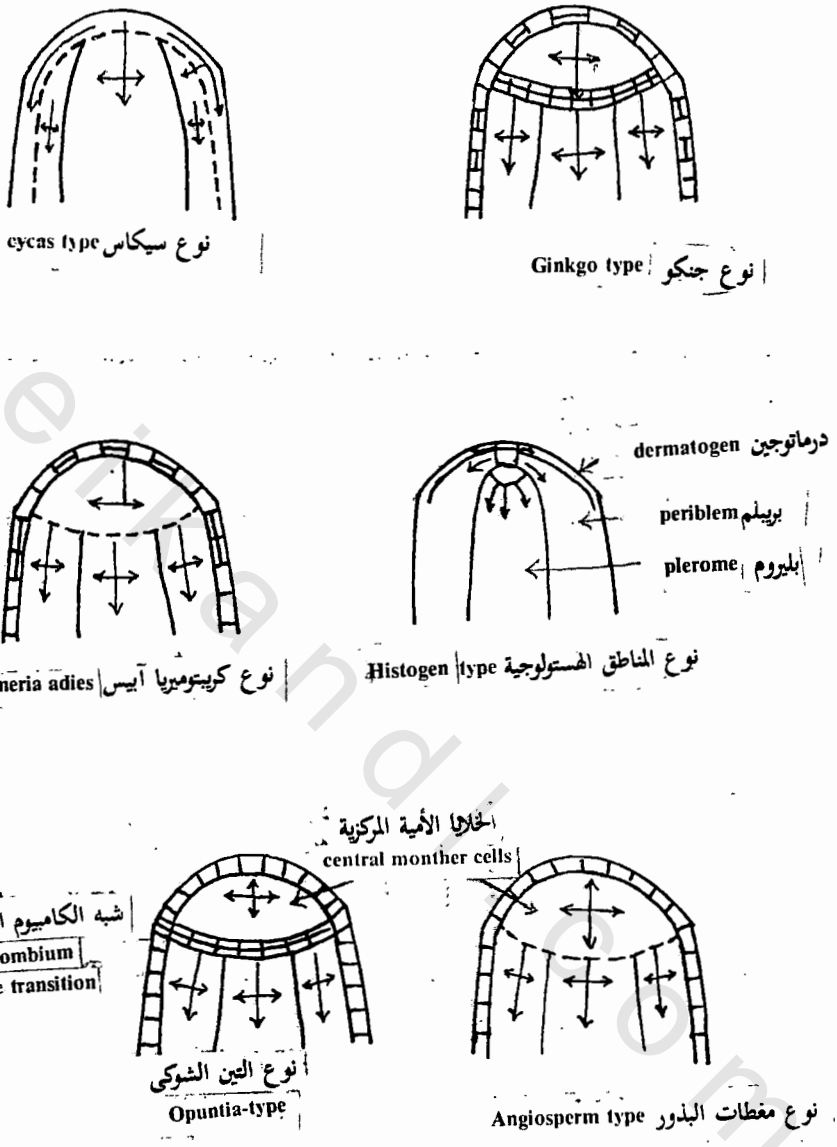


Fig. 3.10: Diagrams of cyto-histological zonations in apical shoot meristem in seed plants

أشكال تخطيطية للمناطق الهستولوجية للقمم النامية للساق فى النباتات البذرية

a) Surface meristem, comprises the apical initials, and gives rise to the epidermis.

b) Central mother cells, occur in a medium position below the surface layer.

c) Cup-shaped cambium-like transition zone, occurs below the central mother zone.

d) Flank meristem, forms a ring surrounding the rib meristem and gives rise to the cortex, procambium and leaf primordia

e) Rib meristem, occurs under the central portion of the cambium-like meristem and gives rise to the pith.

3- The Cryptomeria-Abies type: It is similar to the Ginkgo type, with the exception that the cambium-like transition zone is absent (Fig.3.10).

In shoot apices of Angio-sperms, flowering plants, several theories concerning the shoot apex structure are recognized (Fig.3.11).

أ) المرستيم السطحى ، ويشمل الخلايا الإنشائية القمية وينشأ عنه نسيج البشرة .

ب) الخلايا الأمية المركزية ، وتقع فى منطقة وسطية أسفل المرستيم السطحى.

ج) منطقة إنتقالية فنجانية الشكل شبيه بالكمبيوم ، وتقع أسفل منطقة الخلايا الأمية .

د) المرستيم المحيطى يكون نسيج حلقى يحيط بالمرستيم الدعامى ، وتعطى بإنقساماتها أنسجة القشرة ومنشىء الكامبيوم وبدائيات الورق.

هـ) المرستيم الدعامى ، ويقع أسفل الجزء الوسطى لنسيج شبيه الكمبيوم ويعطى بنشاطه نسيج النخاع.

3- نوع كريتوميريا ـ أبيس: وهو يشبه نوع الجنكجو ، مع الإختلاف فى غياب نسيج شبه الكمبيوم (شكل 3.10) .

توجد عدة نظريات خاصة بتركيب القمم النامية لسيقان النباتات كاسيات البذور ، أى النباتات الزهرية (شكل 3.11) .

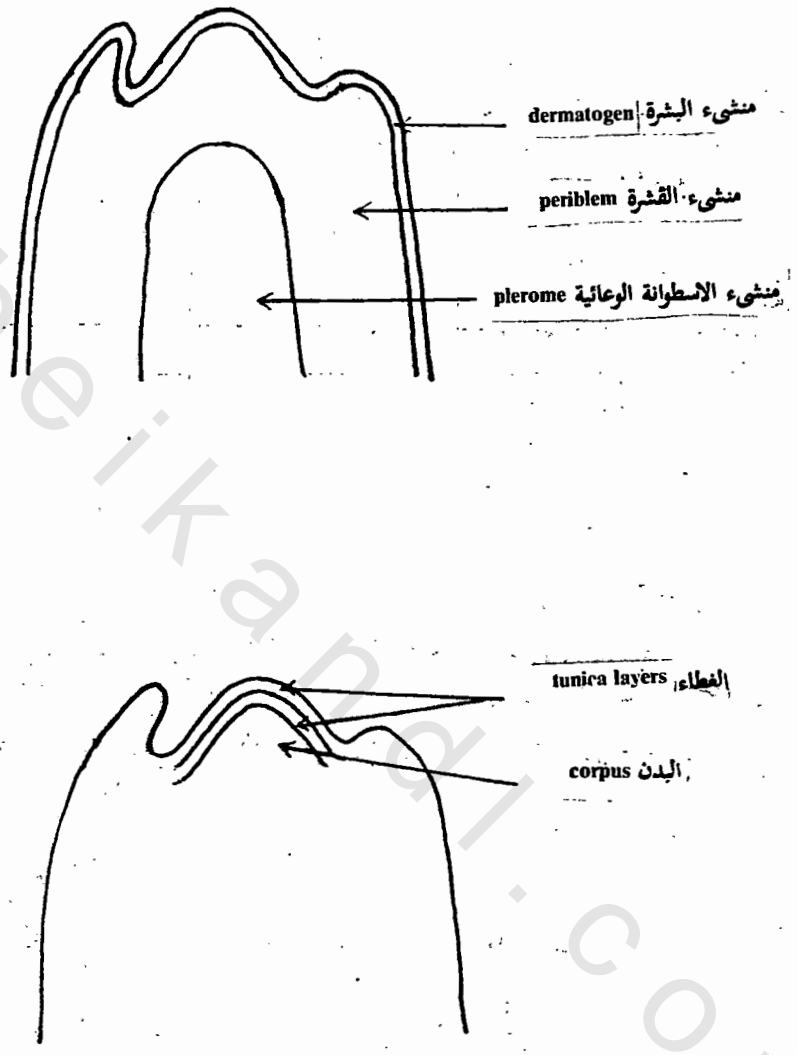


Fig. 3.11: Interpretation of stem apices in flowering plants

Up: Histogen theory أعلى: تبعا لنظرية تكون الأنسجة

Down: Tunica-corpus theory أسفل: تبعا لنظرية الغلاف والبدن

obeikandl.com

1- The histogen-theory:

Three zones develop from three independent groups of initials.

a) Dermatogen, gives rise to the epidermis.
b) Periblem, gives rise to cortex and the internal tissues of leave.
c) Plerome, gives rise to the central cylinder.

This theory was suggested by Hanstein 1868 on root apices and was later on extended to shoot apices. However, nowadays this theory is not widely accepted and is replaced by the tunica and corpus theory.

2- Tunica and corpus theory:

Due to the difficulties in tracing the three histogens previously suggested to particular initials this theory was highly accepted. Two zones are recognized by their planes of cell division. The outer zone known as the tonica consists of one to several

1- نظرية تكون الانسجة : وفيها تنشأ ثلاثة مناطق من ثلاثة مجاميع مستقلة من الخلايا الإنشائية.

أ) منشىء البشرة ، ويعطى بإنقسامه نسيج البشرة .

ب) منشىء القشرة ، ويعطى بإنقسامه نسيج القشرة والأنسجة الداخلية للورقة .

ج) منشىء الإسطوانة الوعائية، ويعطى بإنقسامه الإسطوانة الوعائية.

اقترح تلك النظرية هانشتين سنة 1868 على قمم الجذور ، ثم طبقت فى وقت لاحق على قمم السيقان ، إلا أن هذه النظرية لا تلقى إقبالا هذه الأيام وحلت محلها نظرية الغطاء والبدن .

2- نظرية الغطاء والبدن : قبلت هذه النظرية نظرا لصعوبة تتبع الثلاثة الأنسجة فى النظرية السابقة الى منشأتها . طبقا لهذه النظرية تعرف منطقتان إنشائيتان وفقا لأسطح إنقسام خلاياها . المنطقة الخارجية وتعرف بالغطاء وتتكون من صف او أكثر من الخلايا الإنشائية والتى تنقسم بجدر عمودية على السطح لتزيد من مساحة

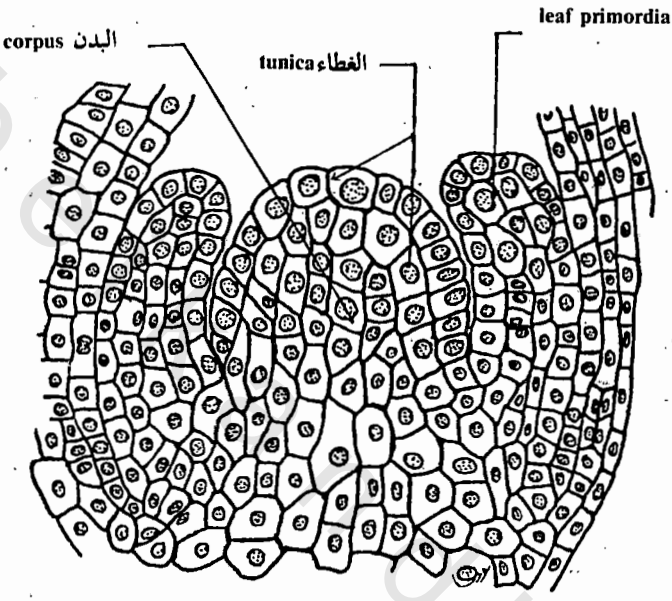


Fig. 3.12: Shoot apex of balrley القمة النامية فى ساق الشعير

layers of cells, which divide by anticlinal walls, thus increasing the surface area without adding new layers. Each layer has its own tier of initials.

The inner zone is known as the corpus. In this zone cells divide in various planes, so that the whole mass increases in volume. The corpus is less homogenous than the tonica (Fig.3.12, 3.13). Three main zones can be distinguished in the corpus.

a) Zone of central mother cells, locared below the apical portion of the tunica initials.

b) Zone of flank meristem and zone of rib meristem, appear as continuation of the central mother cells zone.

In some plants as in *Opuntia* type Fig.3.10, a cambium-like transitional zone can be distinguished between the central mother zone and the flank and rib meristem zones.

السطح دون زيادة فى عدد طبقات المنطقة . ولكل منطقة صفها الخاص من الخلايا الانشائية.

المنطقة الداخلية تعرف بالبدن، وفيها تنقسم الخلايا بجدر فى إتجاهات مختلفة ، وبهذا فإن الزيادة تتم فى الحجم . ونسيج البدن أقل تناسقا من نسيج الغلاف (شكل 3.12 , 3.13). ويمكن تمييز ثلاثة أنسجة فى منطقة البدن .

أ) منطقة الخلايا الأمية المركزية، وتقع أسفل مجموعة الخلايا الإنشائية لمنطقة البدن .

ب) منطقتى المرستيم المحيطى والمرستيم الدعامى ، ويظهران كامتدادين لنسيج الخلايا الأمية المركزية .

وفى بعض النباتات كما فى نوع التين الشوكى (شكل 3.10) يلاحظ وجود منطقة شبيه الكامبيوم الانتقالية، تقع بين منطقة الخلايا الأمية ومنطقتى المرستيم المحيطى والمرستيم الدعامى .

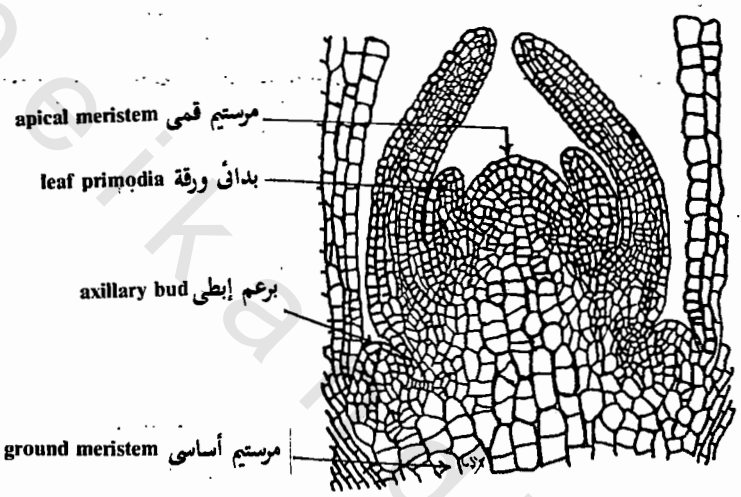


Fig. 3.13: Shoot tip of flax قمة ساق الكتان

obeikandl.com

Leaf meristems

Leaf primordia are formed on the flanks of the shoot apical meristem. Several meristems contribute to the growth and final shape of the leaf. These are known as apical, intercalary, marginal, plate and adaxial meristems (Fig.3.14).

Apical meristem is found at the tip of the leaf, it is responsible for the increase in length of the leaf.

Intercalary meristem is located below the apical meristem. Generally, cell division ceases first at the leaf tip and continues at the base by the intercalary meristem. In monocots it occurs at the leaf primordia and stays active during the growth of the leaf (Fig.3.1).

Marginal meristem is a region of meristematic tissue located along the edges of the leaf primordia. It gives rise to mesophyll and epidermal tissues of the blade.

المرستيمات الورقية

تتشكل بدائيات الأوراق على جوانب المرستيم القمى للساق . تساهم عدة مرستيمات فى حدوث النمو والشكل النهائى للورقة . تعرف هذه المرستيمات بالقمى والبينى والحافى والصفيحى والظهرى (شكل 3.14) .

يشاهد المرستيم القمى عند قمة الورقة وهو المرستيم المسئول عن إستمرار نمو الورقة فى الطول .

ويقع المرستيم البينى أسفل المرستيم القمى . وعموما فإن إنقسام الخلايا يقف أولا فى قمة الورقة ويستمر بعد ذلك المرستيم البينى فى النشاط . وفى النباتات ذات الفلقة الواحدة يشاهد هذا المرستيم فى قاعدة بدائى الورقة ويستمر نشطا خلال نمو الورقة (شكل 3.1) .

المرستيم الحافى هى الأنسجة المرستيمية التى تقع على حافتى بدائى الورقة . وتعطى بنشاطها النسيج الوسطى ونسيج البشرة لنصل الورقة.

obeikandl.com

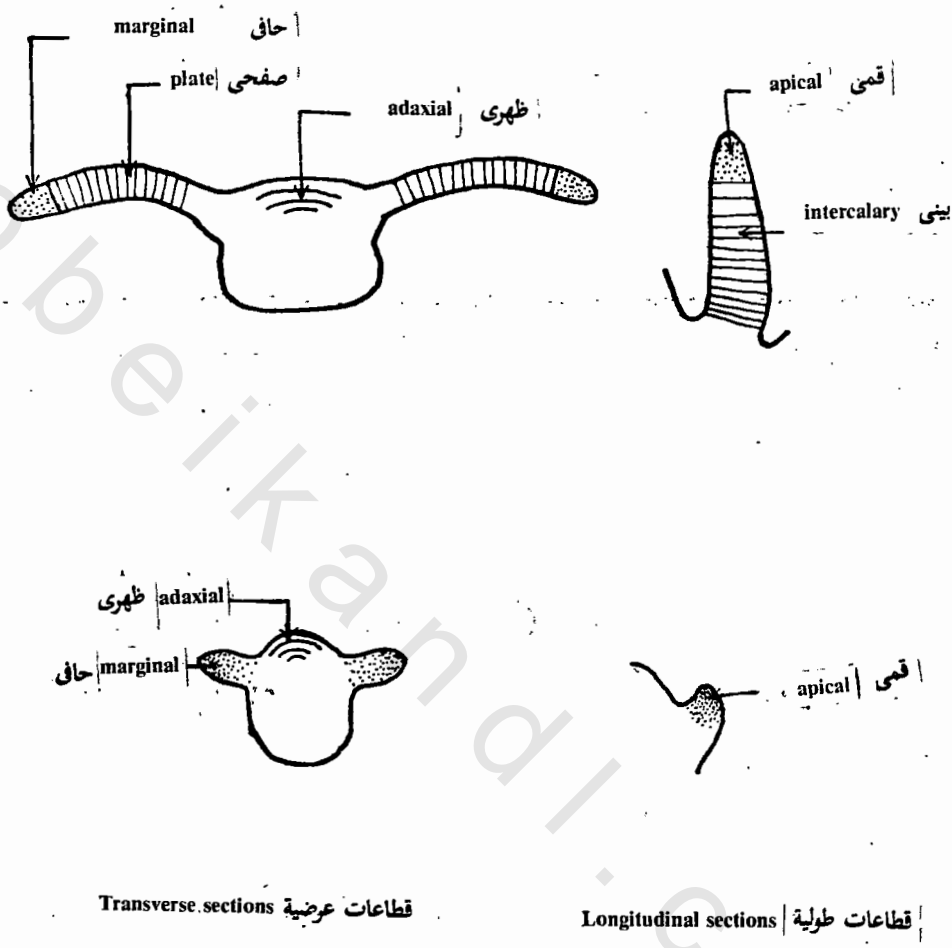


Fig. 3.14: Leaf meristems المرستيمات الورقية

obeikandl.com

Plate meristem appears as a result of marginal meristem activity. The established cells divide, anticlinally, thus expanding the blade laterally.

Adaxial meristem is located below the upper epidermis of the leaf, usually at the center. It divides periclinally, thus contributing to the growth in thickness of the leaf, especially of the petiole and midrib.

Parenchyma

Parenchyma cells form the foundation of all plant organs. All other tissues are embedded in the ground parenchyma tissue. It forms the cortex and pith of leaves, the ground tissue in cotyledons and endosperm and in the pulp of fruits. Parenchyma cells are more or less isodiametric, seldom much elongated, showing a higher degree of plasticity. They usually have primary pit-fields, and conspicuous intercellular spaces between the cells.

المرستيم الصفيحى يظهر نتيجة لنشاط المرستيم الحافى . خلايا المرستيم تنقسم بجدر عمودية على السطح وبهذا فإنها تتسبب فى نمو الورقة جانبيا .

المرستيم الظهرى يقع أسفل البشرة العليا للورقة وعادة فى مركزها. تنقسم خلايا هذا المرستيم بجدر موازية للسطح ، ولهذا فإنها تساهم فى النمو فى سمك الورقة وخاصة العنق والعرق الوسطى.

الخلايا البرنشيمية

تكون الخلايا البرنشيمية الأساس الذى تتطمر فيه جميع الأنسجة الأخرى التى تكون الاعضاء المختلفة فى النبات . ويكون النسيج البرنشيمى القشرة والنخاع فى السيقان والجذور والنسيج الوسطى فى الأوراق والنسيج الأساسى فى الفلقات والاندوسبرم وفى لب الثمار . الخلايا البرنشيمية كروية تقريبا ونادرا متطاولة وتظهر درجة كبيرة من المرونة وذلك لصفات جدرها الخلوية الابتدائية السليولوزية الرقيقة ذات حقول النقر الابتدائية والمسافات البينية الواضحة بين الخلايا . الخلايا البرنشيمية المنضغطة تكون عديدة الاضلاع

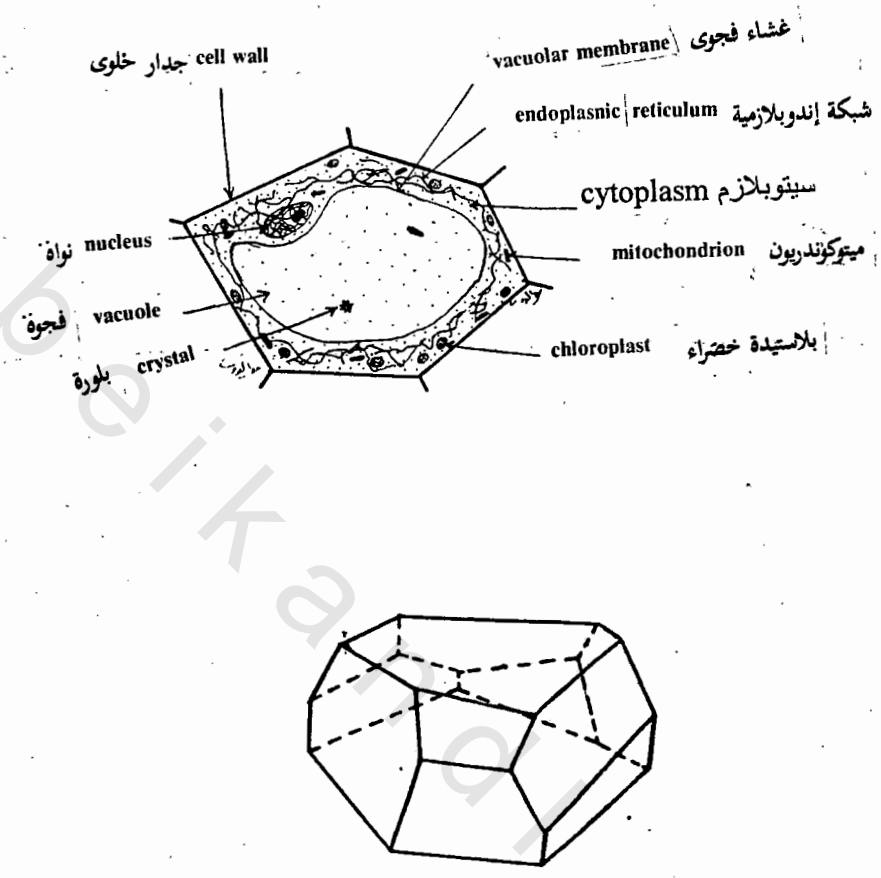


Fig. 3.15: Diagram of a polyhedral parenchyma cell

رسم تخطيطى لخلية برنشيمية عديدة الأضلع

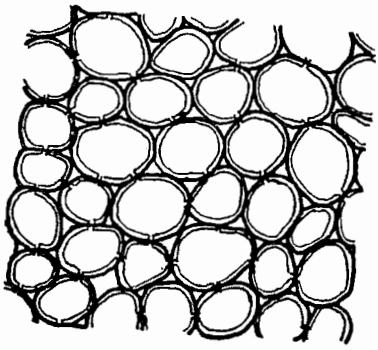
obeikandl.com

Closely-packed parenchyma cells are generally polyhedral, mostly with 14 surfaces 6 square and 8 hexagonal (Fig.3.15). In marsh plants, parenchyma cells are lobed or stellate forming large air spaces known as aerenchyma, as those of midrib of *Canna* leaves and petioles of *Zantedeshia* (Fig.3.16). Cells of endosperm show compact arrangement without intercellular spaces (Fig.2.18).

In leaves and herbaceous stems, parenchyma cells contain chloroplasts and form **chlorenchyma**. The cells carry on photosynthesis and build up food. Food storage is an important function of parenchyma. Parenchyma cells in storage organs like tuberous roots, underground stems and cells of endosperm and cotyledons store starch grains and proteins. Parenchyma cells also function as water storage tissue in fleshy stems as in *Opuntia* and leaves as in *Aloe*.

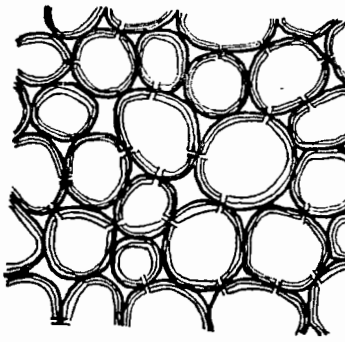
وغالبا ذات أربعة عشر ضلعا ، ستة منها مربعة والباقى مسدسة (شكل 3.15) ، وتكون الخلايا البرنشيمية فى نباتات المستنقعات مفصصة أو نجمية ذات مسافات بينية واسعة ولذلك تعرف بالخلايا ذات المسافات الهوائية وذلك كما فى خلايا العرق الوسطى لورقة الكانا وعنق ورقة زانتديشيا (شكل 3.16) . أما خلايا الاندوسبرم فتكون منضغطة ليس بينها مسافات بينية (شكل 2.18) .

وتحتوى الخلايا البرنشيمية فى أوراق وسيقان النباتات العشبية على بلاستيدات خضراء وتعرف بالخلايا الكلورنشيمية وتقوم بعملية التمثيل الضوئى وتكوين الغذاء . والخلايا البرنشيمية لها أهمية كبيرة فى تخزين الغذاء . والخلايا البرنشيمية التى توجد فى الاعضاء المخزنة للغذاء مثل الجذور الدرنية والسيقان الأرضية وخلايا الاندوسبرم والفلقات تقوم بتخزين النشا والبروتينات . كما تقوم الخلايا البرنشيمية أيضا بتخزين الماء فى السوق العصارية كنبات التين الشوكى وأوراق الصبار .



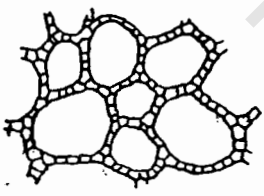
برنشيمة بدون جدر ثانويه

Paenchyma without secondary walls



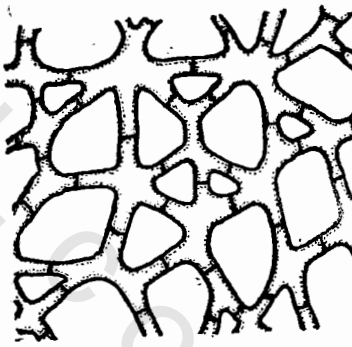
برنشيمة بجدر ثانويه

Parenchyma with secandary walls



برنشيمة هوائية من عنق ورقة زاندتشيا

Aerenchyma from petiole of *Zantedeshia*



رنشيمة هوائية من عرق وسطى لورقة كانا

Aerenchyma from midrib of Canna l

Fig. 3.16: Parenchyma cells خلايا برنشيمية

Parenchyma takes meristematic activity and form meristems during secondary growth in dicotyledons as in *Ligustrum* plant (Fig.3.17). The parenchyma cells get rid of some of its vacuoles, become small in size and undergo mitosis as normal.

Collenchyma

Collenchyma cells are thick-walled kind of cells of elongated parenchyma specialized as supporting tissue. The thickenings are made of cellulose and pectic compounds deposited in three different forms. In the lamellar form, thickening is present in the tangential walls in a plate-like arrangement and found in hypodermal layers of stems of sunflower and *sambucus*. In the angular form, the thickenings take place mostly in the angles as in the stem of *Cucurbita*

ومن الوظائف الهامة أيضا للخلايا البرنشيمية أنها تقوم بنشاط مرستيمى وتكوين المرستيمات أثناء النمو الثانوى فى نباتات ذات الفلقتين كما فى نبات ليجسترم (شكل 3.17). تتخلص الخلايا البرنشيمية من بعض فجواتها وتصغر فى الحجم ثم تبدأ فى الانقسام مباشرة كالمعتاد .

الخلايا الكولنشيمية

تعد الخلايا الكولنشيمية نوعا من الخلايا البرنشيمية المتطاولة سميكة الجدر ، تقوم بوظيفة دعامية فى النبات ، ويرجع سمك الجدار إلى ترسيب مادة السليولوز ومركبات بكتينية . وتأخذ تلك الترسيبات أشكالا ثلاث ، فى الكلونشيمة الصفيحية يكون السمك على هيئة رقائق على الجدر المماسية للخلايا وذلك كما فى سيقان عباد الشمس وسامبوكس حيث توجد الخلايا الكولنشيمية فى عدة طبقات تلى البشرة . وفى الكولنشيمية الزاوية يكون معظم السمك في زوايا الخلايا كما فى سوق القرعيات ونصل

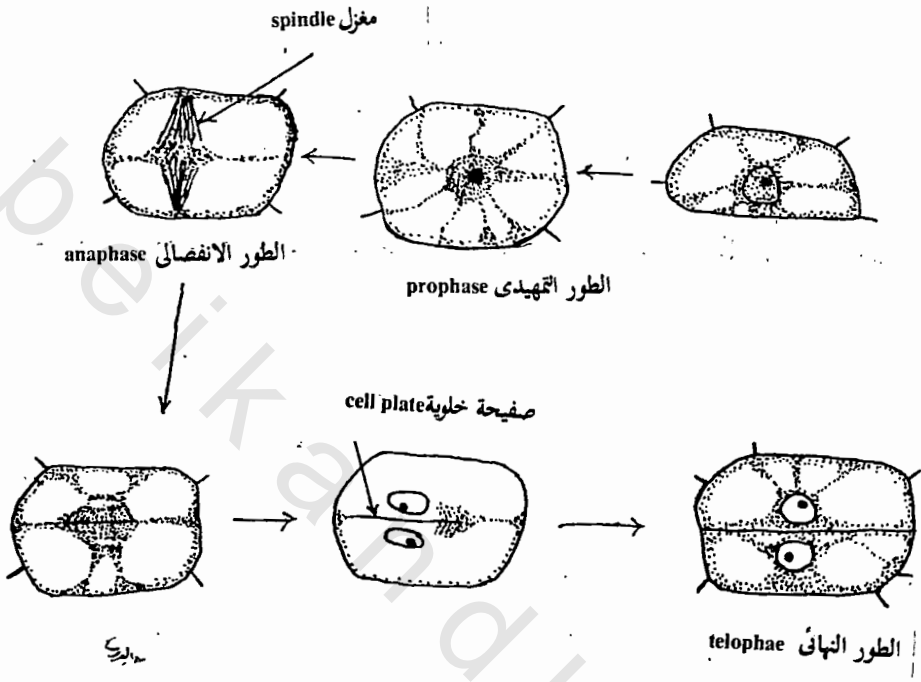


Fig. 3.17: Division of highly vacuolated parenchyma cell in young pith of *Ligustrum*
إنقسام خلية برنشيمية ذات فراغات كبيرة من نخاع حديث لنبات ليجسترم

obeikandl.com

and lamina of *Pancratium*. In the lacunar form, thickenings occur in the walls bordering intercellutar spaces as in the midrib of lettuce leaves (Fig.3.18).

Endodermis

Endodermis is a layer of cells universally present in the root at the boundary of the cortex, and the vascular cylinder, and regarded as the innermost layer of the cortex. It is characterized by the presence of casparian strip on the radial and the transverse walls. The strip is a part of the primary wall as it is formed in the early ontogeny of the cell. It is composed of suberin, lignin or both. The structure of the root is important with regard to the conducting movement of water and solutes from the absorbing cells to the conducting tissues, and their release from the living cells of the vascular

ورقة نبات البنكريشيام . وفى الكلونشيمة الفراغية يكون معظم السمك مقابل المسافات البينية كما فى العرق الوسطى لورقة نبات الخس (شكل 3.18).

الاندوديرمس

يتكون الاندوديرمس من طبقة من الخلايا توجد بصفة عامة فى الجذور بين القشرة والأسطوانة الوعائية ، ويعد الاندوديرمس آخر طبقات القشرة. وتتميز طبقة الاندوديرمس بوجود شريط كاسبرى على الجدر القطرية والعرضية ، وينشأ هذا الشريط خلال الاطوار المبكرة فى نشأة الخلية ولذلك فهو يعد جزءا من الجدار الابتدائى. ويتكون شريط كاسبرى من السيوبرين أو اللجنين أو كليهما معا. ويشكل تركيب الجذر أهمية، من حيث حركة توصيل الماء والأملاح من خلايا الامتصاص إلى أنسجة التوصيل ، وإنتقالها من الخلايا الحية فى

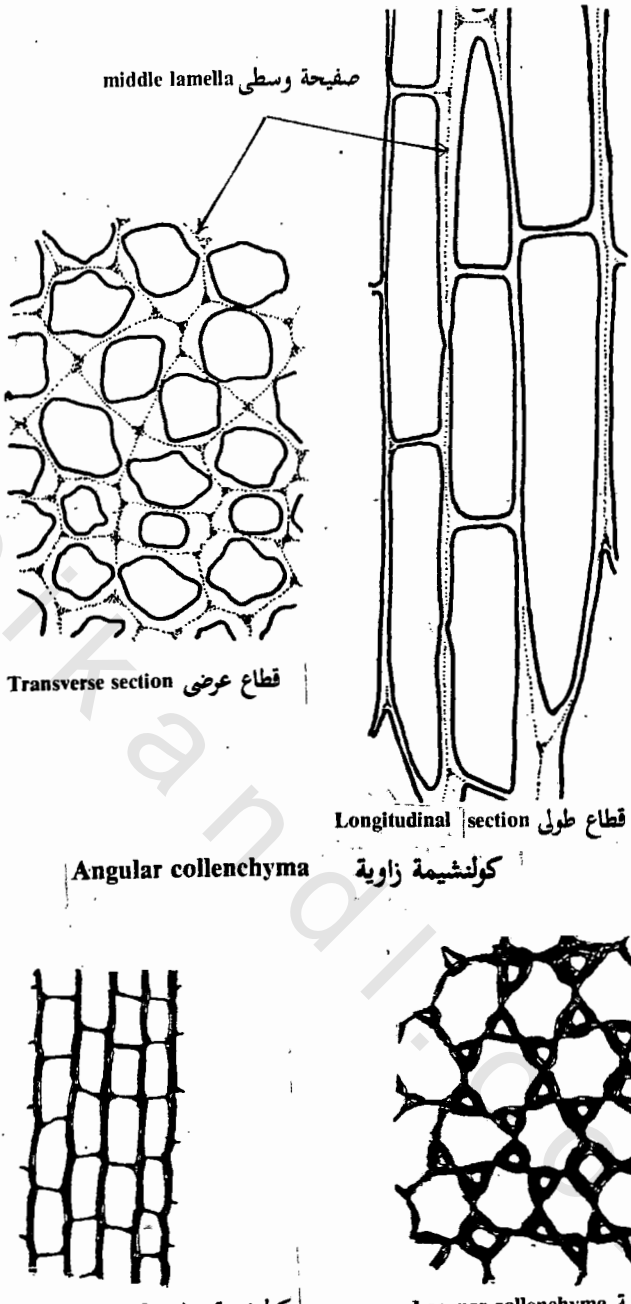


Fig. 3.18: Types of collenchyma cells أنواع الخلايا الكولنشيمية

obeikandl.com

cylinder into the nonliving tracheary elements. The location of endodermis between the cortex with abandant intercellular spaces and the vascular cylinder lacking ample intercellular spaces ensure that water and solutes pass through the protoplast of the endodermal cells rather than through the cell walls. Thus controlling the rate of flow of sap solutes and facilitating selective filtering of it. Endodermal cells can prevent a leakage of solutes from the vascular cylinder into cortex and as a consequence an increase in the concentration of salts in the pericycle develops.

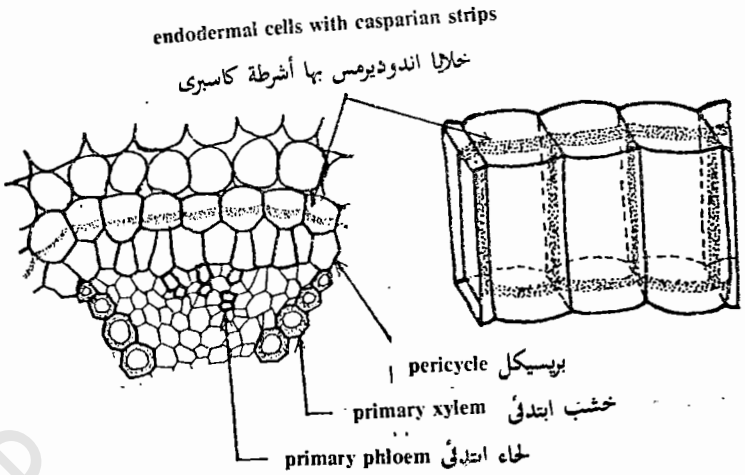
The solutes are transferred from pericycle into the parenchyma cells, then to the non-living wood vessels. There is a development of hydrostatic pressure in the vascular cylinder which acts to pump the water and solutes to the top of plant.

In moncot roots further thickening and lignification, usually occurs over the entire inner surface of the endodermal

الأسطوانة الوعائية إلى عناصر التوصيل غير الحية . ويعمل الاندودرمس الذى يقع بين القشرة ، التى تحتوى على مسافات بينية كثيرة، والأسطوانة الوعائية ، التى يقل فيها كثيرا تلك المسافات البينية، على إجبار الماء والأملاح بالمرور خلال بروتوبلاست خلايا الاندودرمس وليس خلال جدرها ، وبهذا يمكن للاندودرمس التحكم فى سرعة مرور المحلول الغذائى مع تسهيل عملية الترشيح الاختيارى للمحلول الغذائى ، كما تمنع خلايا الاندودرمس تسرب المحاليل من الاسطوانة الوعائية إلى القشرة وينتج عن ذلك زيادة فى تركيز الأملاح فى البريسيكل.

تنتقل المحاليل من البريسيكل إلى الخلايا البرنشيمية ثم إلى الأوعية الخشبية غير الحية ، وينتج عن ذلك حدوث ضغط هيدرو ستاتيكى فى الأسطوانة الوعائية يعمل على دفع الماء والمحاليل إلى أعلى النبات .

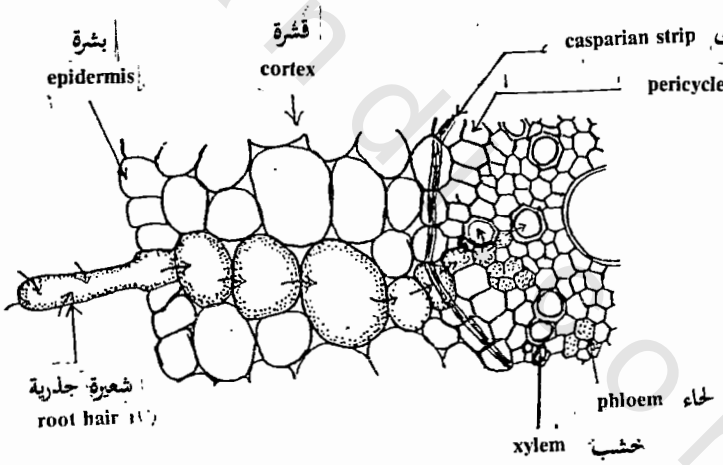
فى جذور النباتات وحيدة الفلقة يحدث تغلظ ولجننة لجميع الأسطح



Endodermal cells خلايا إندوديرمس

قطاع عرضى فى جذور نبات مجد الصباح مبينا شريط كاسبرى

Cross secion of morning glory root showing casparian strips



مرور المحلول الغذائى من الشعيرة الجذرية الى أوعية الخشب فى الجذر

Passage of water and solutes from root hair to xylem elements in roots

Fig. 3.19: Endodermis and casparian strips الأندوديرميس وأشرطة كاسبرى

cells obscuring the casparian strip, starting opposite the phloem and progressing towards the protoxylem points and usually leaving thin-walled passage cells (Fig.3.19).

Epidermis

Epidermis is the outermost layer of cells of stems, leaves, and young roots. In rare cases as in *Ficus elastica* leaf, it is several layers thick (Fig.2.15), the inner layer may be called hypodermis.

The main function of epidermis is to protect the inner tissues from excessive water loss, from mechanical injury and from pathogens.

Epidermal cells are tabular and often irregular in shape, and their outer walls are usully impregnated with a waxy material called cutin and are covered in aerial parts by a layer of cutin known as cuticle, except in guard cells. Epidermal cells seldom have chloroplasts, except in guard cells.

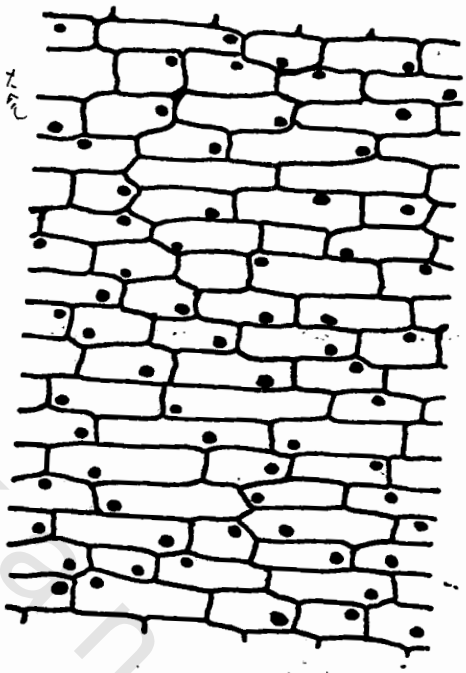
الداخلية لخلايا الاندودرمس تحجب شريط كاسبرى . يبدأ ذلك فى الخلايا المواجهة للحاء ويمتد ناحية الخشب الأول رقيقة الجدر وتعرف بخلايا المرور (شكل ٣,١٩) .

البشـــرة

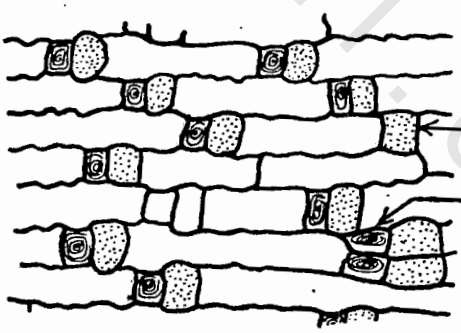
البشرة هى الطبقة الخارجية من خلايا الأوراق ، والجذور والسيقان الحديثة . وفى حالات نادرة كما فى حالة أوراق التين المطاط تتكون البشرة من عدة طبقات ، وقد يطلق على الطبقات الداخلية تحت البشرة (شكل ٢,١٥).

الوظيفة الأساسية للبشرة هو حماية الأنسجة الداخلية من زيادة فقد الماء ومن الأضرار الميكانيكية ومن الطفيليات الممرضة .

خلايا البشرة شريطية الشكل وعادة غير منتظمة الشكل وجدرها الخارجية تكون عادة متشربة بمادة شمعية تعرف بالكيوتين ، وتغطى بشرة الأجزاء الهوائية بطبقة من مادة الكيوتين تعرف بالأدمة ماعدا فى الخلايا الحارسة. وخلايا البشرة



Onion epidermis بشرة بصل



sugar cane epidermis بشرة قصب السكر

Fig. 3.20: Epidermis البشرة

obeikandl.com

In grasses, epidermal cells are mostly long with corrugated walls, and between them there are small cells of two kinds, cork cells with suberized walls and silica cells rich in silica (Fig.3.20).

In young roots epidermal cells are not cutinized and some of them extend outwardly to form root hairs (Fig.3.19). Thus increasing the absorbing capacity of roots. In general epidermal cells may extend to the exterior, forming trichomes.

Trichomes

Trichomes are outgrowth from epidermal cells, differ greatly in structure and function and are important in plant taxonomy. They can be classified into non-glandular and glandular.

1- Non-glandular trichome:

These can be unicellular or multicellular.

نـادرا مـا تحتـوى علـى بلاسـتيدات خضراء عدا فى الخلايا الحارسة .

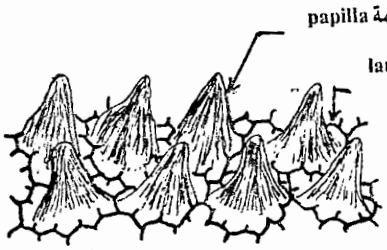
فى النباتات النجيلية تكـون خلايـا البشرة طويلة بجدر متعرجـة، ويوجـد بين هذه الخلايا خلايا أخرى صغيرة مـن نوعيـن الأول خلايـا فلينيـة ذات جدر مسوبرة والثانيـة خلايـا سـليكية غنية بمادة السليكا (شكل 3.20).

خلايا البشرة فى الجذور الحديثة غير مكيتنـة ويمتـد بعضهـا خارجيـا لتكـون الشـعيرات الجذريـة (شـكل 3.19) ، وبذلـك تـزداد القـدرة الامتصاصية للجذور . عموما قد تمتد خلايـا البشـرة للخـارج مكونـة زوائـد البشرة .

زوائد البشرة

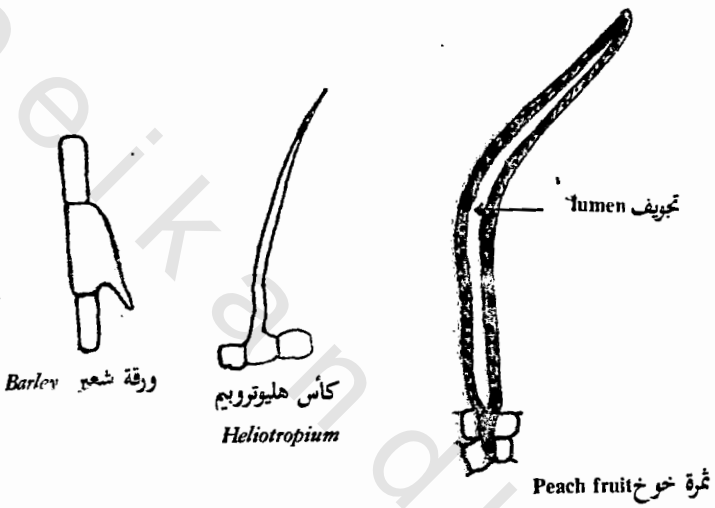
زوائد البشرة هى نموات خارجية تنمو من خلايـا البشـرة وتختلـف فـى الشكل والوظيفة ، وهى مهمة من جهة تصنيف النباتات . وتقسم زوائد البشرة إلى زوائد غير غدية وأخرى غدية .

1- زوائد البشرة غير الغدية : وهـذه قد تكون زوائد وحيدة الخلية وقد تكون عديدة الخلايا .



منظر سطحي للبشرة العليا لبتلة بنفسج

Surface view of the upper epidermis of *Viola tricolor* |petal



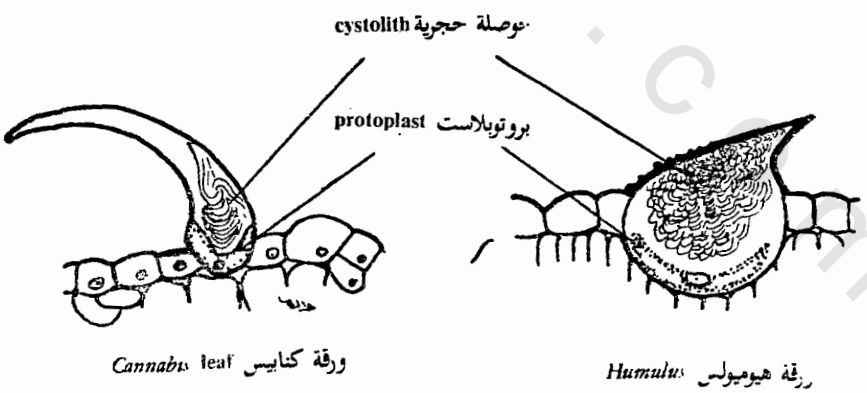


Fig. 3.21: Non glandular unicellular hairs from different plants

شعور غير غدية من نباتات مختلفة

a) Unicellular trichomes are of different types and shapes. These may be short and pointed as in barely leaves and may be hairy and long as in peach fruit and *Heliotropium* calyx (Fig.3.21), cotton seed and root hairs (Fig. 3.19). In few cases, the hairs have a bulbous base in which cystoliths are formed. These are hooked in shape in *Cannabis* and *Humulus* leaves, and may be as papillae, as in *Viola* (Fig.3.21).

b) Multicellular trichomes, are uniseriate or multiseriate, unbranched or branched and having different shapes. Multi-cellular, unbranched and uniseriate is found in the needle-shaped hair of cucumber. Unbranched and bisereate is found in the leaf of potato. Unbranched and multisereate is found in purslane petals.

أ) زوائد البشرة وحيدة الخلية ، وتشمل أنواع مختلفة وأشكال مختلفة . قد تكون قصيرة ومدببة كما فى أوراق الشعير وقد تكون شعرية وطويلة كما فى شعور ثمار الخوخ وسبلات هليوتروبيم (شكل 3.21) ، وبذرة القطن والشعيرات الجذرية (شكل 3.19) . فى حالات قليلة نجد فى الشعور قاعدة بصلية يتكون فيها حوصلات حجرية . وفى حالة شعور أوراق نباتات كنابيس وهيوميولس فإنها تكون خطافية الشكل، وقد تكون الزوائد حلمية الشكل كما فى البنفسج (شكل 3.21).

ب) زوائد البشرة عديدة الخلايا ، قد تكون ذات صف واحد من الخلايا أو متعددة الصفوف ، متفرعة أو غير متفرعة وذات أشكال مختلفة . تشاهد الشعور عديدة الخلايا غير المتفرعة وذات صف واحد من الخلايا فى شعور الخيار الإبرية الشكل . الشعور غير المتفرعة وذات الصفين من الخلايا تشاهد فى أوراق البطاطس . الشعور غير المتفرعة والمتعددة صفوف الخلايا تشاهد فى بتلات نبات الرجلة.

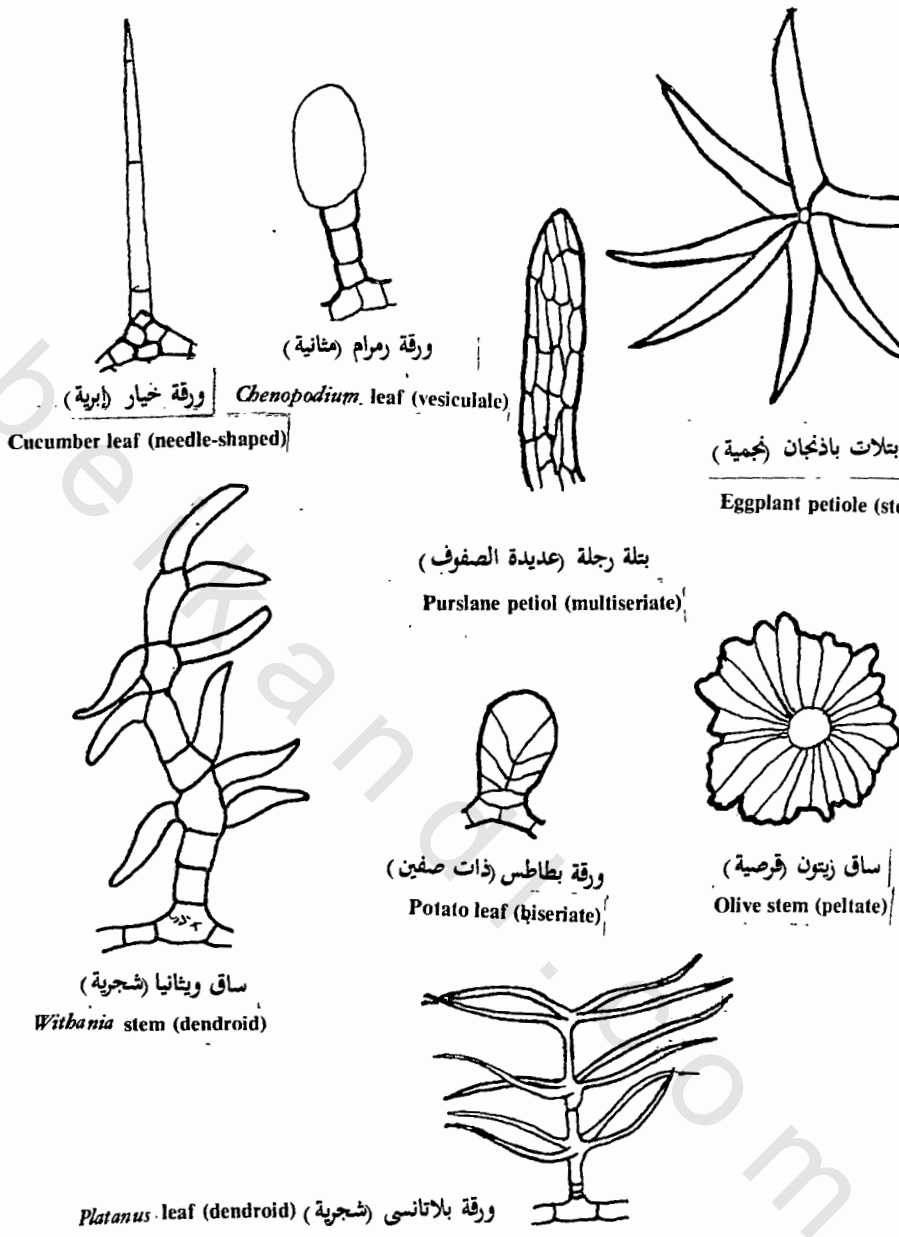


Fig. 3.22: Non glandular multicellular hairs from different plants

شعور غير غدية من نباتات مختلفة

Multicellular, unisereate and unbranched with an apical hypertrophoid cell, *i.e.* vesiculated form, is found in the leaf of *Chenopodium album* (Fig.3.22).

Peltate hairs, each formed of a short stalk cell and on its top a multicellular shield is developed, are found in olive stem.

Multicellular and branched hairs may be dendroid when branching in tree-like fashion as in *Platanus* leaves and *Withania* stem, or may branch in a stellate-fashion as in these found on the petioles of eggplant (Fig. 3.22).

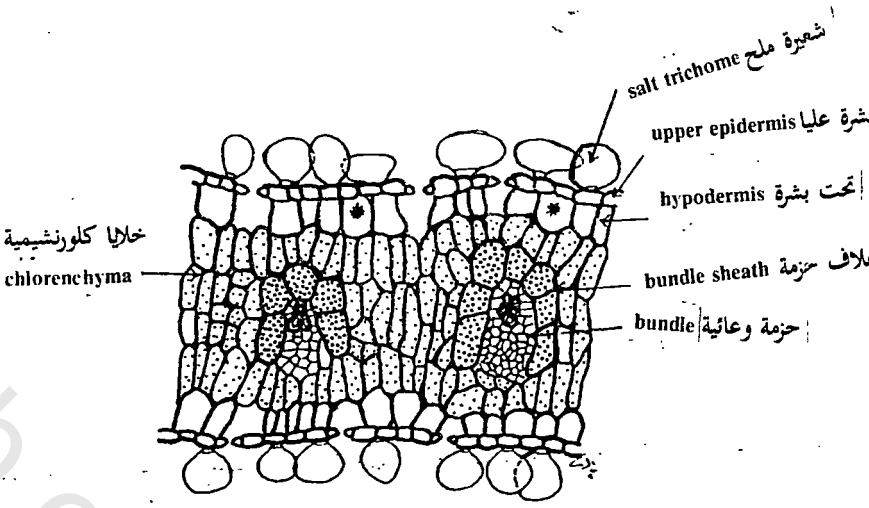
2- Glandular trichomes: These trichomes are characterised by their ability to secrete chemicals which are often of the group of ethereal oils. They differ in different plants, in shape and in function. In nettle plant (*Urtica* sp.) (Fig.3.23), hairs are formed for protection. they are stinging hairs. The hair is formed of a single needle-like cell with a swollen base surrouded by epidermal cells raised above the level of the other epidermal cells. The tip of the hair is spherical

الشعور عديدة الخلايا وذات صف واحد من الخلايا وغير متفرعة ولها خلية طرفية منتفخة، أى خلية مثانية تشاهد فى أوراق نبات الرمرام (شكل 3.22) .

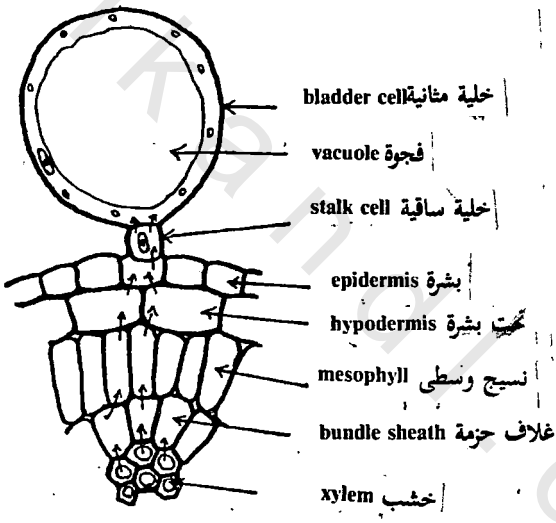
الشعور القرصية ، يتكون كل منها من خلية ساقية قصيرة ويتكون على قمتها درع متعدد الخلايا ويشاهد فى شعور ساق الزيتون .

الشعور المتفرعة عديدة الخلايا قد تكون شجرية كما فى أوراق نبات بلاتانس وسيقان نبات ويثانيا ، وقد تتفرع بشكل نجمى كما فى شعور بتلات الباذنجان (شكل 3.22) .

2- زوائد البشرة الغدية : تتميز هذه الزوائد بقدرتها على إفراز مواد كيميائية تكون عادة من مجموعة الزيوت الاثيرية .تختلف الزوائد فى النباتات المختلفة كما تختلف فى الشكل والوظيفة ففى نبات الحريق (شكل 3.23) تعمل الشعور على وقاية النبات من الحيوانات فهى شعور لاذعة . تتكون الشعرة من خلية واحدة إبرية الشكل وذات قاعدة منتفخة محاطة بخلايا بشرة فوق مستوى خلايا البشرة العادية . طرف الشعرة يكون منتفخا قليلا ومشبع بمادة السليكا. وتكون الاجزاء أسفلها مشبعة



Cross section of leaf of *Atriplex halimus* قطاع عرضى فى ورقة أتريبلكس هاليمس



مرور السائل الملحى فى ورقة شجيرة الملح

Passage of salty solution in *Atriplex* leaf

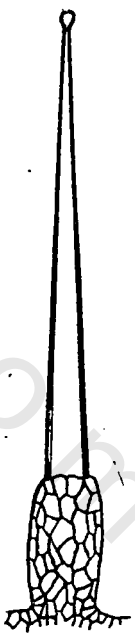


Fig. 3.24: Salt secreting trichomes in *Atriplex*

شعور ورقية مفرزة للملح فى نبات أتريبلكس

Fig. 3.23: Stinging hair from nettle p

شعرة لاذعة من نبات الحريق

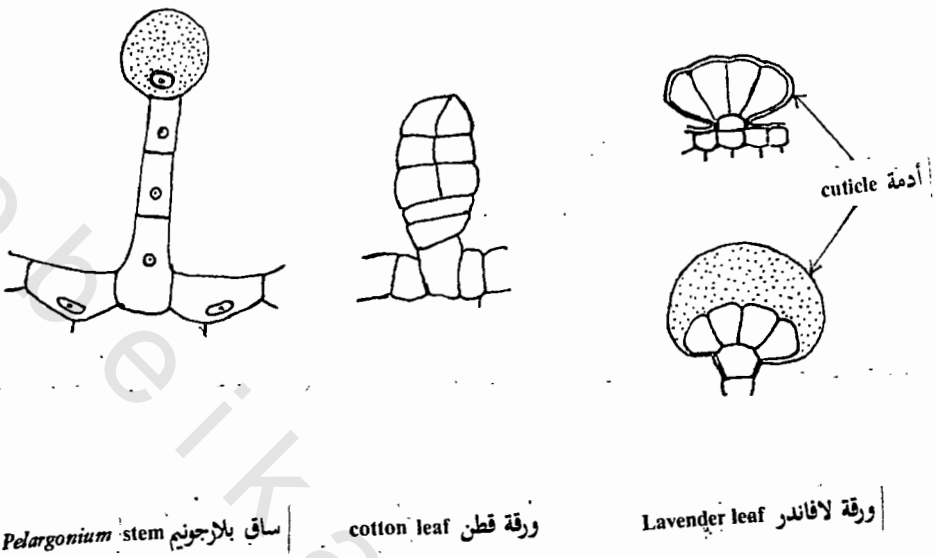
and salicified and is calcified at somewhat lower part. The tip breaks off when touched leaving a fine point which penetrates the skin and injecting into it the poisonous material present in the swollen base. In some plants which can tolerate high salt levels in soil, have salt secreting trichomes, as in salt bush plants. (*Atriplex* spp.). *Atriplex* trichomes are vesiculate hairs each composed of a stalk cell and a bladder cell. The solution containing the salt ions pass from the xylem to the mesophyll of the leaf, through the epidermis to the stalk cell. Salt ions are eventually delivered to the bladder cell where it is deposited into its large central vacuole. As the vesicle dries out, the salt content remains as a white powdery layer on the leaf surface (Fig.3.24).

Glandular hairs from different plants are illustrated in Fig.3.25. In lavender leaves, the trichomes are disc-shaped and carried on stalks. The disc is made of secreting cells radiation from the stalk and are

بالجير . عند لمس الشعرة تكسر طرفها ويبقى نهاية مدببة تثقب الجلد وتحقن فيه المادة السامة الموجودة فى قاعدة الشعرة .

بعض النباتات التى تتحمل معدلات عالية من الأملاح فى التربة لها زوائد بشرة تفرز الأملاح وذلك كما فى شجيرة الملح (أتريبلكس) . شعيرات شجيرة الملح مثانية ، يتكون كل منها من خلية ساقية وخلية مثانة. يمر المحلول المحتوى على أيونات الملح من أوعية الخشب مارا بالنسيج الوسطى للورقة ثم خلال البشرة إلى الخلية الساقية . وأخيرا تدخل أيونات الملح إلى خلية المثانة وهناك تتجمع فى الفجوة الوسطية الكبيرة . وبجفاف المثانة تبقى الأملاح كطبقة مسحوق أبيض اللون على سطح الورقة (شكل 3.24) .

شعور غدية من نباتات مختلفة موضحة فى شكل 3.25 . ففى أوراق اللافندر نجد أن زوائد البشرة قرصية الشكل وتحمل على خلايا ساقية . يتكون القرص من خلايا غدية مغطاة بالأدمة . تفرز الخلايا الغدية



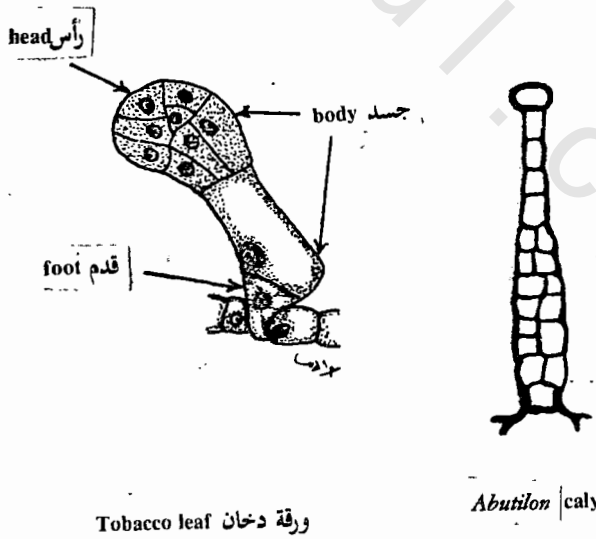


Fig. 3.25: Glandular hairs from different plants شعور غدية من نباتات مختلفة

obeikandl.com

زيوت أثيرية تتجمع بين جدر الخلايا الغدية والأدمة .

الشعور الغدية التى تتكون على بشرة أوراق القطن وسبلات نبات أبوتيلون تكون ذات صف وصفين من الخلايا . والشعور التى تشاهد على ساق البلارجونيم تكون ذات صف واحد من الخلايا ، والخلية الطرفية تكون كروية منتفخة . زوائد بشرة أوراق الدخان تتكون من خلية قدم مغمورة بين خلايا البشرة العادية والجسم الذى يتكون من خلية قاعدية كبيرة ورأس متعدد الخلايا .

الثغـــور

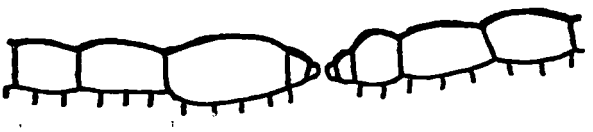
توجد بين خلايا البشرة ثقوب دقيقة ، يحد كل ثقب منها خليتين متخصصتين تعرفان بالخليتين الحارستين ، وتكون الخليتان الحارستان والفتحة معا ما يعرف بالثغر . وتوجد غرفة تنفسية أسفل الثغر تسمح بتبادل الغازات بين الورقة والهواء الخارجى ، وتلعب الثغور دورا حيويا فى عمليات النتح والتمثيل الضوئى والتنفس . وتوجد الثغور فى جميع الأجزاء الهوائية من النبات ولا توجد فى الجذور ، وتوجد الثغور فى

covered with cuticle. Secretions of ethereal oils accumulate between the glandular cell walls and the cuticle.

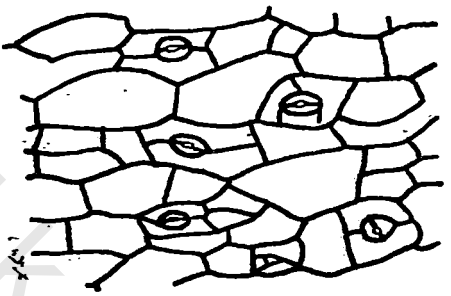
Glandular hairs from cotton leaves and from calyx of *Abutilon* are uniseriate and bisereate. Those from stem of *Pelargonium* are uniseriate with spherical unicellular head. Trichomes of tobacco leaves consist of foot cell inserted between normal epidermal cells, and the body which is formed of a big basal cell and a multicellular head.

Stomata

Among the epidermal cells there are minute pores. These are intercellular spaces, each of which is limited by two specialized cells termed the guard cells. The guard cells together with the pore between them constiture the stoma. There is a respiratory chamber below the stoma, which allows gaseous exchange, between leaves and outside. Stomata play a vital part in transpiration, photosynthesis and respiration.



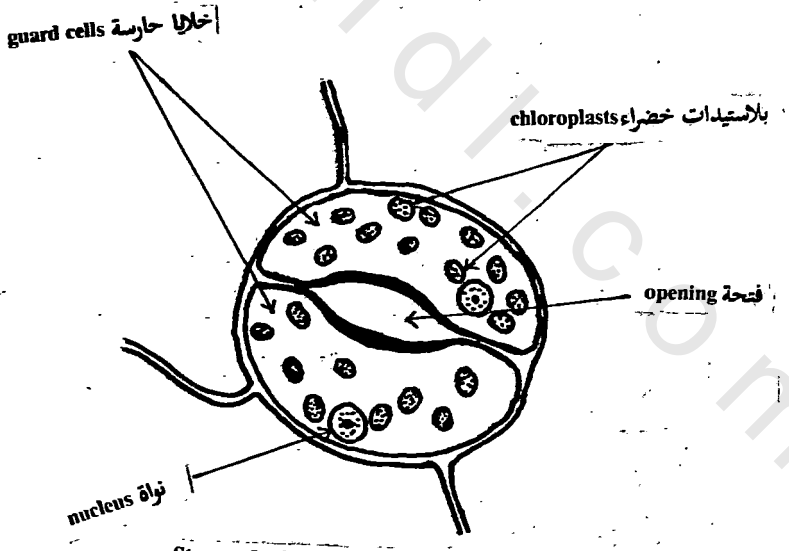
Longitudinal في قطاع عرضي



Surface view منظر سطحي

بشرة خارجية لثمرة كابسللا

Outer epidermis of *Capsella* pericarp



Stoma of a bean leaf ثغر في ورقة فاصوليا

Fig.3.26: Stomata الثغور

Stomata are found on aerial parts and are absent on roots. In monocot leaves, they are found on both surface, but in dicot leaves, they are found mostly in the lower epidermis. They are also present in herbaceous stems and floral parts. (Fig. 3.26).

Stomata arise through different divisions in the protoderm. After several divisions of protodermal cell, one of the products of these divisions becomes the immediate precursor of the guard cells. This is the guard-cell mother cell, that eventually divides into the two guard cells. These enlarge and assume the characteristic crescent shape. The area which becomes the pore shows a lenticular mass of pectic material which swells and dissolves resulting in the formation of the intercellular space (Fig. 3.27).

The walls of the guard cells bordering the aperture of stomata are thickened while other walls are thin. The guard cells of dicots are kidney shaped.

أوراق نباتات الفلقة الواحدة على كلا سطحى الورقة وتوجد على السطح السفلى فى أوراق نباتات ذات الفلقتين، وتوجد الثغور أيضا فى سيقان النباتات العشبية وفى الأجزاء الزهرية (شكل 3.26) .

تنشأ الثغور بانقسام خلية من خلايا البشرة الأولية ، وبعد عدة إنقسامات يصبح أحد خلايا تلك الانقسامات الخلية الأمية للخلايا الحارسة . تنقسم الخلية الأمية إلى خليتين حارستين ثم تكبران فى الحجم وتأخذان الشكل الهلالى المميز للخلايا الحارسة كما تصبح المسافة الوسطية التى ستكون فتحة الثغر كتلة عدسية من المواد البكتينية حيث تنتفخ وتتحلل المادة البينية قبل إنفصال الجدر أحدهما عن الإخر (شكل 3.27) .

وتكون جدر الخلايا الحارسة المواجهة لفتحة الثغر سميكة بينما تكون الجدر الأخرى لتلك الخلايا رقيقة . الخلايا الحارسة كلوية الشكل فى نباتات ذات الفلقتين .

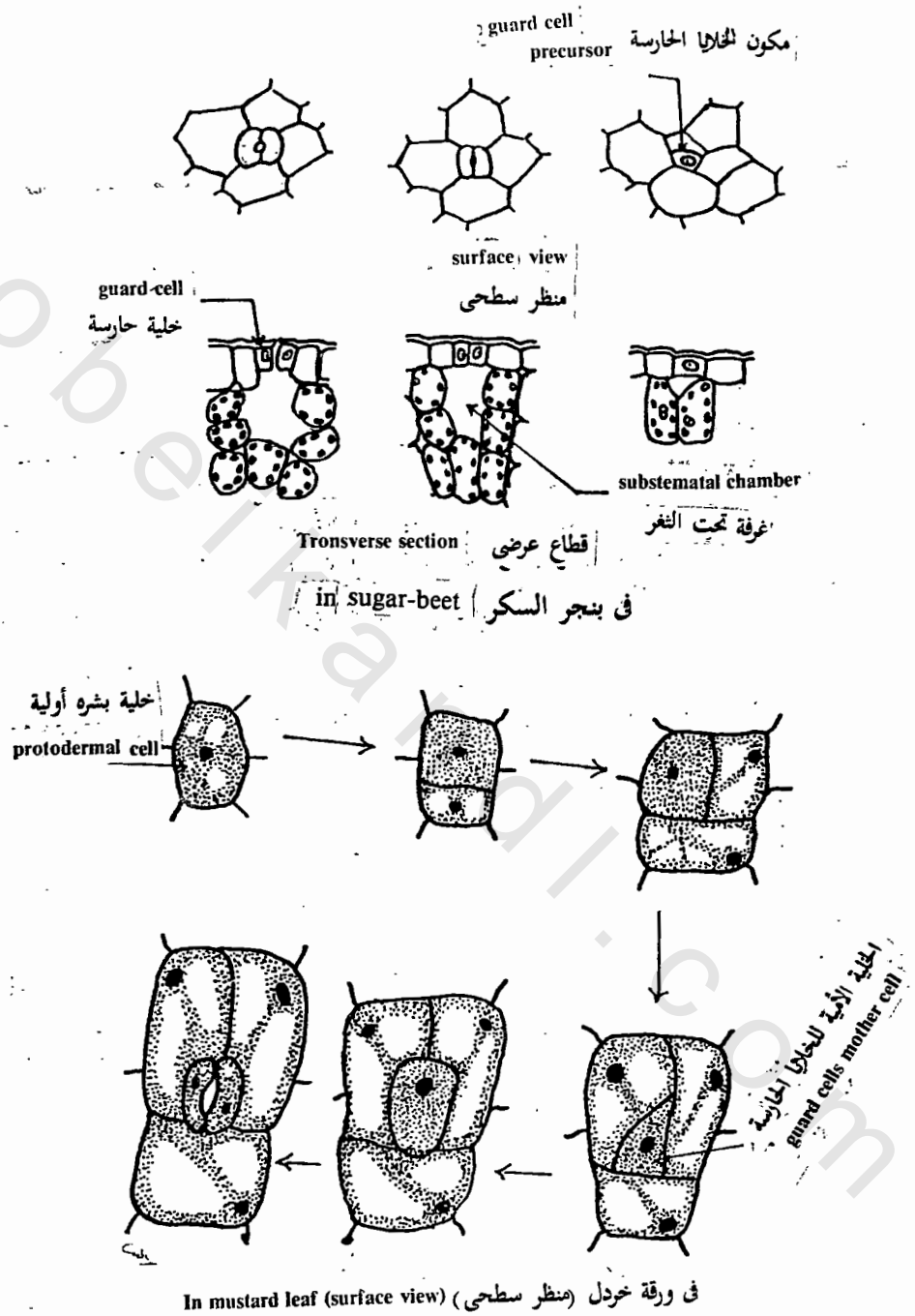


Fig.3.27: Stages in the development of stomata خطوات تكشف الثغور

Four main types of stomata are recognized in dicots on the basis of arrangement of epidermal cells neighbouring the guard cells, as follow (Fig. 3.28).

1- Diacytic type: In this type each stoma is surrounded by two subsidiary cells, the common wall of which is at right angles to the longitudinal axis of the stoma (*Dianthus* sp.).

2- Paracytic type: In this type each guard cell is accompanied by one or more subsidiary cells, the longitudinal axis of which is parallel to that of the guard cells and aperture (*Acacia* sp.).

3- Anisocytic type: In this type the guard cells are surrounded by three unequal subsidiary cells (*Petunia* sp.).

4- Anonocytic type: In this type the guard cells are surrounded by certain number of cells that do not differ in size and shape from other epidermal cells (*Cucurbita*).

وتوجد أربعة أنماط رئيسية من الثغور فى نباتات ذات الفلقتين وذلك على أساس نظام وجود الخلايا المساعدة وبالنسبة للثغر وتلك الأنماط كما يأتى (شكل 3.28) .

1- متعامدة الخلايا المساعدة:

وفيه يحاط كل ثغر بخليتين مساعدتين يكون فيها الجدار المشترك عموديا على المحور الطولى للثغر وذلك كما فى القرنفل .

2- متوازية الخلايا المساعدة :

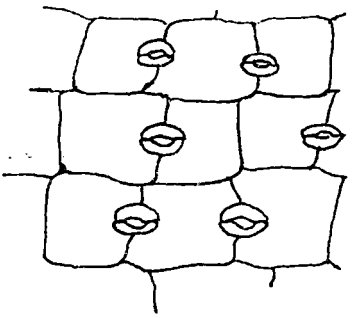
وفيه يرافق كل خلية حارسة خلية مساعدة أو أكثر تكون فيها المحاور الطولية موازية للخلايا الحارسة وفتحة الثغر كما فى الأكاسيا .

3- ثلاثية الخلايا المساعدة:

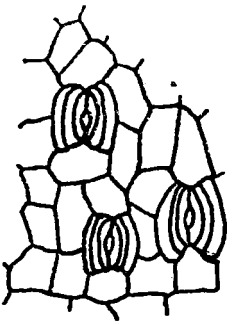
وفيه تحاط الخلية الحارسة بثلاثة خلايا مساعدة غير متساوية فى الحجم وذلك كما فى البتونيا .

4- عديدة الخلايا المساعدة :

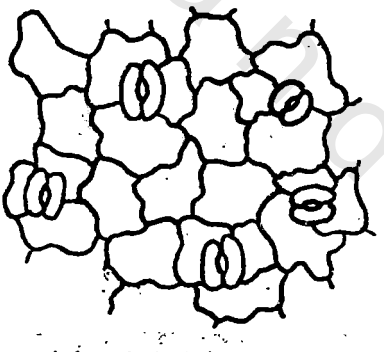
وفيه تحاط الخلايا الحارسة بعدد من الخلايا التى لا تختلف فى شكلها وحجمها عن بقية خلايا البشرة وذلك كما فى القرعيات .



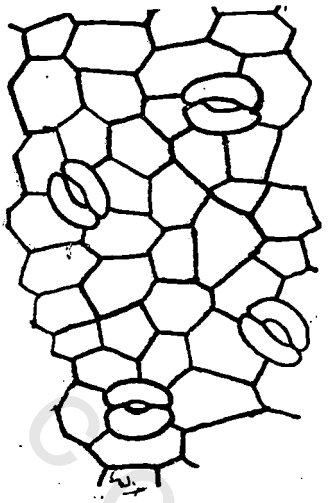
متعامدة الخلايا المساعدة Diacytic



متوازية الخلايا المساعدة Paracytic



ثلاثية الخلايا المساعدة Anisocytic



عديدة الخلايا المساعدةAnonocytic

Fig.3.28: Types of stomata أنواع الثغور

obeikandl.com

In graminae (Fig.3.29) stomata are dumbbell shaped; bulbous thin-walled at the ends and straight strongly thickened in the middle. Increase in turgor is accompanied by swelling of the bulbous ends and consequently separation of the straight medium portion from each end. There are two cells associated with the guard cells known as accessory cells.They contribute in some way to the activity of monocots are arranged in long rows in between and parallel to the long veinlets of the leaves *(Saccharum* sp.).

In xerophytes, stomata are variously protected from direct exposure to sunlight. They may be sunken in the epidermis as in *Aloe* sp., or situated in cavities in lower surface of the leaves as in *Nerium* sp. (Fig. 3.30).

وفى النباتات النجيلية (شكل 3.29) تكون الثغور دمبلية الشكل أى أنها تكون بصلية رقيقة الجدر عند الطرفين ومستقيمة وسميكة الجدار فى المنتصف . وعندما يزداد الضغط المائى تنتفخ الأطراف البصلية ويتسبب عن ذلك تباعد الجزئين الوسطيين المستقيمين وإنتفاخ الثغر . ويصاحب الخليتين الحارستين خليتين مساعدتين يشتركان بطريقة أو أخرى فى نشاط الخلايا الحارسة. تنتظم الخلايا الحارسة فى صفوف طولية بين العروق الجانبية وموازية لها على طول الورقة وذلك كما فى أوراق قصب السكر .

وفى النباتات الجفافية تنخفض الثغور عن مستوى سطح البشرة فيحميها ذلك من التعرض المباشر لأشعة الشمس فتكون غائرة كما فى أوراق الصبار أو داخل حجرات فى السطح السفلى لأوراق الدفلة (شكل 3.30) .

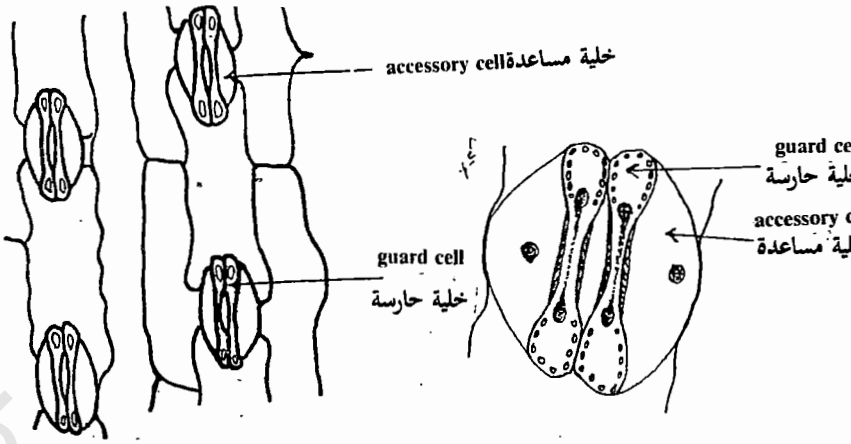
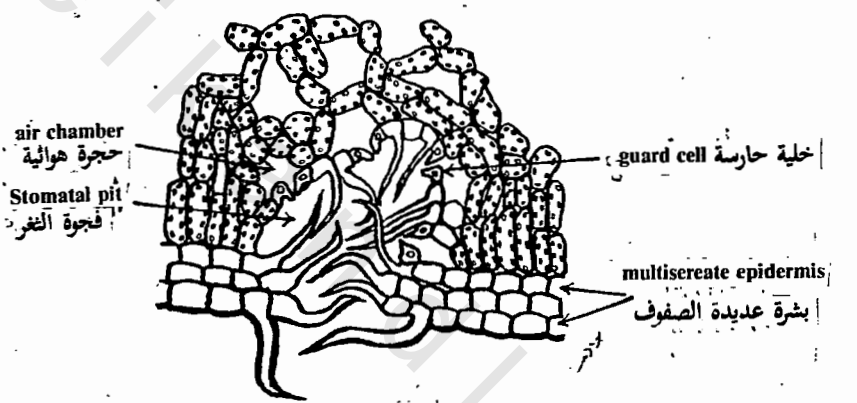
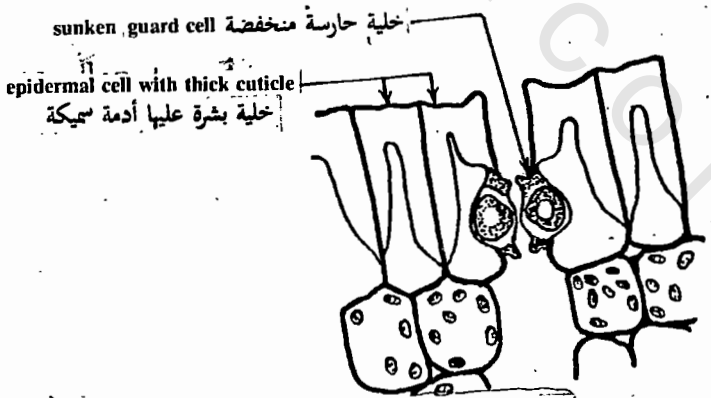


Fig.3.29: Stoma of grass leaf ثغور لخلايا ورقة نجيليات



Epidermis and stoma in *Nerium* بشرة وثغور فى نبات الدفلة



T.S. of the epidermis and stoma of *Aloe nigricans* بشرة وثغر فى نبات صبار

Fig.3.30: T. section in stomata قطاعات عرضية فى الثغور

Sclerenchyma

Sclerenchyma cells are characterized by having uniformly thick lignified secondary walls and by the loss of their protoplasm at maturity. Their main function is to provide plant organs by mechanical support, giving resistance to compression and flexing forces. Two types of sclerenchyma cells are recognized:

1- The fibers: These are elongated spindle-shaped with narrow lumen and tapering ends. Usually they have inconspicuous simple pits. Fibers that occur in xylem are called xylary fibers and those occurring in phloem are referred as bast fibers or phloem fibers. Xylary fibers may resemble tracheids, but they are longer, more cylindrical and tapering, with thick pitted secondary walls and smaller lumen. Phloem fibers may be septate (Fig.3.31).

الخلايا الاسكلرنشيمية

يميز الخلايا الاسكلرنشيمية وجود تغليظ لجنيني منتظم على الجدر الخلوية الثانوية وكذلك بفقدها للبروتوبلازم عند النضج .

وظيفة الخلايا الاسكلرنشيمية هي تدعيم الأعضاء النباتية واعطاء النبات مقاومة للضغوط وقوى للمرونة . يعرف نوعان من الخلايا الاسكلرنشيمية :

1- الألياف : وهي خلايا متطاولة مغزلية الشكل مدببة الأطراف وذات تجويف ضيق . وتحتوى الخلايا عادة على نقط بسيطة غير واضحة . الألياف التى توجد فى الخشب تعرف بألياف الخشب والتى توجد فى اللحاء تعرف بألياف اللحاء . ألياف الخشب قد تشبه القصيبات إلا إنها أطول وأكثر أسطوانية وتدببا بالأطراف ، وأن جدرها الثانوية سميكة منقرة وأن تجاويفها ضيقة . ألياف اللحاء قد تكون مقسمة (شكل 3.31).

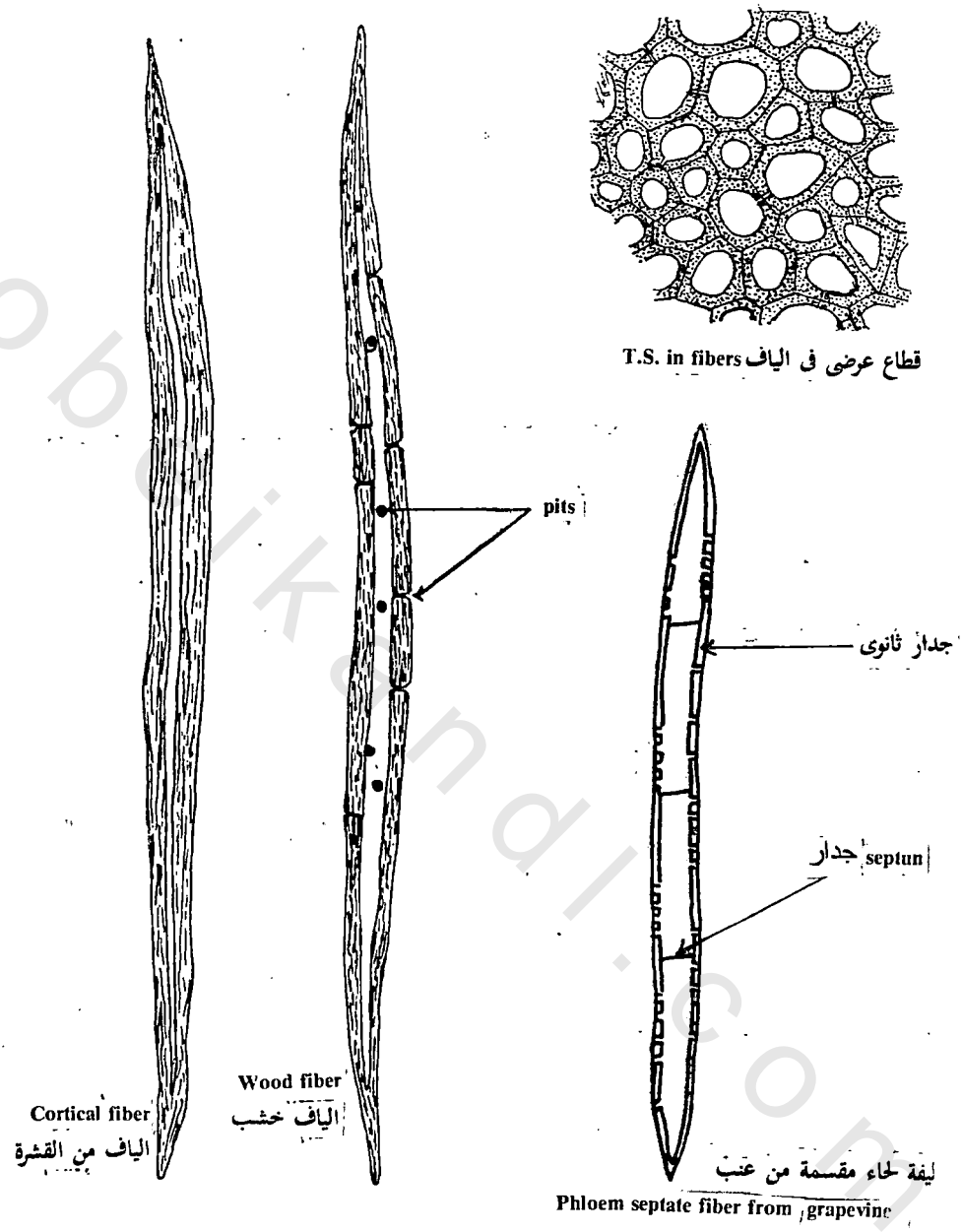


Fig.3.31: Fibers in longitudinal and transverse sections

ألياف فى قطاعات طولية وعرضية

2- Sclereids: These are highly thickend lignified, more ar less isodiametric or moderately elongated and sometimes branched with very narrow lumen inside. Walls have simple pits which may by branched and look-like canals. They are formed by sclerosis of parenchyma cells or they may arise directly from meristems.

Sclereids are commonly found in tropical leaves as in *Hakea* leaf (Fig.3.34), certain fruits and seed coats.

There are various types of selereids as follows (Fig. 3.32).
A) Brachysclereids or stone cells, are more or less spherical, and are found in flesh of pear fruits, pericyle of *Cassia* stem and in *Eucalyptus* leaves.

B) Macrosclereids, are rod-shaped sclereids. They form the outer layer of the seed coat in many plants, in the endocarp of apple fruits and in the bulb scale of garlic (Fig.3.33).

2- الخلايا الاسكليريدية : وهى ذات جدر ملجننة شديدة السمك ، مستديرة تقريبا أو متطاولة نوعا ما ، وأحيانا متفرعة وذات تجاويف داخلية ضيقة . الجدر تحتوى على نقر بسيطة قد تكون متفرعة وتشبه القنوات . وتتكون الخلايا الاسكليريدية بزيادة سمك الخلايا البرنشيمية أو قد تنتج مباشرة من الخلايا المرستيمية .

الخلايا الاسكليريدية تشاهد عادة فى أوراق النباتات الاستوائية كما فى أوراق نبات هاكيا (شكل 3.34) ، وبعض الثمار وجدر البذور .

توجد عدة أنواع من الخلايا الاسكليريدية وذلك كالآتى (شكل 3.32) .

أ) الخلايا الحجرية ، وهى خلايا تكاد تكون كروية وتوجد فى لب ثمار الكمثرى ، وفى بريسيكل سيقان نبات كاسيا وفى أوراق اليوكالبتس .

ب) الخلايا العصوية ، وهى تكون الطبقة الخارجية لقصرة الثمار فى كثير من النباتات ، وفى الغلاف الثمرى الداخلى لثمار التفاح وفى الأوراق الحرشفية الخارجية للثوم (شكل 3.33) .

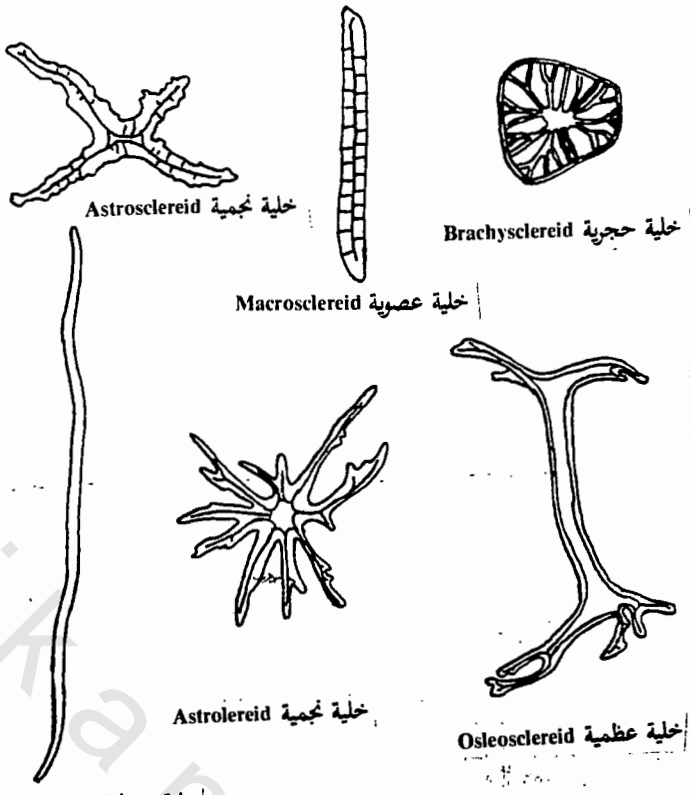


Fig.3.32: Types of sclereids

أنواع الخلايا السكليريدية

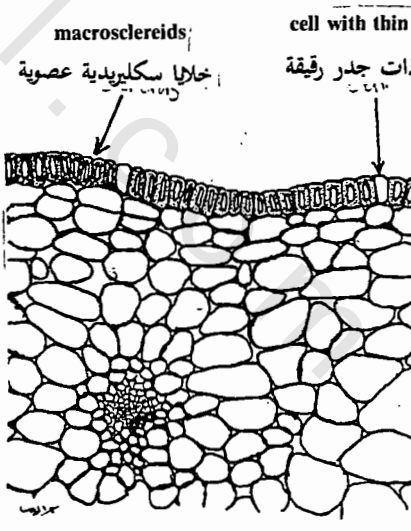


Fig.3.33: T.S. in bulb scale of

ع عرضى فى ورقة ثوم حرشفية

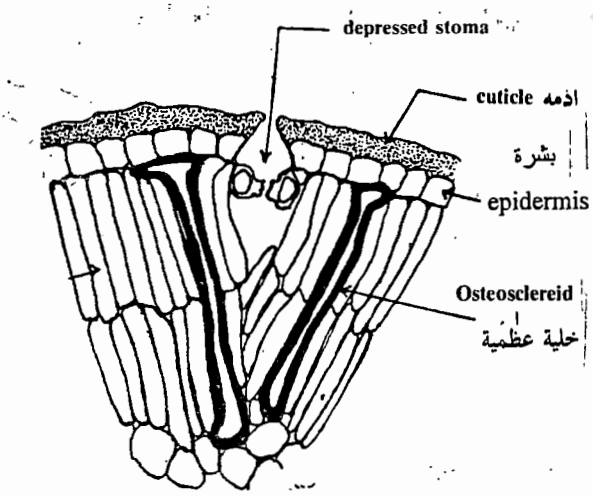


Fig.3.34: T. S. of *Hakea* leaf

قطاع عرضى فى ورقة هاكيا

C) Osteosclereids,are bone-shaped and are found in the leaves of some xyrophytes as *Hakea* (Fig.3.34).

D) Astrosclereids, posess star-like arms, and are usually present singly or in small groups. They are found in stem of *Trochodendron*.

E) Treichosclereids, are thread-like sclereids, which may be branched as in the mesophyll of olive leaves.

Laticifers

Laticifers are individual or connected cells containing viscous fluid known as latex. Latex is a colourless to white, yellow or redish liquid contains terpenes. Laticifers are of two types (Fig. 3.35). One type is nonarticulated known as latex cells, as they are single, elongated, coenocytic cells, *i.e.*, each cell contains a large number of nuclei. Latex cells may be unbranched, as in stems of *Vinca* or may be branched as in stems of *Euphorbia*. The other type is articulated

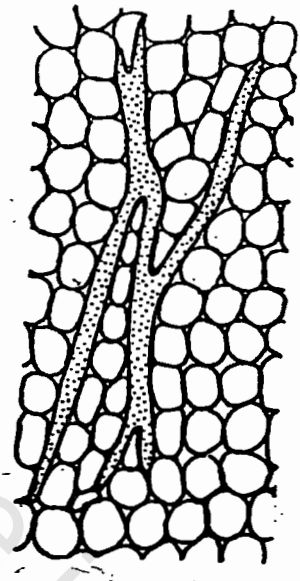
جـ) الخلايا العظمية ، وهى بشكل العظام وتشاهد فى أوراق بعض النباتات الصحراوية مثل هاكيا (شكل 3.34) .

د) الخلايا النجمية ، ويميزها وجود أذرع نجمية وتوجد عادة منفردة أو فى مجاميع صغيرة ، وتشاهد فى سيقان نبات تروكودندرون.

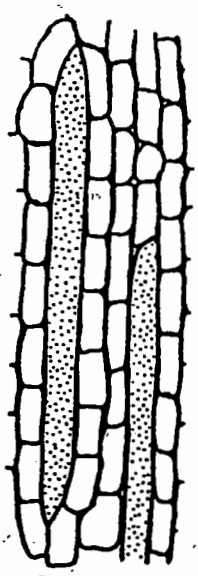
هـ) الخلايا الخيطية ، وهى خيطية قد تكون متفرعة كما فى النسيج الوسطى لأوراق الزيتون.

الخلايا والقنوات النباتية

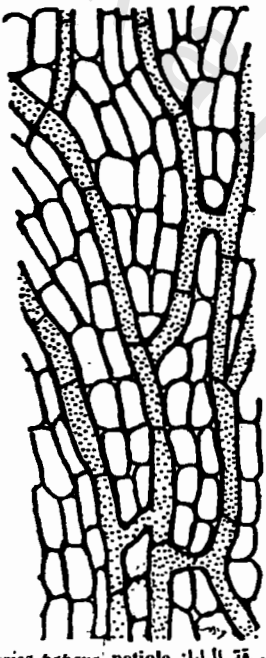
تحتوى الخلايا والقنوات اللبنية على سائل لزج يعرف بإسم اللبن النباتى . اللبن النباتى سائل عديم اللون أو أبيض إلى أصفر أو أحمر ، يحتوى على تربينات . ويوجد نوعين من الخلايا اللبنية (شكل 3.35) ، النوع الأول يتكون من خلايا مفردة طويلة تحتوى على أنوية عديدة ولذلك فهى خلايا سنيوسيتية ، وقد تكون هذه الخلايا غير متفرعة كما هو الحال فى ساق الونكا أو تكون متفرعة كما فى ساق نبات أم اللبن ، ويتكون النوع



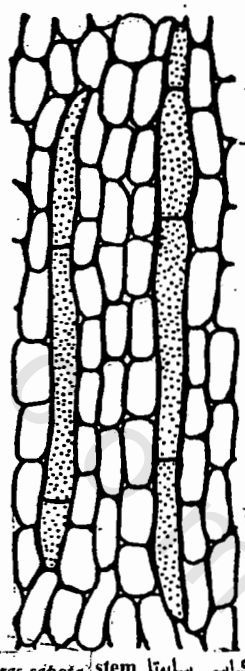
Euphorbia stem ساق ام اللبن



Vinca stem ساق الونكا



Carica papaya petiole عنق ورقة الباباز



Achras sapota stem ساق اكراسى سابوتا

Fig. 3.35: Type of laticifers from different plants

اع من الخلايا والقنوات اللبنية من نباتات مختلفة

known as laticiferous vessels (ducts) and are formed from a number of cells joined tigether and their end walls soon disintegrate. They may be nonanastomosing as those found in *Achras sapota*, or they may be anastomosing as those found in petiole of *Carica papaya* (Fig. 3.35). Many of the plants possessing latex are xerophytes, *i.e.*, *Nerium, Euphorbia, Calotropis* and *Cryptostegia.*

Phloem

Phloem is a complex tissue made of sieve tubes, companion cells, phloem parenchyma and phloem fibres (Fig.3.36, 3.37).

Sieve tube elements:

Sieve-tube elements are long, slender, thin walled cells arranged one above the other in a series forming a continuous conducting system, with the peculiar perforated thickened and biconvex cross walls known as sieve places. The young sieve element possesses organelles of typical cell

الثانى من عدد من الخلايا متصلة ببعضها، سرعان ما تتحلل جدرها الطرفية، وقد تبقى القنوات اللبنية منفصلة عن بعضها كما هو الحال فى ساق أكراس سابوتا أو قد تتصل القنوات ببعضها الجانبية كما هو الحال فى أعناق أوراق الباباز (شكل 3.35)، ويحتوى كثير من النباتات الصحراوية مثل الدفلة وأم اللبن وكالوتروبس وكريبتوستيجيا على اللبن النباتى .

اللحـــاء

اللحاء هو نسيج مركب من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وبرنشيمية لحاء وألياف لحاء (شكل 3.36 ، 3.37) .

الأنابيب الغربالية : الأنابيب الغربالية تتكون من وحدات طويلة ، رقيقة الجدر ومرتبة واحدة فوق الأخرى فى سلسلة متصلة ، مكونة نظام توصيلى. تفصل الوحدات الغربالية عن بعضها جدر مستعرضة سميكة ومحدبة الوجهين ومثقبة تعرف بالصفائح الغربالية وتحتوى الأنبوبة الغربالية الحديثة على العضيات التى توجد فى الخلية النباتية النموذجية وتشمل النواه

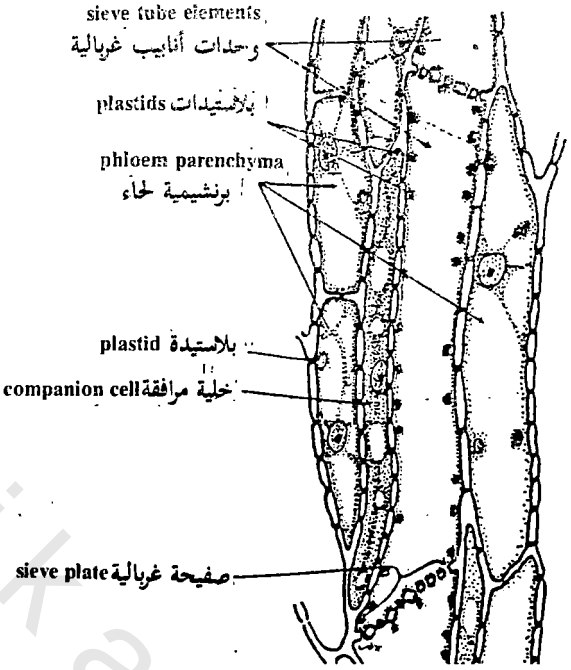


Fig. 3.36: L.S. from phloem of tobacco stem قطاع طولى فى لحاء ساق دخان

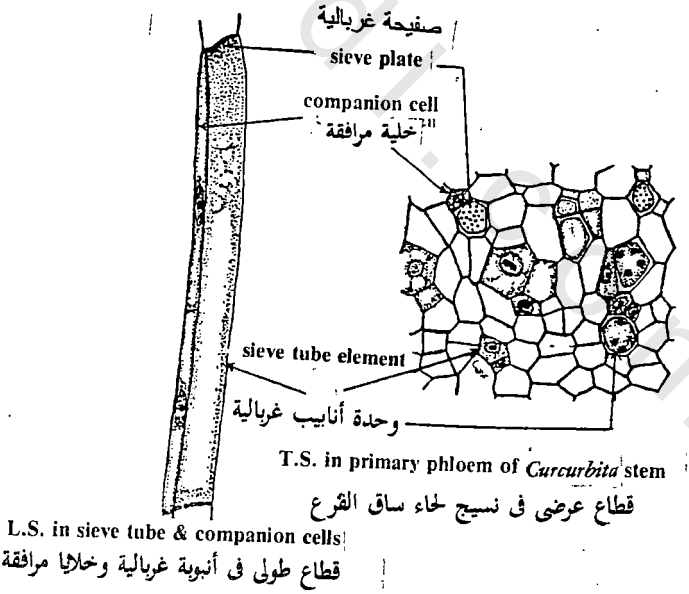


Fig.3.37: Sieve tubes and companion cell يب غربالية وخلايا مرافقة

including nucleus, plastids mitochondria, dictyosomes and endoplasmic reticulum. Nucleus disintegrates and plastids degenerate as the cell matures (Fig.3.37). Sieve tube elements are the the only living cells which can function without a nucleus in the whole of the plant kingdom. It is believed that the nucleus of the adjoining companion cell function for the protoplast of the sieve elements, also. The sieve-plate has a large number of perforations through which the adjacent sieve elements are interconnected by stand-like prolongation's of cytoplasm.

The sieve areas are comparable to the primary pit-fields with plasmodesmata occurring in the primary walls of living parenchyma cells (Fig.3.38). In the fall or after wounding, callose is deposited around sieve plate perforations.

والبلاستيدات والميتوكوندرات والديكتيوسومات والشبكة الاندوبلازمية . ومع كبر الخلية ونضجها تتحلل النواة والبلاستيدات (شكل 3.37) . وحدات الأنابيب الغربالية هى الخلايا الحية الوحيدة فى المملكة النباتية التى تستطيع أن تقوم بوظيفتها بدون وجود النواة . ومن المعتقد أن نواة الخلية المرافقة المجاورة للانبوبة الغربالية تقوم بوظيفتها لكل من خليتها ولبروتوبلازم وحدة الأنبوبة الغربالية المجاورة لها أيضا . ويوجد بالصفيحة الغربالية عدد كبير من الثقوب التى تمر خلالها خيوط طويلة من السيتوبلازم وتربط بين وحدات الأنابيب الغربالية .

ويمكن مقارنة المساحات الغربالية بحقول النقر الابتدائية التى تمر منها البلازمودزمات خلال الجدر الابتدائية للخلايا البرنشيمية (شكل 3.38) . فى الخريف أو عقب حدوث جروح تترسب مادة الكالس حول ثقوب الصفيحة الغربالية .

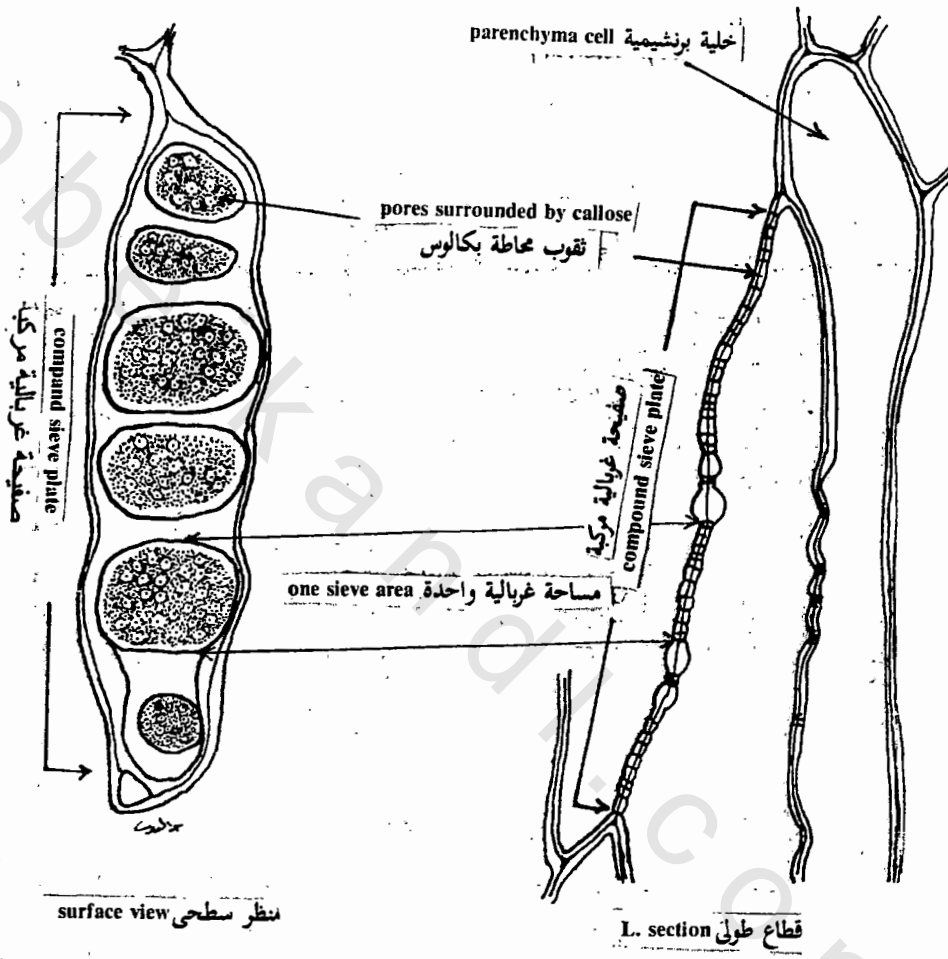


Fig.3.38: Compound sieve plate of tobacco صفيحة غربالية مركبة فى نبات الدخان

Extensive accumulation of callose results in plugging the pores and marks the end of the activity of the sieve element. Callose is a carbohydrate that stains blue with aniline blue. A sieve plate composed of one single sieve area is considerd a simple sieve plate, while that composed of a number of sieve areas as in *Nicotiana*, *Tilia* and *Vitis* is considered a compound sieve-plate.

Sieve cells: Sieve cells are found in lower vascular plants and gymnosperms. Sieve cells have relatively unspecialized sieve areas.

Companion cells: Companion cells are parenchymatous cells closely associated with sieve tube elements. They arise from sieve-tube mother cells by longitudinal division. One daughter cell becomes the sieve-tube element and the other the companion cell (Fig.3.39). Usually there is one long companion cell associated with a sieve-tube element in the primary phloem of a herbaceous plant. In the secondary phloem of woody plants many short companion cells are associated with each sieve tube elements.

يتسبب عن زيادة ترسيب الكالس غلق الثقوب ، ويحدد ذلك نهاية نشاط وحدة الأنابيب الغربالية . الكالس عبارة عن مادة كربوايدراتية تصبغ باللون الازرق بواسطة أزرق الأنيلين. وتعد الصفيحة الغربالية بسيطة إذا إشتملت على مساحة غربالية واحدة ، بينما تعتبر الصفيحة الغربالية مركبة إذا إشتملت على أكثر من مساحة غربالية كما فى الدخان والتيليا والعنب .

الخلايا الغربالية : توجد الخلايا الغربالية فى النباتات الوعائية الأولية والنباتات معراة البذور ، وتعد المساحات الغربالية فى تلك الخلايا غير متخصصة نسبيا .

الخلايا المرافقة : الخلايا المرافقة هى خلايا برنشيمية تكون مرتبطة إرتباطا وثيقا بالأنابيب الغربالية ، فهى تنشأ مع الأنبوبة الغربالية من خلية أمية واحدة وذلك بالانقسام الطولى ، فتصبح إحداهما وحدة أنبوبة غربالية وتصبح الأخرى خلية مرافقة (شكل 3.39) . وعادة فى اللحاء الأبتدائى للنباتات العشبية يكون لكل وحدة أنابيب غربالية أنبوبة مرافقة واحدة ، أما فى اللحاء الثانوى فى النباتات الخشبية فيصاحب كل وحدة أنابيب غربالية أكثر من خلية مرافقة .

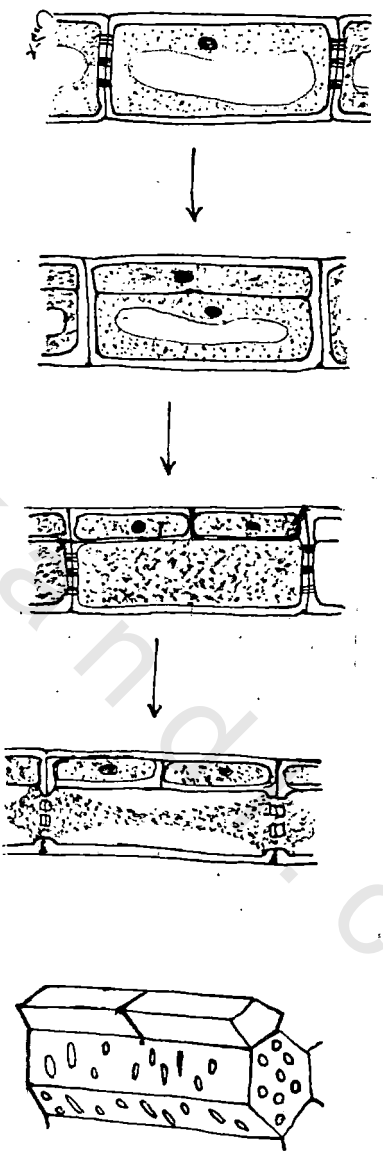


Fig.3.39: Steps in the development of sieve tube element and companion cells

خطوات تكوين وحدة أنابيب غربالية وخلايا مرافقة

In transverse section, companion cells appear round or polygonal. Young companion cells are full of organelles *viz*. a big nucleus, plastids, mitochondria, dictyosomes, endoplasmic reticulum and ribosomes. Companion cells are absent in Pteridophytes and Gymnosperms. Companion cells play a role in the function of a fully active sieve tube They form a link between sieve tube elements and other cells. It controls the passage of material between the sieve tube cells and other tissues of the plant body.

Phloem parenchyma: Phloem parenchyma are concerned with storage of food as starch and fat. In many plants, tannins and resins accumulate in the cells. The wall of such cells possess primary pit-fields as in typical parenchyma cells. Phloem parenchyma cells are absent in monocots.

وتظهر الخلايا المرافقة فى القطاع العرضى بشكل مستدير أو عديد الأضلع.

تمتلئ الخلية المرافقة الحديثة بالعديد من العضيات مثل النواة الكبيرة والبلاستيدات والميتوكوندريات والديكتيوسومات والشبكة الاندوبلازمية والزيبوسومات . ولا توجد الخلايا المرافقة فى السرخسيات والنباتات معراة البذور . وتلعب الخلايا المرافقة دورا فى عمل الأنبوبة الغربالية النشطة ، فهى تعمل على الربط بين وحدات الأنابيب الغربالية والخلايا الأخرى ، وتتحكم الخلايا المرافقة فى مرور المواد بين الأنابيب الغربالية والأنسجة الأخرى فى النبات.

برنشيمية اللحاء : تقوم برنشيمة اللحاء بتخزين الغذاء مثل النشا والدهون ، كما أنه فى كثير من النباتات تتجمع مواد التانين والمواد الراتنجية فى تلك الخلايا . توجد فى جدر تلك الخلايا حقول نقر أولية مشابهة لما يوجد فى الخلايا البرنشيمية الأخرى . ففى نباتات الفلقة الواحدة لا توجد برنشيمة لحاء .

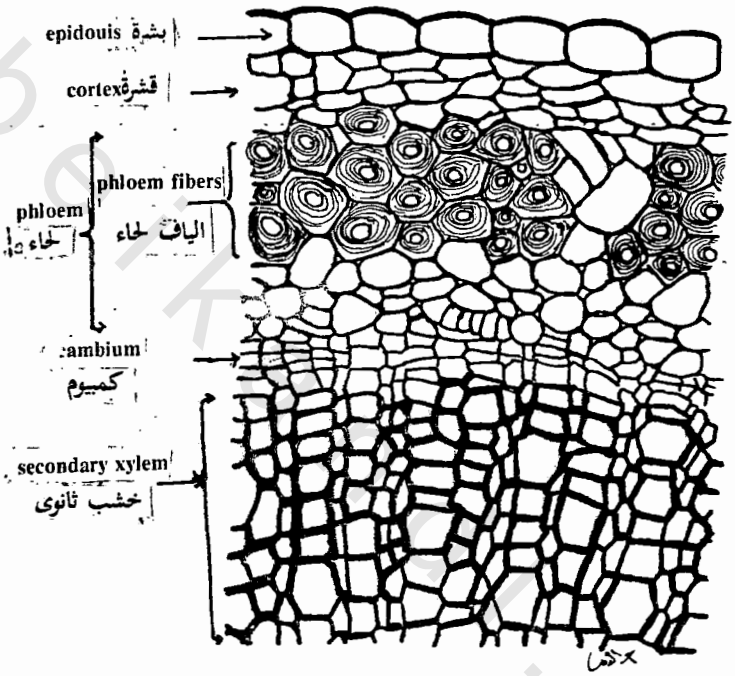


Fig.3.40: T.S. of stem of flax قطاع عرضى فى ساق الكتان

Phloem fihres: Phloem fibres are of two types, primary and secondary. Primary fibres are found in young stems. Secondary phloem fibres are found in secondary phloem. The secondary thickening in phloem fibres of flax (*Linum usitatissimum*) (Fig.3.40) may amount to to 90% of the area of the cell in cross section. and consists of 75-90 % cellulose. The pits are simple or slightly bordered.

Xylem

Vascular tissue is concerned with translocation of water and solutes, from the roots to the plant parts. It is composed mostly of vessels, tracheids, fibres and parenchyma.

Xylem vessels: Xylem vessels are present in the angiosperms. Each vessel is made up of elements forming a continuous longitudinal tube. Vessel elements are usually long, but occasionally they are wide and

ألياف اللحاء : يوجد نوعين من ألياف اللحاء ؛ ألياف لحاء إبتدائية وألياف لحاء ثانوية ، توجد الألياف الأبتدائية فى السيقان الحديثة ، وتوجد ألياف اللحاء الثانوية فى اللحاء الثانوى، وقد يصل السمك الثانوى فى جدر ألياف اللحاء الثانوى فى الكتان (شكل 3.40) إلى 90% من مساحة القطاع العرضى فى الخلية وتحتوى على 75-90% سليولوز ، وتوجد بألياف اللحاء نقر بسيطة أو مضفوفة قليلا .

الخشب

يختص النسيج الوعائى بتوصيل الماء والمحاليل من الجذور إلى أجزاء النبات الأخرى ، ويتكون هذا النسيج غالبا من الأوعية والقصيبات والألياف وبرنشيمة الخشب.

أوعية الخشب : توجد الأوعية الخشبية فى النباتات مغطاة البذور ، ويتكون الوعاء الخشبى من عدد من الوحدات المتصلة ببعضها على هيئة أنبوبة، والعناصر الوعائية طويلة عادة وأحيانا عريضة وقصيرة ، وتترتب

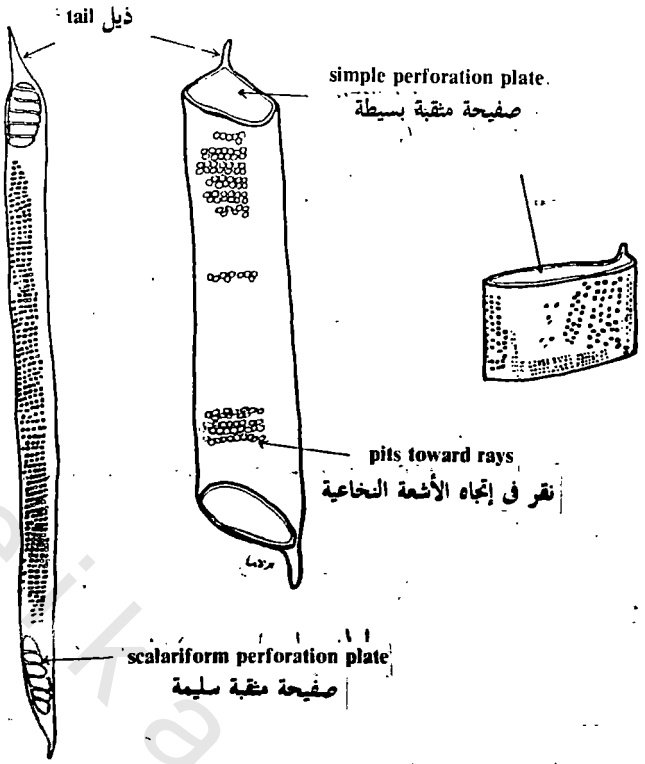


Fig.3.41: Vessel elements from wood of oak, an beech (from right to left)
ية من خشب البلوط وشجرة الحنة والزان (من اليمين الى اليسار) .

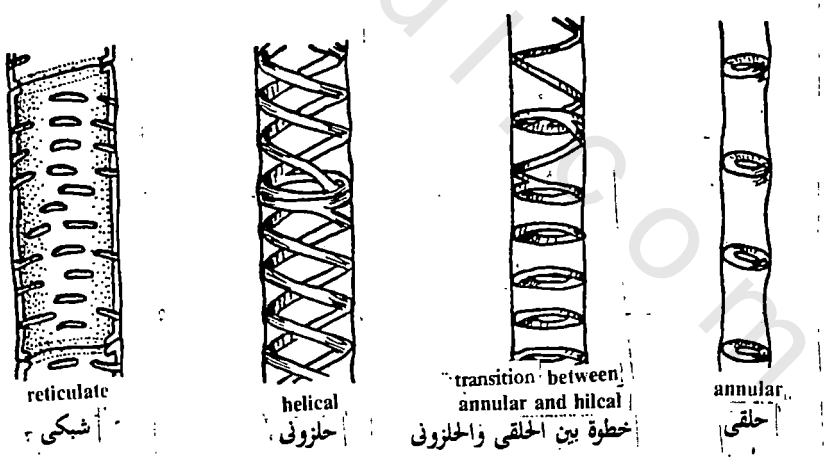


Fig.3.42: Types of vessel elements in primary xylem
أنواع من الحزم الوعائية فى خشب إبتدائى .

short. Their end walls are broken down to give the perforation plates. Such perforation plates may be simple or scalariform. The perforations may be present on the lateral walls too (Fig.3.41).

During the development of wood vessels from procambium, the first formed elements, found in the protoxylem possess annular and spiral thickening. In metaxylem, further lignin thickening occurs. When the wall is further thickened. reticulate type is produced. Finally the whole of the wall is thickened with lignin except small pits, which form pitted type (Fig.3.42).

Tracheids: Tracheids are another cell type for translocation of water and solutes. They are dead elements as xylem vessels. Tracheids are long with lignified secondary walls and without protoplast. Thickening may be annular,

تلك الوحدات واحدة فوق الأخرى ، تتمزق الجدر الفاصلة مكونة الصفائح المثقبة التى قد يكون بسيطة أى عبارة عن فتحة واحدة كبيرة بين الوعائين الخشبين ، أو تأخذ الثقوب فى الصفائح النظام السلمى ، وقد توجد الثقوب على الجدر الجانبية أيضا (شكل 3.41) .

وأثناء تكوين الأوعية الخشبية من البروكامبيوم وتكوين الخشب الأول تترسب مادة اللجنين على الجدر الداخلية للأوعية لتكوين الجدر الثانوية، وقد يأخذ التغليظ شكل حلقى أو لولبى ، وفى الخشب التالى يزداد ترسيب اللجنين بين الحلقات فيتكون تغليظ حلزونى ، ثم بزيادة الترسيب يتكون التغليظ الشبكى ، وأخيرا مع إستمرار الترسيب يكون التغليظ منقرا (شكل 3.42) .

القصيبات : القصيبات نوع آخر من عناصر توصيل الماء والمحاليل ، وهى عناصر ميتة مثل عناصر الخشب . والقصيبات طويلة جدرها الثانوية ملجننة ، وخالية من البروتوبلاست ، التغليظ قد يكون

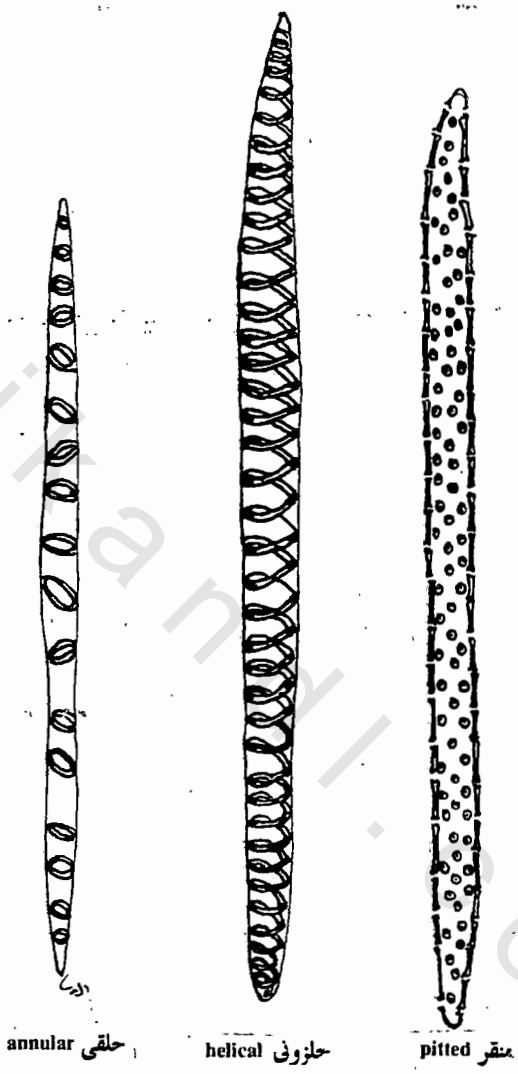


Fig.3.43: Tracheid cells with secondary walls خلايا قصيبات بها جدر ثانوية

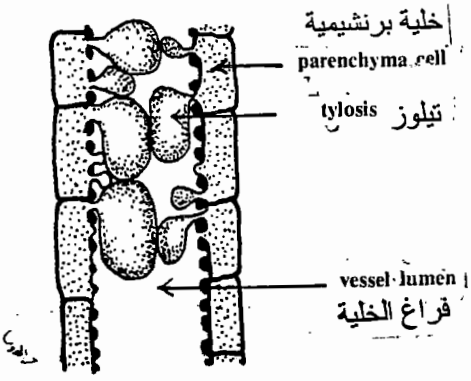
obeikandl.com

helix or pitted. The pits are distributed on the adjacent walls of the neighbouring tracheids, through which fluids pass. Tracheids form an appreciable part of the conducting system in many plants, and are the only type of conducting elements in pteridophytes and gymnosperms. In gymnosperms, tracheids are interconnected by circular or oval bordered pit-pairs in single, opposite or alternate arrangements (Fig. 3.43).

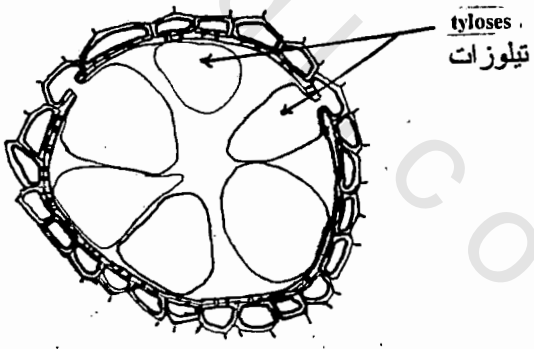
Tyloses: Tyloses are bladder-like ingrowths that protrude into the vessels or tracheids through pits in their walls, from xylem parenchyma and medullary ray cells., in contact with them. Inside the lumen of the vessels or tracheids these protrusions enlarge and become spherical or pear-shaped. A number of tyloses are formed from different cells and may block the lumen of the vessel (Fig.3.44, 3.45). Tyloses are associated with durable woods and are formed as a result of difference in the pressure in the vessel and the adjoining paren-chyma cell, or when the

حلقـــى أو لولبـــى أو منقـــــر ، وتتوزع النقر على الجدر ومن خلالها يمر الماء والمحاليل بين القصيبات المتجاورة . تكون القصيبات جزءا غير قليل من أنسجة التوصيل فى كثير من النباتات كما أنها النوع الوحيد الناقل فى خشب النباتات السرخسية ومعراة البذور . وفى معراة البذور تتصل القصيبات ببعضها عن طريق أزواج من النقر المضفوفة الدائرية أو البيضية الشكل والتى توجد مفردة وفى نظام متقابل أو متبادل (شكل 3.43) .

التيلوزات : التيلوزات هى نموات مثانية الشكل تمتد داخل أوعية الخشب والقصيبات من برنشيمية الخشب والأشعة النخاعية خلال النقر التى فى الجدر الخلوية ، وتزداد هذه النموات فى الحجم داخل الأوعية الخشبية والقصيبات ويصبح شكلها كرويا أو كمثريا (شكل 3.44 ، 3.45) . وتتكون التيلوزات فى الخشب المعمر نتيجة إختلاف الضغط بين الوعاء الخشبى والخلية البرنشيمية المجاورة أو عندما يتوقف الوعـــاء الخشبى عن القيام بوظيفة



L.S. of grape vessel قطاع طولى فى وعاء خشب العنب



T.S. of a vessel from wood of *Robinia*
قطاع عرضى فى وعاء خشبى بنبات روبينيا

Fig.3.44: T.S. of a vessel from the heart wood of *Robinia* sp. showing tyloses
قطاع عرضى فى وعاء خشبى بنبات روبينيا

obeikandl.com

vessel ceases to perform the function of connection as in heartwood. Tyloses often become filled with tannins, resins, gums and various pigments giving the heardwood its characteristic dark colour.

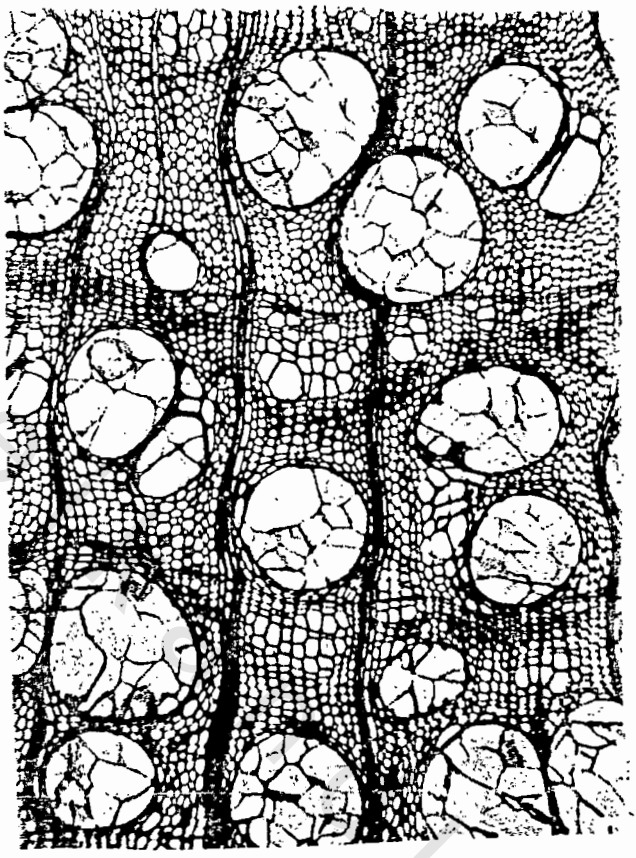
Wood fibres: Wood fibres have lignified thickened-walls and reduced pits as compared with tracheids from which they have evolved. The lumen is narrow. Wood fibres form the ground tissue in the secondary xylem in which the vessels are scattered (Fig.3.31).

Wood parenchyma: Wood parenchyma are living parenchyma cells occurring in both primary and secondary xylem. In primary xylem, major part of the xylem tissue is made up of xylem parenchyma in which vessels are scattered. In secondary xylem, they are present in two types; axial parenchyma, derived together with the tracheary elements and fibres, from the fusiform cambium initials, and ray parenchyma (medullary rays) in

التوصيل كما فى حالة الخشب الصميمى . وعادة تمتلئ التيلوزات بالتانينات والراتنجات والصموغ أو بصبغات مختلفة تعطى الخشب الصميمى اللون الداكن .

ألياف الخشب : ألياف الخشب ذات جدر سميكة ملجننة وبها نقر قليلة إذا قورنت الألياف النسيج الأساسى فى الخشب الثانوى والتى تتوزع فيه الأوعية الخشبية (شكل 3.31) .

برنشيمة الخشب : برنشيمة الخشب خلايا برنشيمية حية توجد فى كل من الخشب الابتدائى والخشب الثانوى . ففى الخشب الابتدائى يتكون معظم النسيج الخشبى من برنشيمة الخشب والتى تتوزع فيه الأوعية الخشبية ، أما فى الخشب الثانوى فيوجد نوعين من البرنشيمة ، برنشيمة طولية وتكونت مع القصيبات وألياف الخشب من منشئ الكامبيوم المغزلى ، والنوع الآخر هو برنشيمة الأشعة النخاعية وخلاياها طويلة



T.S. in secondary xylem of *Robinia* sp showing tyloses in vessels

قطاع عرضى فى خشب روبينيا مبينا التيلوزات فى الاوعية الخشبية

Fig.3.45: Tyloses in vessels التيلوزات فى الأوعية الخشبية

which the cells are elongated in the radial direction formed by the ray initials of the cambium. The function of xylem parenchyma is storage of food as starch and fat.

Periderm

Periderm is a protective tissue of secondary origin, originating at wound sites and also from cortical parenchyma cells of stem and root during secondary growth. Its main function is the protection of inner tissue from water loss and from wound pathogens.

The parenchyma cells are transferred to meristems known as phellogen, or cork cambium. Each cell of the phellogen divides to give rise to either a cork cell towards the outside or a parenchyma-like to the inside, the other cell remains always meristematic. Cork cells formed to the outside of the phellogen are known as the phellem. The cells are suberized, well compacted and

فى الاتجاه القطرى وتكونت من منشئ الكامبيوم للأشعة النخاعية. وتقوم برنشيمة الخشب بإختزان الغذاء مثل النشا والدهون .

البريديرم

البريديرم هو نسيج واقى ثانوى المنشأ ، وينشأ فى مواضع الجروح وكذلك من خلايا برنشيمية للسيقان والجذور أثناء حدوث النمو الثانوى . وظيفة البريديرم هو حماية الأنسجة الداخلية من فقد الماء ومن الطفيليات الجرحية .

تتحول الخلايا البرنشيمية إلى خلايا مرستيمية تعرف بالكامبيوم الفلينى . تنقسم كل خلية من خلايا الكامبيوم الفلينى لتعطى إما خلية فلين ناحية الخارج وإما خلية تشبه الخلايا البرنشيمية للداخل، والخلية الثانية الناتجة عن الانقسام تبقى دائما مرستيمية . يعرف النسيج المتكون للخارج والمكون من خلايا فلينية بنسيج الفلين ، وخلايا الفلين خلايا

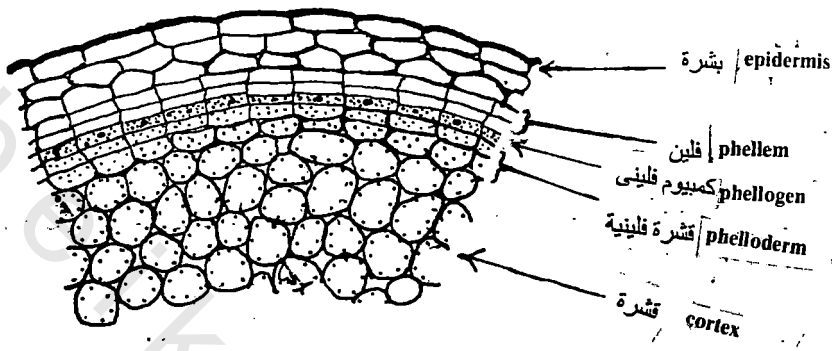


Fig.3.46: Periderm بريديرم

obeikandl.com

arranged in radial rows. The parenchyma cells formed to the inside of the phellogen are known as phelloderm (Fig. 3.46).

The tissue of the phellem, usually replaces the epidermis and the function of stomata is replaced by lenticels.

Lenticels

Lenticels (Fig.3.47 & 3.48) are lens-shaped mass of loose cells which usually originate in young stem beneath the stomata. Lenticels allow exchange of gases between the inner tissues and the outer atmosphere. *i.e.* they perform the function of ventilation. A group of cortical cells beneath the stomata become meristematic forming the phellogen as a continutation of the phellogen of periderm. Phellogen cells divide to produce phelloderm to the inside and complementary

مسوبرة متراصة جيدا ومرتبة فى صفوف قطرية . الخلايا البرنشيمية المتكونة للداخل من الكامبيوم الفلينى تعرف بالقشرة الفلينية (شكل 3.46) .

نسيج الفلين يحل عادة محل نسيج البشرة ويقوم بعمل الثغور نسيج إخر يعرف العديسات .

العديسات

العديسات (شكل 3.47 ، 3.48)، عبارة عن كتل عدسية الشكل مكونة من خلايا مفككة تنشأ عادة فى السوق الحديثة أسفل الثغور . تسمح العديسات بتبادل الغازات بين النسيج الداخلى والجو الخارجى أى انها تقوم بوظيفة التهوية. تتحول بعض خلايا القشرة أسفل الثغور إلى خلايا مرستيمية مكونة للكامبيوم الفلينى الذى يكون متصلا بالكامبيوم الفلينى للبريديرم . تنقسم خلايا الكامبيوم الفلينى فى عدة مستويات لتعطى خلايا القشرة الثانوية للداخل والنسيج المفكك للخارج . خلايا

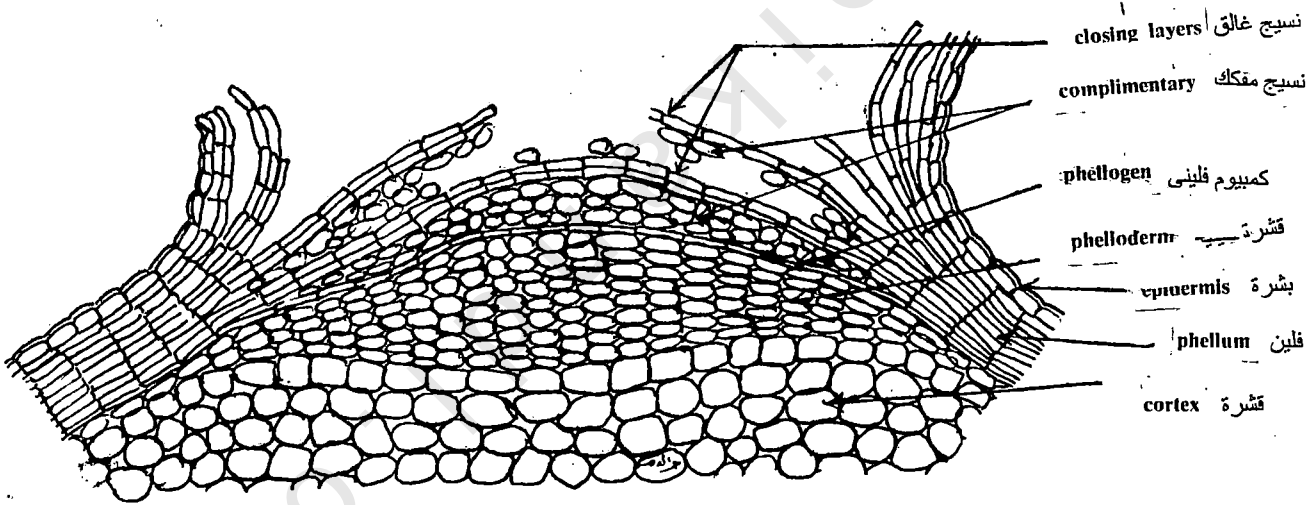


Fig.3.47: Lenticel عديسة

tissue to the outside. Complementary tissue is formed of thin-walled. non-suberized cells. which enlarge, round up and separate forming loosely arranged cells. The complementary tissue presses against the epidermis causing its rupture, and thus becoming exposed to the outer atmosphere.

In winter and in temperature regions when cool air becomes dangerous to plant tissues, the phellogen produces to the outside flat, narrow cells connected together in plate-like layer known as closing tissue. In spring when secondary growth starts again, phellogen produces new complementary tissue, which presses against the closing tissue and ruptures it. The formation of complementary and closing tissues is consecutive process accomplished during spring and winter seasons.

النسيج المفكك رقيقة الجدر غير مسوبرة ثم تستدير وتتفكك وتنفصل عن بعضها . يضغط النسيج المفكك على طبقة البشرة ويمزقها فيتعرض هذا النسيج المفكك إلى الجو الخارجى مما يسمح للهواء أن يتسرب إلى داخل العديسة .

وفى فصل الشتاء وفى المناطق الباردة عندما يكون الهواء البارد ضارا بأنسجة النبات ينتج الكامبيوم الفلينى للخارج خلايا مسطحة ضيقة تصطف معا على هيئة طبقة واحدة متماسكة تعرف بإسم النسيج الغالق .

وفى الربيع حينما يبدأ النمو الثانوى فإن الكامبيوم الفلينى ينتج نسيج تكميلى جديد ، يضغط هذا على النسيج الغالق مسببا تمزقه ، وهكذا يتتابع تكوين كل من النسيج التكميلى والنسيج الغالق خلال الربيع والشتاء .

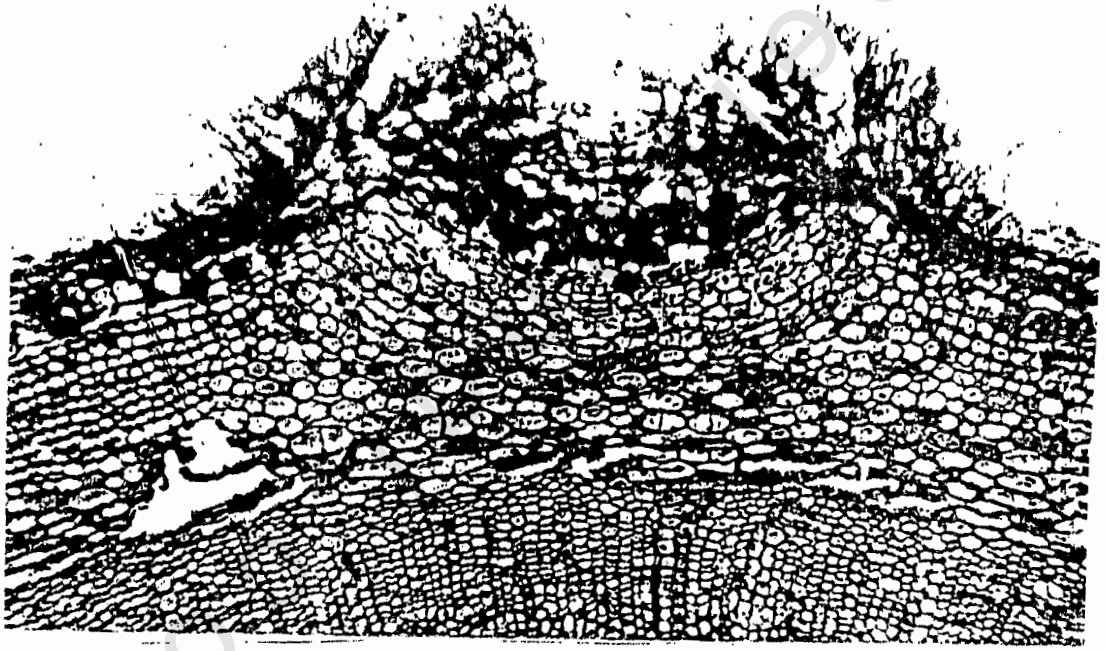


Fig.3.48: Micrograph of T.S. in lenticel of *Sambucus nigra*

صورة فوتوغرافية لقطاع عرضى فى عديسة بساق نبات سمبوكس فيجرا