جامعة الانبار

كلية العلوم

المحاضرة الاولى

(1)

تشريح نبات

PLANT ANATOMY

قسم علوم الحياة

المرحلة الثانية

و. رجاء فاضل عمري

المصادر المتبعة

1- الخزرجي، طالب عويد وزهراء بكر محمد .2013 . تشريح النبات مباديء وتطبيقات.

2- الخزرجي، طالب عويد وفلاح محمد عزيز.1990.تشريح النبات والتحضيرات المجهرية العملي.

3- العاني، بدري عويد و قيصر نجيب صالح. 1988. اساسيات علم تشريح النبات.

2020 م

1441 هـ

علم تشريح النبات plant anatomy :-

هو دراسة التركيب الداخلي لجسم النبات عن طريق تشريح اعضائه المختلفة ودراسة مواقعها والانسجة المكونة لهذه الاعضاء وتكيفها للقيام بوظائفها المختلفة.

يبدأ النبات حياته كتركيب بسيط وحيد الخية يعرف بالبيضة المخصبة Zygote التي تنمو وتتكشف لتكوين الجنين Embryo نتيجة لآنقسامات الخلايا وتوسعها وما يصاحب ذلك من عمليات تخصص وتميز وغير ذلك ولدى انبات البذرة يتكشف الجنين الى بادرة Seedling ومن ثم الى النبات البالغ Adult plant .

أن النمو الذي يحصل في الجسم النباتي أو في اي جزء منه منذ فترة نشوء الجنين Embro ولغاية اكتمال استطالته يطلق عليه (النمو الابتدائي primary growth) ويحصل هذا بفعل المرستيمات القميه بشكل رئيسي كما وتسهم المرستيمات البينية اضافة الى المرستيمات القمية في بعض النباتات كالنجيليات في (النمو الابتدائي Primary growth)، ويطلق على الانسجة التي تتكون اثناء هذا النمو (لانسجة الابتدائية primary tissue). اما الجسم النباتي الذي يتكون من انسجة ابتدائية خلال النمو الابتدائي فيدعى بالجسم النباتي الابتدائي primary plant . في الغالبية العظمى من نباتات ذوات الفلقة الواحدة والحولية من ذوات الفلقتين وكذلك أغلب النباتات الوعائية يكون الجسم النباتي ابتدائيا . أما معظم النباتات ذوات الفلقتين وعارية البذور وبعضا من ذوات الفلقة الواحدة التي تعاني تسمكا في السيقان والجذور فيحصل بها نوع اخر من النمو يبدأ بعد اكتمال النمو الابتدائي للجسم النباتي ويسبب زيادة قطرية محسوسة في الاعضاء التي يحصل فيها ويدعى بالنمو الثانوي (sacondary growth) وتعرف الانسجة المتكونة اثناء هذا النمو بالأنسجة الثانوية (sacondary tissues) وينتج عن ذلك جسم نباتي يعرف بالجسم النباتي الثانوي (sacondary plant)الذي يكون اصلب واقوى واكثر مقاومة وتعقيدا من الجسم النباتي الابتدئي كما هو واضح في الاشجار والشجيرات عند مقارنتها بالاعشاب.

يحصل النمو الابتدائي نتيجة لنشاط المرستيمات الابتدائية primary meristem التي ينتج عن نشاطها تكوين انسجة ابتدائية .

اما النمو الثانوي الذي يكون الانسجة الثانوية المكونة للجسم النباتي الثانوي فيتم بفعل مرستيمات اخرى تدعى بالمرستيمات الثانوية secondary meristem ممثلة بالكامبيوم الوعائي vascular cambium والكامبيوم الفليني cork cambium Or phellogen . وتتحدد وظيفة الكامبيوم الوعائي بتكوين النسيج الوعائي الثانوي ممثلا بالخشب واللحاء الثانوي بينما ترتبط وظيفة الكامبيوم الفليني بتكوين البشرة المحيطة periderm التي تمثل النظام النسيجي الضام في الجسم النباتي الثانوي .والمرستيمات الثانوية التي يطلق عليها ايضا مصطلح المرستيمات الجانبية Lateral

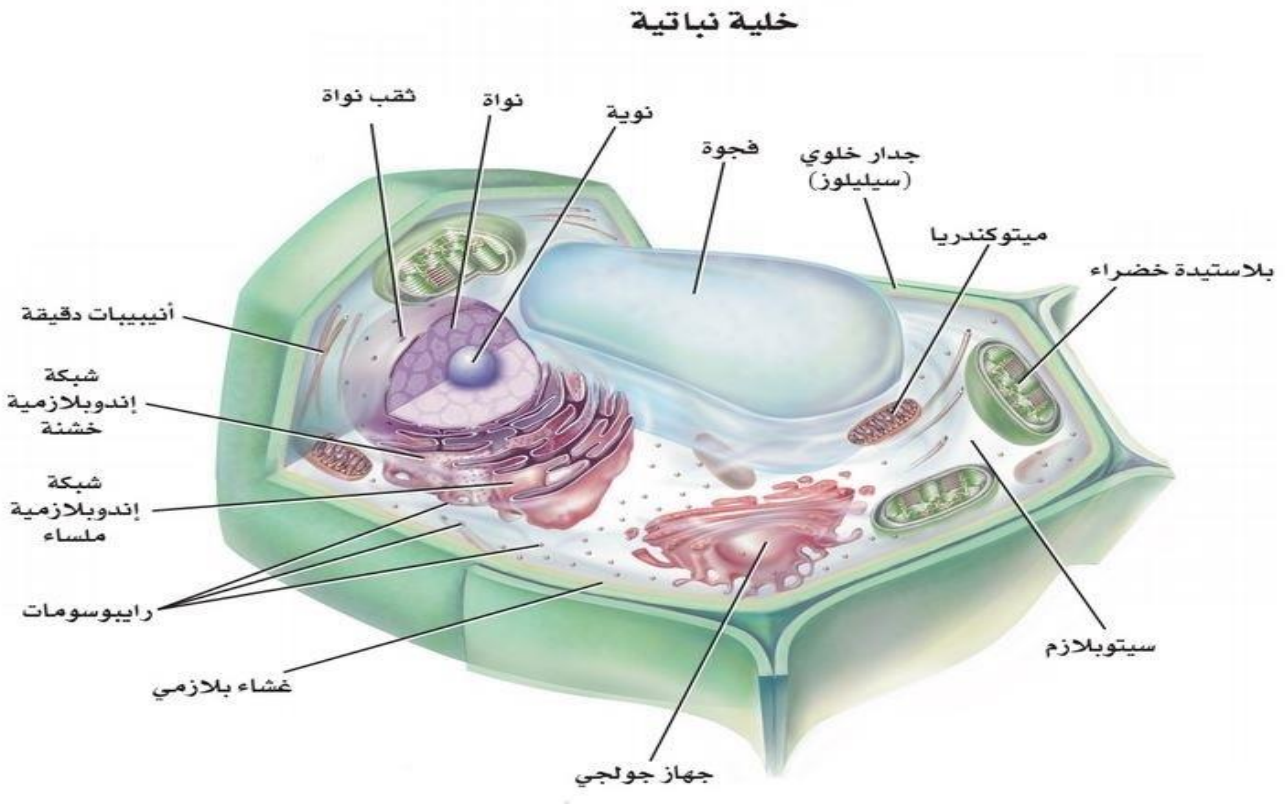
meristem . يتألف الجسم النباتي في النباتات الراقية من ملايين الخلايا تختلف عن بعضها البعض في اشكالها العامة وتراكيبها ووظائفها ومواقعها. والخلايا لا توجد في الجسم النباتي بهيئة انفرادية بل هي متماسكة ببعضها وتعرف مثل هذه المجاميع من الخلايا بالانسجة Tissues يعرف النسيج هو مجموعة من الخلايا المقترنة تركيبيا ووظيفيا . ذات موقع خاص ومنها تتجمع هذه المجموعات النسيجية ضمن الانظمة النسيجية ومثلها النظام النسيجي الاساسي والنظام النسيجي الوعائي والنظام النسيجي الضام .

الخلية النباتية :-

تعتبر الخلية الوحدة الوظيفية والتركيبية في جميع النباتات(وغيرها من الاحياء). تشترك الخلايا الحية بوجود بعض المكونات (مثل غشاء الخلية cell membrane) في حين تظهر اختلافات في ما بينها بوجود مكونات (مثل البلاستيدات الخضر chloroplast) دون اخرى. وعلى اساس هذه المكونات وعلى اساس هذه المكونات تقوم الخلايا بادوارها المختلفة (الانقسام ، النمو ، البناء الضوئي ، الافراز وغيرها). تحتوي معظم انواع الخلايا على المادة الوراثية التي تسيطر على الفعاليات الحيوية للخلية وتنقل الى الخلايا الجديدة الناتجة من الانقسام الخلوي.

توصف الخلايا النباتية عموما انها وحدات لاترى بالعين المجردة وتقع ابعادها عادة في النباتات الراقية بين 0.01 و 1.2 ملم على ان اطوالها في بعض الحالات تزيد على ذلك كثيرا ففي سيقان النباتات الخشبية يصل طول الالياف الى 8 ملم . ويفهم من خلال هذه الامثلة ان الخلايا النباتية ليست كلها صغيرة جدا اذ يمكن رؤية بعض انواعها باستعمال عدسة مكبرة او حتى بالعين المجردة.

تتالف الخلية النباتية من جزئين هما جدار الخلية cell wall والبروتوبلاست protoplast ويقصد بالاخير كل مكونات الخلية النباتية عدا جدار الخلية او بمعنى اخر البروتوبلاست هو جميع مكونات الخلية الواقعة الى الداخل من جدار الخلية.



مكونات الخلية النباتية:

اولا – جدار الخلية :-

يوصف الجدار في النبات انه الجزء الميت من الخلية النباتية الذي يحيطها من الخارج ويمنحها الشكل ويكسبها الصلابة والمتانة او القوة مما يوفر لها الدعم التركيبي والحماية ضد الاجهادات البيئية مثل التطرفات بدرجات الحرارة والجفاف ومن مهاجمة الحيوانات العاشبة وهو صفة مميزة رئيسية للخلايا النباتية عن الخلايا الحيوانية.

وعلى اساس تكشف الجدار وتركيبه في النباتات الراقية فان الجدار يتالف من ثلاثة اجزاء رئيسية هي الصفيحة الوسطى middle lamella والجدار الابتدائي primary wall والجدار الثانوي secondary wall .

- تكوين جدار الخلية cell wall formation :-

يتكون جدار الخلية النباتية نتيجة لنشاط البروتوبلاست وهو ما اثبتته تجارب زراعة البروتوبلاست التي بينت ان البروتوبلاست المعزول من خلايا نباتية يقوم بتكوين مواد جدارية على الوجه الخارجي لغشائه الخارجي.

ويمكن متابعة تكوين جدار الخلية خلال عملية انقسام الخلية cell division اذ تظهر الصفيحة الخلوية cell plate عند خط استواء المغزل وذلك بصورة تدريجية خلال الانقسام النووي nuclear division .وتتكون هذه الصفيحة نتيجة التحام

حويصلات جهاز كولجي (حويصلات الدكتيوسومات) وباستمرار تكوين هذه الحويصلات والتحامها على جانبي الصفيحة الخلوية تتكون الصفيحة الوسطى middle lamella .وبعد ان تتحول الصفيحة الخلوية الى الصفيحة الوسطى (في الطور النهائي من انقسام الخلية) تقوم الخليتان المتجاورتان باضافة جدار ابتدائي على جانبي الصفيحة الوسطى ويضاف في بعض انواع الخلايا النباتية جدار اخر يعرف بالجدار الثانوي على الجدار الابتدائي.

- **كيمياء جدار الخلية :**

تتالف الجدران النباتية من من مركبات وعناصر كيميائية وهي :

اولا– الكربوهيدرات المعقدة complex carbohydrates

أ– السليلوز cellulose :هو بوليمر كربوهيدراتي مكون من 1000 الى 10000 وحدة من الكلوكوز وهو مكون اساس للجدران الابتدائية والثانوية ويوجد هذا المركب في الجدران بشكل لييفات دقيقة متبلورة ترتبط فيها جزيئات السليلوز باواصر هيدروجينية وتتداخل هذه الليفات في الجدران الثانوية بشكل حزم bundles تعرف باللييفات الكبيرة التي تضم اكثر من 500000 جزيئة سليلوز،وان السليلوز يوفر قوة شد للجدران النباتية.

ب–انصاف السليلوز hemicellulose :– هي كاربوهيدرات معقدة في الغالب متفرعة وتشبه السليلوز في تركيبها وتشمل xyloglucan و galactomannans . وتعد xyloglucans من انصاف السليلوزات الرئيسة في الجدران الابتدائية لمعظم النباتات الزهرية اما المركب galactomannan فهو غذاء كربوهيدراتي مخزون في بذور البقوليات والمعروف عن الغذاء المخزون انه يحلل خلال عملية انبات البذور لتغذية جنين البذرة ويستخدم هذا المركب في الصناعات الغذائية كمادة مثخنة، توجد انصاف السليلوز بوفرة في الجدار الابتدائي وتوجد في الجدار الثانوي لكنها اقل اهمية مما في الجدار الابتدائي.

ج– البكتين pectin : هو عائلة من كربوهيدرات معقدة تظهرها الصفائح الوسطى والجدران الابتدائية لجميع النباتات وتوصف البكتينات بانها بوليمرات مكونة من حوالي 200 جزيئة من الحامض galacturonic acid وانها محبة للماء وهي بذلك تشبه انصاف السليلوز التي تكون محبة للماء ايضا.

ثانيا– البروتينات proteins :

تحتوي الجدران النباتية ضروبا من البروتينات بالاضافة الى الكربوهيدرات ومن هذه البروتينات هي الكلايكوبروتينات glycoproteins التي هي عبارة عن بروتينات تظهر اتصال حامض اميني معين منها بكربوهيدرات كسلسلة

جانبية،وتوجد البروتينات بوفرة في الجدران الابتدائية وتوصف بانها محبة للماء. وتكون هذه البروتينات بروتينات تركيبية وبروتينات وظيفية كالانزيمات.

ثالثا– مكونات اخرى:

تشمل مركبات فينولية وعناصر مغذية (مثل الكالسيوم) فضلا عن اللكنين liginin ومواد دهنية مثل السوبرين suberin والكيوتين cutin والشموع waxes وان اللكنين والسوبرين من المكونات الرئيسة للجدران الثانوية ، ويصنف الخشب ضمن المواد القوية بسبب احتوائه على نسبة عالية من اللكنين بالاضافة الى ان اللكنين والسوبرين هي مواد صلبة وغير محبة وغير منفذة للماء وهو مايجعل الجدران النباتية جافة وقاسية.

الصفيحة الوسطى middle lamella :

توصف الصفيحة الوسطى انها اول جدار يتكون خلال انقسام الخلية وانها المادة الرابطة للخلايا النباتية المتجاورة، تتركب الصفيحة الوسطى اساسا من بكتات الكالسيوم والمغنيسيوم وهي عرضة للتحطم بفعل انزيم البكتنيز الذي يفرزه النبات او تفرزه ممرضات النبات لتيسر لنفسها اختراق انسجة النبات العائل.

الجدار الابتدائي primary cell wall:–

تحاط الخلايا النباتية الفتية وتلك في مناطق النمو الفعال (مثل الخلايا المنقسمة في قمم الجذور والسيقان) بجدران ابتدائية، ويتكون الجدار الابتدائي في المراحل المبكرة من النمو والتكشف وذلك كأول جدار يضيفه البروتوبلاست على الصفيحة الوسطى. وتمتاز الخلية المحاطة بجدار ابتدائي بقدرتها على تغيير شكلها او الانقسام او التميز differentiation الى نوع اخر من الخلايا، ويتصف الجدار الابتدائي بانه رقيق نسبيا ونوعا ما مطاوع plastic وله القدرة على التمدد ومجاراة النمو في الخلية او اتساعها بالحجم.

يتالف الجدار الابتدائي من هيكل صلب نسبيا مكون من لييفات دقيقة microfibrils من السليلوز تضمنها مادة بينية شبه هلامية مكونة من البكتين وانصاف السليلوز والكلايكوبروتين. وبينت التجارب المختبرية على احد النباتات ان الجدار الابتدائي يحتوي على 81% كاربوهيدرات معقدة (سليلوز وانصاف سليلوز و بكتين) و 19% بروتينات وتتوزع الكربوهيدرات على النحو الاتي:

23% سليلوز ، 24% انصاف سليلوز ، 34% بكتين

تظهر الجدران الابتدائية لبعض الخلايا وجود كميات قليلة من اللكنين lignin او السوبرين suberin كما تظهر الجدران الابتدائية لخلايا بشرة الاجزاء الهوائية من النبات وجود مادة الكيوتين cutin الدهنية التي تضاف على الجدران المماسية

الخارجية لهذه الخلايا بشكل طبقة تعرف بالكيوتكل cuticle التي تضم شموع waxes بالاضافة الى الكيوتين. ومن وظائف الكيوتكل انها تحمي الجزء النباتي من الجفاف بوصفها طبقة دهنية غير منفذة للماء.

بعض وظائف الجدار الابتدائي:

1- الدعم التركيبي والميكانيكي
2- منح الشكل للخلية والمحافظه عليه
3- مقاومة ضغط انتفاخ الخلية
4- التحكم ببناء الجسم النباتي وشكله
5- تنظيم انتشار المواد خلال الفسح غير البلازمية apoplast
6- توفير الحماية من العوامل البيئية كالجفاف ومهاجمة الممرضات والحشرات
7- منع او تقليل فقد الماء (وظيفة الجدران المكيتنة لخلايا بشرة الاوراق والسيقان).

حقول النقر الابتدائية primary pit fields والروابط البلازمية plasmodesmata :-

يوصف الجدار الابتدائي انه غير منتظم السمك عادة اذ يظهر وعلى مسافات منه انخفاضات واضحة تعرف بحقول النقر الابتدائية التي هي انخفاضات موجودة على الجدار الابتدائي وتتكون نتيجة الاضافات غير المتساوية لمواد الجدار الابتدائي على الصفيحة الوسطى وتمثل المناطق الرقيقة من الجدار الابتدائي الذي لايضاف على الصفيحة الوسطى في هذه المناطق، وتظهر حقول النقر الابتدائية في الجدران الابتدائية للخلايا المتجاورة وجود ارتباطات تعرف بالروابط البلازمية plasmodesmata التي هي عبارة عن قنوات channels تظهر استمرارية الاغشية البلازمية بين الخلايا المتجاورة وتسمح بحركة المواد من خلية الى اخرى مما يعني ان الخلايا النباتية الحية مرتبطة ببعضها وتتبادل المواد في ما بينها عن طريق الروابط البلازمية، من الصعوبة رؤية حقول النقر الابتدائية والروابط البلازمية تحت المجهر الضوئي الا انها واضحة تحت المجهر الالكتروني ومع ذلك يمكن ملاحظة الروابط البلازمية في الجدران الابتدائية السميكة لخلايا السويداء في بذور معينة مثل نوى التمر.تكثر حقول النقر الابتدائية والروابط البلازمية في العناصر الناقلة والخلايا الافرازية مثل الغدد الرحيقية والغدد الزيتية.

تعرف الروابط البلازمية انها قنوات channels او ثقوب pores ضيقة توجد في حقول النقر الابتدائية واجزاء اخرى من الجدار الابتدائي ويتم خلالها النقل البيني intercellular transport للماء والايونات والجزيئات الصغيرة (مثل السكريات والاحماض الامينية) والجزيئات الكبيرة (مثل البروتينات والدهون والاحماض النووية والمعقدات متعددة الجزيئات (مثل معقد بروتين–حامض نووي) مما يشير الى مساهمة هذه التراكيب في كل من نمو growth وتكشف development واستجابات النبات. تشير الدراسات الى ان عدد الروابط البلازمية بين خلية نباتية ومايجاورها من خلايا تتراوح بين 1 – 100 رابطة بلازمية لكل مايكرومتر مربع ،وان اعداد الروابط البلازمية تختلف من جدار الى اخر في الخلية الواحدة ومن مكون لاخر في النسيج الواحد.

وتقسم الروابط البلازمية عادة على اساس مظهري morphological الى نوعين هما: الروابط البلازمية البسيطة simple plasmodesmata والروابط البلازمية المتفرعة branched plasmodesmata. اما على الاساس التكشفي فتقسم الروابط الى روابط بلازمية ابتدائية primary plasmodesmata (هي الروابط التي تتكون خلال انقسام الخلية) وروابط بلازمية ثانوية secondary plasmodesmata (هي روابط بلازمية تظهرها الجدران الابتدائية للخلايا الناضجة او غير المنقسمة.وبسبب ثبات عدد الروابط البلازمية في وحدة المساحة سواء في الانسجة الفتية او الانسجة الناضجة فقد اقترح ان الروابط البلازمية الثانوية اصلها من الروابط البلازمية الابتدائية.

تتالف الرابطة البلامية من ثلاثة اجزاء رئيسة هي : الغشاء البلازمي plasma membrane والنبيبة الرابطة desmotubule والسايتوبلازم كالاتي:

1– الغشاء البلازمي : هو الغشاء الحي المبطن لقناة او ثقب الرابطة البلازمية ويمثل امتداد للغشاء البلازمي للخليتين المتجاورتين ويشبهه في التركيب الكيمياوي.

2– النبيبة الرابطة: وهي عبارة عن تركيب غشائي محور بهيئة انبوب دقيق يمتد بين الخليتين المتجاورتين ويحتل مركز الرابطة البلازمية ويتصل بالشبكة الاندوبلازمية للخليتين المتجاورتين ويحتل مركز الرابطة البلازمية ويتصل بالشبكة الاندوبلازمية للخليتين المتجاورتين مما يشكل استمرارية غشائية بين الخلايا، وبسبب هذا الاتصال بين النبيبة الرابطة والشبكة الاندوبلازمية جاء الاعتقاد بان النبيبات اصلها من الشبكة الابندوبلازمية.

3– السايتوبلازم: ويشغل المنطقة مابين الغشاء البلازمي والنبيبة الرابطة واصطلح على هذه المنطقة السايتوبلازمية بالردن (او الحلقة) السايتوبلازمية.

ان هذه التراكيب الثلاثة (الغشاء البلازمي والنبيبة الرابطة والردن السايتوبلازمية) هي المسؤولة عن تنظيم حركة المواد بين الخلايا المتجاورة.

4- مكونات اخرى: تتميز الرابطة البلازمية الى منطقة عنق neck region عند نهايتيها ومنطقة واسعة بين العنقين تعرف بالتجويف المركزي central cavity وكثيرا ماتغلق منطقة العنق مما يؤدي الى اقتراب الغشاء البلازمي من النبيبة الرابطة في هذه المنطقة. اظهرت صور المجهر الالكتروني وجود حلقة بروتينية حول عنق الرابطة البلازمية تعرف بالياقة الجدارية wall collar التي توظف في حد الاستبعاد الحجمي للرابطة البلازمية، يقصد بهذا الحد حجم الجزيئة القابل للمرور خلال فتحة الرابطة البلازمية.

ومن التراكيب الاخرى للرابطة البلازمية في مقطعها المستعرض هي العصا المركزية central rod وهي عبارة عن سلسلة من البروتينات مدفونة في دهون النبيبة الرابطة.

وبينت الدراسات وجود مادة الكالوز callose عند نهايتي الرابطة البلازمية ويعتقد ان الكالوز ينظم عملية فتح الرابطة البلازمية وغلقها امام مرور المواد خلالها.

بالاضافة لما تقدم فان هناك مواد اخرى مصاحبة للروابط البلازمية منها البكتين(يكثر حول الروابط البلازمية) والانزيم ATPase (لتوفير الطاقة عند فتحتي الرابطة البلازمية) والانزيم acid phosphatase (قد يدخل في صنع الكالوز) والانزيمين amylase و peroxidase فضلا عن مركبات اخرى غير معروفة العلاقة بالروابط البلازمية.

بعض وظائف الروابط البلازمية في النبات الراقي:

1- تعمل كمرشح filter او منخل جزيئي امام حركة المواد بين الخلايا.
2- النقل البيني للجزيئات الصغيرة بطريقة الانتشار البسيط وللجزيئات الكبيرة بطريقة النقل الفعال.
3- نقل الفيروسات النباتية من خلية لاخرى اي من الاماكن المصابة الى الاماكن السليمة في النبات.
4- تعتبر ممرا تمر من خلاله ممرضات النبات الفطرية.
5- نقل مواد الى مواقع بعيدة عن مواقع صنعها مثل نقل بروتينات خاصة بالتزهير من الاوراق الى المرستيم القمي للساق ثم الشروع بالتزهير.
6- نقل الهورمونات النباتية في النبات.
7- تعمل على غلق احدى نهايتيها عند اختلاف الضغط بين الخلايا المتجاورة.
8- نقل البروتينات والاحماض النووية بين الخلايا المرافقة companion cell ووحدات الانبوب المنخلي في نسيج اللحاء.

وهناك ادلة على ان هذه التراكيب (الروابط البلازمية) حقيقية حية ذات طبية بروتوبلازمية منها :

1) وجودها في جدران الخلايا الحية فقط وعدم وجودها في جدران الخلايا الميتة

2) تتشابه هذه التراكيب مع بقية السايتوبلازم ميلها للاصطباغ بالصبغات الخاصة بالسايتوبلازم

3) تعطي تفاعلات موجبة مع انزيمات الاكسدة Oxidases كما يفعل السايتوبلازم

4) عند تبلزم الخلية يبتعد السايتوبلازم عن الجدار الا في مناطق معينة من الجدار يبقى فيها السايتوبلازم مرتبطا به وتمثل المناطق موضع مرور الروابط البلازمية.

الجدار الثانوي Secondary cell wall :-

تشرع بعض انواع الخلايا النباتية بتكوين الجدار الثانوي حال اكمال تكوين الجدار الابتدائي وتوقف نموها او اتساعها، ويتركب الجدار الثانوي من السليلوز وانصاف السليلوز واللكنين او السوبرين ويخلو من البروتينات التركيبية والانزيمات.ومن اوجه الاختلاف بين الجدار الثانوي والجدار الابتدائي ان الاول يحتوب على انصاف سليلوز من نوع xylans في حين يحتوي الثاني على xyloglucans والجزء السليلوزي في الجدار الثانوي هو اعلى في نسبته مما في الجدار الابتدائي، اما البكتين فقد يخلو منه الجدار الثانوي الذي يخلو ايضا من البروتينات التركيبية والوظيفية، وعلى الرغم من وجود السليلوز في الجدران الثانوية الا ان البكتين يزيد من صلابتها ومتانتها ومقاومتها للتحلل وهو مايجعل الجدران الثانوية اكثر صلابة واقوى من الجدران الابتدائية على ان وجود اللكنين في الجدران الثانوية يجعلها غير ناضحة للماء ومقاومة لهجوم الافات.

تتركب الجدران الثانوية في الانسجة الخشبية من السليلوز واللكنين وانصاف السليلوز، وتعزى قدرة النبات على الانتصاب والنمو نحو الاعلى اي ضد الجاذبية الى الخشب الذي يتكون في معظمه من عناصر بجدران ثانوية ملكننة. وتظهر الفلق والسويداء في بعض النباتات جدران ثانوية خازنة للمغذيات اذ تحتوي هذه الجدران على قليل من السليلوز وعلى نسبة من كاربوهيدرات معقدة اخرى.

النقر pits :-

تعرف النقر انها عبارة عن حفر او انخفاضات تظهرها الجدران الثانوية وتتكون نتيجة الاضافات غير المتساوية لمواد الجدار الثانوي على الجدار الابتدائي على ان مواد الجدارين الابتدائي والثانوي عادة لاتضاف في مناطق النقر.توجد النقر عادة في جدران الخلايا والعناصر الميتة المعنية في النقل والدعامة مثل القصيبات والاوعية والالياف. تتالف النقرة من :-

- فتحة النقرة pit aperture .
- تجويف او ردهة النقرة pit cavity
- غشاء النقرة pit membrane

ويتالف غشاء النقرة من الصفيحة الوسطى وطبقة رقيقة من الجدار الابتدائي، غالبا ماتتقابل النقر في جدران الخلايا المتجاورة مكونة مايعرف بالزوج النقري pit pairs . تقسم النقر الى نوعين رئيسين هما : النقر البسيطة simple pits والنقر المضفوفة bordered pits .

النقر البسيطة simple pits :-

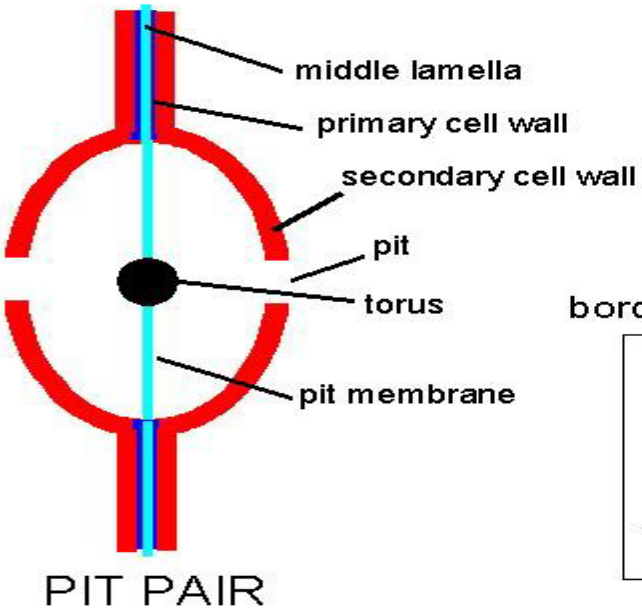
هذا النوع من النقر يخلو تماما من الجدار الثانوي ويمكن ملاحظته في جدران بعض الخلايا الحشوية parenchyma cells وتظهر بعض النقر البسيطة (مثل الموجودة في الخلايا الصخرية stone cell) تفرع تجويف النقرة وعندها تعرف بال النقر المتشعبة ramiform pits .وتقترن النقر البسيطة في جدران الخلايا المتجاورة بشكل ازواج تعرف بالزوج النقري البسيط.

النقر المضفوفة bordered pits :-

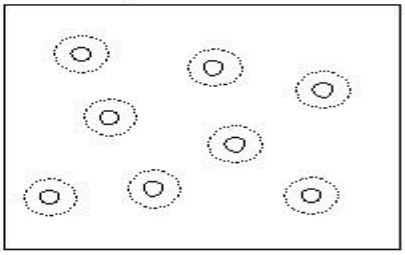
هذا النوع من النقر اكثر تعقيدا من النقر البسيطة اذ يتقوس الجدار الثانوي فوق تجويف النقرة مكونا مايعرف بضفة النقرة pit border التي قد تحيط بتجويف النقرة الذي يفتح بدوره باتجاه داخل الخلية بفتحة النقرة، وقد تظهر بعض النباتات مثل عاريات البذور منطقة مثخنة في غشاء النقرة تعرف بالتخت torus .وتقترن النقر المضفوفة في جدران الخلايا المتجاورة بشكل ازواج تعرف بالزوج النقري المضفوف bordered pit pair .وقد يتكون في بعض الحالات زوج نقري نصف مضفوف semi – bordered pit pair عند اقتران نقرة بسيطة باخرى مضفوفة.

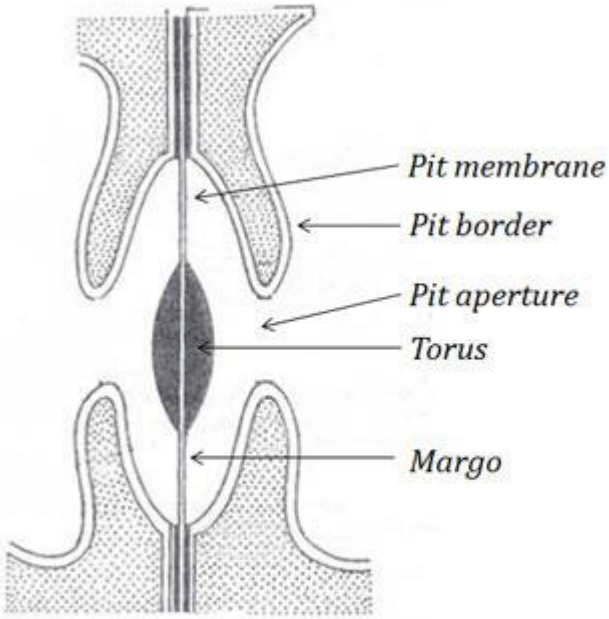
تكتسب النقر المضفوفة اهميتها الفسلجية في النبات من انها تعمل كصمام للسيطرة على تدفق الماء خلال العنصر الخشبي الناقل، فالمسار الرئيس لحركة الماء من الجذور الى الاوراق يتم عبر النقر المضفوفة. ويؤدي تسارع حركة السوائل خلال النقرة الى اندفاع التخت باتجاه فتحة النقرة ليمنع التدفق الزائد للسوائل وبذلك يعمل التخت كسدادة في الصمام المتمثل بالنقرة المضفوفة.

BORDERED PITS

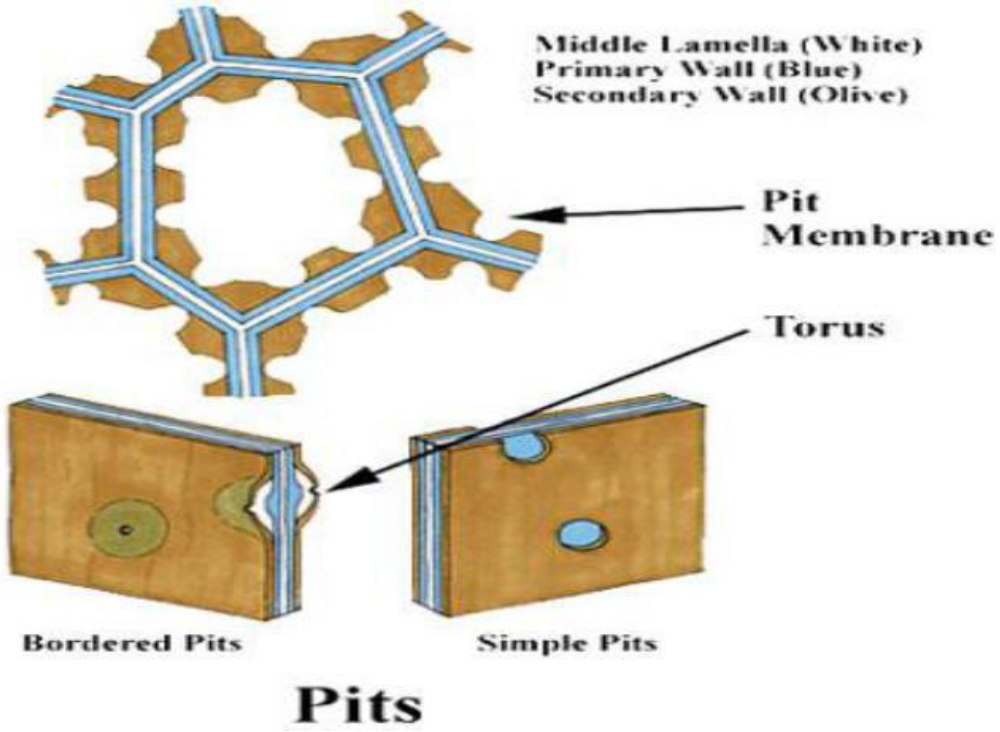


bordered pits in a cell wall





Ultra-structure of Bordered Pit



المسافات البينية intercellular space :-

يقصد بالمسافات البينية بانها الفراغات الموجودة بين الخلايا وتتكون نتيجة ابتعاد او انفصال الخلايا عن بعضها (بسبب تحلل الصفائح الوسطى) وتوصف هذه الحالة بالمسافات البينية الانفصالية schizogenous . او نتيجة تحلل بعض الخلايا فتوصف بالانحلالية (او الانقراضية) lysigenous او للسببين معا لتوصف بالانقراضية – انفصالية schizo – lysogenous .يمكن ملاحظة المسافات البينية في الانسجة الناضجة وكذلك بين الخلايا المرستيمية (تكون ضيقة جدا وتصعب رؤيتها تحت المجهر الضوئي). اما النباتات المائية aquatic plants فلها نظاما معقدا من المسافات البينية الهوائية جيدة التكشف.