الجزء الثاني

علم تشريح النبات

PLANT ANATOMY

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب السابع

الخلية النباتية PLANT CELL

يتكون النبات الراقى من أعضاء organs وهى الجذور والسيقان والأوراق والأزهار . ويتكون كل عضو من أنسجة tissues مثل الأنسجة المخزنة والأنسجة الموصلة والأنسجة الدعامية والأنسجة الواقية . ويتكون النسيج من وحدات دقيقة تسمى الخلايا cells ، وقد كان العالم الهولندي روبرت هوك Robert Hooke (سنة ١٦٦٥) أول من رأى وسمى الخلية . وفى عام ١٨٣١ لاحظ وسمى العالم النباتى الانجليزى روبرت براون Robert Brown نواة الخلية . وفى سنة ١٨٣٥ لاحظ عالم الحيوان الفرنسى دوجاردا Dujardin وجود مادة هلامية بداخل الخلايا الحيوانية التى سميت فيما بعد بالبروتوبلازم protoplasm أى المادة الحية. وقد وجد بعد ذلك أن المادة الحية للحيوان لا تختلف أساسيا عن المادة الحية للنبات . وفى سنة ١٨٣٩ وضع العالمان الألمانيان شفان Schwann وشلايدن Shleiden نظرية الخلية cell theory التى تتكون من ثلاث نقاط : ـ

١ ـ أن الخلية هى الوحدة الأساسية للتكوين النباتى أو الحيوانى .

٢ ـ جميع العمليات الحيوية تقوم بها خلايا انفرادية وليست خلايا متجمعة .

٣ ـ تنشأ الخلايا من انقسام خلايا أخرى .

وعموما تتركب الخلية النباتية من بروتوبلاست protoplast محاطا بجدار خلوى cell wall .

البروتوبلاست : Protoplast

البروتوبلاست هو اصطلاح أدخله هانشتين Hanstein (سنة ١٨٨٠) ليعرف به وحدة واحدة من البروتوبلازم الموجودة داخل خلية واحدة . ويقصد حاليا بالبروتوبلاست جميع مكونات الخلية ، وهى نوعان : مكونات بروتوبلازمية protoplasmic components ومكونات غير بروتوبلازمية nonprotoplasmic components . ومن الخطأ الشائع اعتبار المكونات البروتوبلازمية مكونات حية والمكونات الغير بروتوبلازمية مكونات غير حية إذ من الصعب إيجاد حد فاصل بين المكونات الحية والغير حية فى البروتوبلاست لأن مسببات الحياة فى البروتوبلازم غير معروفة فالبروتينات والدهون والماء مكونات غير حية لو اعتبرت فى حالة خارج الخلية النباتية ، وهي مكونات حية لدخولها فى تركيب البروتوبلازم والبلاورات وحبات النشا والأجسام الدهنية المغمورة فى البروتوبلازم هى مواد غير حية ولكنها قد تدخل فى البروتوبلازم خلال عمليات التحول الغذائى .

التركيب البروتوبلازمى الدقيق غير معروف حتى الآن إلا أنه يمكن القول إجمالا أنه يتركيب من خليط من بروتينات ودهون ومواد كربوإيدراتية ومعادن وماء ومواد أخرى وأهمية البروتوبلازم تظهر فى خواصه الفسيولوجية ، فهو يدخل فى عمليات التحول الغذائى metabolism والتنظيم الحيوى regulation والحساسية irritability والنمو growth والتكاثر reproduction ، فالتحول الغذائى يشمل عمليات الهدم catabolism التى منها التنفس respiration

والهضم digestion وعمليات البناء anabolism التى منهـــا التمثيل الضوئى photosynthesis ، وتكوين الدهون وتكون البروتينات وبناء الجـــدر الخلوية وأخيرا التخليق assimilation . وهى الخطوات التى تؤدى إلى تكوين بروتوبلازم جديد أو هو العملية التى تؤدى إلى تكوين بروتوبلازم حى من مادة غير حية . والتنظيم الحيوى وهو قدرة البروتوبلازم على التحكم فى سرعة عملياته الفسيولوجية ، والحساسية وهى قدرة البروتوبلازم فى الاستجابة للمؤثرات الخارجية مثل الحرارة والضوء والجاذبية ، والنمو ويشمل زيادة حجم النبات وتكشفه العضوى أى تميز الجسم إلى أعضاء مختلفة ، أما التكاثر فهو قدرة الكائن الحى على إنتاج أمثاله .

المكونات البروتوبلازمية :

وهى تشمل السيتوبلازم والنواة والبلاستيدات والميتوكوندريات .

السيتوبلازم : Cytoplasm

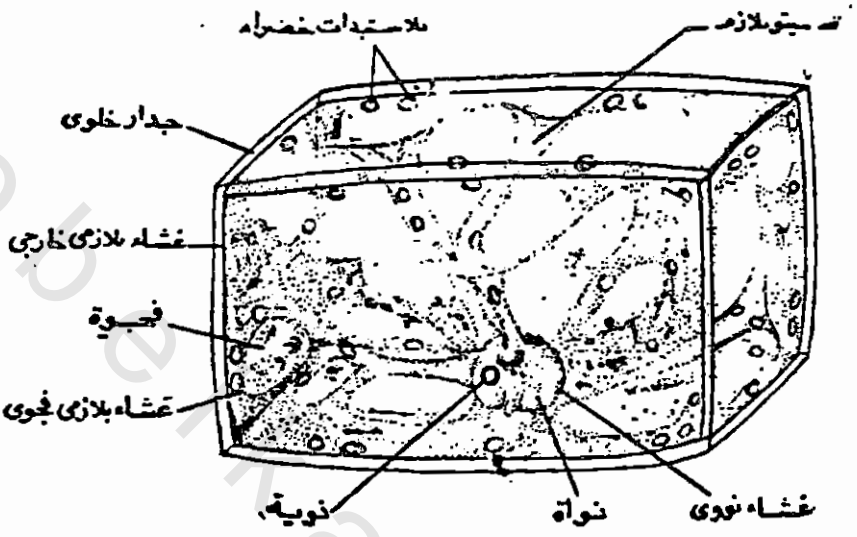
وهى المادة البروتوبلازمية الأساسية فى البروتوبلاست ، وفيها تنغمر باقى المواد البروتوبلازمية والغير بروتوبلازمية . والسيتوبلازم مادة شفافة نصف سائلة محببة أو غروية تتكون من ماء بنسبة ٨٥ — ٩٠ ٪ بداخله سكريات وأملاح ومواد أخرى فى حالة ذائبة ودهون وبروتينات وغيرها فى حالة غروية . ويميز السيتوبلازم وجود أغشية بلازمية plasma membranes فى مناطق تلامس السيتوبلازم مع مكونات أخرى سواء بروتوبلازمية أو غير بروتوبلازمية وتختلف هـذه الأغشية البلازمية عن باقى السيتوبلازم فى التركيب الكيماوى ، حيث ترتفع نسبة الدهون والبروتينات فى الأغشية البلازمية عنها فى باقى السيتوبلازم وأهم غشائين يميزان السيتوبلازم هما الغشاء البلازمى الخارجى ectoplast وهو الذى يحيط

البروتوبلاست من الخارج ويفصله عن الجدار الخلوى والغشاء البلازمى الفجوى (أى الداخلى) tonoplast وهو يعمل كغشاء محدد بين الفجوة والسيتوزيلازم وتوجد أغشية أخرى مثل الأغشية التى تحيط بالنواة والتى تحيط بالبلاستيدات (شكل ٣٩) .

النـواة : Nucleus

تحتوى الخلية النباتية على نواة واحدة عادة ، ولو أنه فى بعض الأحوال كما فى الطحالب الزرقاء المخضرة والبكتيريا لا توجد نواة مميزة وفى حالات أخرى تحتوى الخلية على نوايات عديدة كما فى بعض الفطريات والطحالب . نواة الخلية توجد مغمورة فى السيتوبلازم وهى عادة كروية أو بيضاوية يتراوح قطرها من ١ — ٦٦٠ ميكرون . وتتكون من مادة جلاتينية كثيفة تسمى البروتوبلازم النووى nucleoplasm الذى يغلف بالغشاء النووى nuclear membrane ويتميز البروتوبلازم النووى إلى العصير النووى nuclear sap والشبكة الكروماتينية chromatin reticulum ونوية nucleolus أو أكثر . وتتركب الشبكة الكروماتينيه من وحدات تظهر أثناء انقسام الخلية وتسمى كروموسومات chromosomes ، ويوجد بكل كروموسوم عدد من الوحدات الصغيرة تسمى جينات genes تحمل العوامل الوراثية . والنوية تحتوى على عصير النوية nucleolar sap وشبكة من أجزاء عصوية .

ومن الناحيتين الطبيعية والكيماوية نجد أن النواة تختلف عن السيتوبلازم فى أن لزوجة النواة أعلى من لزوجة السيتوبلازم وأن نسبة البروتينات فى النواة تقل عن نسبتها فى السيتوبلازم وأن نسبة الأحماض النووية nucleic acids تزيد فى النواة عنها فى السيتوبلازم .



(شكل ٣٩) : التركيب الداخلى لخلية نباتية بالغة

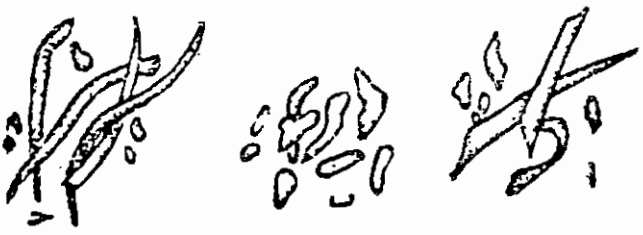
البلاستيدات : Plastids

البلاستيدات هى أجسام بروتوبلازمية حية تنشأ من اقسام بلاستيدات سابقة . ويحدث انقسام البلاستيدات فى خلايا ذات أعمار مختلفة . وتوجد البلاستيدات فى النباتات ما عدا بعض النباتات الدنيئة فهى لم تلاحظ فى البكتيريا والطحالب الزرقاء الخضرة والفطريات اللزجة myxomycetes وبعض الفطريات الحقيقية . فى بعض النباتات الدنيئة تحتوى الخلية الواحدة على بلاستيدة او اثنتين وفى النباتات الراقية تحتوى خلاياها عادة على عديد من البلاستيدات . والبلاستيدات أجسام لزجة ذات أشكال مختلفة وقد تظهر بشكل أميبى ولكنها لا تمتزج مع السيتوبلازم ويعتقد أن ذلك راجع لوجود غشاء بلازمى يفصل البلاستيدة عن السيتوبلازم . وتقسم البلاستيدات إلى أنواع حسب الصبغات التى تحويها . ومن أنواعها : —

ا ـ البلاستيدات عديمة اللون Leucoplasts : وتوجد فى الخلايا البالغة الغير معرضة للضوء مثل الأعضاء النباتية الأرضية كما توجد فى الخلايا الحديثة التكوين وكذلك خلايا البشرة عدا الخلايا الحارسة . وبعض أنواع البلاستيدات عديمة اللون تقوم بتكوين النشا الذى يترسب داخل جسم البلاستيدة وتختلف البلاستيدات عديمة اللون فى الشكل فقد تكون كروية ، بيضاوية أو عصوية .

ب ـ البلاستيدات الخضراء Chloroplasts : وهى ذات لون أخضر نتيجة احتوائها على صبغات الكلوروفيل . والكلوروفيل يتكون من أربعة صبغات : كلوروفيل « ا » وكلوروفيل « ب » بنسبة ٦٥ ٪ تقريبا وكاروتين بنسبة ٦ ٪ تقريبا وزانثوفيل بنسبة ٢٩ ٪ تقريبا . وتختلف البلاستيدات فى الشكل ولكن يغلب عليها فى النباتات الراقية الأشكال القرصية والكروية والبيضاوية . وتوجد البلاستيدات عادة فى طبقة واحدة بالسيتوبلازم . وتنشأ البلاستيدات الخضراء عادة من البلاستيدات العديمة اللون الموجودة فى الخلايا الناشئة .

حـ ـ البلاستيدات الملونة Chromoplasts : وهى ذات ألوان مختلفة منها الأصفر والبرتقالى والأحمر ويرجع اللون إلى احتوائها على صبغات كاروتينية ، والبلاستيدات الملونة تختلف فى الشكل كثيراً ، فمنها الكروى والعصوى والزاوى والمفصص وأشكال أخرى كثيرة غير منتظمة (شكل ٤٠) ويكثر وجود هذه البلاستيدات فى الأزهار والفواكه وتنشأ فى بلاستيدات عديمة اللون أو من بلاستيدات خضراء .



(شكل ٤٠) : بعض أشكال البلاستيدات الملونة

ا ـ من خلايا جذر الجزر ب ـ من خلايا ثمار الطماطم

حـ ـ من خلايا ثمار الورد

الميتوكوندريات : Mitochondria

الميتوكوندريات (تسمى أحيانا كوندريوسومات chondriosomes أجسام بروتوبلازمية حية تنشأ من انقسام ميتوكوندريات سابقة . وتوجد هذه الأجسام مغمورة فى السيتوبلازم بشكل حبيبات دقيقة كروية أو عصوية أو خيطية أكثر لزوجة وكثافة من السيتوبلازم وتتكون أساسيا من بروتينات ودهون ويعتقد أن الميتوكوندريات لها علاقة بالنشاط الانزيمى والافرازى والتنفسى للخلايا.

المكونات الغير بروتوبلازمية :

وهى تشمل العصير الخلوى والنواتج الأيضية .

العصير الخلوى : Cell sap

يوجد العصير الخلوى فى فراغات داخل الخلية النباتية تسمى الفجوات العصارية والعصير الخلوى عبارة عن محلول مائى مذاب فيه أو موجود به بحالة

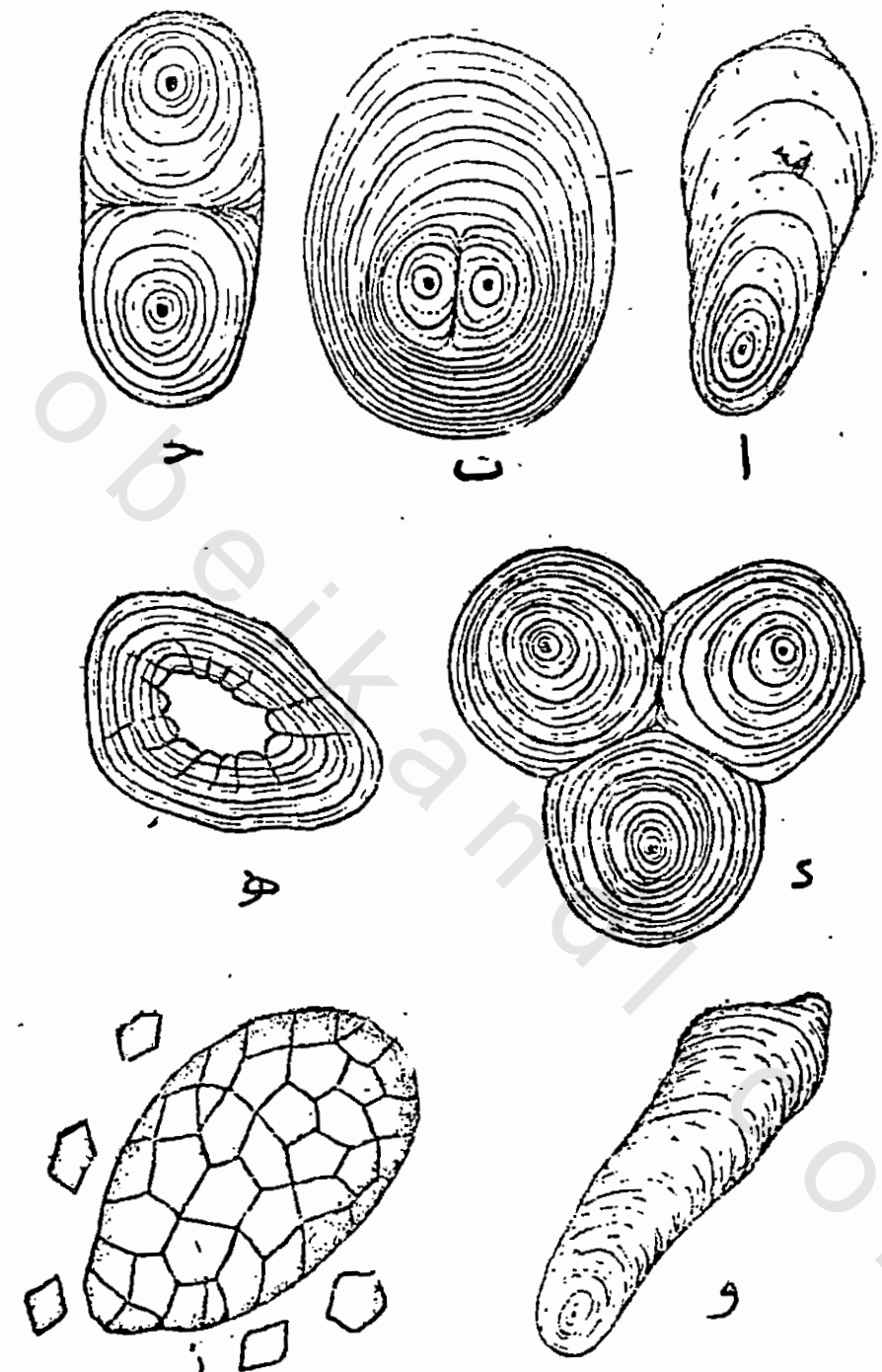
غروية مواد مختلفة منها السكريات والأحماض العضوية ومركبات أخرى ، وتأثيره عادة حامض ضعيف ، ويختلف حجم وعدد الفجوات فى الخلية الواحدة ، ففى الخلايا المرستيمية يوجد بالخلية الواحدة فجوات عديدة وصغيرة ، وبنمو الخلية تكبر الفجوات وتتحد مع بعضها ويقل عددها . وعادة تحتوى الخلية البالغة على فجوة واحدة كبيرة فى مركز الخلية ويشغل السيتوبلازم وباقى المكونات البروتوبلازمية وضعاً محيطيا ملاصقا للجدار الخلوى وتغلف كل فجوة بالغشاء البلازمى الفجوى tonoplast .

النواتج الأيضيه : Ergastic substances

وهى عبارة عن المواد التى تتكون نتيجة للنشاط البروتوبلازمى وتشمل حبيبات النشا والبللورات المختلفة والمواد الدهنية والأجسام البروتينية ومواد عضوية مثل مواد تانينية وراتنجية وصموغ ، توجد هذه المواد فى الفجوات العصارية أو فى السيتوبلازم .

المواد الكربوايدراتية : Carbohydrates

وأهمها فى البروتوبلاست هما السليلوز والنشا . والأول هو المكون الأساسى للجدار الخلوى ويعتبر البعض الجدار الخلوى من النواتج الأيضية . النشا يوجد بالخلايا فى صورة حبيبات تختلف فى الشكل والحجم والتركيب حسب النبات (شكل ٤١) وتأخذ حبيبات النشا فى كثير من النباتات شكل حلقات متداخلة حول نقطة تسمى السرة hilum التى قد تكون وسطية أو جانبية ، ويرجع التكوين الحلقى لحبة النشا إلى النشاط اليومى للبلاستيدة المكونة للحبة . وتختلف نسبة الماء فى الحلقات المختلفة ويقال أن الدائرة الداخلية هى أغناها



(شكل ٤١) : بعض أنواع من حبيبات النشا

ا ـ حبيبة بسيطة لنشا البطاطس ب ـ حبيبة نصف مركبة لنشا البطاطس

حـ ، د ـ حبيبتان مركبتان لنشا البطاطس هـ ـ حبيبة بسيطة لنشا الفاصوليا

و ـ حبيبة نشا الموز ز ـ حبيبة نشا مركبة للأرز

obeikandl.com

فى الماء ولهذا يرجع السبب فى سهولة تشققها نتيجة الجفاف .

يتكون النشا فى البلاستيدات عديمة اللون والبلاستيدات الخضراء ، ويسمى النشا المخزن فى البلاستيدات العديمة اللون نشا اختزانى ، أما النشا الذى يتكون فى البلاستيدات الخضراء فهو نشا إنتقالى — والأخير يوجد فى البلاستيدة الخضراء ما دام هناك مواد كربوايدراتية زائدة بالخلية ولكن عند ما يقل المحتوى الكربوايدراتى عن المعدل يتحول النشا إلى سكريات ذائبة . ويخزن النشا فى البذور فى الخلايا البرنشيمية للأنسجة الثانوية وللأعضاء المتحورة للتخزين .

يفحص نشا البطاطس تحت المجهر بعد صبغه بمحلول اليود المخفف حتى يأخذ لونا أزرقا باهتا فإنه يلاحظ وجود ثلاثة أنواع من حبيبات النشا . حبيبات بسيطة تحتوى على سرة واحدة لامركزية excentric وحبيبات تحتوى على سرتين أو ثلاث فاذا تلاصقت الحبيبات الجزئية دون أن يجمعها حلقات مشتركة من ترسيبات النشا سميت الحبيبة بحبيبة نشا مركبة compound grain أما إذا جمعت الحبيبات الجزئية ترسيبات مشتركة من حلقات النشا سميت الحبيبة بحبيبة نصف مركبة semicompound grain .

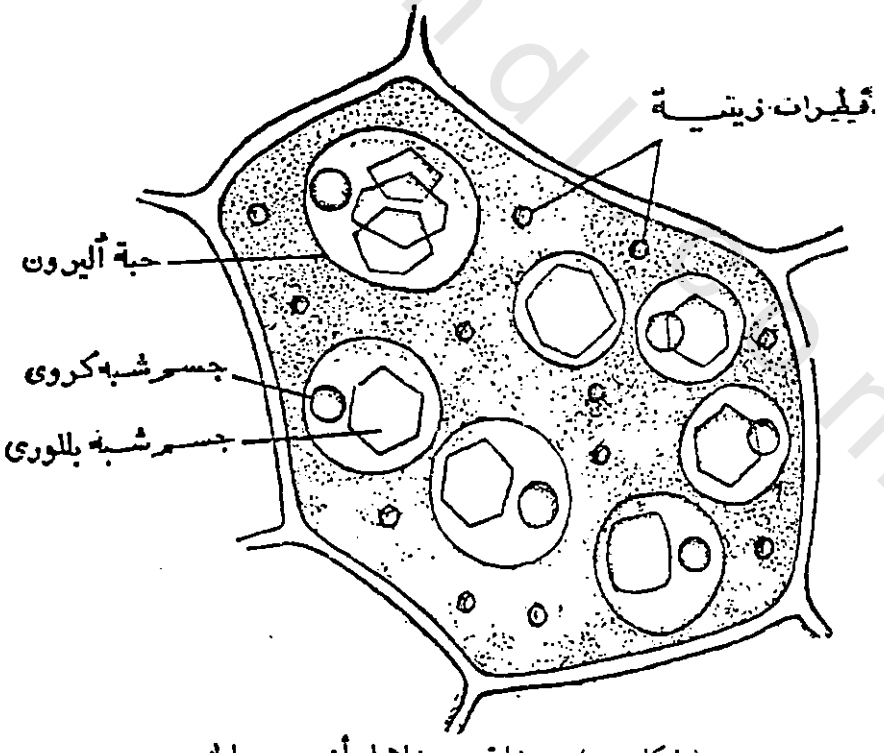
البروتينات : Proteins

ويوجد نوعان من البروتين المنتج ، أحدهما بروتين غير بللورى مثل الجلوتين gluten وهو بروتين مختلط من النشا فى اندوسبرم القمح ، والنوع الثانى هو بروتين شبه بللورى crystalloid وهو بروتين يجمع بين صفات البللورات والعرويات ويوجد البروتين الشبه بللورى فى الخلايا البرنشيمية للطبقات

الخارجية لدرنة البطاطس وكذلك فى طبقة الاليرون بالقمح ، كما تشاهد حبيبات الأليرون aleurone grains فى اندوسبرم بذرة الخروع وحبة الاليرون تتكون من غلاف خارجى بداخله مادة بروتينية غير متبلورة ومنغمس فيها جسمين أو أكثر بروتينيين من نوعين أحدهما كبير مضلع يعرف بالجسم الشبه البلورى crystalloid والنوع الثانى صغير كروى ويعرف بالجسم شبه الكروى globoid (شكل ٤٢) .

الدهون والزيوت : Fats and Oils

وتوجد هذه المواد إما فى حالة صلبة أو فى صورة نقط سائلة معلقة فى السيتوبلازم .



(شكل ٤٢) : خلية من خلايا أندوسبرم الخروع

البللورات : Crystals

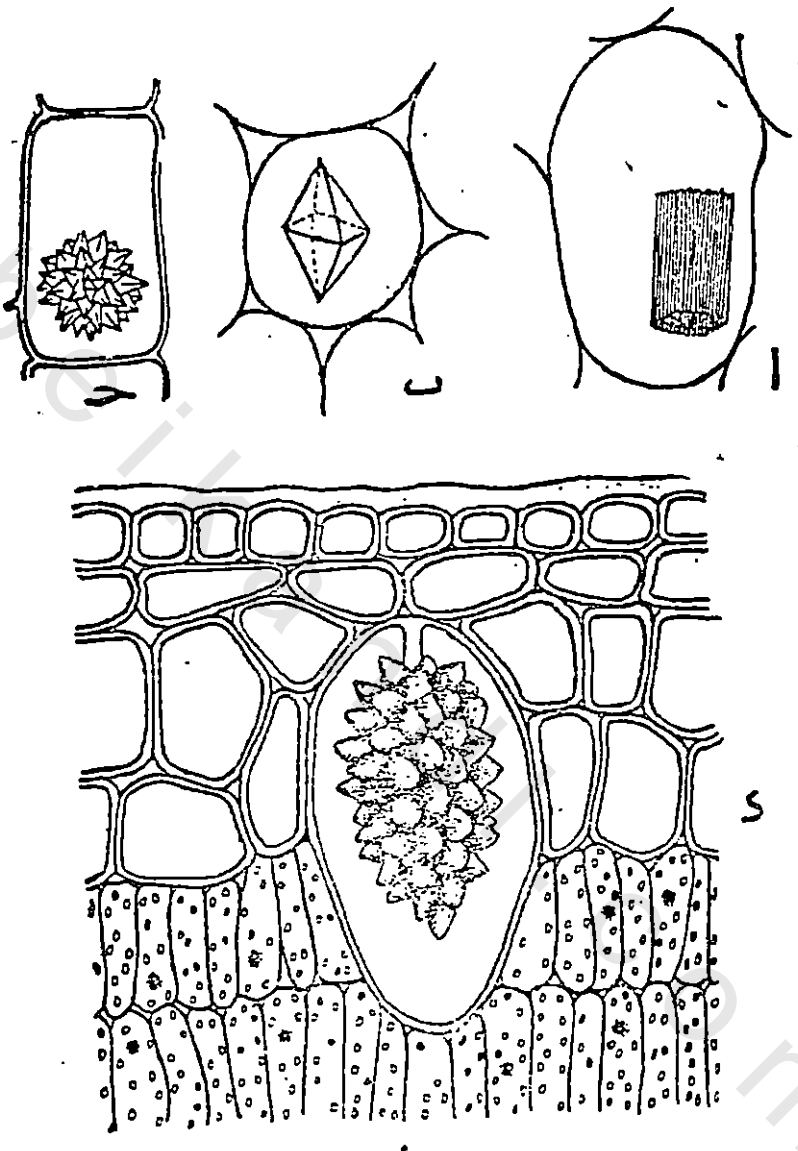
تختلف البللورات كثيراً فى تركيبها الكيماوى وأهم أنواعها فى النباتات هى بللورات وأملاح الكالسيوم وأهمها أكسالات الكالسيوم وهى توجد بداخل الفجوات أحيانا فى السيتوبلازم وتأخذ أشكالا مختلفة فمنها البللورات الابرية raphides التى توجد عادة فى حزم مثل التى توجد فى أوراق العنب *Vitis vinifera* وسيقان نبات الدراسينا *Dracaena* ومنها المعينة الشكل rhombic cyrstals مثل التى توجد فى قشرة نبات *Gnetum indicum* أوالتى توجدفى شكل نجمى druses وهى توجدأيضا فى قشرة نبات *G. indicum* وكذلك فى نبات القطن . ومن أملاح الكالسيوم الموجودة بالخلايا النباتية كربونات الكالسيوم وهى توجد عادة فى شكل عنقودى معلق فى جدار الخلية وتسمى بالحوصلة الحجرية cystolith ، وتسمى الخلية الموجودة بها بخلية الحوصلة الحجرية lithocyst وهى توجد فى بشرة وقشرة نبات التين المطاط *Ficus elastica* .

التانينات : Tannins

وهى مجموعة غير متناسقة من مشتقات الفينول ،وهى توجد فى أوراق كثيرة من النباتات وفى خشب ولحاء وقلف الساق والجذور والفواكه الغير ناضجة وفى قصرة البذور وفى النموات المرضية . وتوجد المواد التأنينية فى الفجوات وأحيانا كنقط معلقة فى السيتوبلازم .

أشباه القلويات : Alkaloids

هى مركبات نيتروجينية معقدة التركيب ولها أهمية خاصة فى الطب ومنها الأتروبين atropine الذى يوجدفى نبات أتروبا بللادونا *Atropa belladonna*



(شكل ٤٣) : أشكال البللورات

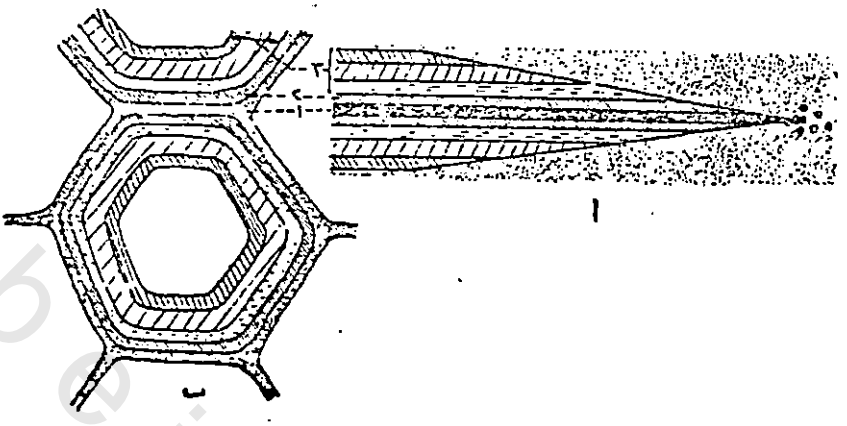
ا - حزمة من البللورات الابرية ب - بللورة فردية معينة الشكل

حـ - بللورة متجمعة نجمية د - قطاع مستعرض لجزء من ورقة نبات التين المطاط مبينا به خلية الحوصلة الحجرية

ريسبب خلوله اتساع حدقة العين والكيسين quinine الذى يوجد فى قلف بعض نباتات الكينا *Cinchona* والذى يستعمل كدواء للحميات المتقطعة مثل الملاريا والاستركنين Strychnine الذى يوجد فى جذور شجرة الجوز المقيء *Strychnos nux-vomica* والذى يستعمل كمنبه للقلب والجهاز التنفسى .

الجدار الخلوى CELL WALL

يعتقد البعض أن الجدار الخلوى هو أحد النواتج الأيضية ويبنى هذا الرأى على أن الجدار افراز غير حى للبروتوبلاست . عند انقسام خلية نباتية يتكون غشاء يفصل البروتوبلاستين الناشئين، سرعان ما يتحول إلى جدار بكتينى يتكون أساسيا من خليط بكتات الكالسيوم والمغنسيوم ويطلق عليه الصفيحة الوسطية middle lamella. يتبع ذلك حدوث ترسيب على جانبى الصفيحة الوسطى ويستمر ذلك أثناء نمو الخلية مكوناً الجدار الابتدائى primary wall ويرى البعض أن الجدار الابتدائى هو جدار حى أثناء تكوينه لحدوث نمو فى سطوحه أثناء نمو الخلية فى الحجم .ويتركب الجدار الابتدائى من خليط السليلوز والبكتين بعد فترة من الانقسام وبعد تمام نمو الخلايا قد تترسب جدر أخرى سليلوزية على الجدار الابتدائى تسمى بالجدر الثانوية secondary walls . وهذه الجدر لايحدث لها نمو فى سطوحها كالجدر الابتدائية . ويحدث ترسيب السليلوز الجديد على القديم إما بشكل طبقات بعضها فوق بعض ويعرف ذلك بنظرية الإضافة أو التراكم apposition theory وإما بتداخل جزيئات السليلوز الحديثة فى القديمة ويطلق على ذلك نظرية التغلغل أو الإدماج intussusception theory، هذا ويحدث النمو فى السمك غالبا بطريقة الإضافة أما النمو السطحى فغالباً مايكون بطريقة التغلغل .



(الشكل ٤٤) : تركيب الجدار الخلوى

ا ـ خطوات تكوين الجدار الخلوى فى خليتين متجاورتين يفصلهما الصفيحة الوسطية

ب ـ خليتان متجاورتان يظهر بهما الترسيبات المختلفة .

(١ ، الصفيحة الوسطية ، ٢ ـ الجدار الابتدائى ، ٣ ـ الجدر الثانوية) .

فى كثير من الحالات يتشرب الجدار فى أثناء نموه بمواد مختلفة فقد يتكوتن cutinised أو يتسوبر suberised أو يتلجنن lignified أو يتمعدن بمادة معدنية مثل السيليكا .

التكوتن : Cutinisation

ويتشرب الجدار الخلوى عادة بمادة شمعية يطلق عليها الكيوتين cutin يشاهد هذا التحور والتعديل غالبا فى الجدران الخارجية من الطبقة الخارجية لخلايا البشرة وبذلك تمتد الطبقات الكيوتينية فوق البشرة مكونة غشاء يسمى الأديم cuticle ولهذا تعتبر الجدر الخلوية للبشرة قوية وصلبة فضلا عن أنها لاتمرر المياه كما أنها تقاوم تأثير التفاعلات الكثيرة التى تذيب السليلوز .

التسوبر : Suberisation

هو تحوير يماثل التكوتن تماما ويطلق على المادة المترسبة السيوبرين suberin وهى تتراكم على جدر الخلايا الفلينية cork celis والسيوبرين مادة غير نفاذة للسوائل والغازات وإلى هذه الخاصية تعزى فائدة استعمال الفلين كسدادات للقوارير . المصدر الأساسى للفلين التجارى هو نبات البلوط الفلينى *Quercus suber* .

هذا وتصطبغ كل من الجدر الكيوتينية والجدر الفلينية المسوبرة باللون الأصفر إذا عوملت بمحلول اليود كذلك لا يؤثر حامض الكبريتيك عليهما .

التلجنن : Lignification

يرجع التلجنن إلى ترسيب مادة اللجنين على جدر الخلايا وهو يوجد فى كل من الأوعية الخشبية والخلايا الاسكلرنشيمية والخلايا فى هذه الحالة تكتسب صلابة وقوة عظيمة مع بقاء مرونتها وقوة تمريرها على حالها وتأخذ الجدر الملجننة اللون الأصفر الزاهى عندما تعامل بمحلول كبريتات الأنيلين وهو عبارة عن محلول مشبع من الملح والماء مضافا اليه نقط من حامض الكبريتيك .

ترسيب السليكا :

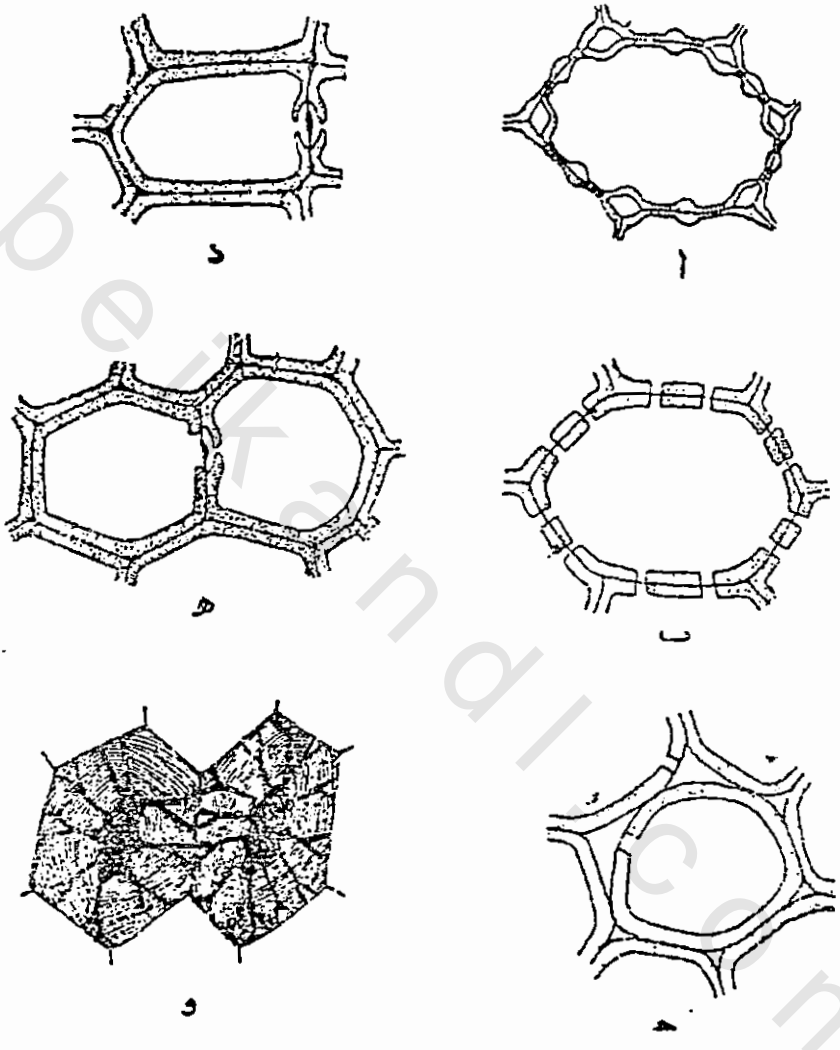
ومن المواد المعدنية التى تترسب فى الجدار الخلوى مادة السيليكا silica وفيها يتشرب الجدار الخلوى السليلوزى تشربا تاما بمادة السيليكا كما فى خلايا أنسجة البشرة فى القمح والشعير والذرة وغيرها من النجيليات التى تصبح حافات أوراقها حادة جداً كالسكين . وتتشرب الجدر الخلوية السليلوزية تماما فى هذه الحالة بهذه المادة حتى إذا ما أحرقت الأنسجة التى تتكون من هذه الخلايا تبقى هيكل كامل لها من مادة السيليكا spodogram وتوجد السيليكا كذلك فى بعض أنواع الطحالب مثل الدياتومات .

تكوين النقر :

تكوين الجدر الابتدائية والثانوية لا يتم بانتظام على الصفيحة الوسطية ، فأثناء تكوين الجدر الابتدائية تحدث انخفاضات فى بعض مناطق هذه الجدر تتخللها قنوات دقيقة جدا يمر خلالها السيتوبلازم الذى يصل بين بروتوبلاستين. وهذه الانخفاضات التى تمر خلالها تلك القنوات السيتوبلازمية تسمى بحقول النقر الابتدائية primary pit fields أما القنوات السيتوبلازمية فتسمى بالبلازموديزمات plasmodesmata ويعتقد أن البلازموديزمات هى قنوات لمرور المواد الغذائية من خلية إلى أخرى. (شكل ٤٥) .

ويجب أن نميز بين النقر pits وحقول النقر الابتدائية فالنقر هى تجويفات فى الجدر الثانوية أى هى مساحات صغيرة فى جدر الخلية المغلظة لم يحدث لها تغليظ ثانوى أما حقول النقر الابتدائية فهى انخفاضات تحدث فى الجدر الابتدائية وقد تتكون النقر فوق حقول النقر الابتدائية فتتكون نقرة أو أكثر فوق الحقل الواحد وقد يحدث تغليظ ثانوى لمنطقة حقول النقر الابتدائية .

وعادة تتكون مقابل كل نقرة ، فى الخلية نقرة أخرى فى الخلية المجاورة . ولذلك تتكون النقر فى أزواج فيقال لكل نقرتين متقابلتين زوج النقر pit-pair (شكل ٤٥) . وقد تتكون نقرة منفردة كما فى حالة تكون نقرة مقابل مسافة بينية فيقال للنقرة فى هذه الحالة نقرة عمياء blind pit وللنقر أشكال مختلفة فمنها النقر البسيطة simple pits وهى مجرد تجاويف فى الجدر الثانوية ويطلق على الصفيحة الوسطى والجدارين الأولين اللذين يفصلان زوج النقر البسيطة بغشاء النقرة pit membrane وتميز النقر البسيطة الخلايا البرنشيمية وألياف اللحاء والخلايا الإسكلريدية . ومن أنواع



(شكل ٤٥) : حقول النقر الابتدائية وأنواع النقر

ا ـ حقول النقر الابتدائية وتمر خلالها القنوات السيتوبلازمية .

ب ـ نقر بسيطة .

حـ ـ نقر عمياء .

د ـ نقرة مضغوطة .

هـ ـ نقرة نصف مضغوطة .

و ـ نقر متفرعة .

obeikandl.com

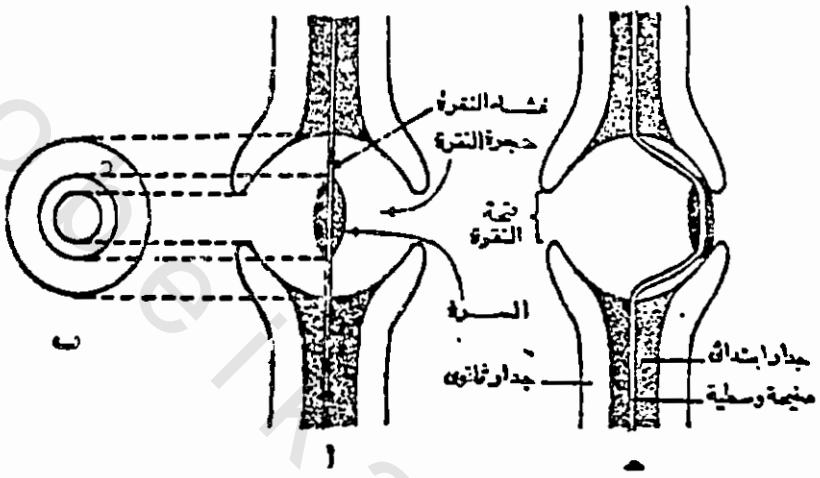
النقر ، النقرة المتفرعة ramiform pit وتظهر عادة فى الخلايا السميكة الجدر مثل الخلايا الحجرية حيث يتفرع تجويف النقرة من الداخل ، إلى الخارج وتنتج من اتحاد أكثر من نقرة بسيطة فى قناة واحدة بالداخل، نظرا لضيق محيط الخلية الداخلى عن محيطها الخارجى .

ومن أنواع النقر أيضا النقرة المضفوفة bordered pit (شكل ٤٦) وهى أكثر تعقيدا من الأنواع السابقة ومنها أنواع مختلفة ولكن يميزها جميعا حدوث تغليظ جزئى فى منطقة النقرة ولكن الجدر الثانوية المتكونة لا تلاصق الجدر الإبتدائية وإنما تكون مرتفعة بشكل القبة حول غشاء النقرة تاركة فتحة مركزية تختلف فى شكلها حسب الخلايا تسمى فتحة النقرة pit aperature ويسمى الفراغ المتكون بين ضفاف النقرة وغشاء النقرة بحجرة النقرة pit chamber . ويلاحظ فى بعض أنواع النقر المضفوفة وجود تغليظ ابتدائى فى مركز غشاء النقرة يسمى بالسرة torus . وقطر السرة يكون أكبر قليلا من قطر فتحة النقرة . توجد النقر المضفوفة فى أزواج عادة وتميز الخلايا الناقلة للماء والخلايا الدعامية فتوجد فى الأوعية الخشبية والقصيبات وبعض أنواع الألياف .

فى بعض الأحيان تكون أزواج من نقر نصف مضفوفة half-borderd pit-pairs كما يحدث عند ما تجاور خلية برنشيمية وعادة خشبيا فيكون زوج النقرة المتكون على الجدار الفاصل بين الخليتين بسيط على جانب الخلية البرنشيمية ومضفوف فى الجانب الثانى .

تكوين المسافات البينية :

الخلايا المرستيمية تكون متراصة خالية من المسافات البينية ، ولكن أثناء



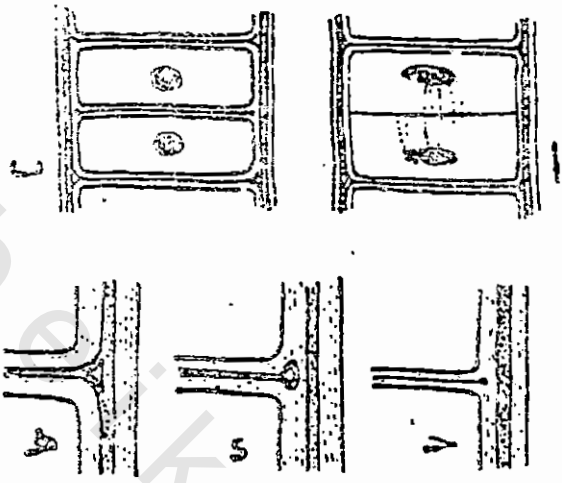
(شكل ٤٦) : أجزاء النقرة المضفوفة

ا ـ نقرة مضفوفة مبينا أجزاءها المختلفة

ب ـ مسقط للنقرة المضفوفة

حـ ـ نقرة مضفوفة أحد فتحتيها مغلقة بالسرة .

نمو وتمييز الخلية قد يحدث انفصال جزئى فى الجدر التى تفصل خلايا متجاورة مما يؤدى إلى ظهور المسافات البينية intercellular spaces ، فنتيجة لحدوث الإنقسام يتكون من الخلية الأصلية خليتين يفصلهما جدار خلوى جديد . الصفيحة الوسطية للجدار الجديد تلامس من جوانبها الجدار الإبتدائى ولا تلامس الصفيحة الوسطية للخلية الأصلية . تظهر فجوات صغيرة تتكون عند نقط اتصال الصفيحة الوسطية بالجدار الأصلى ثم يحدث إذابة للجدار الأصلى مقابل الفجوة، تصل عادة إلى الصفيحة الوسطية للجدار القديم وبذلك تتكون المسافات البينية التى تكون عادة مغلقة بالصفائح الوسطية للجدر الملاصقة (شكل ٤٧) .



(شكل ٤٧) : خطوات تكوين المسافة البينية

ا - الطور النهائى للانقسام وظهور الصفيحة الوسطية

ب - خليتان حديثتا التكوين وبداية تكوين الفجوات فى طرفى الجدار الابتدائى

جـ ، د ، هـ - تكوين الفجوة الصغيرة إلى مسافة بينية .

يعتقد البعض أن الصفيحة الوسطية للخلية تتكون من طبقتين وبذلك فعند نضج الخلية واستدارتها تتكون المسافات البينية بين طبقتى الصفيحة الوسطية المتكونة .