

## المحاضرة الثالثة

### اجزاء الخلية النباتية

#### ثانياً: بروتوبلاست الخلية

ويشمل المحتويات الآتية:

#### أ - البروتوبلازم او المكونات الحية Protoplasm or living components

يقصد بالبروتوبلازم المادة الحية للخلايا , الذي يظهر كمادة هلامية غير متجانسة , تتكون من محلول غروي متجانس نسبياً يدعى بالساييتوبلازم ويوجد معه مكونات اخرى اكثر كثافة لكالنواة والبلاستيدات والميتوكوندريات ... الخ. وهو في مجموعة يتكون اساساً من بروتينات واحماض نووية ودهون وماء . يمتاز البروتوبلازم بعدة خواص اهمها الحركة والحساسية والتحول العذائي والتكاثر والنمو.

س/ لا تلاحظ خاصية الحركة الانسيابية للبروتوبلازم في خلايا البذور الجافة....؟

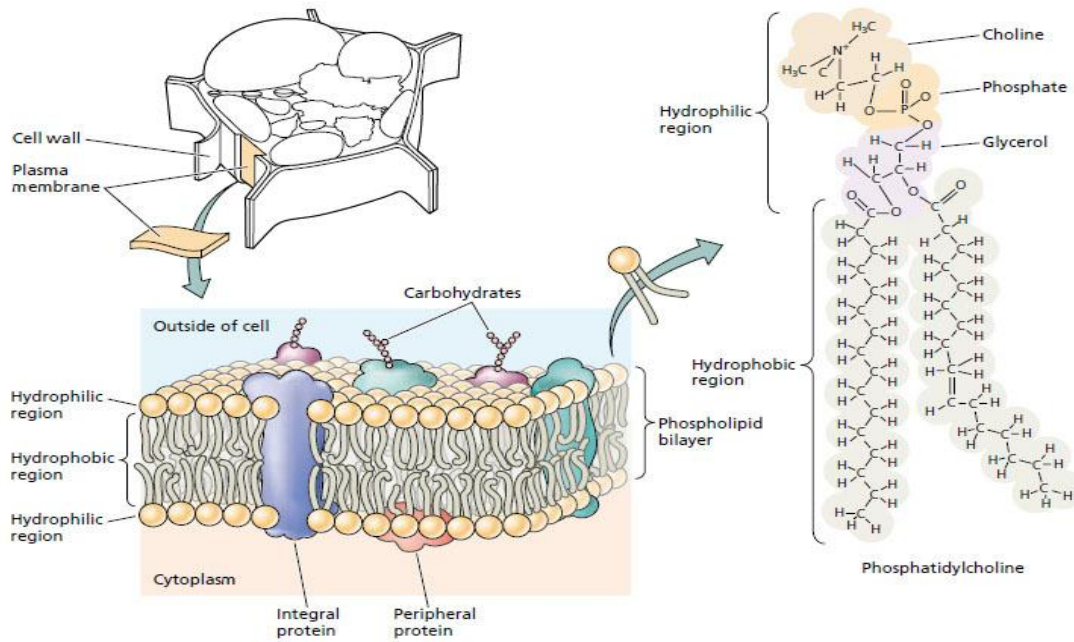
**1 - الساييتوبلازم Cytoplasm** وهو المادة الغروية الاساسية للبروتوبلازم ويتكون من البلازما الاساس والاعشوية البلازمية والشبكة الاندوبلازمية. تعتبر البلازما الاساس Ground plasm محلول غروي حقيقي يختلف في لزوجته باختلاف الخلية ونوعها وعمرها , يحتوي على الماء بنسبة 85-90 % كما يحتوي على انواع مختلفة من البروتينات والدهون في حالة غروية وسكريات واملاح في حالة ذائبة , وينغمس فيه بقية اجزاء الخلية.

#### 2 - الاغشية الخلوية Cellular membranes

اصبح من المعلوم ان الخلايا حقيقية النواة تتكون من اجزاء عديدة منها النواة والكوروبلاست والفجوات وغيرها من المكونات , وان هذه الاجزاء الخلوية تحتاج لكي تؤدي وظائفها الفسلجية بصورة صحيحة الى بيئات صغيرة , ولهذا برزت الحاجة الى امتلاكها للأغشية التي تفصلها نسبياً وتسهل سير العمليات الحيوية وتكاملها مع العمليات الحيوية الجارية في الاجزاء الخلوية الاخرى . يطلق على مجموع الاغشية الموجودة في الخلية بالأغشية الخلوية, فمثلاً الغشاء البلازمي Ectoplast غشاء منفرد يمثل الطبقة الخارجية للبروتوبلازم والملاصقة لجدار الخلية , كما يحيط بالفجوة غشاء منفرد اخر يسمى Tonoplast , اما النواة والبلاستيدات والميتوكوندريا , فكل واحدة منها محاطة بغشاء مزدوج , كما تحيط ببقية الاجزاء اغشاه اخرى.

تمتاز الاغشية الخلوية بمرونتها ومقدرتها على تجديد ما يتلف منها , فهي اغشية حيه اختيارية النفاذية Selective permeable اي لها القدرة على التحكم في دخول الذائبات والمذيبات. كما انها تحتوي على انزيمات وحاملات ايونات وجزيئات تساعد على نفاذ الايونات والجزيئات في اتجاه عكس منحدر التركيز وهذا ما يعرف بالنقل النشط Active transport.

بسبب الدقة المتناهية للغشاء البلازمي لم يتمكن العلماء من تحديد بنيته الا بعد استعمال المجهر الالكتروني, ففي النموذج الفسيفسائي السائل Fluid mosaic model الذي اقترح لتفسير بنية الاغشية, ان طبقة الدهون تكون بحالة مائعة يمكن للجزيئات الدهنية المفردة ان تتحرك جانبياً ضمن مستوى الغشاء, وتتألف الطبقة الدهنية للغشاء من ملايين الجزيئات الدهنية التي تجمع بين خاصيتين متباينتين تماماً, اذ تملك رأساً محباً للماء وذيلاً كارهاً له, تنتظم هذه الجزيئات في طبقتين تنطبق الواحدة على الاخرى بحيث تكون المجموعات المحبة للماء ملامسة للسطح الخارجي, والمجموعات الكارهة للماء نحو الداخل. ويعود السبب في ذلك نتيجة لسلوك الجزيئات الدهنية في وسط مائي. كما يقترح النموذج ان الغشاء البلازمي يتكون من عدة مئات من الجزيئات البروتينية يتباين عددها وفقاً لنوع الكائن الحي والنمط الخلوي الذي يحيط به. ويكون عدد الجزيئات البروتينية اقل بكثير من جزيئات الدهون الا انها تتفوق عليها بالحجم مما يعوض الفرق. ويمكن ملاحظة ثلاث نماذج للبروتينات الغشاء استناداً على ارتباطها بالطبقة الدهنية وهي البروتينات التامة التي تخترق الطبقة الدهنية المضاعفة بالكامل وتبرز على كلا سطحي الغشاء, والبروتينات السطحية التي توجد خارج الطبقة الدهنية المضاعفة سواء على السطح الخارجي او الداخلي. والبروتينات المثبتة في الدهون وتكون مرتبطة مع الجزيئات الدهنية للطبقة المضاعفة في الجهة التي توجد فيها.

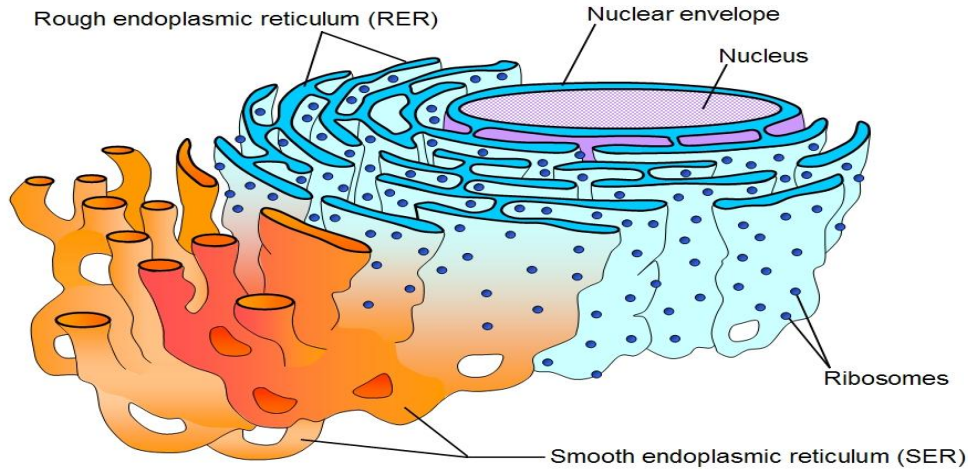


لا تقتصر وظيفة الاغشية على الاحاطة بالخلية ومحتوياتها بل وظائف عديدة منها:

- 1- تقسيم الخلية الى حجيرات مستقلة يؤدي كل منها نشاط متخصص ومستقل.
- 2- تأمين حاجز ذي نفاذية اصطفائية فضلاً عن نقل المواد الذائبة عبر اليات تسمح للخلية بتكديس بعض من هذه المواد.
- 3- الاستجابة للمؤثرات الخارجية.
- 4- موقع لحدوث الكثير من التفاعلات والنشاطات البيوكيميائية فضلاً عن توسطه التفاعلات بين الخلايا المتجاورة وتبادل المواد والمعلومات فيما بينها.
- 5- تحويل الطاقة من نمط لآخر هو من صميم العمليات التي تقوم بها الاغشية كما في اغشية البلاستيدات الخضراء و الاغشية الموجودة حول الماييتوكونديريا.

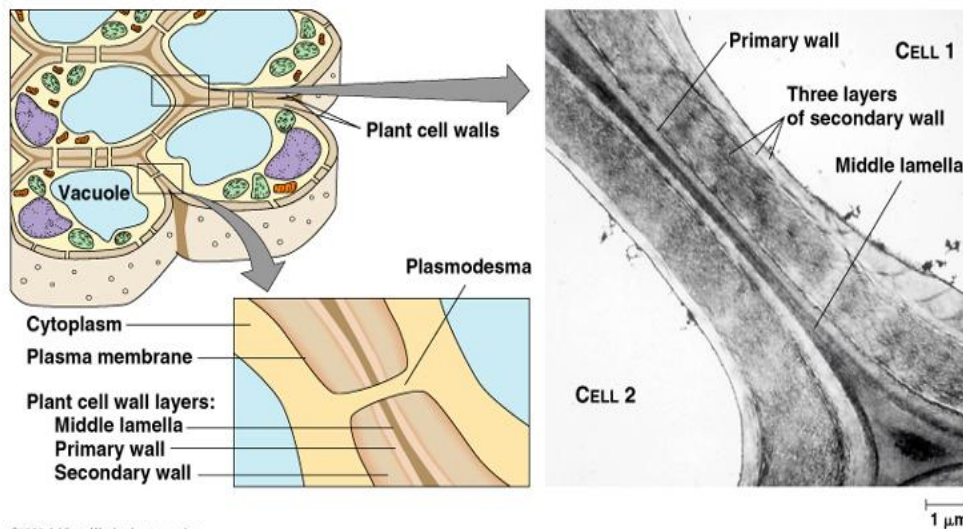
### 3 - الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum

وهي شبكة من انابيب وحوصلات دقيقة محاطة بأغشية تشبه غشاء البلازما ، تنتشر في البلازما الاسراس, يختلف شكل الشبكة في لخلية من وقت لآخر تبعا لنشاطها الفسلجي , فقد تكون خشنة المظهر بسبب حملها الرايبوسومات وتسمى الشبكة الاندوبلازمية الخشنة Rough E. R. وقد تظهر ملساء عند غياب الرايبوسومات وتدعى الملساء Smooth E.R. وان الشبكة الاندوبلازمية قد تتصل بالغشاء الخارجى وبالغلاف النووي وكذلك قد تتصل بجهاز كولجي فتكون ما يشبه النظام المتواصل والمرتب في الخلية . ويعتقد ان وظيفتها هي سهولة تمرير المواد داخل الخلية او تخزينها وخاصة المركبات البروتينية .



### 4 - الخيوط السائتوبلازمية Plasmodesmata

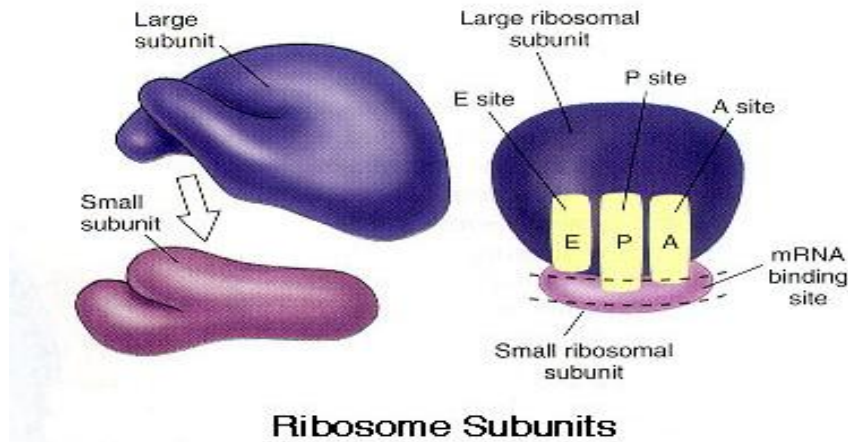
اهم ما يميز حقول النقر الابتدائية هو وجود تجمعات من خيوط او قنوات سائتوبلازمية ذات مادة سائتوبلازمية حية وظيفتها ربط المادة الحية بين الخلايا المتجاورة, وتكون عادة مبطنة بغشاء بلازمي , تؤدي وظيفتها توصيل المواد الحيوية وايونات العناصر الغذائية بين الخلايا . وبذلك تسهل حدوث العمليات الفسلجية , كما ومن خلال اختراق الشبكة الاندوبلازمية لها يكون سائتوبلازم الخلايا المتجاورة متواصلأ مكون نظام Symplast, توجد في جميع النباتات الراقية والواطنة وفي جميع الخلايا. كما ومن خلال



©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

## 5 - الرايبوسومات Ribosomes

وهي اجسام بروتوبلازمية متناهية الصغر , وقد توجد حره في شكل مجاميع سابقة في الساييتوبلازم, او متصلة بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة , وقد توجد على طول الغشاء النووي اوداخل النواة, كما توجد داخل البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا ولاكن بأحجام اصغر من المعتاد (70S). يتكون جسم الرايبوسوم من جزئين غير متساويين احدهما بروتيني ويبلغ وزنه حوالي 40% والاخر الحامض النووي RNA ويبلغ حوالي 60% من الرايبوسوم. تقوم جسيمات الرايبوسومات بوظيفة تكوين البروتين , ويجب ان تتجمع الرايبوسومات لغرض ان تصبح نشطة في تكوين البروتين , وترتبط الرايبوسومات عادة في مجاميع بواسطة نوع من الحامض النووي يسمى mRND. وعموماً توجد الرايبوسومات في المناطق النشطة فسلياً.



## 6 - النواة Nucleus

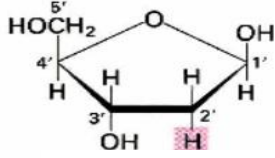
النواة جسم كروي او بيضوي , توجد وسط الساييتوبلازم , يختلف قطرها باختلاف الخلايا , فهي صغيرة نسبياً تتوسط عادة الخلية في الخلايا المرستيمية , وتوجد جانبياً في الخلايا البالغة . تحتوي خلايا النباتات الراقية على نواة واحدة , ولاكن في بعض الحالات كما في الانابيب اللبنية نجد اكثر من نواة . ومن المعروف ان الخلايا تموت إذا فصلت منها النواة , الا ان الانابيب الغربالية الناضجة تستمر حية برغم خلوها من النواة.

س/ لماذا تفقد الانابيب الغربالية نواتها..؟ وكيف يتسنى لها البقاء حية بدون نواة....؟

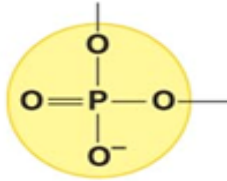
النواة اكثر لزوجة من الساييتوبلازم وهي تحتوي على نسبة اكبر من الحماض النووية , إذ يوجد نوعان رئيسيان من الاحماض النووية هما : الحامض الذي اوكسي رايبوزي النووي (DNA) Deoxyribonucleic acid , والحامض الرايبوزي النووي (RNA) Ribonucleic acid , يتكون كلاهما من وحدات تسمى نيوكليوتيدات Nucleotides التي تتكون كل واحدة منها من جزئ السكر الراي بوزي منقوص الاوكسجين في حالة الحامض DNA , او سكر رايبوزي في حالة RNA , يرتبط مع السكر جزئ فوسفات من جانب ومن الجانب الاخر يرتبط بقاعدة نيتروجينية وهي (الادينين Adenine او الثايمين Thymin او الكوانين Guanine او



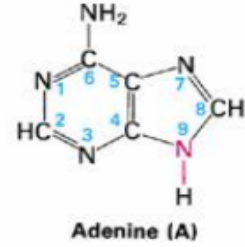
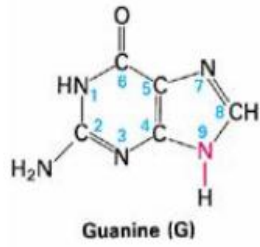
السائتوسين (Cytosine) في حالة الحامض DNA , ويستبدل الثايمين باليوراسيل Uracil في حالة الحامض RNA مع بقاء بقية القواعد الاخرى . والقواعد النيتروجينية جزيئاتها حلقيه فهي تتكون من حلقة سداسية كما في السائتوسين والثايمين او تكون خماسية كما في الادنين والكوانين.



السكر الخماسي الكاربون (الرايبوز منقوص الاوكسجين)

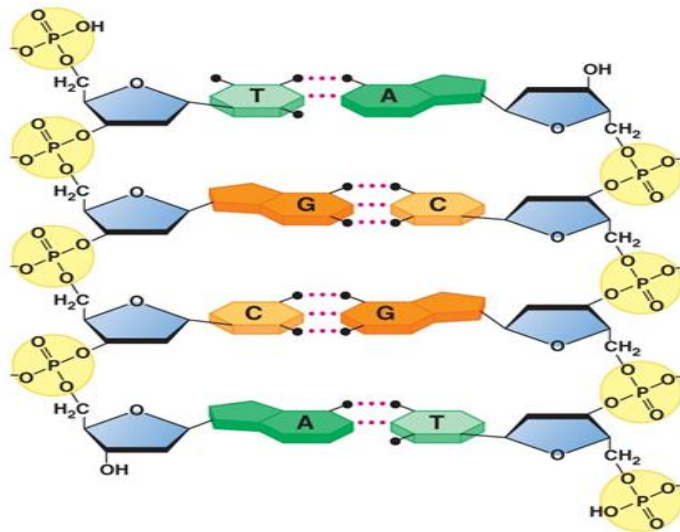
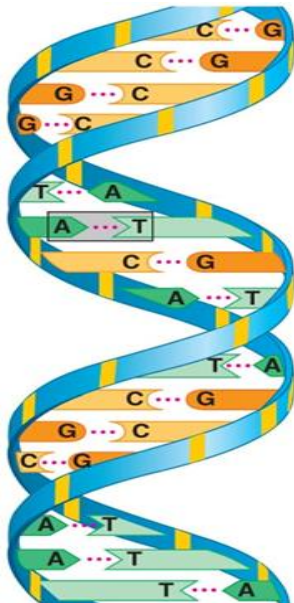


مجموعة الفوسفات

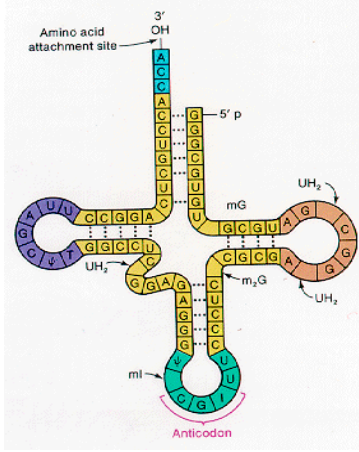


القواعد النيتروجينية

الحامض النووي DNA عبارة عن بوليمر نيوكليوتيدي مكون من سلسلتين من النيوكليوتيدات تلتفان حول بعضهما ويربط بين بعض القواعد في السلسلتين روابط هيدروجينية , وهذه الروابط تربط بين الادنين في سلسلة والثايمين في السلسلة الاخرى , ونفس الشيء بالنسبة للكوانين والسائتوسين.

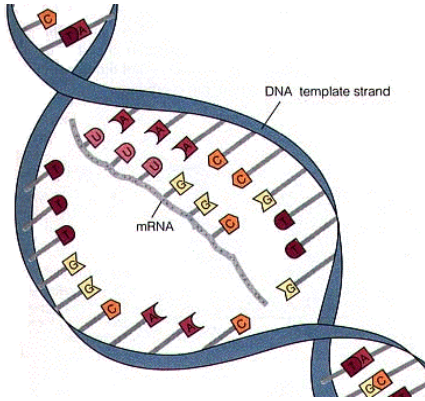


**الحامض النووي RNA** عبارة عن خيط غير حلزوني ولا يوجد التحام بين خيط واخر بالأواصر الهيدروجينية , ولكن في بعض حالات كما في (tRNA) فإن القواعد في نفس الجزيء ترتبط بالأواصر الهيدروجينية لذا يبدو كخيط ملتفاً على نفسه . يوجد انواع عديدة من الحامض النووي RNA لكل منها وظائف مختلفة وهي كالآتي:



### 1 - الحامض النووي الرايبوزي الناقل (tRNA) transfer RNA

اصغر الانواع , يتكون من نيوكليوتايدات توجد على هيئة قاعدة وساق وفرعين او ثلاثة فروع ينتهي كل منها بدائرة وتوجد روابط هيدروجينية تربط بين الادنين واليوراسيل وبين الساييتوسيل والكوانين في كل من الساق والافرع فقط , اما القاعدة والدوائر في نهاية الافرع فلا توجد فيها روابط , يرتبط بالجزء القمي الحامض الاميني عند الترجمة لتكوين البروتين.



### 2 - الحامض النووي الرايبوزي الرسول messenger RNA

(mRNA) RNA كبير نسبياً يتغير وزنه الجزيئي حسب الجين المستنسخ , لاتوجد روابط هيدروجينية بين قواعد.

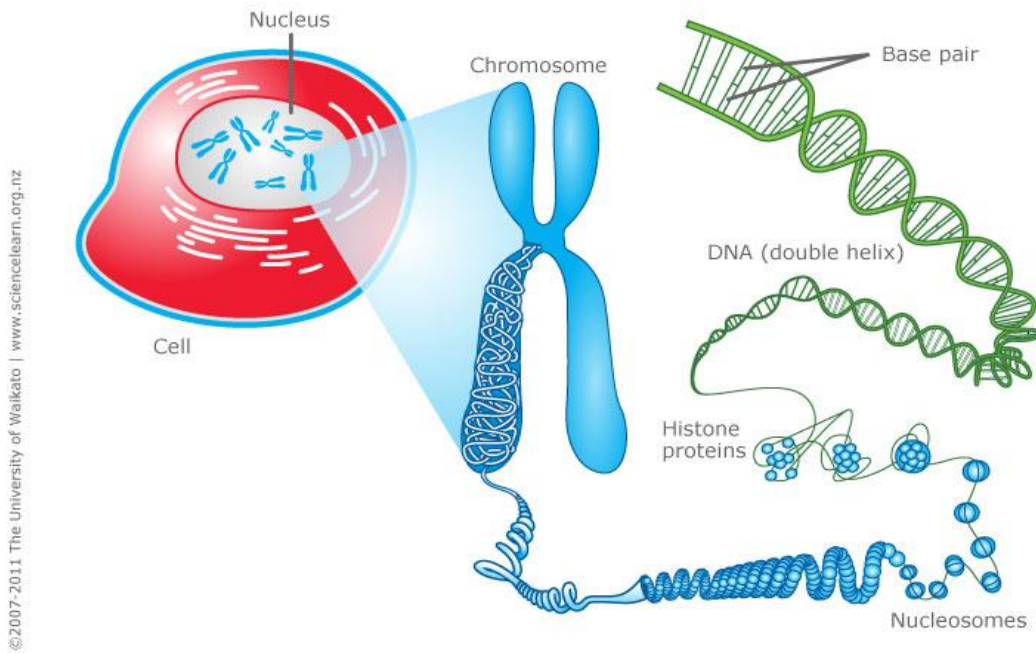
### 3 - الحامض النووي الرايبوزي الريبوسومي (rRNA) ribosomal RNA توجد انواع عديدة منه يدخل في تركيب الريبوسوم , توجد روابط هيدروجينية بين بعض قواعد.

تتكون النواة من مادة هلامية كثيفة غنية بالبروتينات والبروتينات الدهنية والحامض النووي RNA تعرف بالعصير النووي nuclear sap , وتغلف بغشاء رقيق يتكون من طبقتين يشبهان في تركيبهما الغشاء البلازمي يعرف بالغلاف النووي nuclear envelop يحمل على سطحه الخارجي الريبوسومات ويوجد بالغلاف النووي ثقب pores تمتلئ بمادة لزجة توصل العصير النووي بالساييتوبلازم. كما يمكن اعتبار الغشاء النووي ضمن الشبكة الغشائية الخلوية لاتصاله بالشبكة الاندوبلازمية , ويعتقد ان الغشاء النووي قد يلتف احياناً مكوناً ما يشبه البروزات التي تنفصل وتتطور الى بلاستيدات او مايتوكوندريا او اجزار اخرى .

يوجد وسط العصير النووي نوية او اكثر , والنوية nucleolus جسم كروي اكثر لزوجة من العصير النووي , غني بالحامض النووي RNA والبروتينات ولاتحاط بغشاء , يعتقد انها مراكز بناء الحامض النووي RNA والبروتين او انها اماكن لتكوين الريبوسومات التي تعبر الى الساييتوبلازم من ثقب غشاء النواة.

كما يوجد في النواة الشبكة الكروماتينية chromatin reticulum تكون في الطور الوسطي على شكل شبكة غير منتظمة , وتتكون الشبكة الكروماتينية من الكروماتين الذي يتكون من ارتباط DNA مع بروتينات اهمها الهستونات Histones, ويعتقد ان فائدة هذا الارتباط هو حفظ الهستونات لجزيئة DNA من الضغوط التي تقع عليه ومعادلة الشحنات السالبة DNA.

وعند انقسام النواة تتحول الشبكة الكروماتينية الى الياف كروماتينية تعرف بالكروموسومات Chromosomes التي تتكون من وحدتين طويلتين تدعى كل وحدة كروماتيدة Chromatid وكل كروماتيدة لها ذراعين Arms. هذه الودعتان تلتحمان بواسطة جزء ضيق يسمى السنتروميير Centromere. تتكون الكروماتيدة من ماتريكس matrix ينغمس فيها DNA ملفوف ملتوي يوجد على هيئة سلسلتين حلزونية من النيوكليوتيدات . تحمل الكروموسومات الجينات Genes اي العوامل الوراثية التي تتحكم في الصفات الوراثية والتفاعلات الحيوية للنبات . ويعرف الجين عبارة عن جزء DNA يتكون من عدد من النيوكليوتيدات تختلف باختلاف الجين يتحكم بصفة وراثية معينة .



تتحكم النواة في جميع العمليات الحيوية التي تحدث في الخلية , فضلا عن نقل المعلومات الوراثية من جيل الى اخر.

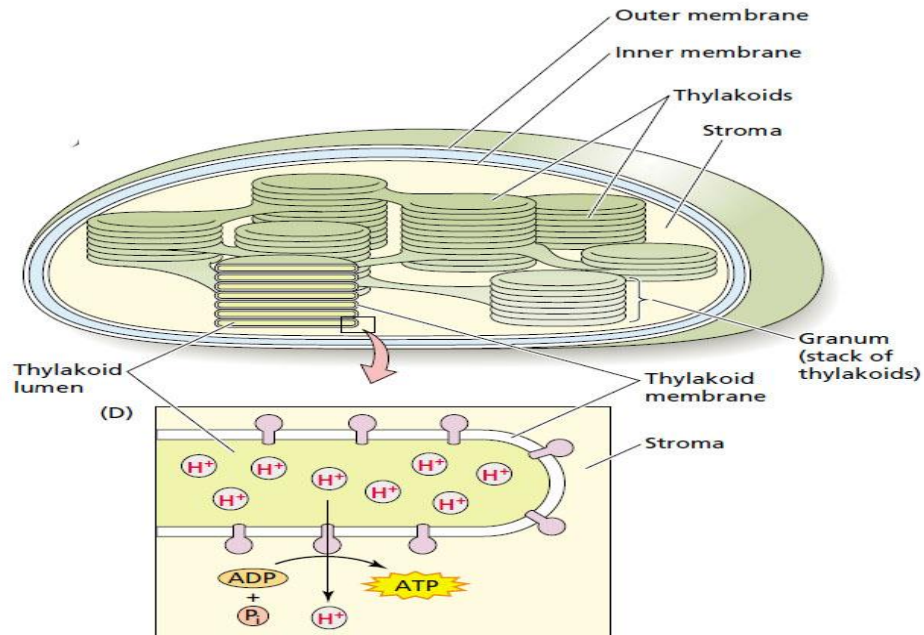
## 7 - البلاستيدات Plastids

هي اجسام بروتوبلازمية لها القدرة على النمو والانقسام سواء كانت في خلايا مرستيمية او بالغة... لماذا؟؟ قد تحتوي الخلية على بلاستيدة واحدة كما في بعض انواع الطحالب , اما النباتات الراقية فتحتوي خلاياها على العديد منها.

تقسم البلاستيدات على اساس غياب او وجود صبغات معينة الى بلاستيدات خضراء وبلاستيدات ملونة وبلاستيدات عديمة اللون . ويمكن ان تتحول البلاستيدات من صورة الى اخرى, كما في تحول البلاستيدات الخضراء الى ملونة في الازهار والثمار , وتحول البلاستيدات غير الملونة الى خضراء عند تعرضها للضوء .

## 1 - البلاستيدات الخضراء Chloroplasts :

بلاستيدات ذات لون اخضر لاحتوائها على صبغة كلوروفيل A و B واصباغ الكاروتين والزانثوفيل. تحتوي على الحامض النووي DNA و RNA وعلى الرايبوسومات حجم 70S لذا يمكنها الانقسام والتكاثر . تكون باحجام مختلفة كروية او قرصية او بيضاوية . وتتكون البلاستيدات الخضراء من وسط مائي كثيف غني بالبروتين يسمى الحشوة Stroma تغلف بغلاف يتكون من طبقتين مشابه في تركيبه للغشاء البلازمي . وتحتوي الحشوة على اجزاء دقيقة تعرف بالبذيرات Grana تتكون من اقراص مجوفة متراسة فوق بعضها . تتركب هذه الاقراص من اغشية تتكون من بروتين ودهون وصبغات الكلوروفيل والكاروتين تسمى ثيلاكويد Thylakoid, التي يتم فيها اختزال الطاقة الضوئية وتحويلها الى طاقة كيميائية مخزنة في الغذاء المصنع على صورة سكريات بعملية التركيب الضوئي . يربط بين البذيرات اغشية تسمى فريت Fret.



يخزن السكر الزائد في البلاستيدات على هيئة نشا وتتم هذه الخطوة في الحشوة , يسمى هذا النشا بالنشا الانتقالي الذي يظهر بشكل حبيبات صغيرة كثيرة العدد تختفي في الظلام لتحواله الى سكريات تنتقل لأنسجة النبات الاخرى.



## 2 - البلاستيدات الملونة Chromoplasts

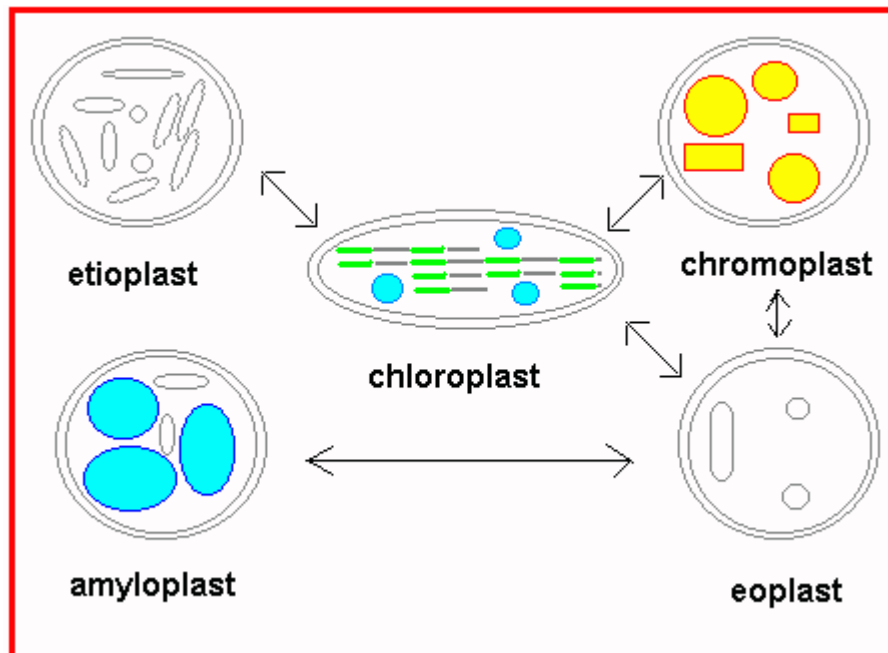
بلاستيدات ذات ألوان مختلفة عدا اللون الأخضر فمنها البرتقالي والأصفر والأحمر ويتوقف اللون على نوع الصبغة الكاروتينية الموجودة فيها ذات أشكال مختلفة , إذ تمتاز بقدرتها على التمدد لكي تلائم مع الصبغة التي تتبلور بداخلها.

تعد البلاستيدات الملونة مسؤولة عن اللون في الأزهار والثمار والجذور كثمار الطماطم وجذور الجزر, وظيفة البلاستيدات الملونة غير واضحة ولكن يعتقد بأنها تجذب الحشرات إلى الزهار لتسهيل عملية التلقيح , كما يعتقد أن لها نشاط في عملية التركيب الضوئي.

## 3 - البلاستيدات غير الملونة Leucoplasts

لا تحتوي هذه البلاستيدات على الصبغات , توجد في الخلايا غير الكاملة النمو , وفي الخلايا غير المعرضة للضوء كالبذور والجذور ودرنات البطاطا , وتوجد في خلايا الطبقة الخارجية للأوراق (البشرة) ذات أشكال عديدة لقابليتها على التمدد , وظيفتها هي تكوين النشا وحزنه , وتوجد البلاستيدات الملونة بحالات عديدة منها : البلاستيدات الفتية proplastids تكون موجودة في الأطوار الأولى من تطور الأنسجة وعند تعرضها للضوء تتحول إلى خضراء . والبلاستيدات المبيضة Etioplasts التي تنتج عن حرمان الورقة من الضوء حيث تختفي الصبغة الخضراء وتصبح عديمة اللون . وبلاستيدات النشا Amyloplasts إذ تقوم هذه البلاستيدات بتحويل السكر إلى نشأ ثم تخزينه في داخلها ويعرف هذا النوع بالنشأ المخزون الذي يكون ذو حبيبات كبيرة وبأعداد قليلة . وبلاستيدات الدهن Elaioplasts تقوم بخزن الزيوت والدهون . وأخيراً بلاستيدات البروتين Proteinplast التي تقوم بخزن البروتينات لحين الحاجة لها.

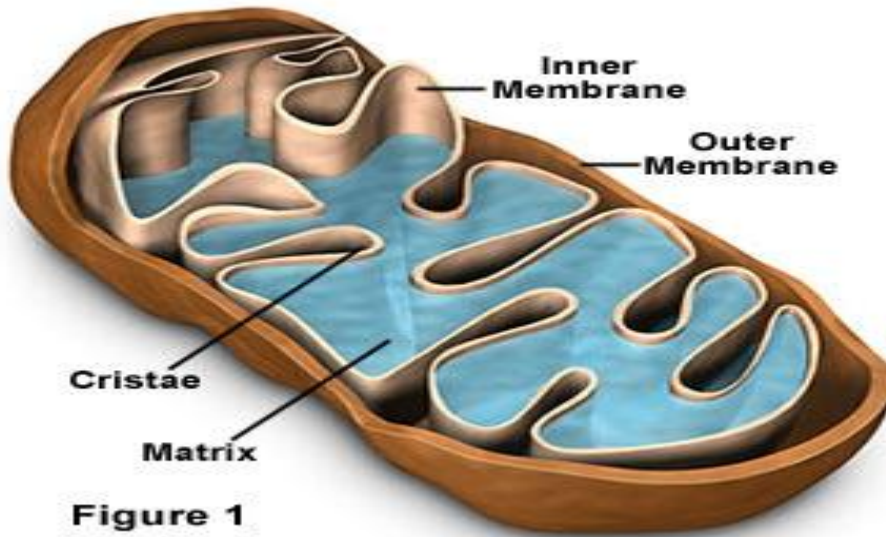
هذا وتستطيع البلاستيدات العديمة اللون أن تتحول من شكل إلى آخر لوفرة الإنزيمات فيها فهي تستطيع تكوين النشأ أو الدهن أو البروتين حسب نوع البلاستيدات ونشاطها.



## 8 - المايٲوكونډريا Mitochondria

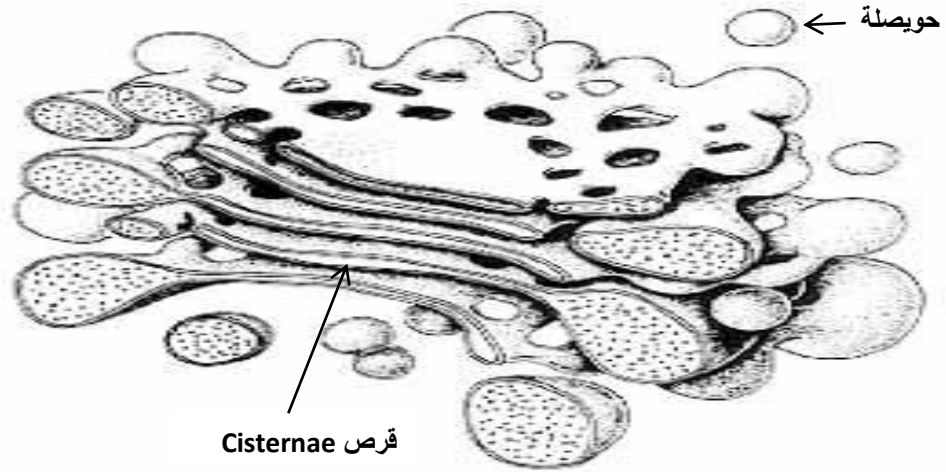
هي اجسام بروتوبلازمية حية لها القدرة على النمو والانقسام , تشاهد مغمورة في سايتوبلازم الخلايا المختلفة وبخاصة الخلايا المرستيمية وتظمحل وتخفي في الانابيب الغربالية ...! لماذا. لها اشكال مختلفة اكثرها شيوعاً الشكل العصوي , تتركب من بروتينات ذائبة تعرف بالحشوه matrix ويوجد بها DNA الخاص بها وتحتوي على الرايبوسومات بحجم 70S , وتغلف الحشوه بغلاف يتكون من طبقتين يشبه في تركيبه الغشاء البلازمي , الغشاء الداخلي متعرج وذو نتوءات تمتد للداخل تسمى الرشراشات Cristae ويوجد على هذه الطبقة الاف من جسيمات تشبه الدبابيس متصلة بالغشاء , تعتقد ان هذه الجسيمات تحتوي على الانزيمات اللازمة لتحويل مركب ADP الى مركب ATP, فضلاً عن احتوائها على الانزيمات اللازمة لدورة كريس , لهذا تظهر اهمية المايٲوكونډريا في انها تقوم بتفاعلات التنفس لإعطاء الطاقة لمختلف انشطة الخلية .

### Mitochondria Inner Structure



## 9 - اجسام كولجي Golgi body

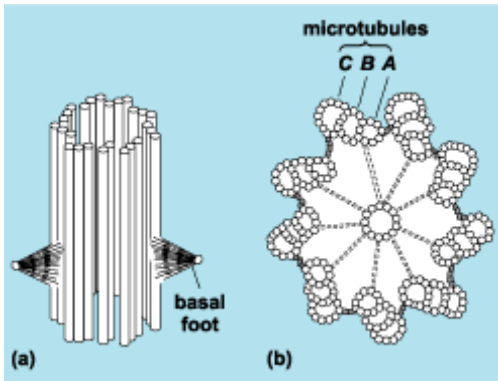
يتكون جهاز كولجي من مجموعة اجسام تسمى دكتيوسوم Dictyosomes منتشرة في البلازما الاساس تتكون من اقراص جوفاء ذات غشاء مفرد تدعى Cisternae مرتبة بشكل طبقات Stacks يوجد بداخلها مركبات عديدة كالبروتينات والكاربوهيدرات , يخرج من اطراف الاقراص انابيب عديدة متفرعة تنتهي عادة بحويصلات , ويعتقد بأن الحويصلات تستعمل في بناء الغشاء البلازمي والجدار الخلوي والفجوة العصارية , كما ان المواد الافرازية قد تفرز خارج الخلية لذلك يزداد عدد وحدات جهاز كولجي في الخلايا النباتية المختصة بالإفراز كما في خلايا الفلنسة للجزر والتي تفرز مواد هلامية خارج الخلايا تساعد على سهولة انزلاق الجزر بين حبيبات التربة, لذا فان وظيفة جهاز كولجي هي الافراز.



## 10- الاجسام الكروية Spherosomes

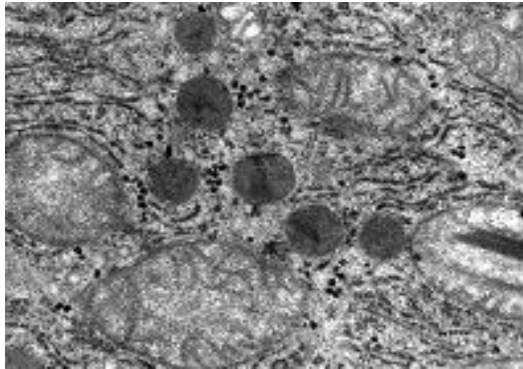
جسيمات بروتوبلازمية كروية الشكل وتشابه الليسوسومات الموجودة في الخلايا الحيوانية , يتكون الجسم المركزي من حشوة كثيفة بروتينية تحاط بغشاء مفرد , يعتقد بانها تحتوي على انزيمات التحليل لذا تدعى بالجسام الحالة.

## 11-الجسم المركز Centriole



يتكون من الانابيب الدقيقة microtubules المرتبة حول محيط الاسطوانة على هيئة تسع مجاميع كل مجموعة تحتوي على ثلاثة من الانابيب الدقيقة , وهذه النابيب توجد في الحشوة المكونة من مواد غير متبلورة . يظهر الجسم المركزي عندما تكون الخلية في طور السكون على شكل حبيبة صغيرة بجانب النواة , اما اثناء انقسام الخلية فيظهر زوج من الاجسام المركزية تقوم بترتيب المغزل في عملية انقسام الخلية.

## 12-الاجسام الدقيقة Microbodies



تراكيب حريصلية غشائية تشبه لحد كبير الاجسام الحالة , قد تحتوي على تراكيب بلورية . تنشأ من الشبكة الاندوبلازمية عن طريق التبرعم , تحتوي بداخلها على بعض الانزيمات كأنزيم الكاتاليز الذي يحلل بيروكسيد الهيدروجين وبذلك تتخلص الخلية من ضرره التأكسدي السام , كما وتوجد في خلايا البذور أذ تعمل على تحويل الدهون الى سكريات يستغلها الجنين عند النبات

وذلك من خلال التفاعلات التي تعرف بدورة الكلايكوسية . كما يعتقد ان لها دوراً مهماً في التخلص من نصف كمية الكحول الايثيلي بأكسدته لمركب الاستيلدهايد وتكسير الاحماض الدهنية وتكوين انزيم الاستيلايل كوانزيم A (Acetyl co enzyme A).

## ب -المكونات غير الحية Non living components

تحتوي الخلية النباتية بجانب البروتوبلاست على مكونات اخرى غير حية , التي توجد في صورة ذائبة او غير ذائبة في العصير الخلوي , الذي يوجد في الفجوات العصارية او توجد في السيتوبلازم على هيئة بلورات. ومن اهم هذه المحتويات:

### 1 - الفجوة العصارية Vacuoles

تحتوي الخلية النباتية واحدة او اكثر من الفجوات ال عصارية تبعاً لنوع الخلية وعمرها فالخلايا الفتية والخلايا المرستيمية تحوي العديد من الفجوات الصغير التي تنشأ من الشبكة النوبلازمية او جهاز كولجي , وعند نضج الخلايا فان هذه الفجوات الصغيرة تتحد مع بعضها البعض لتكون فجوة واحدة او اكثر كبيرة تشغل ما يقارب 90% من حجم الخلية وقد تضغط على الساييتوبلازم ومحتوياته على جدار الخلية بحيث يكون الساييتوبلازم بشكل غشاء رقيق , وتحاط الفجوة من الخارج بغشاء بلازمي فجوي Tonoplast الذي يقوم بعدة وظائف حيوية منها النقل النشط لبعض الايونات السالبة كالكلور  $CL^-$ . يتكون العصير الخلوي من محلول مائي مذاب فيه او موجود به في حالة غروية مواد مختلفة منها السكريات والبروتينات واحماض عضوية واملاح غير عضوية وقلويدات واصباغ كالانثوسيانين, وقد تحتوي على بلورات مترسبة. وعادة تكون هذه المركبات نواتج عمليات التحول ال غذائي الغير مرغوب وجودها في الساييتوبلازم لتأثيرها الضار عليه . كما تعد الفجوة وسيلة من وسائل الافراز والايخراج , فضلاً عن محافظتها على الضغط الانتفاخي للخلية.

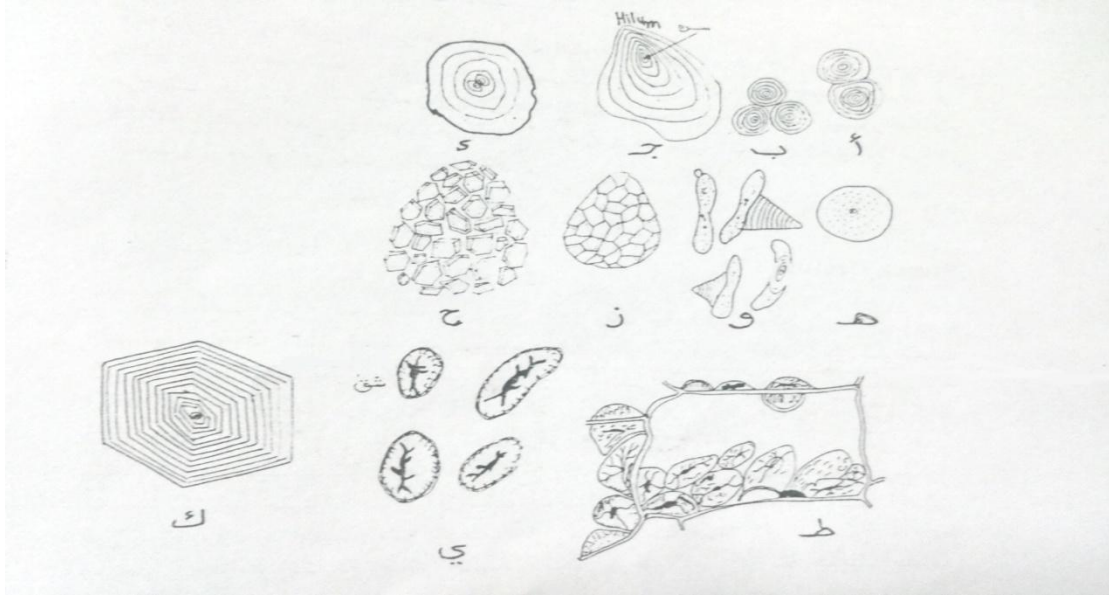
### 2 - حبيبات النشا Starch grains

يعتبر النشا من اهم المكونات الغير حية بداخل الخلية , ويوجد في صور حبيبات تختلف في شكلها وحجمها من نبات لآخر ولهذه الصفة قيمه تصنيفية مهمة . وتظهر حبيبات النشا في شكل حلقات متداخلة تتوسطها سره hilum التي قد تكون وسطية مركزية كما في القمح , او جانبية لامركزية كما في البطاطا , وقد تظهر بشكل شق قد يكون متفرع كما في الفاصولياء . تعتبر حبيبة النشا الحاوية على سره واحدة حبيبة بسيطة , اما اذا حوت اكثر من سره جمعهم حلقات مشتركة فتعد حبيبات نصف مركبة كما في البطاطا , فاذا لم تجمعها حلقات مشتركة فأنها حبيبات مركبة كما في الارز.

تتكون الحلقات في حبيبة النشا اما من تبادل حلقات غنية بالماء مع اخرى غنية بالنشا , او تبادل نوعين من مكونات النشا هما الاميلوز والاميلوبكتين , كم يعتقد ان لتغير الظروف البيئية مثل الضوء ودرجة الحرارة له تأثير في تكوين هذه الحلقات.



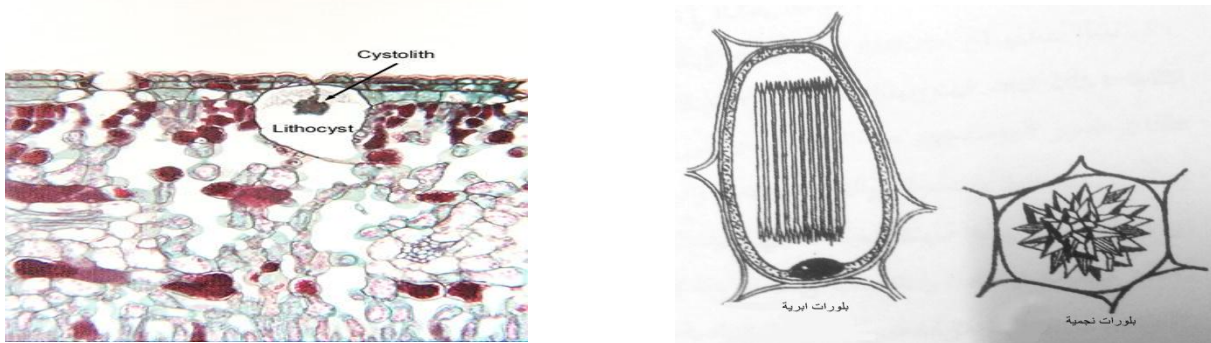
وكما اسلفنا سابقاً يتكون النشأ المنقول في البلاستيدات الخضراء , في حين يتكون ويخزن النشأ المخزون في البلاستيدات عديمة اللون.



نماذج لحبيبات النشأ المختلفة : أ, ب- حبيبات نشأ مركبة من البطاطا ج- حبيبات نشأ بسيطة من درنات البطاطا د- حبيبات نشأ نصف مركبة من درنات البطاطا هـ- حبيبات نشأ مركزية للقمح و- بلاستيدات يتكون عليها النشأ في مراحل مختلفة ز- حبيبات نشأ مركبة للرز ح- حبيبات نشأ مركبة ومفككة للرز ط- بلورات الانبولين في الخلية ي- حبيبات نشأ ذات شق متفرع للفاصوليا ك- حبيبات النشأ في الموز

### 3 - البلورات Crystals

تختلف البلورات الموجودة في الخلايا النباتية في تركيبها الكيميائي فقد تكون بروتينية كما في البطاطا او من مواد سكرية كبلورات الانبولين الكروية المتكونة من تجمع جزيئات الفركتوز كما في نبات الداليا . وتعتبر بلورات املاح الكالسيوم الاكثر شيوعاً وتوجد بلورات اوكرالات الكالسيوم في صور مختلفة , معينة او نجمية اشكل كما في اعناق اوراق نبات البيجونيا , وقد تكون ابرية في شكل حزم كما في نبات الدفنباخيا الذي يسبب مضغ وابتلاع أوراقه تلف الحبال الصوتية. كما توجد بلورات كاربونات الكالسيوم في شكل عناقيد متدلّية من جدر الخلايا مكونة الحوصلة الحجرية Cystolith وتعرف الخلية عند اذ بخلية الحوصلة الحجرية كما في العرموط.



الخلية الحاوية على الحويصلة الحجرية