الباب الثانى

تركيب الخلية النباتية

Chapter 2

Plant Cell Structure

obeikandl.com

The Plant Cell

The plant cell is derived from the latin word *cellula* which means a small room. It is the unit which forms the plant body. Plant cells differ in shape and size. They may be isodiametric, rectangular, polyhedral or otherwise. The shape of cells is related to the function they perform. Majority of cells lie in the diameter 0.5 to 20 µ. The cell is surrounded by non-living protective outer covering known as cell wall. The cell wall is secreted by the protoplast which is the living material. The protoplast of eukaryotic cells is divisible into cytoplasm and nucleus. The cytoplasm consists of an endoplasmic reticulum, plastids, mitochondria, dictyosomes, ribosomes and microbodies. The plant cell consists also of non-living materials (Fig.2.1 & 2.4).

الخلية النباتية

الترجمة اللاتينية للخلية *Cellula* تعنى حجرة صغيرة وهى الوحدة التى تكون جسم النبات، وتختلف الخلايا النباتية فى الشكل والحجم ، فقد تكون كروية أو مستطيلة أو عديدة الأضلاع أو غير ذلك تبعا للوظيفة التى تقوم بها الخلية ، وتتراوح أقطار معظم الخلايا النباتية بين 0.5 – 20 ميكرون. تحاط الخلية النباتية بجدار واق من مادة غير حية تعرف بالجدار الخلوى، ويفرز هذا الجدار بواسطة البروتوبلاست وهو المادة الحية فى الخلايا حقيقية النواة ، ويتميز الى سيتوبلازم ونواة . يتكون السيتوبلازم من الشبكة الإندوبلازمية والبلاستيدات والميتوكوندريات وديكتيوسومات والريبوسومات ، والأجسام الصغيرة . كما تشمل الخلية أيضا على مواد غير حية (شكل 2.1، 2.4) .

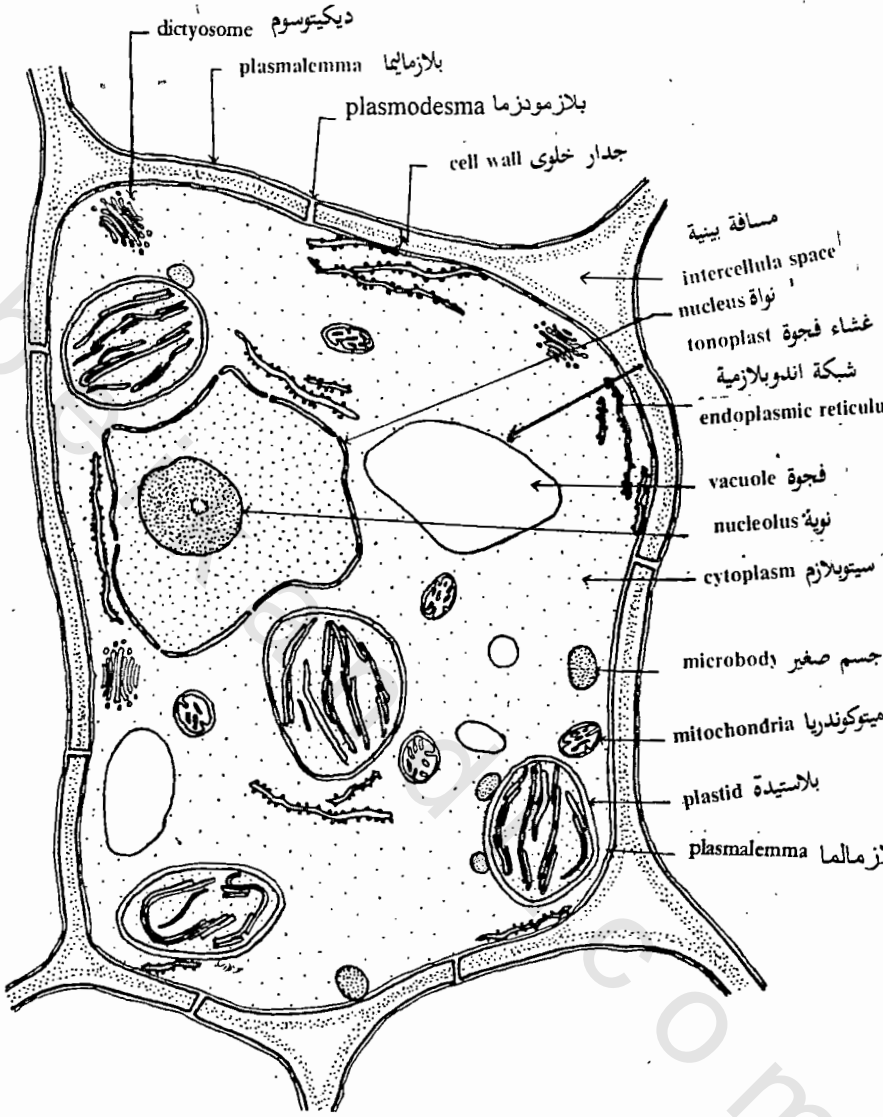

Fig.2.1: Diagramatic drawing of a cell from bean seedling

رسم تخطيطى لخلية من بادرة فاصوليا

The Nucleus

Nuclei differ in shape and size in different plants and also in the different tissues of the same plant, but generally nuclei are sphaeroidal or elliptical, and sometimes lobed (Fig.2.2).

The nucleus is bounded by a sheath known as nuclear envelope consisting of two unit membranes, similar and continuous with the endoplasmic reticulum. As the endoplasmic reticulum is also connected with the plasmodesmata, so there is a continuous membrane system exists among nuclei of neighbouring cells. The nuclear membrane has pores through which its contents merge with the surrounding cytoplasm. Within the nucleus, there is a fluid known as nuclear sap or karyolymph. Scattered through the nuclear sap is the chromatin which appears as fibrous network which is differentiated during nuclear division into chromosomes (Fig.2.3) which are made of deoxyribonucleic acid (DNA). Within

النـــواة

تختلف الأنوية فى الشكل والحجم فـى النباتـات المختلفـة وحتـى فـى الأنسجة المختلفة للنبات الواحد، ولكـن عموما تأخذ الأنوية الشكل الكروى أو البيضـى وبعضهـا يكـون معـرج أو مموج الحافة (شكل 2.2).

يحد النـواة من الخـارج غشـاء يعرف بـالغلاف النـووى الـذى يتكـون مـن غشـائين يشـبهان فـى تركيبهمـا الشـبكة الاندوبلازميـة وفـى إتصـال معها. وحيث أن الشبكة الاندوبلازميـة متصلـة بالبلازمودزمـات فينتـج عـن ذلك نظـام متصل ويستمر بين أنوية الخلايـا المتجـاورة . ويوجـد بـالغلاف النووى ثقوب دقيقة تعمل علـى جعل محتويـات النـواة فـى إتصـال مـع مـا يحيطهـا مـن السـيتوبلازم . ويوجـد بداخل النواة سائل يعرف بسائل النواة، تتـوزع فيـه الشـبكة الكروماتينيـة التـى تتمـيز أثنـاء إنقسـام النـواة إلـى كروموسـومات (شـكل 2.3) ، وهـى تتكـون مـن حمـض ديأكسـى ريبونيوكليـك (د ن أ)، كمـا يوجـد بالنـواة ايضـا جسم كـروى صغيـر

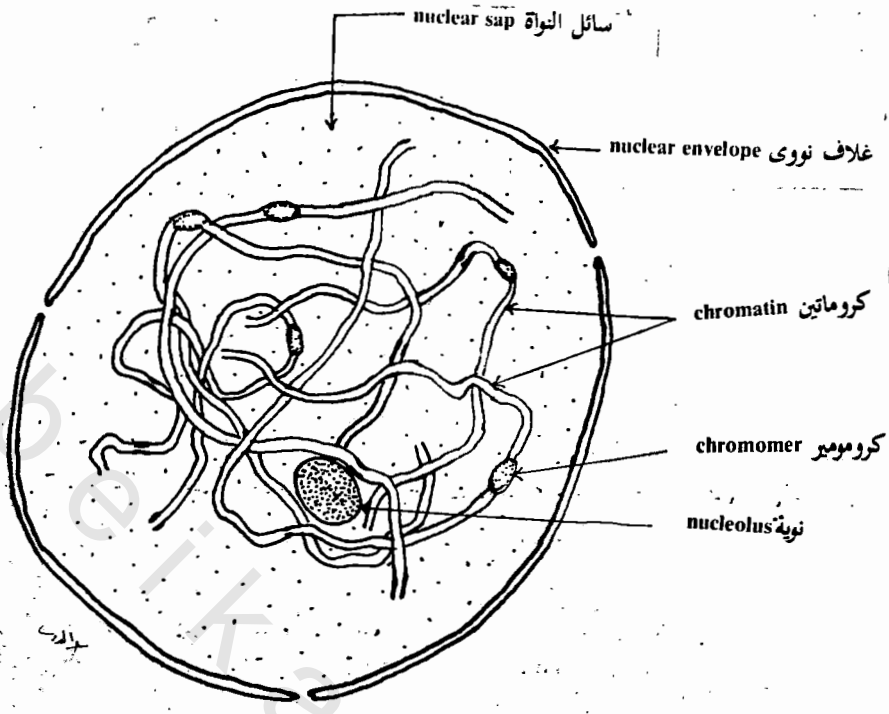

Fig.2.2: Drawing of a nucleus رسم النواة

Fig.2.3: Chromosomes during nuclear division

كروموسومات أثناء إنقسام الخلية

the nucleus, there is one or more small spherical bodies known as nucleoli made of ribonucleic acid (RNA). All living cells possess nuclei except the sieve tube cells which are the only example of living cells which can function without nuclei.

The Cytoplasm

The cytoplasm is the ground matrix of the cell. It is semi-fluid having the property of both solid and liquid materials (Fig.2.4). Near the periphery of the cell it tends to be gel-like, where as near the interior it tends to be more liquid. The surface of cytoplasm is bounded by an osmotically active plasma membrane made up of three layers. The outer and inner layers are made of protein, and the middle layer of lipids (Fig. 2.5). In the cytoplasm, there is a network of tubules known as endoplasmic reticulum, some

أو اكثر تعرف بالنويات ، وتتكون من حمض الريبونيوكليك (ر ن أ) . وتحتوى جميع الخلايا الحية على أنوية ماعدا الخلايا الغربالية التى لا يوجد بها أنوية وهى بذلك تعد مثلا فريدا بين الخلايا النباتية التى تستطيع القيام بوظيفتها بدون وجود النواة .

السيتوبلازم

السيتوبلازم هو مادة الأساس فى الخلية ، وهى مادة شبه سائلة ذات مظهر حبيبى ولها خواص المواد الصلبة والمواد السائلة ، (شكل 2.4)، فهى جيلاتينية صلبة نوعا قرب حواف الخلية وسائلة بالقرب من مركز الخلية. ويحاط سطح السيتوبلازم بغشاء بلازمى ، ذو نشاط أسموزى ، مكون من ثلاث طبقات ؛ الطبقتان الخارجية والداخلية مكونتان من البروتين يتوسطهما طبقة من الدهون (شكل 2.5) . ويوجد بالسيتوبلازم شبكة من الأنابيب الدقيقة تعرف بالشبكة الاندوبلازمية بعضها

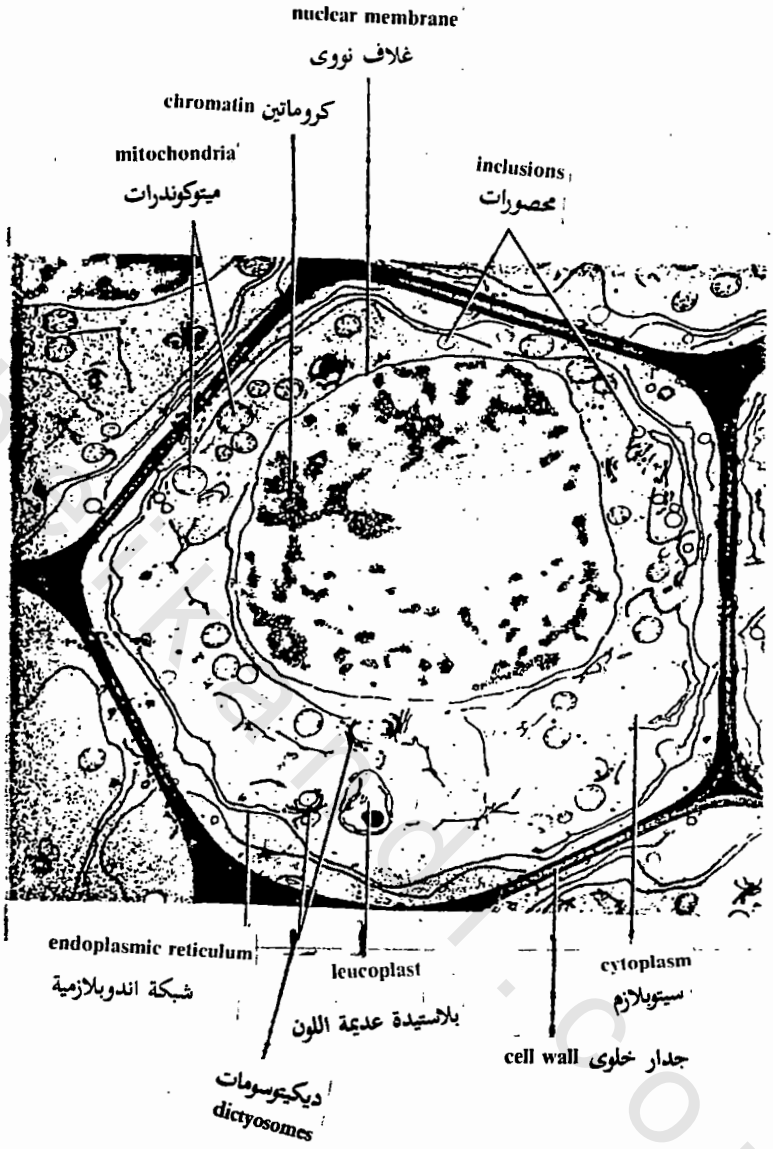

Fig.2.4: Electron micrograph of a meristematic cell from corn root cap

صورة بالميكروسكوب الألكترونى لخلية مرستيمية من القمة النامية لجذر ذرة

of them are smooth and others are rough with tiny globules known as ribosomes. The endoplasmic reticulum is a double layer separated by a liquid region. It is continuous with plasma membrane and the nuclear envelope. Thus it is the channel through which food materials pass into the cell. The ribosomes play an important part in the metabolism of the cell, and are the seat of protein synthesis. They are made of protein and 60% ribonucleic acid (RNA).

Mitochondria

Mitochnodia are cylindrical, oval or discoid bodies bounded by a double membrane envelope, each made up of two layers of protein with a middle layer of lipids. The inner membrane is protruding inside the mitochondrion and forming folds or cristae which may be plate-like or tubular. Mitochondria are the seat of respiratory activity and energy releasing processses of the cell. They contain some of the main oxidative enzymes and participate in the Krebs-cycle reactions (Fig.2.6).

أملس والبعض خشن نتيجة لوجود حبيبات دقيقة تعرف بالريبوسومات ، وتتكون الشبكة الاندوبلازمية من طبقتين بينهما سائل وهى فى إتصال بالغشاء البلازمى وأيضا بالغلاف النووى ولذلك فهى تعمل على مرور المواد الغذائية إلى داخل الخلية ، وتلعب الريبوسومات دورا هاما فى عملية التحول الغذائى بالخلية حيث أنها تعد مركز تكوين البروتين . وتتكون الريبوسومات من بروتين و 60 ٪ حمض الريبونيوكليك (ر ن أ).

الميتوكوندريات

الميتوكوندريات أجسام صغيرة أسطوانية أو بيضية أو قرصية الشكل محاطة بغلاف مكون من غشائين كل منهما مكون من طبقتين من البروتين بينهما طبقة من الليبيدات . ويمتد الغشاء الداخلى إلى داخل الميتوكوندريون مكونا عدة إنثناءات أو حوائط متعرجة أو زوائد أنبوبية تعرف بالرشراشات. تعد الميتوكوندريات مركزا لنشاط عملية التنفس وإنطلاق الطاقة فى الخلية حيث أنها تحتوى على بعض إنزيمات الاكسدة الرئيسية وتشترك فى تفاعلات دورة كربس (شكل 2.6)

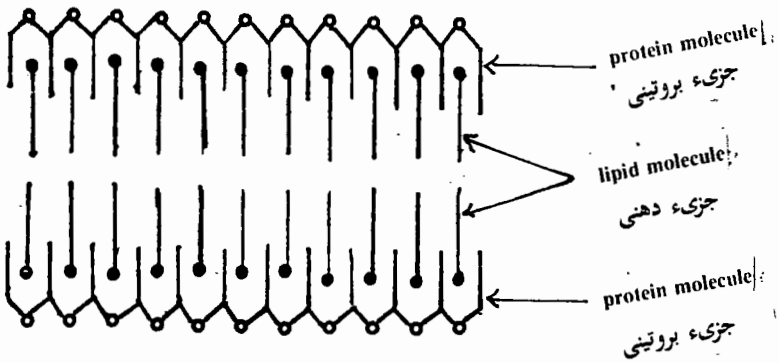

Fig.2.5: Diagram of a plasma membrane, the polar ends are shown as circles

رسم تخطيطى لغشاء بلازمى ، الأطراف القطبية ممثلة بدوائر

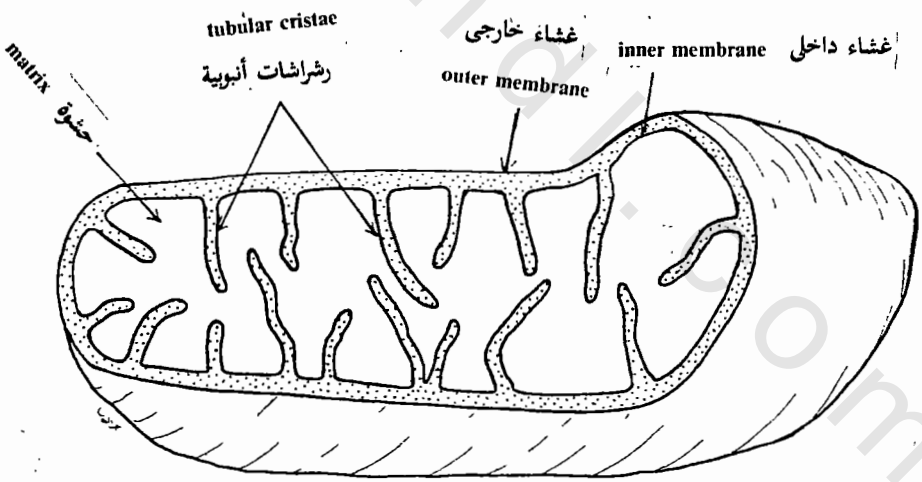

Fig.2.6: Three dimensial drawing of a plant mitochondrion

رسم مجسم لميتوكندريون نباتى

Plastids

Plastids differ in colour according to function and place in the plant organs. Chloroplastids (Fig.2.7) are green, mostly disc-shaped bodies, bounded by a double-layered membrane of protein with a middle layer of lipids. The body of chloroplast is known as stroma, in which chlorophyll molecules are scattered in the form of grains called grana. The granum (Fig.2.8) is formed of a disc of flattened circular plate of chlorophyll molecules enclosed by membrane above and below, and fused at the edges. This membrane is made up of two protein layers with a lipid layer between them. Chloroplasts contain DNA, RNA, ribosomes and starch-grains. Chloroplasts arise from proplastids in the meristemaric cells. Chloroplasts carry on photosynthesis and they contain enzymes concerned

البلاستيدات

تختلف البلاستيدات فى اللون تبعا لوظيفتها ومكان وجودها فى الأعضاء النباتية . البلاستيدات الخضراء (شكل 2.7) أجسام صغيرة خضراء اللون قرصية الشكل غالبا محاطة بغشاء مزدوج ، يتكون كل غشاء منهما من طبقتين بروتينيتين يفصل بينهما طبقة ليبدية . ويعرف الجزء الداخلى من البلاستيدة الخضراء باسم الحشوة تنتثر به جزيئات الكلوروفيل على هيئة حبيبات ، تعرف بالبذيرات وتتكون البذيرة (شكل 2.8) من عدة أقراص ، كل قرص منها على هيئة صفيحة رقيقة مستديرة من جزيئات الكلوروفيل محاطة بغشاء من أعلى ومن أسفل وملتحم عند الأطراف . ويتكون الغشاء من طبقتين بروتينيتين بينهما طبقة دهنية . وتحتوى البلاستيدات الخضراء على (د ن أ) و (ر ن أ) وريبوسومات وحبيبات نشا . تنشأ البلاستيدات الخضراء من بلاستيدات أولية فى الخلايا المرستيمية ، تقوم البلاستيدات الخضراء بوظيفة التمثيل الكلوروفيللى

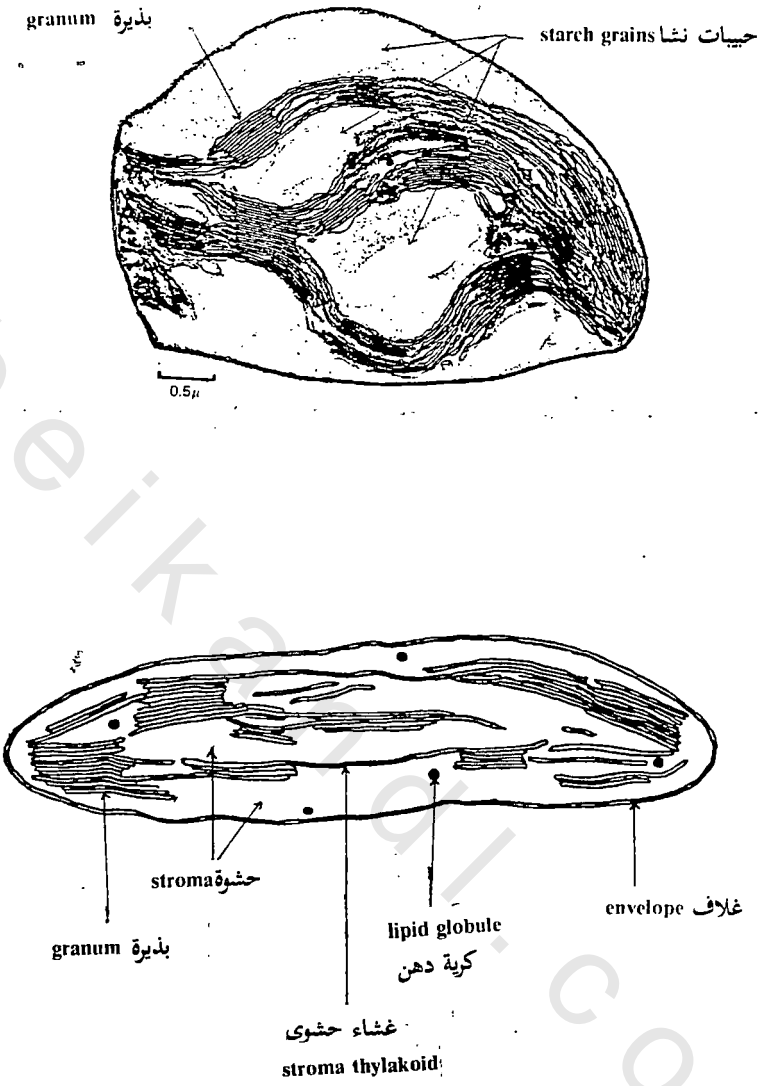

Fig.2.7: Chloroplast from tobacco leaf
up: electron micrograph down: drawing

بلاستيدة خضراء من ورقة نبات الدخان

العليا: صورة بالميكروسكوب الألكترونى السفلى: رسم توضيحى

obeikandl.com

with the process of triphosphopyridine nucleotide (TPN).

Chromoplasts are found in flower petals, ripe fruits and carrot root. They are orange yellow in colour and disc or rod-shaped. They contain carotin and xanthophyll in place of chlorophyll (2.9).

Leucoplasts are colorless plastids found in underground organs like tubers, bulbs, rhizomes and tuberous roots. They may be rod-shaped as in potato tubers or disc-shaped as in onion. Their structure is similar to those of chloroplasts.

Dictyosomes (Golgi bodies)

Dictyosomes are circular, flattened cristae. They are aligned in stacks usually from 4 to 7 cristae. The outer edges of the cisternae usually extends to form network of inter-connecting tubules. Vesicles are budded from the end of tubules. There is evidence that

وتحتوى على إنزيمات خاصة بتفاعلات ثالث فوسفات بيريدين نيوكلوتايد .

وتوجد البلاستيدات الملونة فى بتلات الأزهار والثمار الناضجة وجذور الجزر وهى ذات لون برتقالى مصفر ، قرصية أو عصوية الشكل وتحتوى على الكاروتين والزانثوفيل بدلا من الكلوروفيل (شكل 2.9) .

وتوجد البلاستيدات عديمة اللون فى الأجزاء الأرضية مثل الدرنات والبصلات والريزومات والجذور الدرنية وهى عصوية الشكل كما فى درنات البطاطس أو قرصية الشكل كما فى البصل وهى تشابه البلاستيدات الخضراء فى التركيب .

الديكتيوسومات (أجسام جولجى)

الديكتيوسومات هى تركيبات قرصية منبسطة ، تتكون فى مجموعات تتراوح عادة بين أربعة إلى سبعة أقراص ، تمتد منها عادة شبكة من الأنابيب المتداخلة والتى تبرز من حوافها مثانات . ويعتقد أن الديكتيوسومات تشارك الشبكة

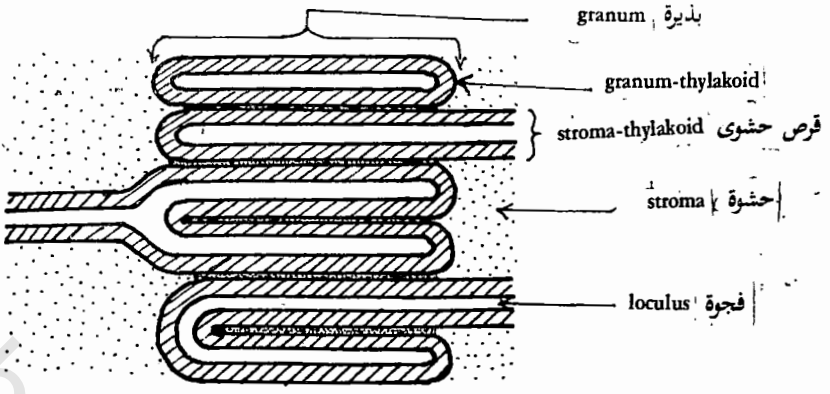

Fig.2.8: Arrangement of granum and stromal thylakoids in chloroplast

ترتيب الأغشية البذيرية والحشوية فى البلاستيدة الخضراء

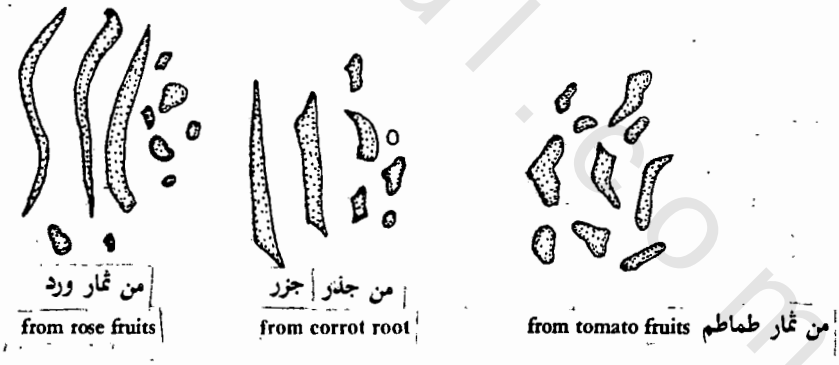

Fig.2.9: Chromoplasts بلاستيدات ملونة

dictyosomes participate with the endoplasmic reticulum in synthesizing the precursors of cell wall matrix. Vesicles originating from dictyosomes aggregate and coalesce along the region of cell plate during cell-division, and thus considered to be the rudimentary middle lamella. Also dicytosomes are activated in growing cells as in root hairs, pollen tubes and xylem cells during secondary thickening (Fig.2.10).

Microbodies

Microbody is small organelle, mostly circular in cross section, surronded by single membrane enclosing granular matrix which contains oxidative enzymes. They are found in leaves in higher plants in close association with chloroplasts and in germinating oily seeds in association with spherosomes (spherosomes are organelles found abundantly in cells rich in lipids) (Fig 2.1).

الاندوبلازمية فى تكوين بدائيات مكونات الجدار الخلوى ، فقد لوحظ أن الفقاعات الناتجة عن الديكتيوسومات تتجمع وتلتحم فى منطقة صفيحة الخلية أثناء الإنقسام، ويعد هذا التجمع بداية تكوين الصفيحة الوسطية . كذلك فان الديكتيوسومات تنشط فى الخلايا النامية مثل الشعيرات الجذرية وأنابيب حبوب اللقاح وخلايا الخشب أثناء حدوث النمو الثانوى (شكل 2.10) .

الاجسام الصغيرة

الاجسام الصغيرة تظهر فى القطاع العرضى غالبا بأشكال مستديرة. يغلف الجسم الصغير بغشاء مفرد ويحتوى على حشوة محببة تنتج إنزيمات مؤكسدة . توجد الأجسام الصغيرة فى أوراق النباتات الراقية مجاورة للبلاستيدات الخضراء ، وفى البذور الزيتية المنبتة مجاورة للاجسام الكروية (الاجسام الكروية توجد بكثرة فى الخلايا المخزنة للدهون) (شكل 2.1) .

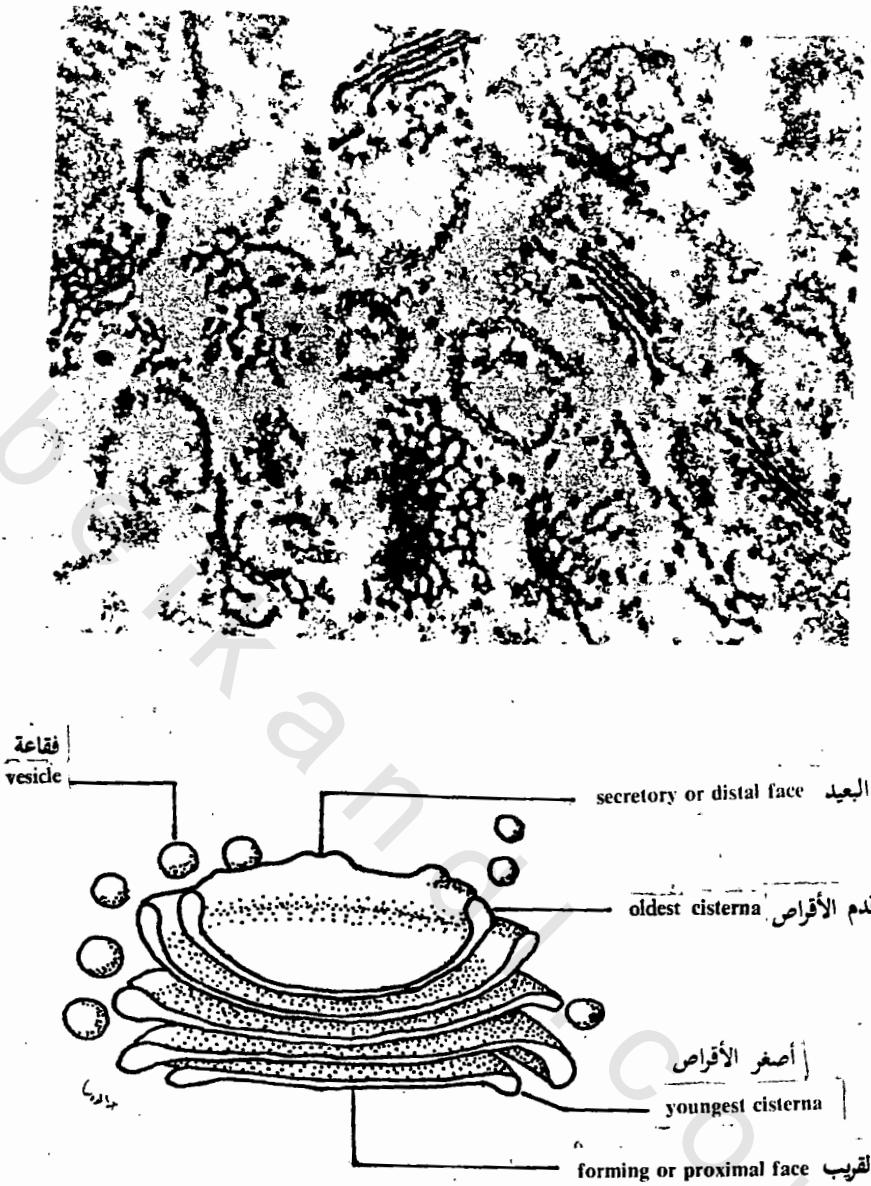

Fig.2.10: Dictyosome, top: electron-micrograph
down: drawing

دكتيوسوم ، أعلى : صورة بالميكروسكوب الألكترونى
أسفل : رسم توضيحى .

Vacuoles

Vacuoles are found in both meristematic and mature cells. In mature cells they fuse and form large vacuoles or even a single vacuole which occupies most of the central area of the cell (Fig.2.1). The vacuole is bounded on the outside by a membrane similar to the plasma membrane known as tonoplast. Vacuoles contain cell sap in which sugars, organic acids and inorganic salts are dissolved. The solution contains also solids materials as starch grains, proteins and crystals. The cell sap may be coloured due to the presence of pigments like anthocyanin (red to blue) and flavons (yellow). Anthocyanin produces different colours depending upon the pH of the cell sap. The colour is red when the pH is acid, blue if it is alkaline and violet if it is neutral.

الفجوات العصارية

توجد الفجوات العصارية فى كل من الخلايا المرستيمية والخلايا البالغة، وهى تتجمع معا فى الخلايا البالغة لتكون فجوات أكبر أو فجوة واحدة تحتل معظم المساحة الوسطية للخلية ، (شكل 2.1) . تحاط الفجوة العصارية من الخارج بغشاء يعرف باسم غشاء الفجوة ويشبه فى تركيبه الغشاء البلازمى . تحتوى الفجوات العصارية على محلول من سكريات وأحماض عضوية وأملاح غير عضوية كما يوجد بها أيضا مواد صلبة مثل حبيبات نشا وبروتينات وبللورات ويعرف هذا المحلول بالعصير الخلوى، وقد يكون العصير الخلوى ملونا نتيجة وجود صبغات ذائبة مثل الأنثوسيانين (أحمر إلى أزرق وفلافونات (أصفر) . تظهر صبغة الأنثوسيانين ألوانا متباينة تبعا لدرجة حموضة العصير الخلوى ، ففى الوسط الحمضى يكون اللون أحمر وفى الوسط القلوى يكون اللون أزرق وفى الوسط المتعادل يكون اللون بنفسجى .

Non-living Inclusions

There are different types of inclusions in the cell sap. Most types are formed during metabolism, stored and used as food by the plant and are known as ergastic substances, *viz.* sugars, starch, inulin, proteins and oils. Other types are by-products of plant metabolism

Sugars: Sugars as glucose, fructose and sucrose are found in different plant parts.

Starch : Starch occurs in the form of grains and found in tuberous roots, underground stems and roots (Fig.2.7). A starch grain has a central part called hilum around which layers are laid in rings. Starch grains may be simple, each with its own hilum. Others may be compound in which two or three grains are grouped in

المحصورات غير الحية

توجد أنواع مختلفة من المحصورات فى العصير الخلوى، وتتكون معظم تلك المحصورات أثناء عملية البناء والتخزين ، وتستخدم كغذاء للنبات مثل السكريات والنشا والأنيولين والبروتينات والدهون. توجد أنواع أخرى من المحصورات تنتج كمخلفات عملية التحول الغذائى .

السكريات : توجد سكريات عديدة مثل الجلوكوز والفركتوز والسكروز فى الاعضاء المختلفة من النبات .

النشا : يوجد النشا على هيئة حبيبات فى الجذور الدرنية والسوق الارضية وخلايا القشرة، والنخاع فى الجذور والسيقان . قد تنشأ حبيبات النشا داخل البلاستيدات غير الملونة والخضراء (شكل 2.7) . يوجد فى الحبيبة النشوية سرة تتجمع حولها طبقات النشا على هيئة حلقات وقد تكون الحبيبة بسيطة ذات سرة واحدة أو تكون مركبة من عدة حبيبات كل منها ذات سرة ويحيط الحبيبات طبقات

common envelope but each with its own hilum. Hilum may be branched as in starch grains found in cotyledons of beans (*Phaseolus vulgaris*). Starch grains occur in different shapes and sizes. They are excentric in potato and banana, round and concentric in bean, polygonal with radiating lines in maize, small and polygonal in rice and dumb-bell shaped in *Euphorbia tirucalli*. Compound starch grains are found in potato and sweet potato tubers, pea seeds and oat grains (Fig. 2.11).

Inulin: Inulin is found in root tubers of *Dahlia*. When pieces of the roots are kept in alcohol, inulin is deposited at the corners of the cell in the form of fan-shaped crystals with radiating lines (Fig.2.12).

Proteins: Proteins are found as grains known as aleurone grains in the endosperm of

مشتركة . وقد تكون السرة متفرعة كما في حبيبات نشا فلقات الفاصوليا . وتتباين حبيبات النشا في الشكل والحجم فقد تكون غير مركزية السرة كما في نشا البطاطس والموز ، وقد تكون مستديرة ومركزية السرة كما في نشا القمح ، وقد تكون بيضية ومركزية السرة كما في الفاصوليا أو مضلعة وذات سرة شعاعية كما في نشا الذرة وقد تكون صغيرة ومضلعة كما في نشا الأرز أو تكون دمبلية كما في أم اللبن ، وقد تكون حبيبات النشا مركبة كم في نشا درنات البطاطس والبطاطا وبذور البسلة وحبوب الشوفان (شكل 2.11) .

إنيولين : يوجد الانيولين في الجذور الدرنية للداليا ، فعند حفظ قطع صغيرة من تلك الجذور في الكحول يترسب الانيولين في أركان الخلايا على هيئة بللورات مروحية الشكل ذات خطوط شعاعية (شكل 2.12) .

البروتينات : توجد البروتينات على هيئة حبيبات ألبرون تتكون في اندوسبرم بذور الخروع وفي طبقة

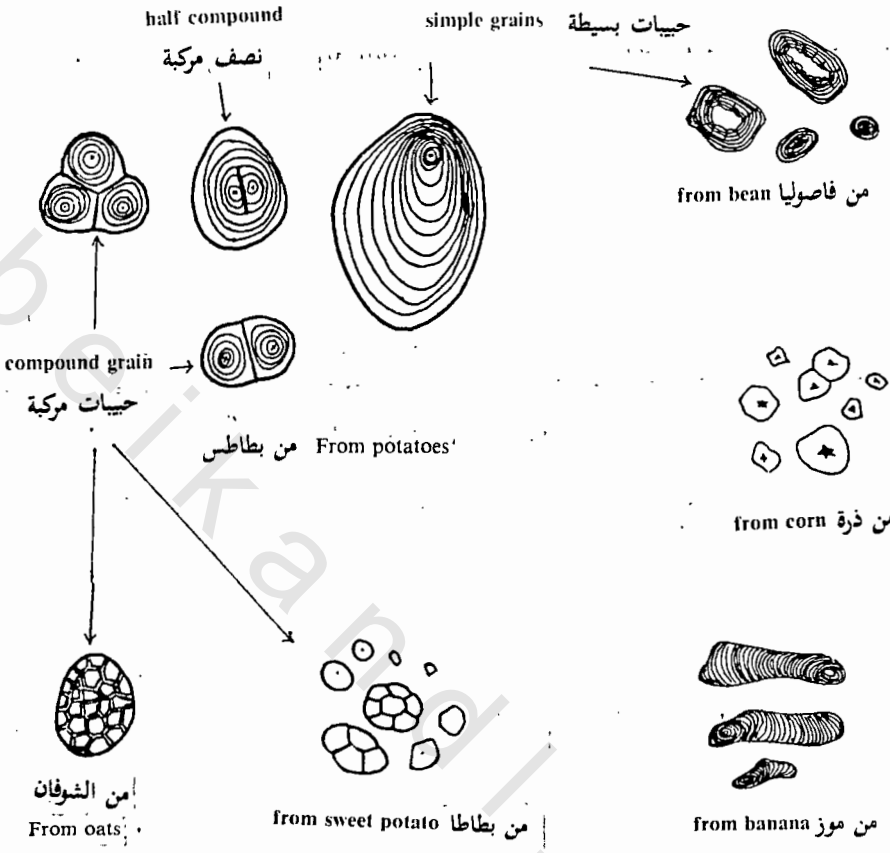

Fig.2.11: Starch grains from different plants

حبيبات نشا من نباتات مختلفة

obeikandl.com

castor seeds, and in the aleurone layer of cereal grains. Aleurone grains of castor seeds are oval to spherical, each containing a polygonal shining protein body mostly a globulin and known as crystalloid and a phosphate spherical body mostly phytin and known as globoid, and both are embedded in amorphous proteinaceous matrix and surrounded by single membrane (Fig.2.13)

Oils : Oils are found as oil drops in seeds of oil crops as peanut, sesame, flax and sunflower, in fruits as olive, in leaves of *Citrus* and *Eucalyptus*, and in all parts as in pine.

Crystals: Crystals are formed mostly from calcium oxalate or calcium carbonate. Crystals of calcium oxalate occur in different shapes. Star-shape crystals are found in the stem of *Opuntia*, *Vitis*, leaves of *Nerium* and *Eucalyptus*. Polyhedral

الاليرون بحبوب النجيليات. حبيبات أليرون بذرة الخروع بيضية إلى كروية بداخل كل منها جسم لامع بروتينى مضلع غالبا من نوع الجلوبيولين ويعرف بالجسم البللورى، ويوجد بجانبه جسم كروى فوسفاتى غالبا من نوع الفيتين ويعرف بالجسم الكروى ، والجسمان مغموران فى حشوة بروتينية غير بللورية ومحاطة بغشاء مفرد (شكل 2.13) .

الزيوت : توجد الزيوت على هيئة نقط زيتية فى الخلايا النباتية لبذور المحاصيل الزيتية مثل الفول السودانى والسمسم والكتان وعباد الشمس ، وتوجد فى بعض ثمار الفاكهة مثل الزيتون وفى الأوراق مثل الموالح والكافور وفى كل أجزاء النبات مثل الصنوبر .

البللورات : وتتكون البللورات غالبا من أكسالات الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم، والبللورات المتكونة من اكسالات الكالسيوم أكثر شيوعا وتتكون بأشكال وأحجام مختلفة فى الأنواع المختلفة من النباتات، وقد تكون نجمية الشكل وتوجد فى خلايا سوق التين الشوكى والعنب وفى أوراق الدفلة والكافور ، وقد تكون مضلعة كما فى

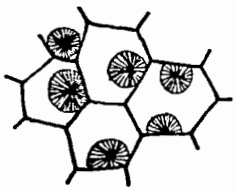

Fig.2.12: Inulin crystals in Jerusalem artichoke

بلورات إنيولين فى الطرطوفة

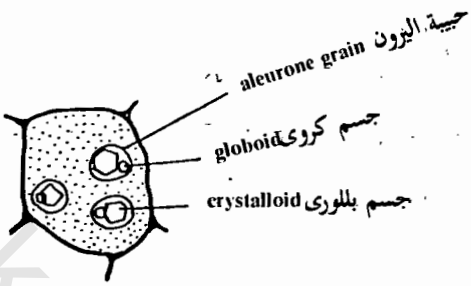

Fig.2.13: Cell from *Ricinus communis* showing aleurone grains

حبيبات اليرون فى الخروع

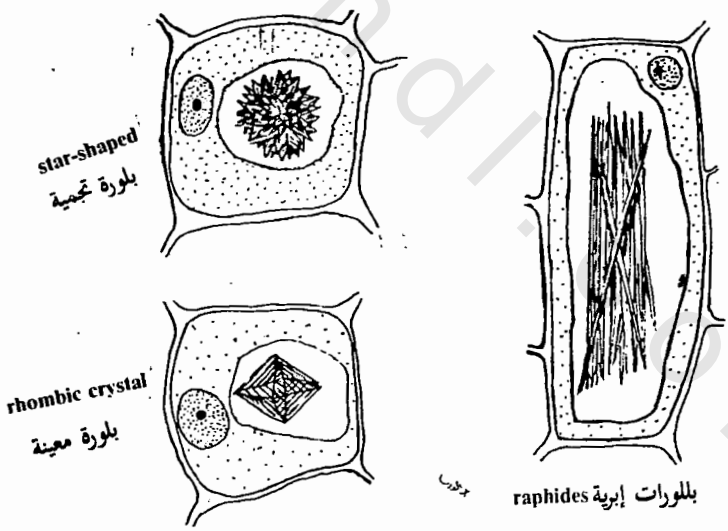

Fig.2.14: Types of inorganic crystals found in vacuoles of plant cells

أنواع من البلورات غير العضوية بالفجوات العصارية لخلايا نباتية

crystals are found in leaves of Begonia. Needle-shaped crystals found in bundles and known as raphids are common in monocotyledons, petioles of *Begonia villae*. Crystals of different shapes are found in Petioles of *Canna* and banana (Fig.2.14).

Crystals of calcium carbonate are known as cystolith. They are formed in the epidermal cells of rubber plant (*Ficus elastica*). The cystolith has a stalk made of cellulose developed between two cells of the outer most layer of the multiple epidermis. The cystolith is formed on that stalk like a bunch of grapes. The cell in which the cystolith is developed is large and extends in the layers of the multiple epidermis and known as lithocyst (Fig.2.15).

Cell wall

Cell wall is the outer covering of the plant cell. Its formation begins at the last phase of cell division; the telophase, when new materials are deposited on

أوراق البجونيا . البلورات الإبرية تتكون على هيئة حزم تعرف بالرافيدات كما فى خلايا نباتات الفلقة الواحدة وأعناق نبات البجونيا . كما تكوّن البللورات على هيئة أشكال أخرى كما فى أعناق أوراق الكانا والموز (شكل 2.14) .

وتتكون بللورات كربونات الكالسيوم فى خلايا البشرة المتضاعفة لأوراق الفيكس حيث ينشأ إمتداد سليولوزى بين خليتين من الخلايا الخارجية للبشرة تتكون عليه البللورة التى تأخذ شكل عنقود العنب وتعرف تلك البلورة باسم الحوصلة الحجرية، والخلية التى تتكون فيها البللورة تكون كبيرة وتمتد بين طبقات البشرة المتضاعفة، وتعرف بخلية الحوصلة الحجرية (شكل 2.15) .

الجدار الخلوى

الجدار الخلوى هو الغلاف الخارجى للخلية النباتية . يبدأ تكوين الجدار الخلوى فى المرحلة الأخيرة لإنقسام الخلية ، المعروفة بالطور النهائى ، عندما

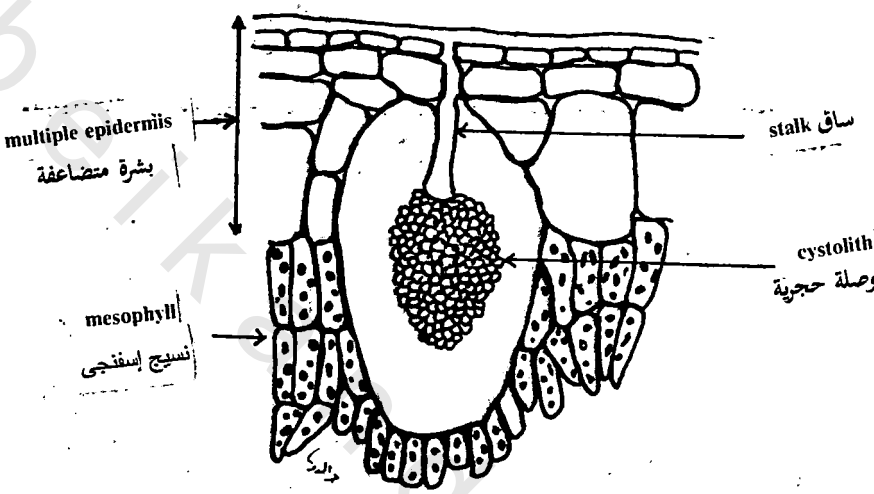

Fig.2.15: Lithocyst in the leaf of rubber plant

خلية حوصلة حجرية فى ورقة الفيكس المطاط

the cell plate from dictyosome vesicles, forming the middle lamella. This is followed by deposition of cellulose molecules, organized into microfibrils (Fig.2.16), on the middle lamella to form the primary wall. Microtubules are thought to have a role in this organization. Orientation of microfibrils differs according to the type of cell formed.

After the cessation of cell growth, secondary wall, consisting of three layers, is normally deposited. This is also made of cellulose microfibrils. The direction of microfibrils differ at the different layers and according to cell type (Fig. 2.17).

Other compounds beside cellulose may be impregnated in the cell wall, such as lignin in xylem elements and sclerenchyma, suberin in cork cells, cutin in epidermis and callose in sieve plates of phloem.

تترسب مواد جديدة تنتج عن فقاعات الديكتيوسومات التى تترسب على صفيحة الخلية مكونة الصفيحة الوسطى، والتى يتبعها ترسيب جزيئات السليلوز والتى تترتب فى صورة لويفات دقيقة (شكل 2.16) على الصفيحة الوسطى مكونة الجدار الإبتدائى ويعتقد أن الأنابيب الدقيقة تلعب دورا فى هذا التنظيم. ويختلف إتجاه ترسيب اللويفات الدقيقة تبعا لنوع الخلية المكونة .

يبدأ تكوين الجدار الثانوى بعد توقف نمو الخلية ، ويتكون عادة من ثلاثة طبقات تتكون أيضا من لويفات دقيقة سليولوزية . إتجاه اللويفات الدقيقة يختلف من طبقة إلى أخرى كما يختلف تبعا لنوع الخلية (شكل 2.17).

فى كثير من الأحوال تشترك مركبات أخرى بجانب السليلوز فى تكوين جدر الخلية ، من ذلك اللجنين فى وحدات أوعية الخشب والخلايا الاسكليريدية ، والسيوبرين فى خلايا الفلين ، والكيوتين فى خلايا البشرة ، والكالوس فى الصفائح الغربالية باللحاء .

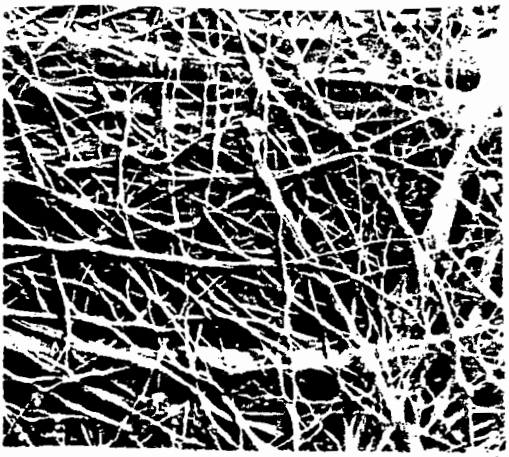

Fig.2.16: Electron micrograph of cellulose fibrils in primary wall of pla cell

صورة تصويرية دقيقة للويفات سليولوزية فى جدار إبتدائى لخلية إبتدائية

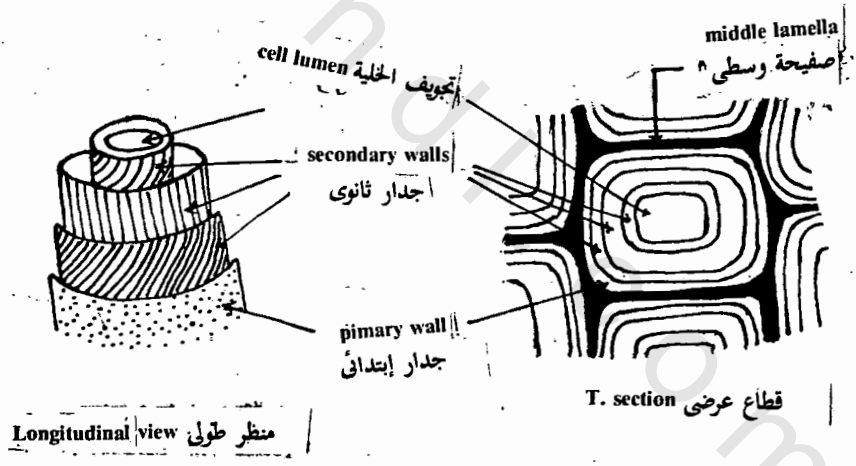

Fig.2.17: Cell wall with a primary wall and a 3-layered secondary wall

جدار خلية مكون من جدار إبتدائى وجدار ثانوى من ثلاث طبقات

Pits

Pits are depressions in cell walls. They are developed mostly in pairs on both sides of the walls of adjoining cells. In primary walls they are formed in depressions known as primary pit fields. In the secondary walls they are known as pits, and are of two types, simple and bordered. In simple type, pits appear as cavities in the secondary wall. They are developed in metaxylem vessels, sclereids and certain parenchyma cells (Fig.2.18).

In sclereids, pit forms canal between lumen of adjoining cells. and the canal may be branched (Fig. 3.32). In bordered pits, secondary wall grows away from the primary wall into the lumen of the cell in the form of an arch, leaving an aperture at the middle. In surface view, the pit shows two concentric circles; the inner circle is the unthickened top of

النقـــر

النقر عبارة عن إنخفاضات غائرة عن مستوى سطح جدر الخلية . تنشأ النقر فى أزواج متقابلة على جانبى جدران الخلايا المتجاورة . تنشأ النقر متجمعة فى إنخفاضات بالجدر الإبتدائية وتعرف بحقول النقر الإبتدائية . يوجد نوعين من النقر فى الجدر الثانوية هما النقر البسيطة والنقر المضفوفة . تظهر النقر البسيطة كانخفاضات عميقة فى الجدار السميك وتوجد فى أوعية الخشب التالى والإسكليريدات وبعض الخلايا البرنشيمية (شكل 2.18) ، وتنشأ فى الإسكليريدات بشكل قنوات وقد تكون متفرعة (شكل 3.32). أما فى النقر المضفوفة فينمو الجدار الثانوى بعيدا عن الجدار الإبتدائى داخل فجوة الخلية على شكل قبة أو ضفة ، ولاتلتقى حواف الضفة فى الوسط بل تظل متباعدة تاركة فتحة مركزية هى فتحة النقرة . تبدو النقر فى المنظر السطحى على هيئة دائرتان مركزيتان فالداخلية منها غير سميكة وهى عبارة عن فتحة النقرة ، والدائرة الخارجية هى قاعدة

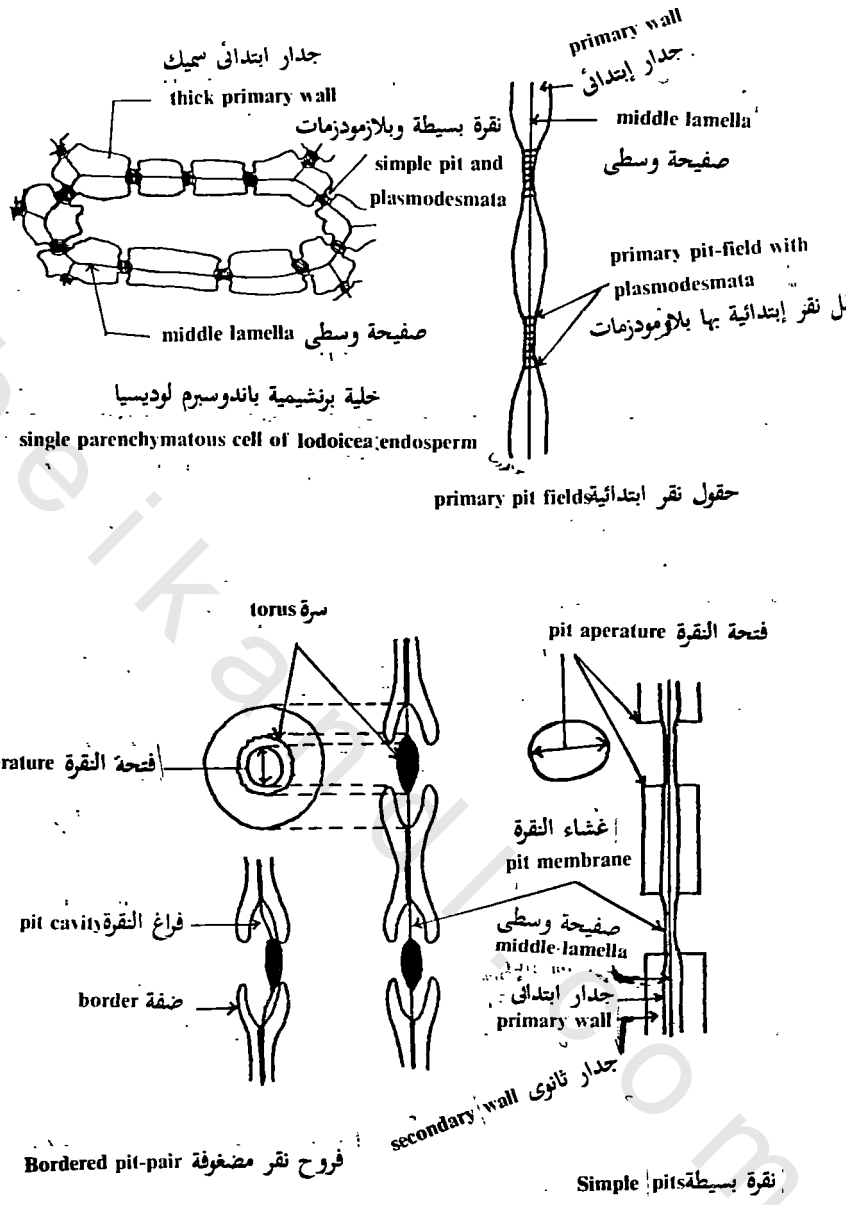

Fig.2.18: Types of pits أنواع النقر

the dome and the outer circle the base of the dome, where the secondary wall starts arching into the lumen. The cavity enclosed in the pit is known as pit cavity (Fig.2.18). Bordered pits occur in tracheids of gymnosperms, pteridophytes and in secondary wood of dicots. In bordered pits of gymno-sperms the pit membrane has central thickening, larger in diameter than the pit aperture and known as torus. This is usually found in tracheids of gymnosperms. The torus can close the pit if the pit membrane moves towards the pit aperture.

Another kind of bordered pits is, mainly, found in fiber tracheids, where the thickening of the cell walls is highly increased. The pits has a flattened funnel-shaped canal connecting the pit cavity with the cell cavity. The outer opening of the canal at the pit cavity is small and circular in outline, while the inner opening at the cell cavity is big, elleptical to linear (Fig.2.19).

النقرة وهى عبارة عن النقطة التى بدأ عندها الجدار الثانوى فى التقوس داخل فجوة الخلية ، ويتخلف بين الضفة وغشاء النقرة فراغ يعرف بفراغ النقرة (شكل 2.18) . وتوجد النقر المضفوفة فى قصيبات نباتات معراة البذور والسرخسيات والخشب الثانوى لنباتات ذات الفلقتين . يتغلظ الجزء المركزى من غشاء النقر فى قصيبات نباتات معراة البذور مكونا مايسمى بالسرة ، ويكون قطر السرة أكبر قليلا من قطر فتحة النقرة ، ويتحرك غشاء النقرة جانبيا إذا زاد الضغط المائى فى إحدى الخليتين فتلتصق السرة بفتحة النقرة وتغلقها .

يوجد نوع آخر من النقر المضفوفة، تشاهد أساسيا فى ألياف القصيبات حيث تتغلظ جدر الخلايا كثيرا . يميز هذه النقر أن لها قناة قمعية مضغوطة تصل ما بين فراغ النقرة وفراغ الخلية . الفتحة الخارجية للقناة والتى تقع عند فراغ النقرة صغيرة مستديرة، بينما تكون الفتحة الداخلية عند فراغ الخلية بيضاوية إلى شريطية (شكل 2.19).

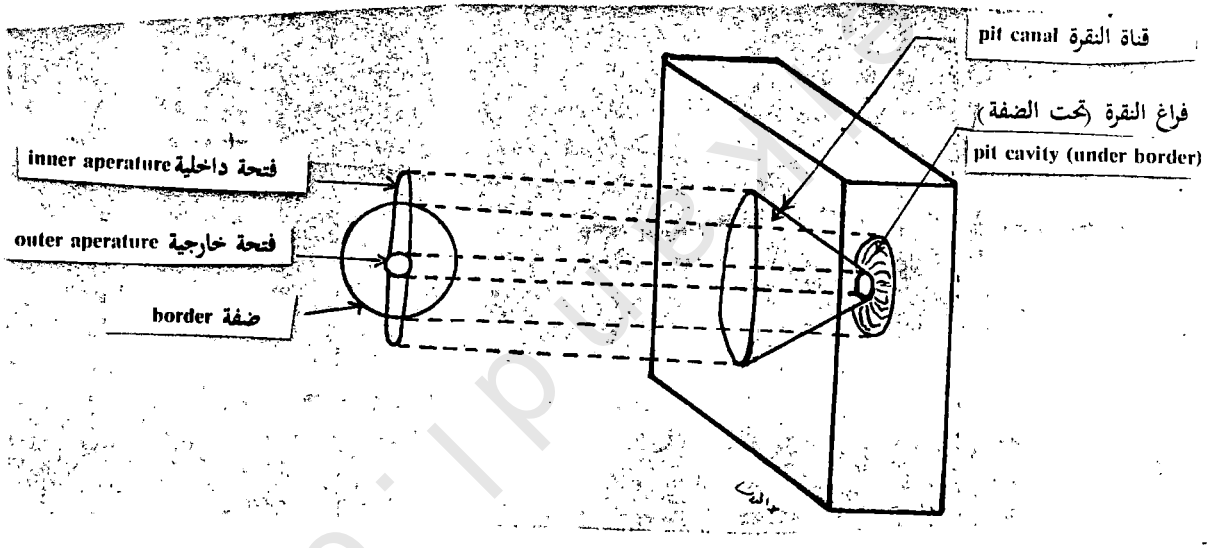

Fig.2.19: Funnel shaped border pit قناة مضفوفة قمعية الشكل

Plasmodesmata

Plasmodesmata are cytoplasmic connections between adjoining living cells that extend through the cell wall. They pass through minute pores in the primary pit-fields of the middle lamella connecting the two masses of cytoplasm in the adjoining cells (Fig.2.20 & 2.21). They are found in the cambium, epidermal and parenchyma cells.

Plasmodesmata may be dispersed throughout the wall or restricted to primary pit-fields as seen in parenchyma cells of tobacco stem.

البلازمودزمات

البلازمودزمات هي خيوط سيتوبلازمية دقيقه تمتد بين الخلايا الحية المتجاورة خلال الجدر ، وتمر خلال ثقوب دقيقة في حقول النقر الابتدائية للصفيحة الوسطى التي تفصل بين خلية واخرى لتربط بين كتلتي السيتوبلازم في الخليتين المتجاورتين (شكل 2.20، 2.21) . توجد البلازمودزمات بين خلايا الكامبيوم وخلايا البشرة والخلايا البرنشيمية .

وقد تكون تلك الخيوط منتشرة على طول الجدار أو محددة فقط بمنطقة حقول النقر الابتدائية كما يرى ذلك في الخلايا البرنشيمية في ساق نبات الدخان .

obeikandl.com

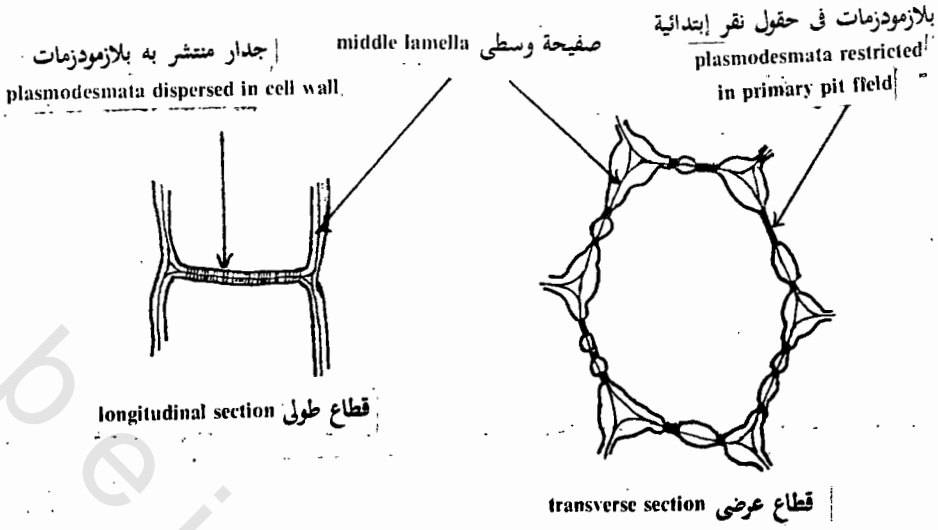

Fig.2.20: Plasmodesmata in parenchyma cells from tobacc
stem.

بلازمودزمات بجدر خلايا برنشيمية بساق الدخان

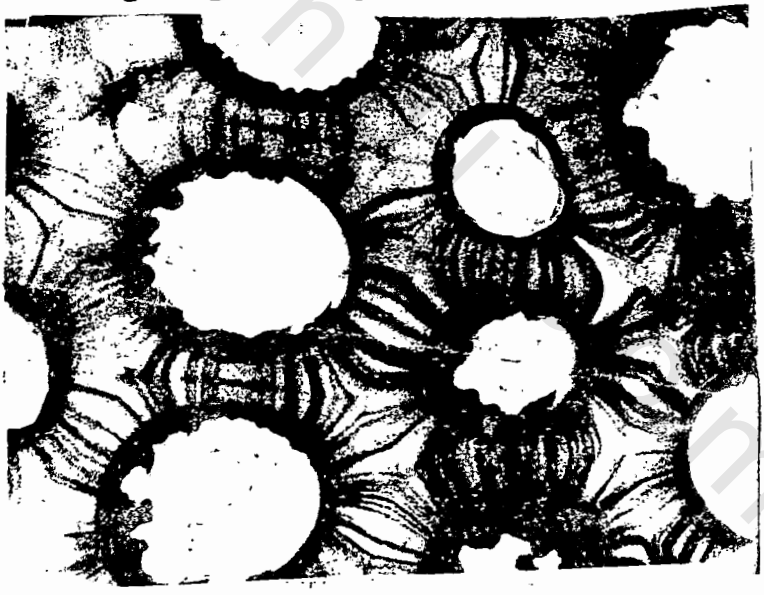

Fig.2.21: Plasmodesmata in cell walls of endosperm persimmon se
بلازمودزمات فى جدر خلايا إندوسبرم بذرة كاكى