المجهر الضوئي المركب Light compound microscope : ظهر المجهر الضوئي المركب لأوّل مرة على يد العالم هوك عام ١٦٥٥م، إذ قام باستخدامه لفحص قطعة من نبات الفلين ، وتطوّر هذا المجهر على يد العالم لوفنهوك عام ١٦٧٤م وقام لوفنهوك باستخدام هذا المجهر لفحص بعض الكائنات الأولية الدقيقة .

يعد المجهر الضوئي المركب أكثر أنواع المجاهر شيوعاً وأكثرها استخداماً ، و هو نوع من المجاهر الذي يستخدم نظام الضوء و العدسات في تركيبه و هو جهاز بصري ثمين يستخدم لتكبير الجزء المراد فحصه لتسهيل دراسته و السبب في تسميته بالمجاهر المركبة لإحتوائها على عدستا تكبير أحدهما موجودة في العدسة العينية و الثانية موجودة في العدسة الشيئية وعليهما تعتمد قوّة تكبير المجهر . و يتكون من

أ- **العدستين العينيتين Ocular eyepiece lenses :** و هي العدسة التي نرى من خلالها و توجد داخل جسم مجوف يدعى الجسم الأنبوبي و تكون العدسة ذات قوة تكبير X١٠ أي تكبر الشيء ١٠ مرات و الأخرى X٤ أي تكبر الشيء ٤ مرات (مقدار قوة العدسة التي يجب البدء بها هي X٤ حتى لا تكسر الشريحة) .

ب- **الأسطوانة (الجسم الانبوبي) Body tube :** و هي الجزء الأسطواني في المجهر التي تحمل في أعلاه العدستين العينيتين .

ت- **القرص الدوار Nose-piece :** و هو الجزء الذي يحمل العدسات الشيئية اذ يمكننا بواسطته التحكم في قوة التكبير .

ث- **العدسات الشيئية Objective lenses :** و هي مجموعة من ثلاث الى أربع عدسات متصلة بالقرص و تكون العدسة الصغيرة منها عادة ذات قوة تكبير X٤ و العدسة الشيئية المتوسطة ذات قوة تكبير X١٠ و العدسة الشيئية الكبرى ذات قوة التكبير العليا X٤٠ و توجد أيضا" العدسة الزيتية التي تصل قوة تكبيرها X١٠٠ . (في حال استخدام العدسة الزيتية يتم اضافة مادة زيتية خاصة لرؤية أوضح تسمى Oil immertion .

ج- **الذراع Arm :** تركيب منحني يحمل بواسطته المجهر باليد اليمنى .

ح- **المسرح Stage :** صفيحة مستوية تقع في النهاية السفلى للذراع و يوجد ثقب في منتصفها لمرور الضوء و على جانبي هذا الثقب يوجد ماسكان معدنيان وظيفتهما تثبيت الشريحة الزجاجية .

خ- **المسرح المتحرك Mechanical stage :** تركيب معدني يتستخدم لتحريك الشريحة الزجاجية Slide بواسطة لولبين أحدهما - و هو الكبير – يحرك الشريحة الى الأمام و الى الخلف و الثاني – و ه و الصغير – يحرك الشريحة الى اليمين و الى اليسار .

د- **المكثف Condenser :** و هو جهاز يقوم بتكثيف الضوء على الشريحة الزجاجية من خلال الثقب الموجود في المسرح و الذي يقع تحت المسرح مباشرة و يستخدم لتجميع الضوء و تركيزه على الشيء المراد فحصه .

ذ- **الحاجز Diaphragm :** و هو تركيب يقع تحت المكثف و يقوم بتنظيم كمية الضوء الداخلة الى المكثف .

ر- **منظم المكثف Condenser adjustment :** يستعمل لرفع أو خفض المكثف للحصول على كمية الضوء المطلوبة .

ز- **المنظم التمهيدي Coarse adjustment :** و هو تركيب بهئية عجلة يستخدم لتحريك المسرح الى الأعلى و الأسفل و يستخدم هذا التركيب مع العدسة الشيئية الصغرى فقط لأن حركة بسيطة منه ترفع و تخفض المسرح مسافة كبيرة .

س- **المنظم الدقيق Fine adjustment :** تركيب يشبه المنظم التمهيدي و لكنه أصغر منه حجما" و يقع أسفل منه أو ضمنه ، إذ يلاحظ في بعض المجـــــاهر ان المنظـــم التمهيدي و المنظم الدقيق يعمـــلان بعجلة واحدة أو كمنظـــم واحـــد Combined fine and Coarse adjustment و يستعمل المنظم الدقيق لتوضيح الصورة بشكل دقيق عند الفحص بالعدسة الشيئية الزيتية و ذلك لأن دورة كاملة منه ترفع أو تخفض المسرح مسافة قليلة جدا" .

ش- **العمود Pillar :** تركيب يوصل الذراع بالقاعدة و عليه يقع المنظم التمهيدي و الدقيق .

ص- **القدم أو القاعدة Foot or Base :** تركيب قرصي يستند عليه المجهر و يحمل المرآة أو المصباح الكهربائي .

ض- **المـــــــرآة Mirror :** و تقع تحت المكثف و تدور حول نفسها و هي ذات وجهين أحدهما مستوي و الآخر مقعر و فائدتها تعكس الضوء نحو الثقب الموجود وسط المسرح و يستعمل الوجه المقعر للمرآة عند عدم وجود المكثف و ذلك للحصول على كمية أكبر من الضوء و تركيزه .

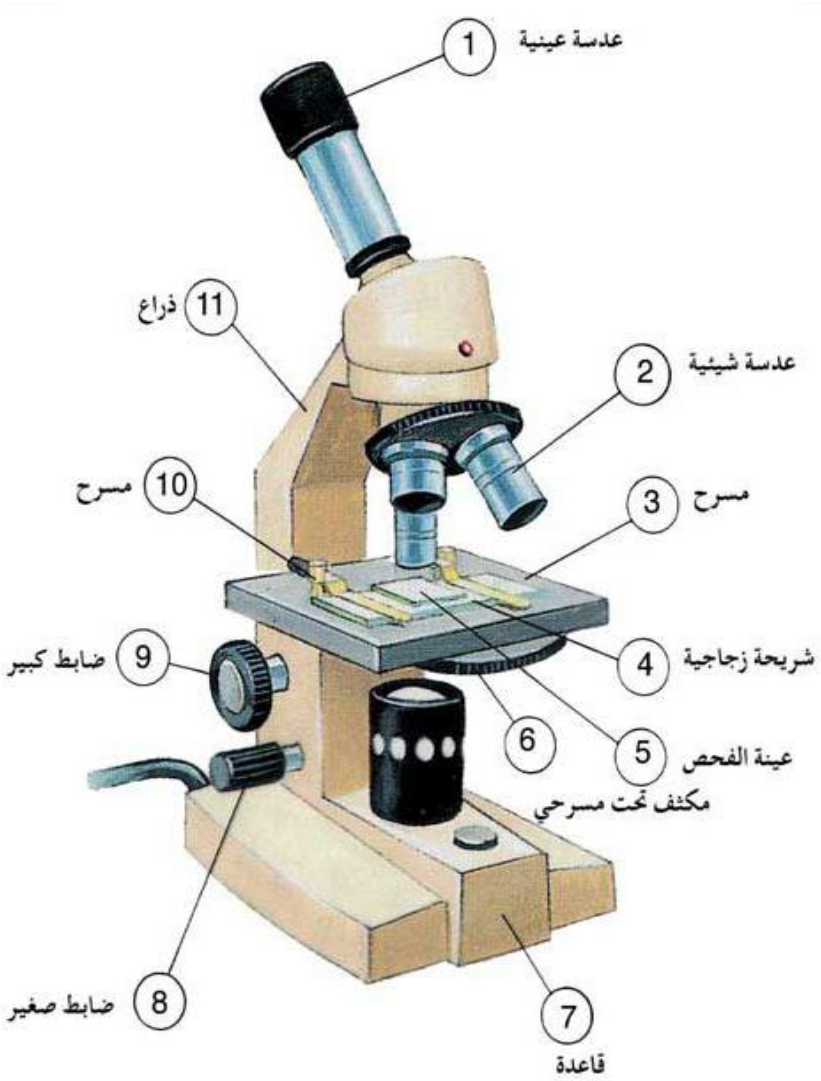
حساب قوة التكبير : يتم حساب قوة التكبير من المعادلة الآتية :

قوة التكبير = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية

فعند استخدام عدسة عينية قوة تكبيرها ١٠ مرات مع عدسة شيئية صغرى قوة تكبيرها ١٠ مرات أيضا" تصبح قوة التكبير للمجهر

١٠ ×١٠ = ١٠٠ مرة

قوة التمييز في المجهر الضوئي المركب : تعرَّف قوّة التمييز أو قوّة الفصل على أنّها القدرة على تمييز أقصر مسافة بين نقطتين على الشريحة و تعرف أيضا" بالمقدرة على انتاج صور واضحة للأجسام المفحوصة ، وتعتمد قوّة التمييز على جودة العدسات المستخدمة في المجهر بالإضافة إلى طبيعة موجات الضوء إذ إنّها عندما تمرّ بين الأجزاء الدقيقة الموجودة على الشريحة تتشتت ، ممّا يقلّل القدرة على تمييز التفاصيل ، لذلك لا يمكن رؤية التراكيب الدقيقة كالذرات أو الجزيئات أو الفيروسات بإستخدام المجهر الضوئي .



الخلية النباتية The plant cell : تمثل الخلية النباتية وحدة البناء و الوظيفة في اجسام النباتات إذ تتم معظم التفاعلات الكيميائية المعقدة الخاصة بحياة النبات فيها . و توجد أنواع مختلفة من الخلايا في أجسام النباتات الراقية و تختلف هذه الخلايا في التراكيب و الوظيفة و الحجم و الترتيب و تعقد الجدار. تحتوي الخلية النباتية مكونات حية (بروتوبلاومية) و غير حية (غير بروتوبلازمية) بداخلها . تتكون الخلية النباتية من جدار الخلية و البروتوبلاست .

تركيب الخلية النباتية :

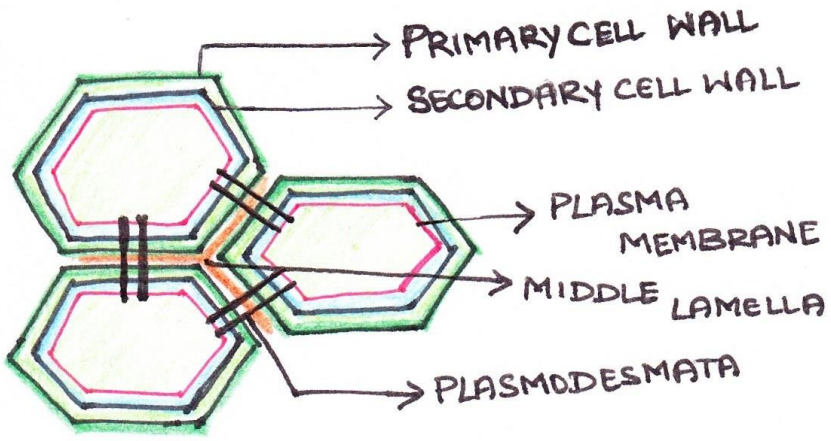
أ- **جدار الخلية The cell wall :** و هو عبارة عن جدار صلب مسامي يغلف الخلية النباتية من الخارج و يحيط بجميع محتويات الخلية و عادة يتكون من مواد كيميائية خاملة إذ يدخل في تركيبه مواد بكتينية مع السليلوز و بعض المواد الاخرى مثل الهيميسليلوز و قليل من البروتين و الدهون . يتميز الجدار الخلوي لأي خلية نباتية الى ثلاثة أجزاء رئيسية واضحة و هي :

١. **الجدار الأولي Primery Wall :** و الذي يحيط بالصفيحة الوسطى و يتكون من السليلوز و هميسليلوز مع وجود بعض المواد البكتينية و التي تتخلله كميات قليلة من البكتين و الدهون . و يمتاز هذا الجدار بالمرونة العالية و احتوائه على السليلوز و هذا يؤدي الى زيادة حجم الخلية مع النمو تنيجة إمتلائها بالمواد الغذائية و يمتاز بالقدرة العالية على التشرب بالماء نظرا" لطبيعته الغروية ، أيضا" يمتاز هذا الجدار بمساميته و التي تنشأ من تشابك ألياف السليلوز المكونة له مع بعضها البعض و بطريقة مغزلية غير منتظمة .

٢. **الجدار الثانوي Secondary wall :** و يتكون أساسا" من مادة السليلوز الذي يوجد في صورة طبقات يتخللها مواد تزيد من صلابته مثل البكتين و اللكنين و كذلك المواد الشمعية مثل السوبرين و الكيوتين و توجد عادة في عدة ثقوب أو نقر Pits في الجدار الخلوي نتيجة لعدم ترسيب مواد من مكونات الجدار الثانوي فيها و تكون وظيفتها غير معروفة .

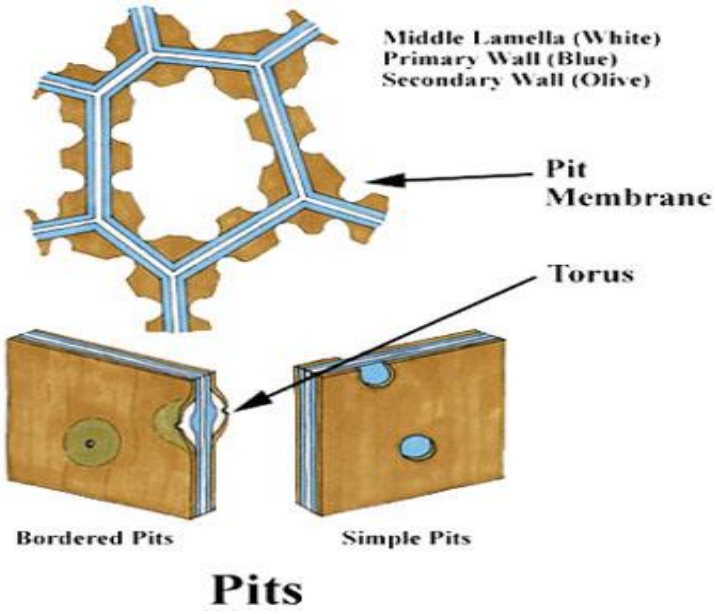
٣. **الروابط البروتوبلازمية Plasmodesmata :** و هي عبارة عن امتدادات من بروتوبلازم يصل ما بين السايتوبلازم المحيطي في الخلايا المتجاورة من خلال

أغشية النقر . تقوم الروابط البروتوبلازمية على تسهيل مرور المواد الغذائية من خلية الى أخرى بدون حدوث عوائق و تعمل جدران الخلايا إضافة الى تحديد شكل الخلايا و توفير الحماية الكافية لها على امرار المـــاء و الأملاح الى داخل الخلايا بإتجـــاه البروتوبلازم .



النقر Pits : تمثل أجزاء رقيقة في جدار الخلية لم يشملها التغلظ الثانوي عند تكوين الجدار الثانوي و تقسم الى عدة انواع

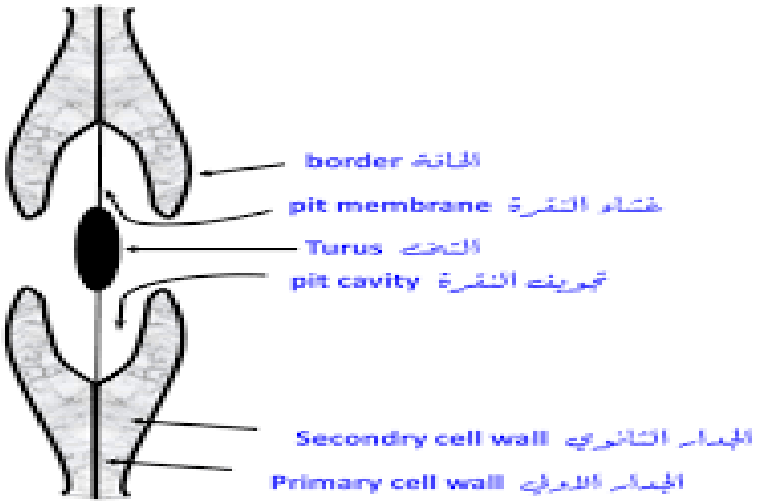
١. **النقر البسيطة Simple pits :** و هي عبارة عن أجزاء رقيقة في جدار الخلية التي لم يشملها التغلظ الثانوي عند تكوين جدار الخلية .



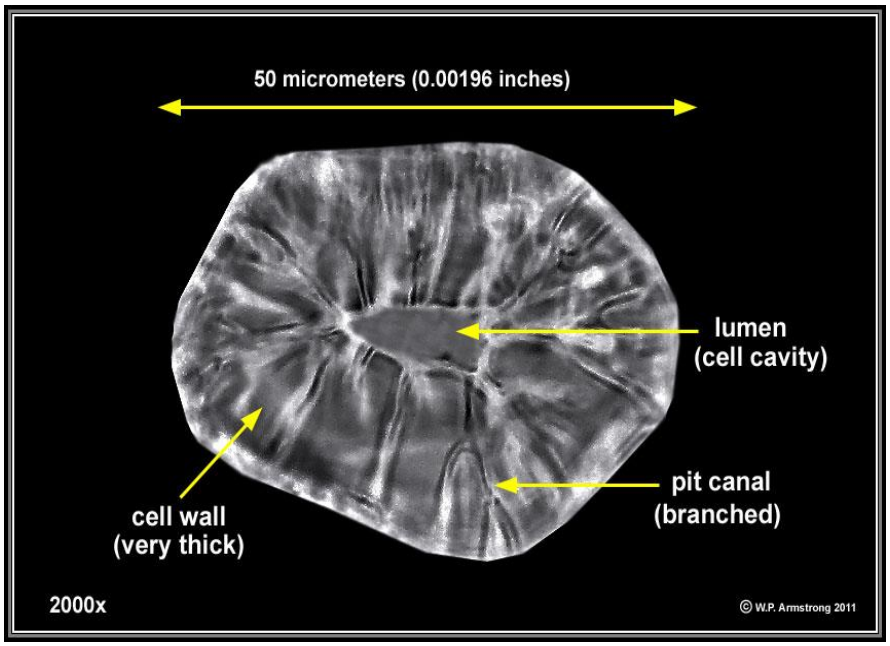
المقارنة بين النقر البسيطة و المضفوفة

٢. **النقر المضفوفة Bordered pits :** تتكون النقر المضفوفة من الجدار الثانوي الذي ينفصل عن غشاء النقرة و يمتد في داخل الخلية متدرجا" في الرقة أو السُمك مكونا" ما يعرف بالضفة و لا تلتقي حواف الضفة في الوسط بل تتباعد لتكون فتحة مركزية تسمى بفتحة النقرة ، أما غشاء النقرة لا يظل رقيقا" بل يتغلظ من الوسط مكونا" ما يعــرف بالتخت .

٣. **النقر القنوية Canal pits :** توجد في الخلايا الصخرية لثمار نبات العرموط إذ يزداد سمك جدار الخلية زيادة كبيرة بحيث تصبح النقر عميقة و تتخذ شكل القنوات يصل ما بين تجويف الخلية .



رسم يبين النقر المضفوفة في الجدار الخلوي للخلية النباتية



النقرة القنوية

ب- **البروتوبلاست The protoplast :** و يشمل المحتويات الحية و غير الحية في الخلية النباتية .

من **المحتويات الحية (Living components)** في الخلية النباتية هي :

١- **الغشاء البلازمي Plasma Membrane :** تحتوي جميع خلايا الكائنات الحيّة على غشاء بلازميّ رقيق يحيط بمكونات الخليّة ، و يعمل على حمايتها ، وتنظيم مرور المواد منها و إليها .

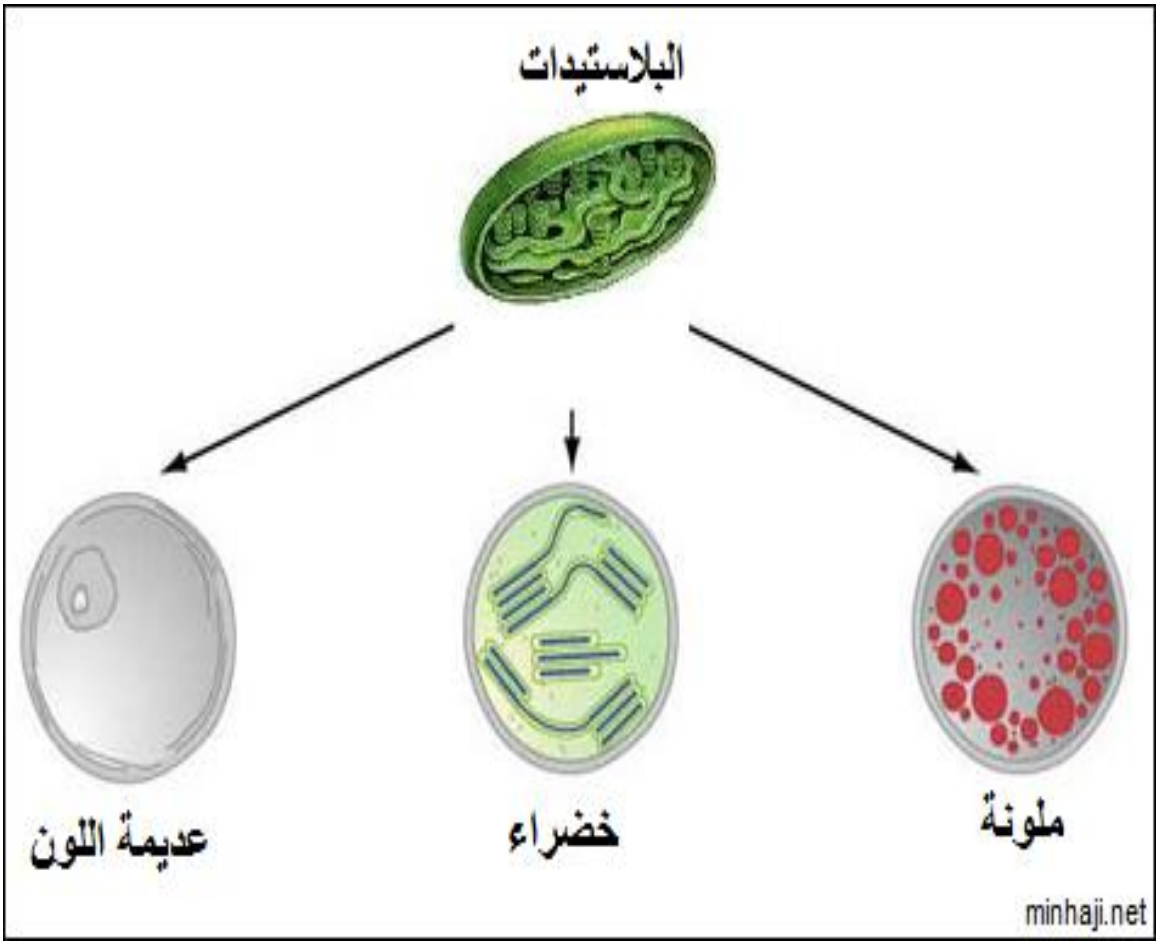
٢- **النّواة The Nucleus :** عبارة عن جسم كروي أو بيضوي تقع وسط الخلية أو في أحد جوانبه تعمل كمنسّق لجميع أنشطة الخليّة من تكاثر ونمو وصنع البروتين و فيها يتم تخزين المادة الوراثيّة للخليّة .

٣- **البلاستيدات Plastids :** و هي عبارة عن أجسام بروتوبلازمية منتشرة في السايتوبلازم الخلية النباتية ، إذ تكون الصفة المميزة في الخلية النباتية و ينعدم وجودها في الخلية الحيوانية . و تختلف عدد البلاستيدات بإختلاف الخلايا و النباتات و التي تكون صغيرة الحجم منتظمة الشكل في النباتات الراقية و تكون قليلة العدد كبيرة الحجم في النباتات الواطئة . و تقسم البلاستيدات الى ٣ أنواع :

أ- **البلاستيدات الخضراء Chloroplasts :** إذ توجد في الأجزاء النباتية المعرضة للضوء . وظيفة البلاستيدات الخضراء تحويل طاقة الضّوء إلى طاقة كيميائيّة بتحويل النشأ الى سكر ذائب خلال عملية البناء الضّوئي وهي العملية التي تزوّد النّبات بما يحتاج إليه من غذاء.

ب- **البلاستيدات الملونة Chromoplasts :** سميت بالبلاستيدات الملونة و ذلك بسبب وجود الأصباغ المختلفة فيها ، فإن زيادة صبغة الكاروتين يعطي اللون الاحمر و زيادة صبغة الزانثوفيل يعطي اللون الأصفر . و توجد هذه البلاستيدات في مختلف أجزاء النبات و ليس الضوء عاملا" ضروريا" لوجودها .

ت- **بلاستيدات عديمة اللون Lencoplasts :** إذ توجد في الخلايا النباتية غير معرضة للضوء كما في الجذور و الدرنات و تكثر في الأعذضاء التي تكون النشأ .

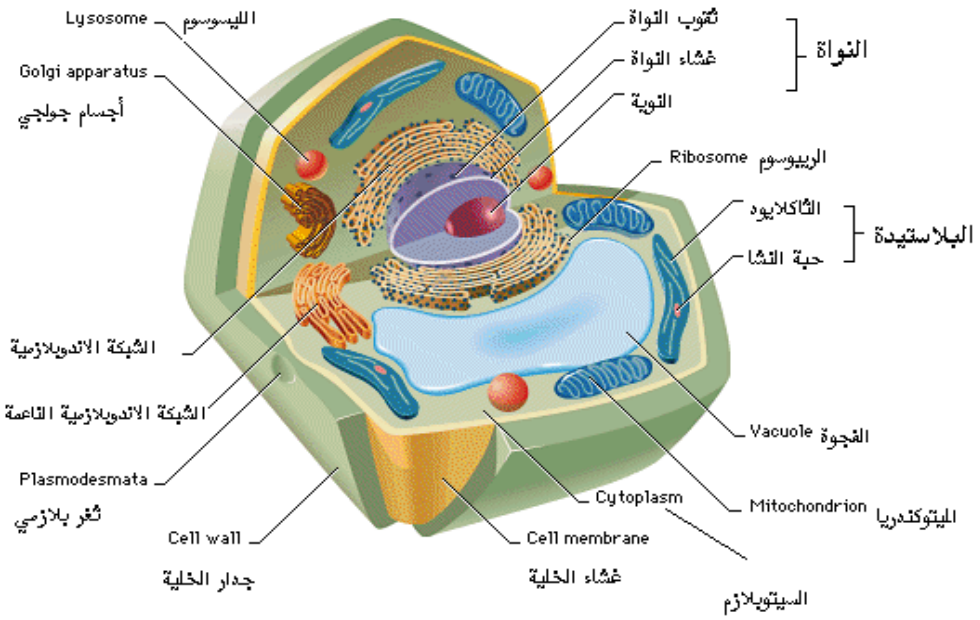


٤- **مايتوكوندريا Mitochondria :** و هي عبارة عن تراكيب تظهر في السايتوبلازم كعصى قصيرة أو خيوط رقيقة في الخلايا الحيوانية و النباتية على السواء. و تعد المايتوكوندريا مراكز لحدوث الطاقة تحطّم السّكر والكربوهيدرات للحصول على الطّاقة عند تعذر حدوث البناء الضّوئي بسبب عدم توفر الضّوء ، إضافة لإحتوائها على الأنزيمات التنفسية و الحامض النووي الرايبوزي RNA .

٥- **أجسام كولجي Golgi Apparatus :** تعمل أجسام كولجي على تعديل البروتينات والدّهون التي تبنيها الشّبكة الإندوبلازميّة استعداداً لنقلها خارج الخليّة .

٦- **الرّايبوسومات Ribosomes :** و هي عضيّات صغيرة الحجم توجد في جميع أنواع الخلايا الحيّة ، وتتكوّن من الحامض النّووي الرايبوزي (RNA) و البروتينات .

٧- **الفجوة Vacuole :** تحتوي الخليّة النّباتية على فجوة (كبيرة الحجم تؤدي دورا" مهما" في بناء الخليّة ، وتساعد على نموها ، كما أنّ لها دورا" في تخزين المواد .



من المكونات **غير الحية (Non-living components)** في الخلية النباتيه هي :

١- **العصير الخلوي Cell sap :** و هو عبارة عن سائل أقل لزوجة من السايتوبلازم و يوجد داخل الفجوة .

٢- **البلورات Crystals :** و هي من المكونات غير الحية إذ تختلف في الشكل و التركيب الكيميائي . و أكثرها شيوعا" تكون المتكـــونة من اكزالات الكالسيوم و كاربونات الكالسيوم .

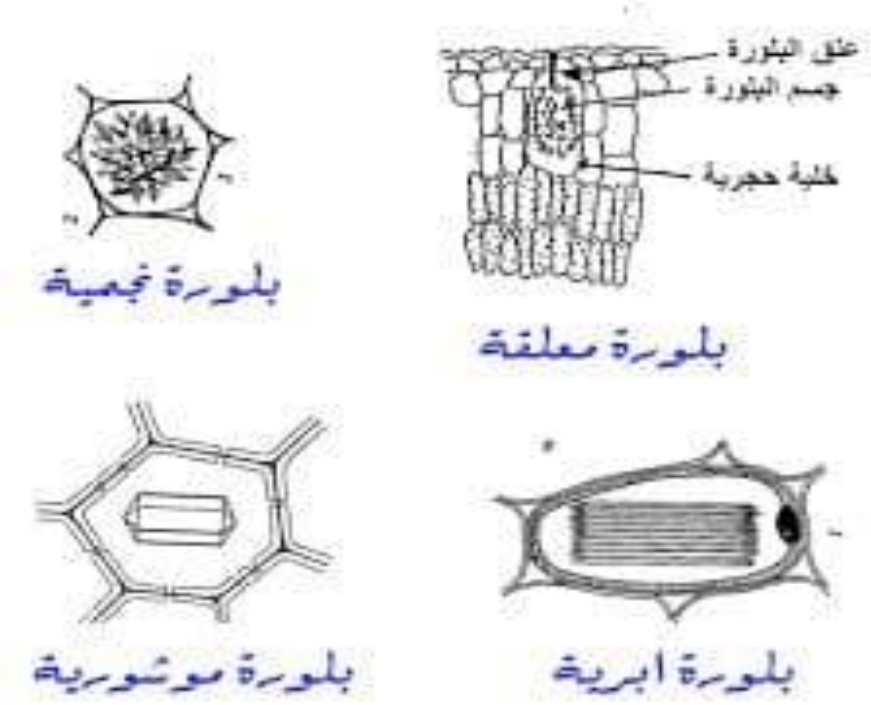
من أهم البلورات المتكونة من اكزالات الكالسيوم هي :

أ- **البلورات الأبرية Raphids** و توجد في نبات الصبير .

ب- **البلورات النجمية Druses** و توجد في أوراق نبات الدفلة (الورد السام) .

ت- **البلورات المنشورية Prasmatic crystals** و توجد في الاوراق الحرشفية للبصل .

و البلورات المتكونة من كاربونات الكالسيوم هي البلورات العنقودية Cystolith و يتكون هذا النوع من الخلايا من جسم البلورة و يسمى Body المتكون من كاربونات الكالسيوم و العنق Stalk المتكون من مادة السليلوز . و توجد عادة بلورة واحدة في الخلية النباتية كما في ورقة نبات التين المطاط و يطلق على الخلية الحاوية على هذا النوع من الخلايا بالخلايا الحجرية أو الحويصلة الحجرية .

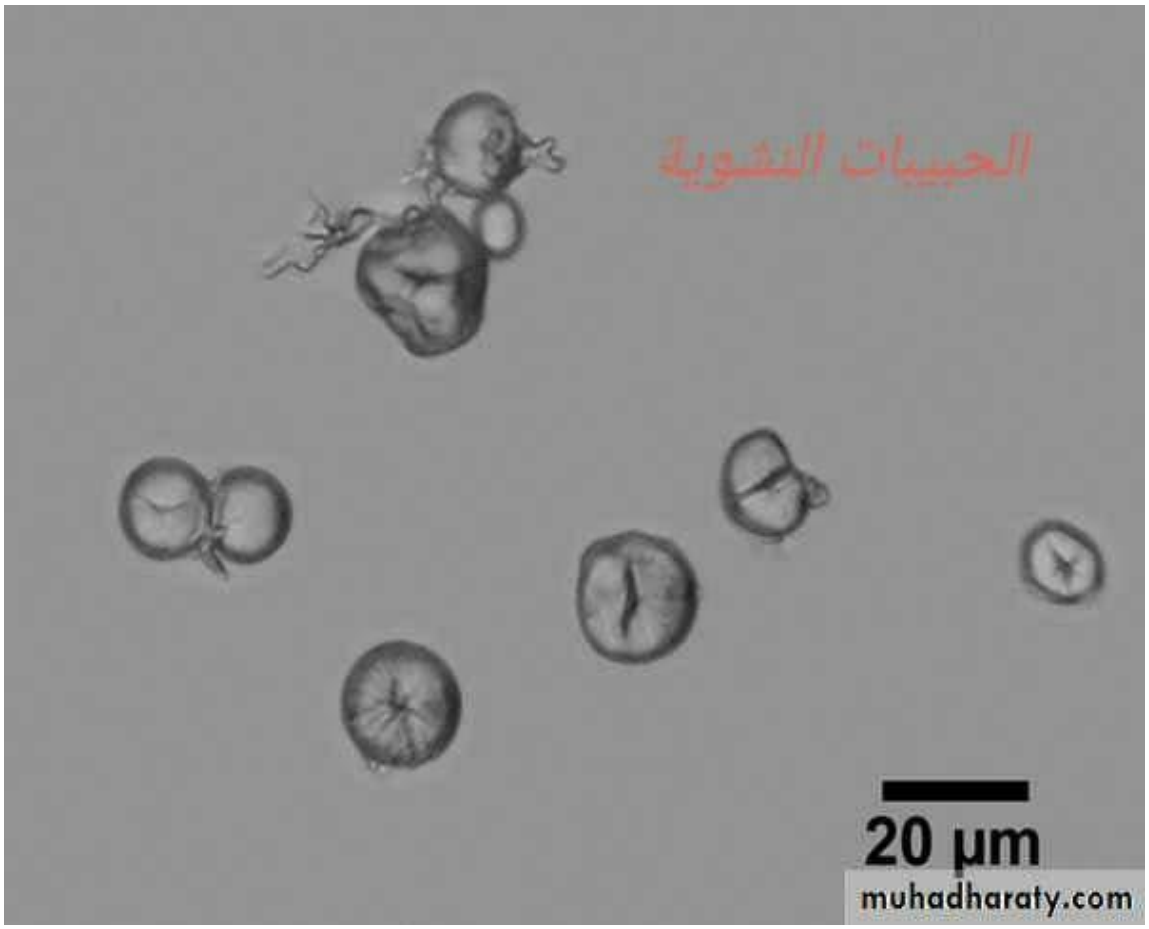


٣- **حبيبات النشأ Starch grains :** و هي مواد كاربوهيدراتية متعددة السكريات توجد مخزونة في الخلايا النباتية و تختلف هذه الحبيبات بالأشكال و الأحجام . من اهم هذه الحبيبات :

أ- **الحبيبات النشوية البسيطة Simple starch grains :** إذ تترتب عدد من الطبقات حول السرة Hilum و تكون السرة أما مركزية Concentric كما في نبات البزاليا و البطاطا أو تكون طرفية Excentric كما في الحنطة و الموز أو تكون مشققة Criked كما في النباتات البقولية .

ب- **الحبيبات النشوية المركبة Compound starch grains :** و هي التي تحتوي على أكثر من سرة واحدة و يفصل كل سرتين متجاورتين حاجز و تترتب الطبقات حول كل منها بصورة مستقلة . يمكن ملاحظة الحبيبات النشوية المركبة في حبوب الشوفـان و الذرة .

ت- **الحبيبات النشوية نصف المركبة (شبه مركبة) Semi-Compound starch grains :** إذ تحتوي الحبيبة على سرتان أو اكثر تترتب الطبقات حول كل منهما ثم تترتب بعد ذلك حولهما معا" .



الحبيبة النشوية البسيطة ذات السرة المنشقة تحت المجهر

٤- **الحبيبات الأليرونية Aleurone grains :** و هي عبارة عن مواد بروتينية مخزونة في النبات على شكل حبيبات و توجد عادة في سويداء البذور كما في الخروع و الحنطة و الذرة إذ تتكون الحبيبة الأليرونية من تركيب مستدير أو بيضوي الشكل يسمى Crystalloid (شبه بلوري) و آخر كروي يسمى globoid و يحاطان معا" بغلاف الحبيبة .

٥- **الزيوت و الدهون Oils and Fats :** و هي عبارة عن قطرات من الدهون أو الزيوت في الخلية النباتية .

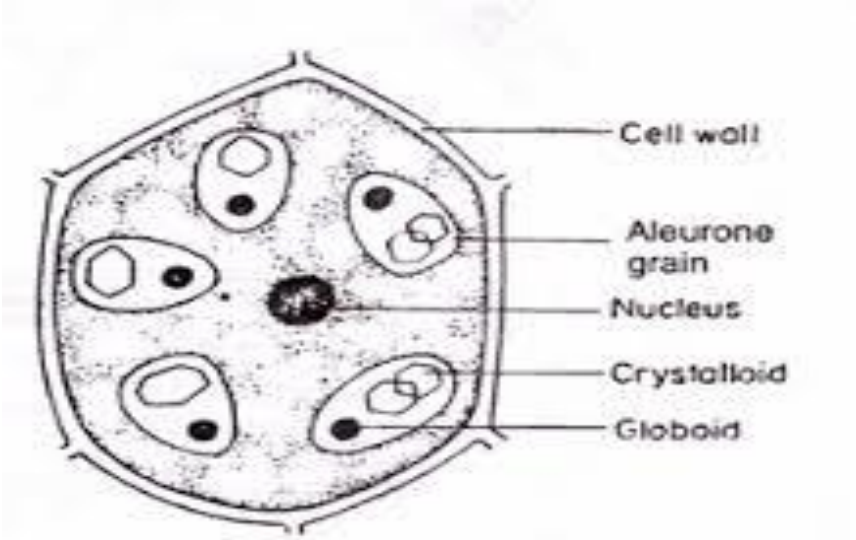


Fig. 3.7 : Cell showing *Aleurone* grains of Casterbean (*Ricinus sp.*)

الحبيبات الأليرونية تحت المجهر