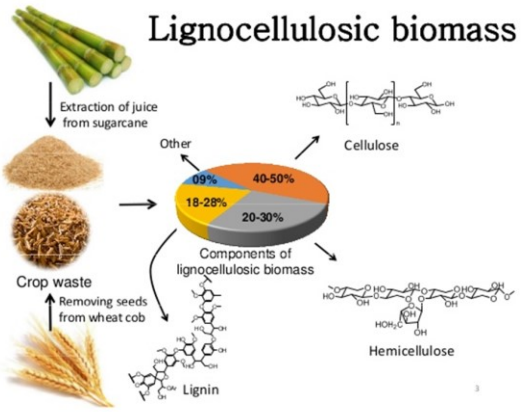
التراكيب الكيميائية لجدار الخلية Chemical composition of Cell Wall

يتكون جدار الخلية النباتية من هيكل سيليلوزي يوجد معه مركبات اخرى مختلفة ويتلخص التركيب الكيميائي لأهم مكونات الجدار الخلوي كالاتي

1. السيليلوز Cellulose يكون السيليلوز الهيكل الاساسي للجدار الخلوي وهو عبارة عن مركب كربوهيدراتي عديدة التسكر يتكون من سلسلة طويلة من وحدات سكر الكلوكوز ($(C_6H_{10}O_5)_n$) مترابطة معا . ويتراوح عدد جزيئات سكر الكلوكوز من جزيئ السيليلوز الواحد ما بين 3000 – 8000 جزيئي والسيليلوز مادة متبلورة محبة للماء نسبيا

2. الهيميسيليلوز Hemicellulose وهي اشباه السيليلوزات وتعتبر من السكريات المتعددة تلي السيليلوز في الاهمية من حيث وفرتها في الجدار الخلوي والهيميسيليلوز مجموعة غير متجانسة من المركبات تختلف فيما بينها في قابليتها في الذوبان في الماء ويعتقد انها تعمل على ربط السيليلوز بالمركبات الغير سيليلوزية وحداتها سكريات خماسية مثل Xylose و Arabinose او سكريات سداسية مثل Galactose وMannose



3. البكتين Pectin يدخل البكتين في تركيب الصفيحة الوسطى وكذلك الجدار الابتدائي ولكنها لا توجد في الجدار الثانوي يوجد البكتين بثلاث اشكال وهي Pectic Acid , Pectin , Protopectin , للبكتين خواص غروية فهي محبة للماء ووجودها في جدران الخلايا يكسبها اللدانة والمرونة نتيجة لاحتفاظها بنسب عالية من الماء Hydrophilic.

Plant Anatomy

4. الاصماغ والمواد الهلامية Gums and Mucilage وهي من الكربوهيدرات التي توجد في جدران بعض الخلايا تظهر الاصماغ في النباتات كرد فعل نتيجة للاصابة بمرض معين او نتيجة خلل فسيولوجي مما يؤدي الى تحلل جدران بعض الخلايا ومحتوياتها وتحولها من الحالة الصلبة البلورية الى الحالة السائلة تعرف العملية بالتصميغ **Gummosis** او التحلل الصمغي **Gummous Degeneration** يبدأ التصمغ عادة في الجدار الابتدائي والصفيحة الوسطى وبعد ذلك يتحلل الجدار الثانوي ان وجد فتتكون نتيجة لتحلل جدران الخلايا ومحتوياتها فسحا بين الخلايا فتصبح في حالات التصمغ الشديد بشكل قنوات تملأ بالمادة الصمغية كما في بعض الفصائل النباتية في منطقة القلف كما في نباتات السنط السنغالي Acacia sanegal التي يستخرج منها الصمغ العربي اما المواد الهلامية **Mucilages** فتتكون من الطبقات الخارجية لجدران خلايا البشرة في النباتات المائية واغلفة البذور تتكون هذه المواد في خلايا فارزة خاصة Idioblast او في شعيرات غدية ملحقة بنسيج البشرة.

5. اللكنين Lignin وهو من اهم المواد التي يتحمل فيها الجدار الخلوي وهو يكسب الجدران الصلابة والقوة . يعتقد ان اللكنين يتكون من Polymer ووحدة التركيب فيها هو Phenyl Propanoid تعرف عملية تحمل الجدران بمادة اللكنين بعملية اللكننة Lignification في هذه العملية يرتبط اللكنين باواصر كيمياوية مع السكريات المتعددة الاخرى للجدار . وتشمل عملية اللكننة طبقات الجدار الثلاثة وفي حالة تلكننها يكون الجدار الابتدائي والصفيحة الوسطى اشد تلكننا عادة في الجدار الثانوي.

6. الدهون Fatty substances ويشمل السوبرين Suberine كيوتين Cutin , شموع Waxes وهذه تمثل بوليميرات لاحماض دهنية تختلف فيما بينها في درجات انصهارها بالحرارة وقابلية ذوبانها بالمذيبات العضوية فالشموع مثلا تنصهر بسهولة

بالحرارة ويسهل استخلاصها بالمذيبات العضوية كالكلوروفورم مثلا في حين لاينصهر السوبرين والكيوتين بالحرارة ولايستخلصان بسهولة بالمواد العضوية.
يوجد الكيوتن عادة مع السيليلوز في جدران خلايا نسيج البشرة (بشرة الاقسام الهوائية للنباتات) ويطلق على عملية تحمل الجدران الخلوية بمادة الكيوتين التكيتن Cutinization وتمثل هذه العملية الجدار الخارجي لجدران خلايا البشرة وجدران مابين الخلايا لهذا النسيج. تزداد نسبة الكيوتين في طبقات الجدار المختلفة باتجاه الخارج الى ان تصبح مكونة من كيوتين نقي وخالي من السيليلوز وتعرف بطبقة الادمة كيوتكل التي تكون باسماك مختلفة في النباتات المختلفة تبعا لبيئة النبات . اما السوبرين فيوجد مع السيليلوز في جدران خلايا الفلين ويطلق على عملية تحمل الجدار بعملية التسوبر Suberization اما الشموع فتضاف بطرز مختلفة فوق طبقة الكيوتكل (في جدران الخلايا الخارجية للبشرة) فتكسب بعض التراكيب النباتية كالثمار والاوراق المظهر الصقيل اللماع .
ونظرا لكون المواد الدهنية (السوبرين , الكيوتين , الشموع) في المواقع الخارجية لجسم النبات ولكونها غير منفذة للماء فهي تقوم بوظائف وقائية ضد الحشرات والطفيليات كما انها تحمي النباتات ضد الجفاف وفقدان الماء . وتوجد هذه المواد بدرجة اقل في المناطق الداخلية للنباتات فقد يتكون كيوتكل داخلي للبذور اما السوبرين فيوجد في جدران خلايا القشرة الداخلية المسماة Endodermis وكذلك في خلايا القشرة الخارجية Exodermis كما قد يوجد السوبرين مع الكيوتين في جدارن خلايا النسيج المتوسط للورقة في المناطق المقابلة للغرف الهوائية .

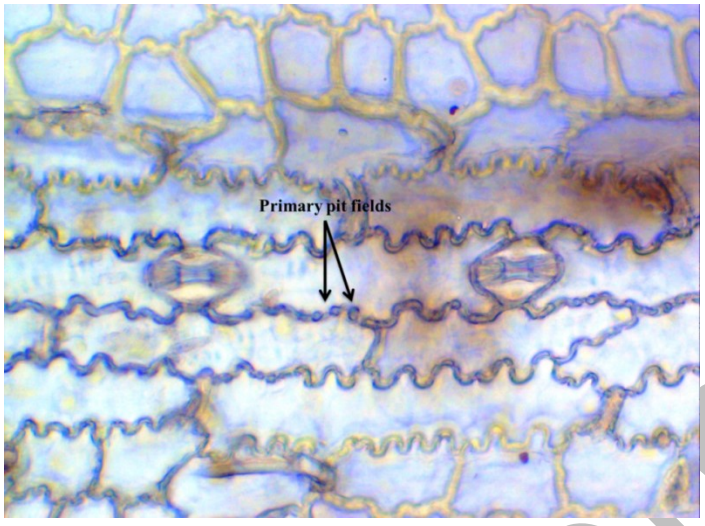
قد يتحمل جدران الخلايا بمواد معدنية كثيرة كالسيليكا وكاربونات الكالسيوم وتكثر مركبات السيليكون في جدران خلايا الحشائش كما قد تتحمل الجدران بمواد عضوية كثيرة كالراتنج والدباغ والحبيبات الصبغية والاحماض الدهنية ويمكن ملاحظة ذلك في جدران خلايا الخشب عند تحولها من خشب عصيري رخو الى خشب صلد صميمي.

بعض التراكيب الخاصة بالجدار الخلوي

1. حقول النقر الابتدائية Primary pit fields

وهذه تظهر بالجدار الابتدائي عند تمدده نتيجة نمو البروتوبلاست وزيادته في الحجم ويزداد ظهورها بازدياد سمك الجدار. وتبدو حقول النقر الابتدائية في المظهر الجانبي بما يشبه المسبحة حيث يتكون الجدار الابتدائي من مناطق رقيقة تمثل حقول النقر الابتدائية ومناطق سميكة على التوالي وهذه الحقول تظهر بشكل واضح في الخلايا الحية التي لم تتغلظ بعد بجدار ثانوي وتتميز هذه الحقول بوجود روابط بلازمية Plasmodesmata بلازميه

Plant my



2. النقر البسيطة Simple pits

يعتبر وجود النقر مميزا للجدران الثانوية . فأن كانت هذه النقر ذات قطر متجانس تقريبا اطلق عليها اسم النقر البسيطة وتشمل النقرة مساحة او فسحة خالية من الجدار الثانوي وهذا يعني ان الجدار لا يكون مستمرا بل متقطعا في مناطق خاصة يطلق عليها اسم النقر.

يتميز في النقرة البسيطة التراكيب التالية :-

1- غشاء النقرة Pit membrane المكون من الصفيحة الوسطى وقسم رقيق من الجدار الابتدائي
2- تجويف النقرة Pit cavity يقع بين الغشاء وتجويف الخلية
3- فتحة النقرة Pit aperture وهي الفتحة الموجودة في نهاية تجويف النقرة عند التقائه مع تجويف الخلية Cell lumen ، توجد النقرة البسيطة في بعض الخلايا البرنكيمية المحتوية على جدار ثانوي كما انها موجودة في العناصر الناقلة في الخشب بالاضافة الى وجودها في الالياف وفي انواع اخرى من الخلايا

3. النقرة المضفوفة Bordered pits

وهي النقرة التي ينفصل فيها الجدار الثانوي من غشاء النقرة ويمتد الى داخل الخلية متدرجا في الرقة ومكونا ما يعرف بالضفة Border ولاتلتقي حواف الضفة في الوسط بل تظل متباعدة لتكون فتحة مركزية وهي فتحة النقرة . كما ان تجويف النقرة يصبح غير متجانس لاتساع وتعرض مساحة كبيرة من الغشاء النقري لنقل المواد عبرها لذلك فأن هذا النوع من النقر المضفوفة أكفأ بكثير من النوع البسيط في عملية النقل . توجد النقر المضفوفة في العناصر الناقلة للخشب .

<u>أهم أجزاء النقرة المضفوفة</u>

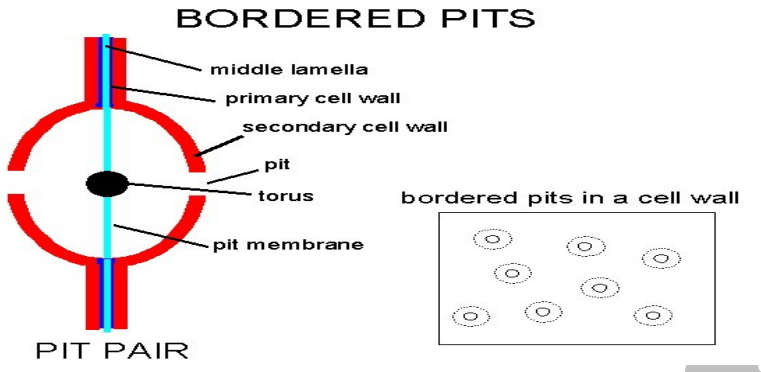
1. **فتحة النقرة Pit aperture**
2. **غشاء النقرة Pit membrane** ويتكون من الصفيحة الوسطى وجزء من الجدار الابتدائي وان غشاء النقرة قد لا يضل رقيقا بل يتغلظ من الوسط مكونا ما يسمى التخت Torus . يتكون التخت من مواد جدارية ابتدائية ويعتبر التخت صفة مميزة للنباتات التالية :-
   رتبة الصنوبريات Coniferals
   رتبة العلديات Gmetales
   رتبة الجنكولات Ginkoafes

مما تجدر الاشارة اليه ان وجود التخت يكون مقتصرا على النقر المضفوفة الوجهين Bordered pit pair ولاوجود له في النقر نصف المضفوفة

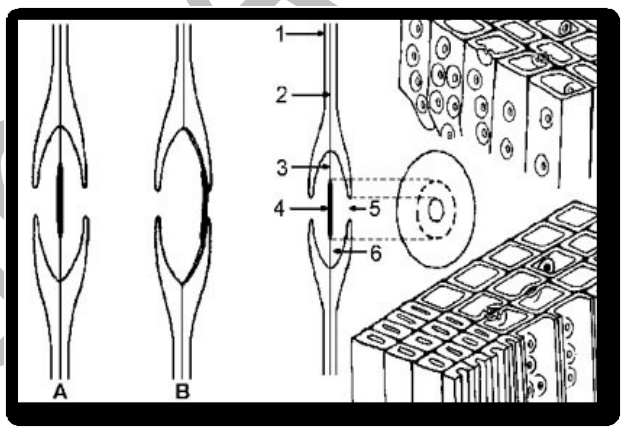
3. **الردهة Pit chamber** وهو الفراغ بين الضفة وغشاء النقرة

Plant Anatomy

4. الضفة Border



في ازواج النقر المضفوفة لبعض النباتات ومنها الصنوبريات كما ذكرنا سابقا يتثخن الغشاء النقري من منطقة مكونة تركيب قرصي الشكل يدعى التخت النقري Torus ويكون قطره عادة اوسع من فتحة اي من نقرتي الزوج النقري يعمل هذا التركيب عمل السداد بحيث يفتح او يغلق احدى نقرتي الزوج تبعا لسرعة جريان الماء وبذلك ينظم عملية النقل . ففي حالة الانسجة النشيطة ذات النقر المضفوفة والحاوية على التخت فأنه عندما يكون اندفاع الماء من خلية الى اخرى عن طريق النقرة شديد فأن غشاء النقرة يتحرك في اتجاه فتحة النقرة ويغلقها بواسطة التخت وعندها يتخذ التخت الوضع الجانبي ليسد فتحة احدى النقرتين تعرف تلك النقره حينئذ **النقرة المرتشفة Aspirated pit** وفي هذه الحالة يمنع مرور الماء من خلية الى اخرى مجاورة وعندما يتغير الضغط المائي فأن التخت يعود الى موضعه الطبيعي مرة اخرى فيسهل حركة الماء من الخلية الى الخلية المجاورة .اما في الانسجة غير النشيطة مثل انسجة الخشب الصميمي فأن التخت يتحرك جانبيا ويغلق فتحة النقرة وتبقى هكذا حيث ان التخت يفقد مرونته وقدرته على الحركة ولذلك فأن النقرة المضفوفة ذات التخت تعمل على تنظيم مرور الماء في الاوعية الخشبية والقصيبات وغيرها من الخلايا ولعله نوع من صمام الامان يعمل على مواجهة تغيرات الضغط المائي داخل الاوعية الخشبية والقصيبات.



<u>النقر المتشعبة او القنوية Ramiform or Branched pits</u>

تظهر هذه النقر عندما يزداد سمك الجدار الثانوي زيادة كبيرة فأن النقر تصبح عميقة وتتخذ شكل القنوات تصل ما بين تجويف الخلية وسطحها. وكثيرا ما تكون هذه القنوات متشعبة كما هو الحال في الخلايا الحجرية Stone cells **or** Brachysclereids الموجود في ثمار العرموط