الباب الاول
SECTIONT 1

الخلية النباتية
THE PLANT CELL

الفصل الأول : جدار الخلية
الفصل الثاني : المحتويات غير الحية للخلية
الفصل الثالث : المحتويات الحية للخلية النباتية

يختص أحد فروع علوم الحياة بدراسة الخلية من حيث تركيبهـــا وطبيعة مكوناتها وطرق انقسامها والمحتويات المختلفة لها سواء كانت حية protoplasmic أو غير حية mon-protplasmic ويسمى هـــذا الفرع بعلم الخلية Cytology

وفيما يلي شرح موجز لتركيب الخلية النباتية مع التأكيد على تركيب جدار الخلية بالنظر لما لهذا التركيب من أهمية خاصة بالنســبة لتشريح النبات ٠

وتعتبر الخلية وحدة التركيب والوظيفة في سائر الكائنات الحية وان كانت هناك حالات خاصة- كما في بعض الطحالب- لايتركب جسم النبات فيها من خلايا وانما يتكون من قنوات متصلة على شكل مدمج خلوي Coenocyte تنتشر الانوية داخله خلال السيتوبلازم دون وجود جدران أو حواجز داخلية٠ كما ان هناك بعض النباتات الاولية التى يتركب فيها جسم النبات من خلية واحدة تقوم بجميع الوظائف الحيوية ٠

وتتركب الخلية النباتية باستثناء بعض الحالات القليلة كالامشاج Gametes من جـــدار يحيط بجزء من البروتوبلازم داخلـــه يسمى بروتوبلاست Protoplast بحيث يمكن اعتبار الخلية مكونة من جزءين رئيسين هما الجدار والبروتوبلاست ٠

ويعتبر وجود جدار صلب غير حي حاو على مـادة السليولوز عادة صفة مميزة للخلايا النباتية حيث ان الخلايا الحيوانية تفتقر لمثل هـذا الجدار الحقيقي بل تكون محاطة بغلاف أو غشاء بلازمي حي ٠ كمـــا وينعدم الجدار في بعـــض الخلايـــا كخلايـــا السبورات المتحركـــة Motile spores في الطحالب والفطريات، وخلايا الامشاج Gametes

في سائر النباتات . وكذلك في حالة النباتات التي يكون الجسم النباتي فيها كلياً او جزئياً مؤلفاً من مدمج خلوي Coenocyte .

وبالرغم من ان جسم النبات يبدو وكأنه مكون من وحدات منفصلة عن بعضها هي الخلايا الا انه قد ثبت ان الخلايا الحيـــة جميعها تكون متصلة فيما بينها بواسـطة خيوط بروتوبلازمية دقيقة تمر خلال جدر الخلايا تسمى الروابط البلازمية Plasmodesmata ويعتقد انه عن طريق هذه الروابط تعتبر المادة الحية في جسم النبات وكأنها وحـدة مستمرة ومتصلة . لذا فان النظرية الحيوية Organismal theory لا تتفق مع النظرية الخلوية Cell theory في أحد مضامينها الذي يتضمن أن الخلية هي وحدة الوظيفة في الكائنات الحية ، اذ ان النظرية الحيوية ترى ان وحدة الوظيفة تكمن في مجمل المادة الحية للكائن الحي ، وليس في اجزاء بروتوبلازمية منفصل بعضها عن البعض الاخر بهيئة خلايا وهو المضمون الذي تؤكد عليه النظرية الخلوية .

ويحتوى البروتوبلاست على مكونات حية ومكونات غير حية .

وتتركب المكونات الحية للخليـــة Living cell components مما يأتي :ـ

١ـ السايتوبلازم Cytoplasm

٢ـ النـــواة Nucleus

٣ـ البلاستيدات Plastids

٤ـ الميتوكوندريا Mitochondria

٥ـ الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum

٦ـ الرايبوسومات Ribosomes

٧ـ الدكتيوسومات Dictyosomes (او اجسام كولجي Golgi bodies)

اما المكونات غير الحية للخلية فتشمل بالاضافة الى الجدار الخلوي :

الفجوة العصارية Vacuole ، حبيبات النشا Starch grains ، والقطرات الزيتية Oil droplets والبلورات Crystals ، الحبيبات البروتينية أو الاليرونية Aleurone grains

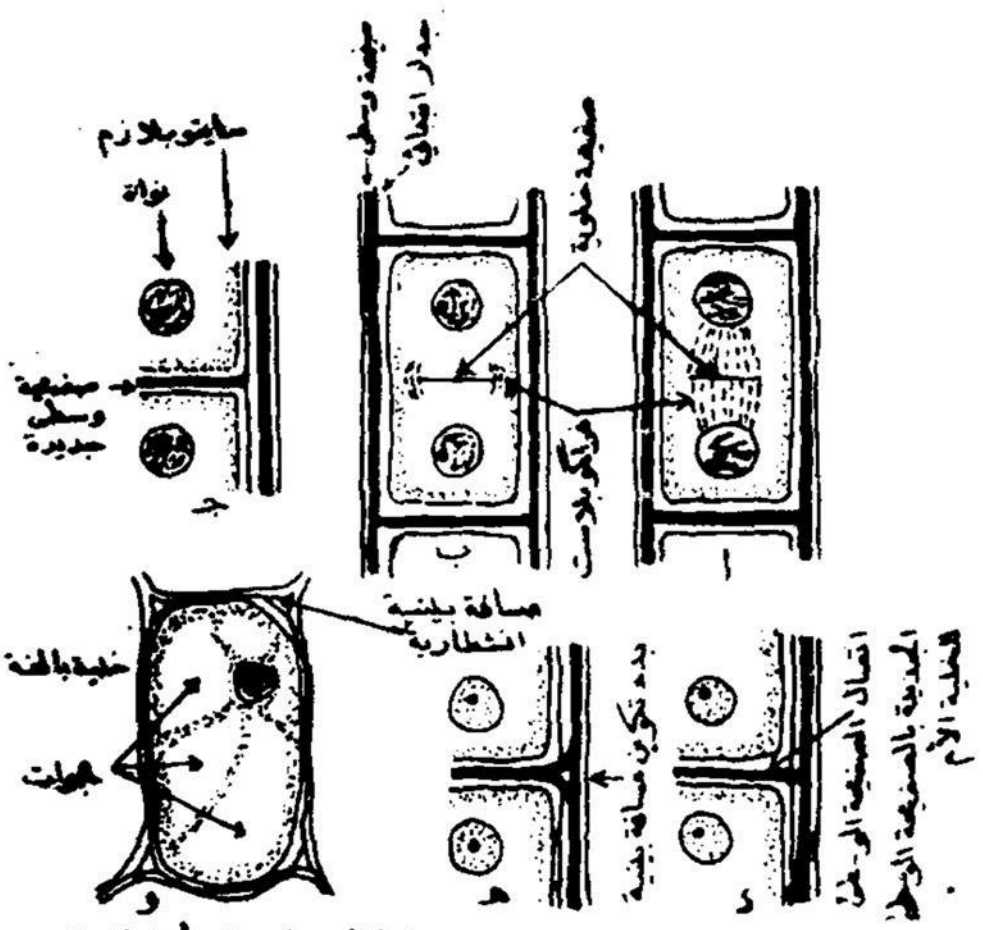
الفصل الاول
CHAPTER 1
جـدار الخليـــة
THE CELL WALL

يوصف الجدار في الخلية النباتية بأنه: جدار حقيقي ميت يتميـز بوجود مادة السليولوز التى تخلو منها الخلايا غير النباتية ويتكون جدار الخلية نتيجة لنشاط بروتوبلاست الخلية ، ولكنه من اجزائها الميتة فهو طبقة غير حية تحيط بالخلية • أما تمدد الجدار واتساعه اثناء نمو الخلية فلا يعتبر بأي حال من الاحوال دليلا على حيويته فهو في هذه المرحلة مـن عمر الخلية يكون رقيقا وقابلا للتمدد لذا فهو يتسع نتيجـة لازدياد حجم ونمو بروتوبلاست الخلية • ويكون الجدار عند بدء تكوينه رقيقـا للغاية ولكن تحدث له بعد ذلك عدة تغيرات سواء في السمك أو في تركيبه الكيميائي •

ويظهر الجدار الخلوي مباشرة بعد الانقسام بشكل منطقة داكنـــة تتكون عند خط استواء المغزل Equator ويطلق عليها اسم فراكموبلاست أو الجسم البرميلي Phragmoplast (شكل ١ ـ ١)

وخلال الفراكموبلاست يظهر الجدار بشكل صفيحة رقيقة تسمى الصفيحة الخلوية Cell plate تكون في البداية في وضع مركزي ثم تمتد تدريجيا نحو الخارج Centrifugal الى أن تصل الى جدار الخلية الام ، وتسمى حينئذ بالصفيحة الوسطى Middle lamella وتتكون الصفيحة الوسطى أساسا من بكتات الكالسيوم والمغنسيوم •

ويقوم بعد ذلك البروتوبلاست بترسيب غشاءين رقيقين على جهتي الصفيحة الوسطى يكونان مايسمى الجدار الابتدائي Primary cell wall وعندما تصل الخلية الى كامل نضجها قد يندمج الجدار الابتدائي



شكل (١-١) خطوات تكوين المسافات البينية الأنشطارية

بالصفيحة الوسطى فيطلق عليه عندئذ اسم الصفيحة الوسطى المركبة Compound middle lamella وللتمييز بين الصفيحة الوسطى المتكونة أصلا والمتميزة عن الجدار الابتدائي وتلك التي اندمجت مع الجدار الابتدائي فقد استعمل لفظ الصفيحة الوسطى البسيطة Simple middle lamella للاولى والصفيحة الوسطى المركبة Compound middle lamella للثانية وتكون الصفيحة الوسطى المركبة في هذه الحالة ثلاثية الطبقة 3-layered.

وفي حالات كثيرة يحدث تغلظ اخر يضاف الى الجدار وذلك بعد وصول الخلية الى كامل نضجها هذا التغلظ يكون جداراً آخر فوق الجدار الابتدائي يعرف بالجدار الثانوي Secondary cell wall الذي يتكون في بعض الخلايا النباتية .

وقد يبدو الجدار الثانوي متميزا بسهولة عن الجدار الابتدائي أو عن الصفيحة الوسطى المركبة الا انه في بعض الحالات يندمج الجـــدار الثانوي بالجدار الابتدائي ولايمكن تمييزه عنه وعندئذ يمكن ان يطلق اسم الصفيحة الوسطى المركبة على الجدارين معاً اضافة الى الصفيحة الوسطى وتصبح الصفيحة الوسطى المركبة في هذه الحالة خُماسية الطبقة 5-layered .

طبقـات الجـــدار Wall Layers

يتميز جدار الخلية النباتية في كثير من الاحيان الى طبقات يختلف بعضهـا عن بعض في كثير من الوجوه بما في ذلك التركيب الكيمياوي. نسبة الماء وبعض الصفات الفيزيائيـة كتأثير الضوء المستقطب Polarized light عليها .

وعلى هذه الاسس يمكن تمييز الطبقات التالية في الجدار الخلوي :ـ

١ ـ الصفيحة الوسطى Middle Lamella

ويطلق عليها ايضا المادة البينية Intercellular substance التى تقوم بربط الجدارين الابتدائيين المتصلين بها .. وتتركب الصفيحة الوسطى بشكل أساس من بكتات الكالسيوم والمغنسيوم الا انها قد تحتوى على مواد اخرى مثل اللكنين كما في العناصر الناقلة في الخشب . وتبعـا لتأثيرها على الضـوء المستقطب Polarized light توصف الصفيحة الوسطى بكونها غير فعالة ضوئيا Optically inactive أو متجانسة isotropic

٢ ـ الجدار الابتدائي Primary Cell Wall

يمثل الجدار الابتدائي أول جزء من الجـدار يضاف من قبـل البروتوبلاست على الصفيحة الوسطى وتحصل اضافته في المراحل التى تكون

فيها الخلايا لا زالت في حالة نمو في السطح وفي الحجم · ويتكون الجدار الابتدائي من مواد بكتية Pectic substances وسليولوز ومواد غير سليلوزية متعددة السكريات Non-cellulosic polysaccharides ومواد اخرى ·

وبالنظر لوجود مادة السليولوز في الجدار الابتدائي فانه يوصف بكونه فعال ضوئيا optically active أو غير متجانس ضوئيا Anisotropic وذلك بسب وجود الياف السليلوز مرتبة بشكل منسق (شكل ١ـ٢) مما يؤدي الى انحراف الضوء المستقطب عند مروره خلالها ·

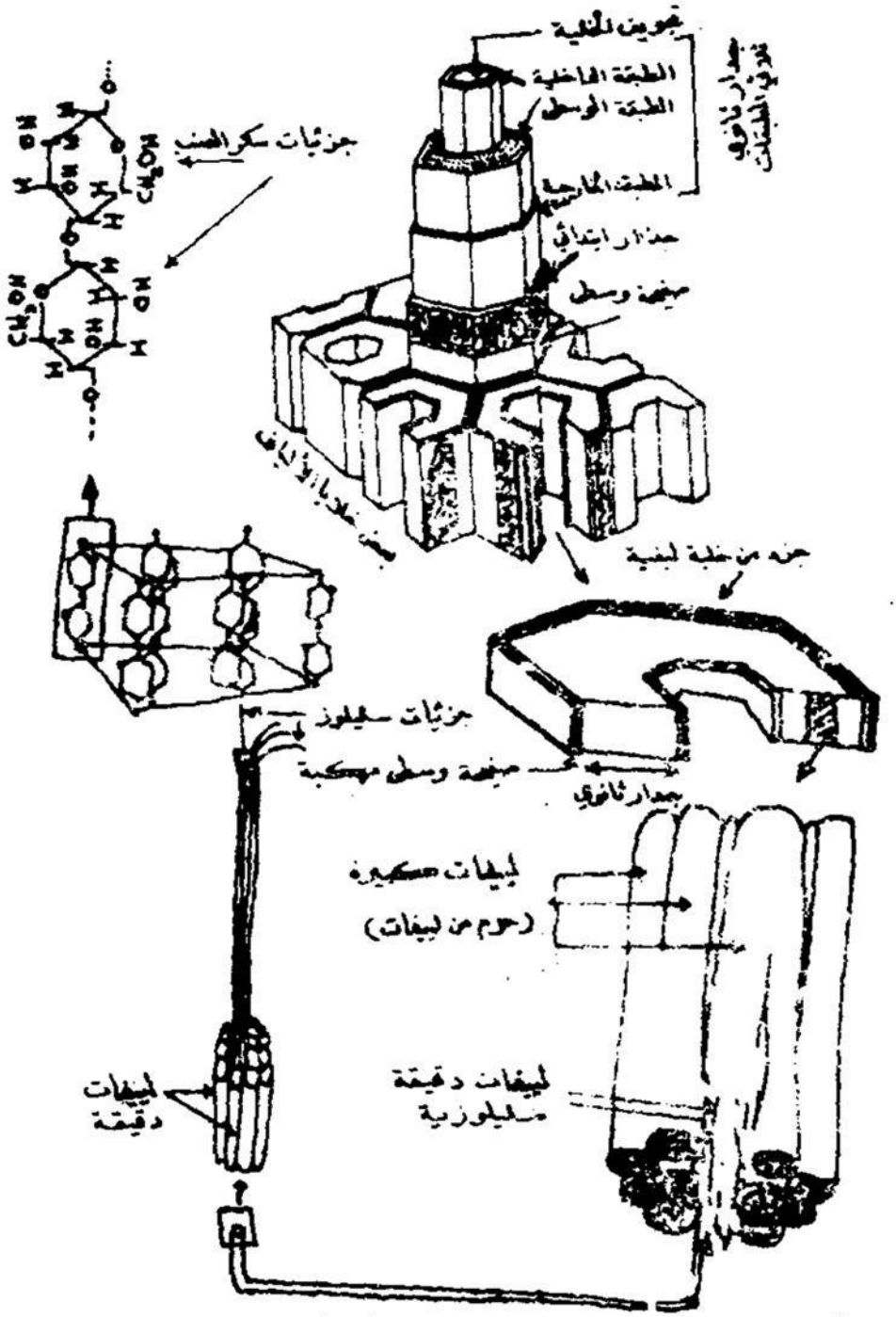
لقد أظهرت الدراسات بالمجهر الالكتروني أن السليلوز في الجدار يكون على هيئة حزم من لييفات يطلق عليها اللييفات الكبيرة Macrofibrils وتتكون الاخيرة بدورها من مجموعة من وحدات اصغر يطلق على كل منها لييفة دقيقة Microfibril · وفي السليلوز المتبلور Crystalline cellulose تكون اللييفات الدقيقة متوازية مع بعضها ، غير أنها لا تكون كذلك في السليلوز غير المتبلور ·

وفي الجدار الابتدائي للخلايا التى تميل للاستطالة يكون اتجاه اللييفات الدقيقة بصورة مستعرضة ، اما في الخلايا التى تميل الى الشكل الكروي فتكون اللييفات على هيئة شبكة متداخلة مما يقلل من فاعليتها في حرف الضوء المستقطب · اما في الجدران الثانوية فتكون اللييفات الدقيقة متوازية ومائلة على اتجاه المحور الطولي · كما انها تختلف عادة في الطبقات المختلفة للجدار الثانوي ·

وتتألف كل لييفة دقيقة من حزمة من الوحدات ، تمثل كل وحدة سلسلة من جزيئات السليلوز (شكل ١ـ٢) ·

ان نسبة السليلوز المتبلور crystalline cellulose في الجدار الابتدائي تكون قليلة مقارنة مع السليلوز غير المتبلور Amorphous cellulose

لذا تكون طبيعته مرنة ، بينما تزداد نسبة السليلوز المتبلور في الجدار الثانوي حتى قد تصل الى ٩٠٪ من مجموع السليلوز .



شكل (١-٢) تفاصيل طبقات الجدار في الألياف على مختلف مستويات التنظيم

وعلى نفس الاساس تعتبر الصفيحة الوسطى متجانسة ضوئيا

isotropic او غير فعالة ضوئيا Optically inactive وذلك لكونها مكونة من مادة البكتات التى ليس لها صفات بلورية كما هى الحال في تناسق جزيئات الكلوكوز في مادة السليلوز لذا فلا يحصل انحراف للضوء المستقطب عند مروره خلالها ٠

ويوجد الجدار الابتدائي في سائر الخلايا النباتية وقد يبقى هو الجدار الوحيد في الخلية كما في حالة الخلايا المرستيمية Meristematic cells ومعظم الخلايا البرانكيمية Parenchyma والخلايا الكولنكيمية collenchyma ومعظم خلايا البشرة Epidermis

ويتميز الجدار الابتدائي بكونه يحيط عادة بخلايا تبقى حية وفعالة بعد النضج وذلك عندما يبقى هو الجدار الوحيد بالخلية ٠ كما أنه يتميز بانه رقيق نسبيا الا في حالات خاصة ٠ وعند وجود تراكيب شبيهة بالنقر في الجدار الابتدائي ، يطلق عليها حقول النقر الابتدائية ٠ Primary pit fields

الجدار الثانوي Secondary Cell Wall

وهو الجدار الذى يضاف على الجدار الابتدائي في بعض أنواع من الخلايا وذلك بعد اكتمال النمو السطحي والحجمي للخلية ، أي أن تكوين الجدار الثانوي يبدأ بعد وصول الخلية الى حجمها النهائي ٠ كما انه يتميز بكونه يزيد في سمك الجدار بصورة مطردة دون ان يحدث زيادة في سطح الجدار ٠

والمواد التى تدخل في تركيب الجدار الثانوي تتكون من السليلوز cellulose الذى يؤلف في الغالب الجزء الاكبر من الجدار والسكريات المتعددة غير السليلوزية noncellulosic polysaccharides هذا بالاضافة الى مواد اخرى مثل اللكنين lignin والسوبرين Suberin ويتميز الجدار الثانوي بخلوه من المواد البكتيه، الحقيقية True pectic substances

ويوصف الجدار الثانوي عادة بانه مرّ بتغيرات غير عكسية

Irreversible changes في السمك وفي التركيب الكيميائي خلافا لما يحدث بالجدار الابتدائي حيث يمكن ان يتغير سمك الجدار أو تركيبه الكيميائي ، لذا توصف التغيرات الحاصلة في الجدار الابتدائي بكونها قابلة للانعكاس Reversible .

وغالبا ما يكون الجدار الثانوي مقترنا بخلايا تموت بعد تمام نضجها خلافا لما عليه الحال في الجدار الابتدائي ٠

ويتميز الجدار الثانوي في كثير من الاحيان الى طبقات متميزة كيميائيا وفيزيائيا ويمكن في أحيان كثيرة ملاحظة هذه الطبقات عند فحص الجدار مجهريا بواسطة المجهر المركب الاعتيادي ، كما انها تختلف عن بعضها في اتجاه الليفات الدقيقة عند فحصها بالمجهر الالكتروني ٠

والجدار الثانوي ـ وكذا الجدار الابتدائي ـ يتم تكوينهما والبروتوبلاست مازال حيا ٠٠ اما اذا فقدت الخلية حيويتها فلا يمكن حدوث اية زيادة في سمك الجدار ولا في تركيبه الكيميائي عادة . لذا توصف التغيرات التي تحصل في الجدار الثانوي بكونها غير عكسية Irreversible .

وخلافا لما عليه الحال في الجدار الابتدائي فان الجدار الثانوي يقتصر وجوده على أنسجة وخلايا معينة حيث يوجد في :ـ

١ـ العناصر الناقلة في الخشب Tracheary elements كالاوعية Vessels والقصيبات Tracheids

٢ـ النسيج السكلرنكيمي Sclerenchyma كالالياف fibres والخلايا الصخرية Stone cells

٣ـ بعض الخلايا البارنكيمية كتلك التي في نسيج الخشب ٠

٤ـ النسيج الفليني cork .

٥ـ في بعض طبقات البشرة كتلك التي في الصنوبريات والنباتات دائمة الخضرة وخلايا الفيلامين Velamen الموجودة في الاوركيدات (السحلبيات) Orchids ، والتي تمثل بشرة مركبة تحاط خلاياها بجدران ثانوية ، وهي موجودة في الجذور الهوائية لهذه النباتات ٠

النقر PITS

تنشأ النقر في بادىء الامر على هيئة ما يسمى بحقول النقر الابتدائية