



مورفولوجيا وتفسير النبات



إعداد

أ.د/ أحمد لطفى ونس

مستاد علم النبات

كلية الزراعة

جامعة دمياط

يتكون جسم النبات الراقى من مجموعة أعضاء Organs هى الجذور والسيقان والأوراق والأزهار والثمار، كل عضو منها يتكون من مجموعة من الأنسجة Tissues، ويتكون النسيج من مجموعة من الخلايا التى لها نفس الأصل وتشارك فى أداء وظيفة أساسية واحدة، فالخلية إذن هى أصغر وحده بنائية وظيفية يتكون منها جسم النبات.

شاهد المحاضرة فيديو على الروابط التالية:

https://youtu.be/5Z8IG-ink_E

<https://youtu.be/TgoSlcz-VRE>

<https://youtu.be/mBsrjzqEFS0>

https://youtu.be/s5ww0k3G6_M

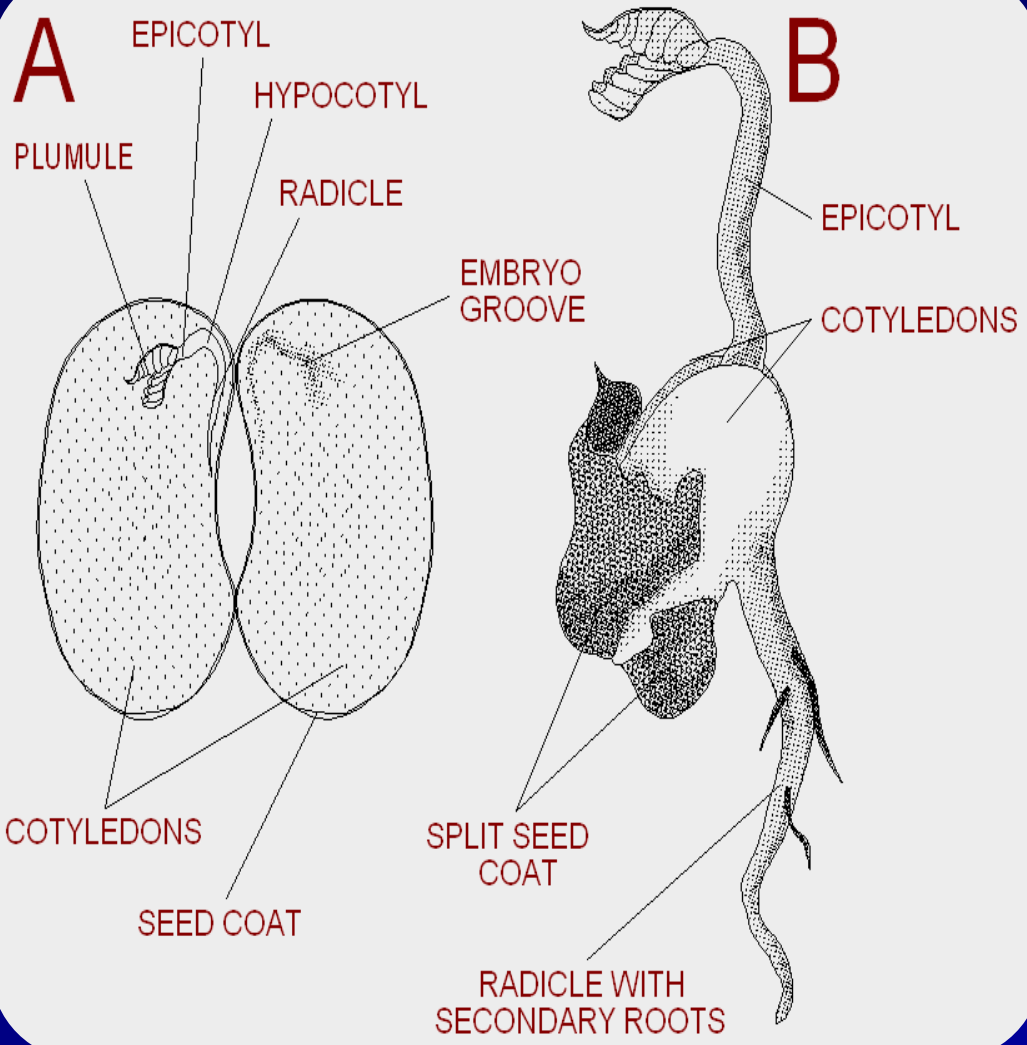
الخلية النباتية Plant cell

تعريف الخلية النباتية:

هى الوحدة التركيبية والوظيفية فى جسم النبات

نظرية الخلية Cell Theory

- ١- الخلية هى وحدة بناء جسم الكائن الحى.
- ٢- الخلية تقوم بجميع العمليات الحيوية.
- ٣- الخلايا تنشأ من إنقسام خلايا سابقة أى أن زيادة عدد الخلايا يحدث نتيجة لإنقسام الخلايا.



مراحل نمو الخلية النباتية

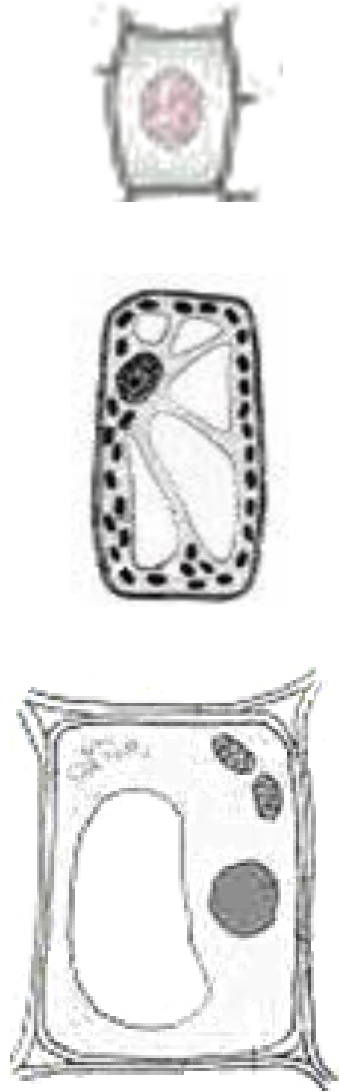
١- المرحلة الانشائية:

تحدث هذه المرحلة في مناطق النمو بجسم النبات وهي قمم السيقان والأفرع والجذور وكذلك بدايات الأوراق والبراعم وهي مناطق تتكون من خلايا مرستيمية وظيفتها الإنقسام وتكوين خلايا جديدة تنمو وتتشكل لتبنى جسم النبات.



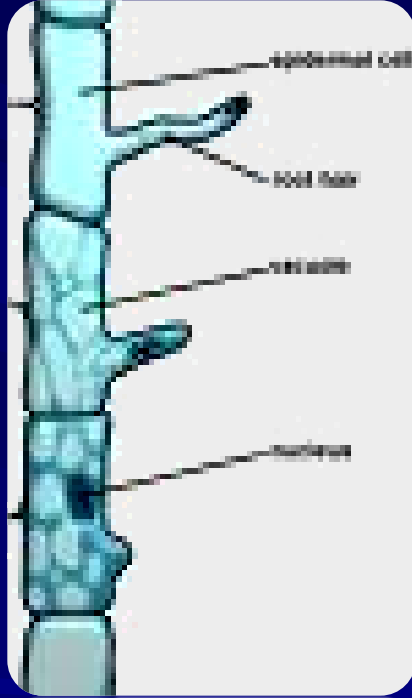
٢- مرحلة الاستطالة أو التحول إلى خلية بالغة

تنمو الخلايا الناتجة حديثا من الإنقسام وتزداد في الحجم نتيجة إنتقال الماء والذائبات إليها من الخلايا المجاورة فتتمدد محتوياتها الداخلية وتضغط على الجدار الخلوى فيتمدد بدوره مسببا إتساع الخلية (جدار الخلية في هذه المرحلة جدار ابتدائى رقيق يمتاز بالمرونة والمطاطية حتى لا يعيق الخلية عن الإستطالة). يتجمع الماء والذائبات التى تدخل الخلية فى بادئ الأمر فى فجوات عصارية صغيرة تظهر على هيئة قطرات تزداد فى الحجم تدريجيا بإستمرار دخول الماء والذائبات ثم تندمج بعض الفجوات معا مكونه فجوات أكبر تكسب السيتوبلازم مظهرا شبكيا وتظهر النواة فى وسط الخلية ممسوكة ببعض خيوط السيتوبلازم ومع إستمرار دخول الماء والذائبات إلى الخلية يزداد حجم الفجوات العصارية وتندمج مع بعضها فى النهاية مكونة فجوة واحدة كبيرة وسطية تدفع السيتوبلازم والنواة بجوار جدار الخلية، يصاحب زيادة الخلايا فى الحجم حدوث تغير فى شكلها نتيجة تراحم الخلايا أثناء نموها وضغطها على بعضها البعض، ويؤدى التغير فى شكل الخلايا أثناء نموها إلى حدوث انفصال جزئى للصفحة الوسطى التى تلتصق الخلايا المتجاورة ببعضها مما يؤدى إلى ظهور المسافات البينية بين الخلايا. بعد وصول الخلايا إلى الشكل والحجم النهائى الذى يتناسب مع الوظيفة التى ستؤديها تتوقف عن الإستطالة بأن يبدأ تكوين الجدار الثانوى وهنا تكون الخلايا قد أصبحت خلايا بالغة.

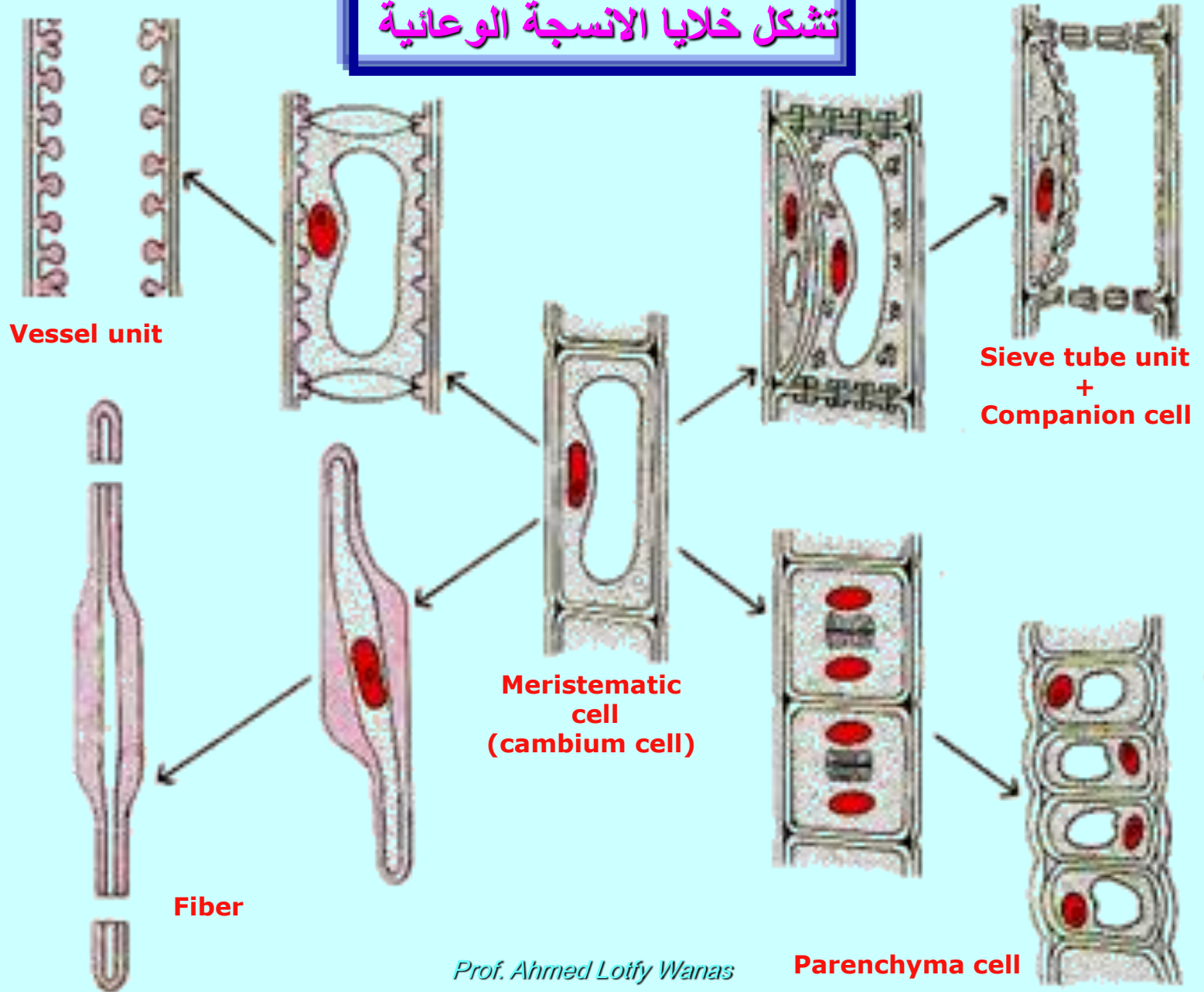


٣- مرحلة التخصص (التمييز)

وفى هذا المرحلة يتم تشكل الخلايا بعد أن أصبحت خلايا بالغة لتؤدى كل مجموعه منها وظيفة معينة تناسب موضعها فى جسم النبات ويتم تشكل الخلايا بحدوث تغير فى تركيبها يلائم الوظيفة التى ستؤديها، فمثلا إذا كانت الخلية ستصبح خلية بشرة ساق هوائية أو ورقة خوصية يترسب على جدارها الخارجى (المعرض للجو) وأحيانا على جدرها الجانبية مادة الكيوتين لتكون طبقة الأدمة **Cuticle** وهى تمثل الجدار الثانوى للخلية وتعمل الأدمة على تقليل فقد الماء بالتبخير من الأنسجة الداخلية، أما إذا كانت ستصبح خلية بشرة جذر فإن جدارها الخارجى يمتد للخارج مكون نتوء أنبوى الشكل يعرف بالشعيرة الجذرية **Root hair** تندفع بداخلها النواة مع جزء من السيتوبلازم وتستقر بالقرب من طرفها ولاتكون خلايا بشرة الجذر جذر ثانوية (طبقة الكيوتاكل) كما هو الحال فى بشرة السيقان الهوائية والأوراق، فوظيفة البشرة فى الجذر هى إمتصاص الماء والأملاح من التربة. وإذا كانت الخلية ستصبح خلية بارنكيما ممثلة ضوئيا فيتكون بها عدد كبير من البلاستيدات الخضراء التى تقوم بعملية البناء الضوئى ولاتحتاج هذه الخلايا إلى تكوين جدار ثانوى.



تشكل خلايا الانسجة الوعائية



مقارنة بين الخلية المرستيمية والخلية البالغة

الخلية البالغة	الخلية المرستيمية	وجه المقارنة
كبيرة الحجم	صغيرة الحجم	حجم الخلية
سميك (جدار ابتدائي+ثانوى)	رقيق (جدار ابتدائي)	سمك الجدار
طبقة رقيقه تبطن الجدار الخلوى	كثيف	السيتوبلازم
صغيره نسبيا	كبيره نسبيا	النواة
توجد فجوه واحده كبيره عادة	توجد فجوات كثيرة ودقيقة جدا	الفجوات
توجد مسافات بينيه واسعه عادة	صغيره جدا او غير موجودة	المسافات البيئية
فقدت القدرة على الانقسام لتؤدى وظائف اخرى	لها القدرة على الانقسام	القدرة على الانقسام
		الرسم

تركيب الخلية النباتية

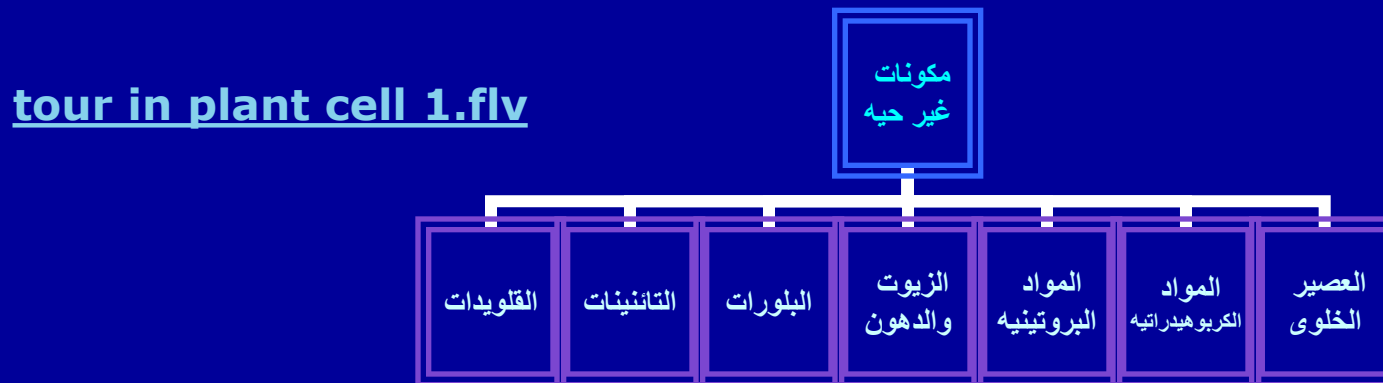
١- الجدار الخلوى

٢- البرتوبلاست : وهو اصطلاح يطلق على كل محتويات الخلية عدا الجدار الخلوى ويتكون من :

(١) مكونات بروتوبلازمية (مكونات حية) وتشمل:

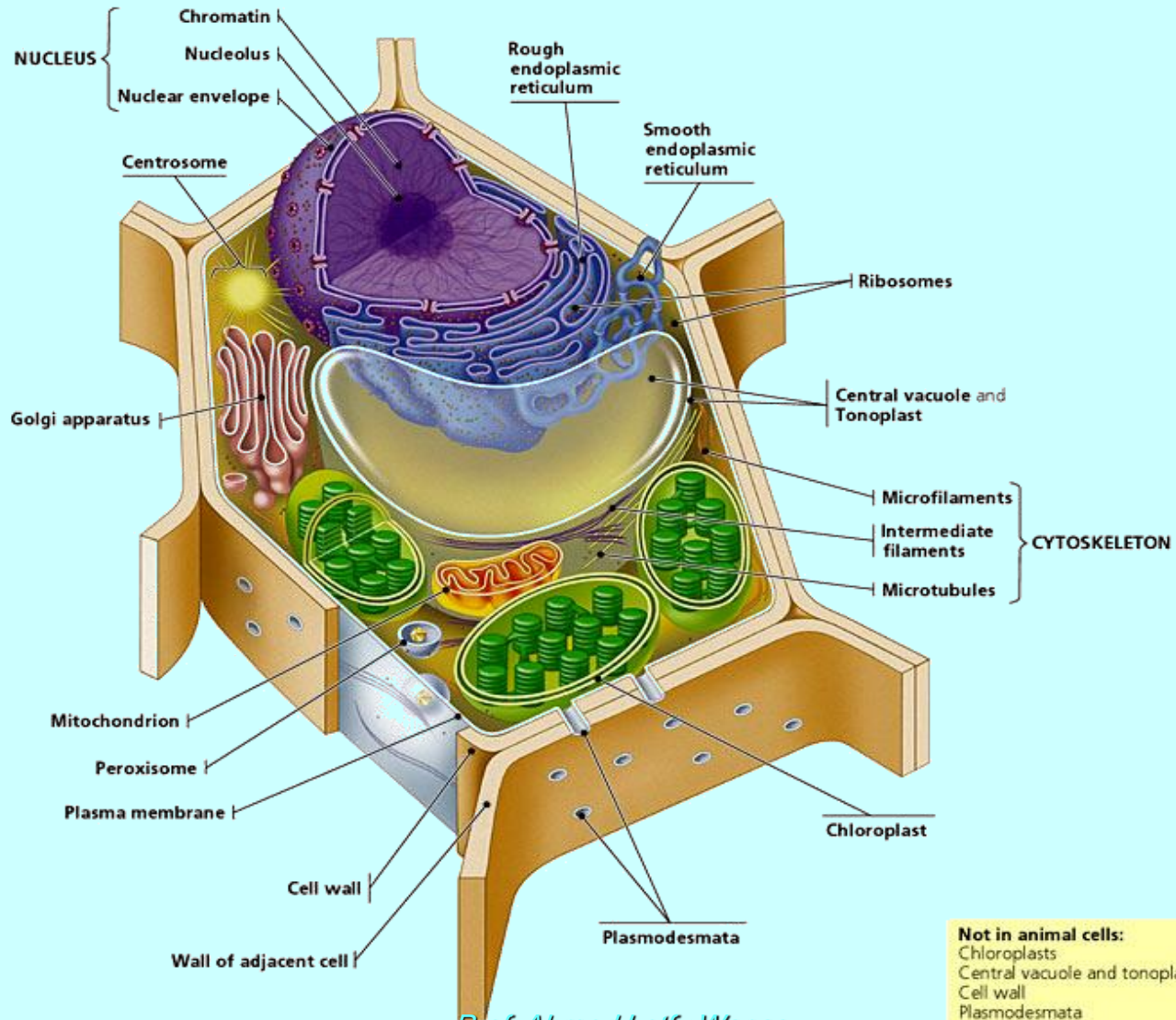


(ب) مكونات غير بروتوبلازمية (مكونات غير حية) وتشمل:



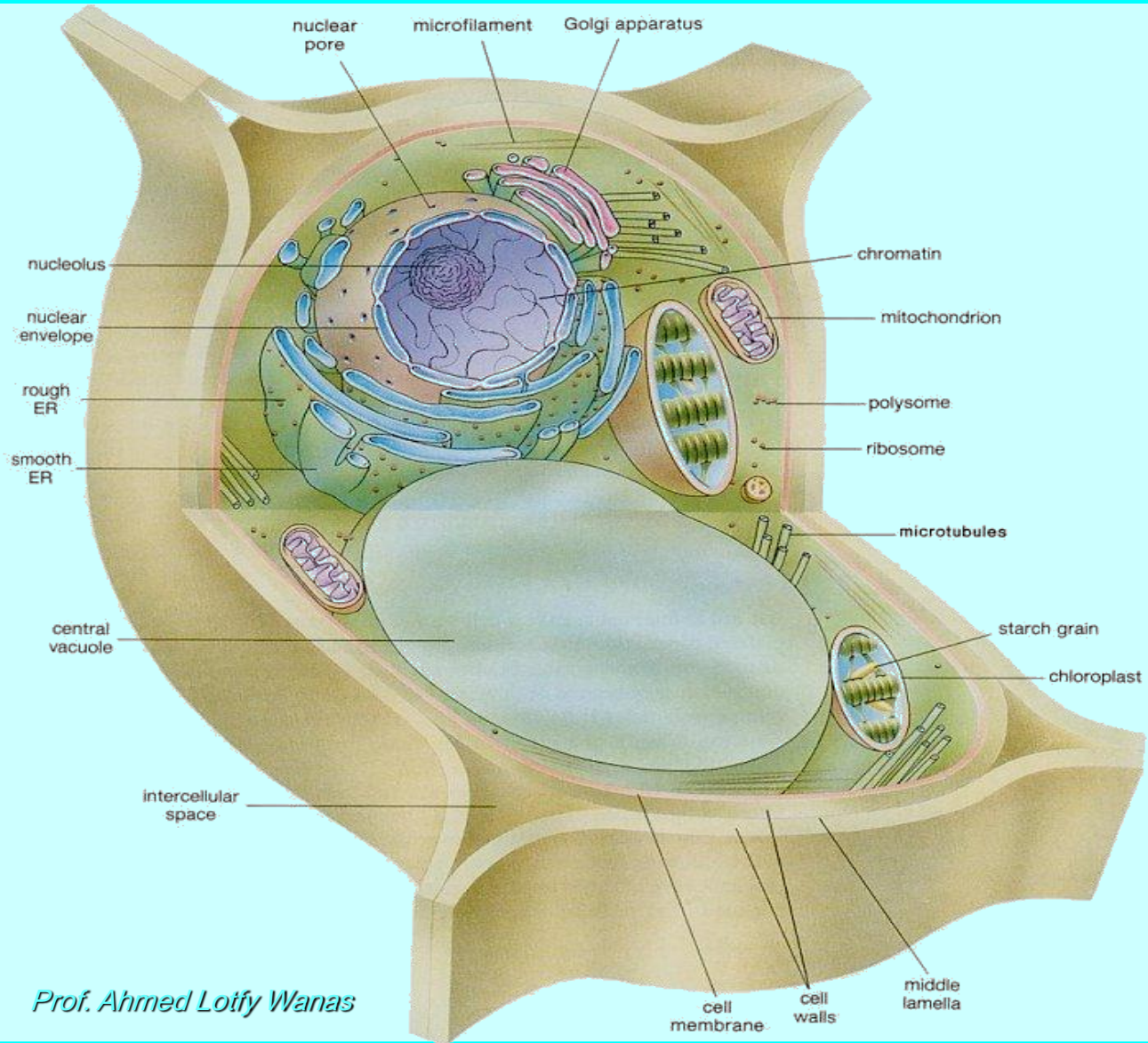
[tour in plant cell 1.flv](#)

الخلية النباتية



Prof. Ahmed Lofy Wanas

الخلية النباتية



أولاً الجدار الخلوى The cell wall

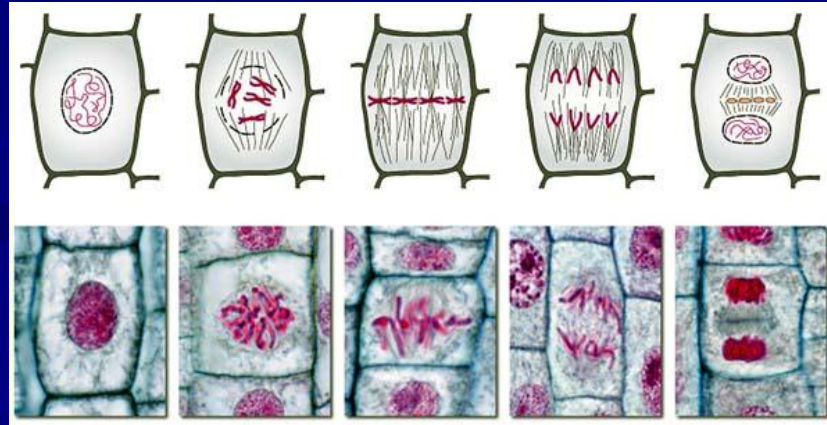
* وظائف الجدار الخلوى:

- ١- يحيط بالبروتوبلاست ويحميه ويحدد شكل الخلية وحجمها.
- ٢- تمثل الجدر الخلوية حدوداً فاصلة بين الخلايا ذات الوظائف المختلفة.
- ٣- تكون الجدر الخلوية معاً هيكلاً مترابطاً يحفظ الشكل العام للنبات وأعضائه.
- ٤- يلعب مع الغشاء البلازمى دوراً هاماً فى إنتقال الماء والذائبات من وإلى الخلية.
- ٥- تصل الجدر الخلوية فى الخلايا الميتة إلى درجة عالية من التخصص بحيث تقوم هى بوظيفة الخلية مثل الأوعية الخشبية والقصبيات والتي تقوم أساساً بوظيفة تدعيم جسم النبات إلى جانب توصيل الماء والأملاح من الجذر إلى باقى أجزاء النبات وأيضاً الألياف التى تقوم بوظيفة التدعيم وجميعها خلايا ميتة تتركب من جدر خلوية فقط.

تركيب الجدار الخلوى

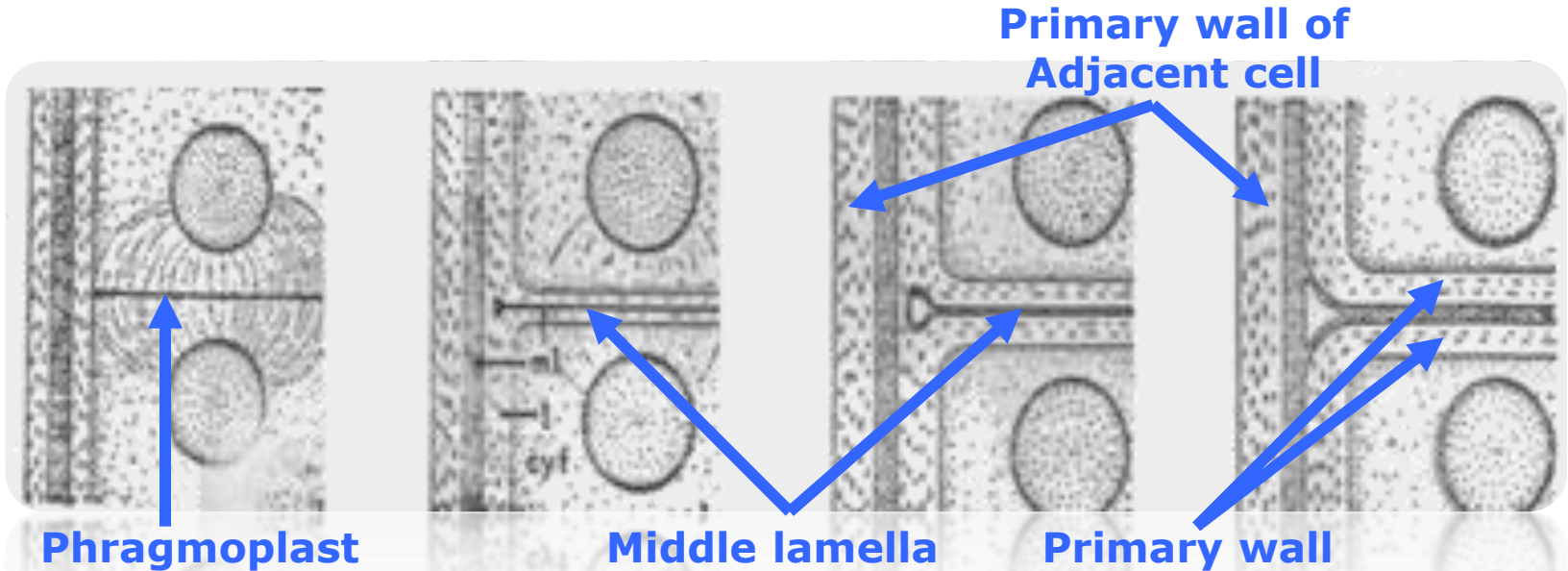
١- الصفيحة الوسطى Middle lamella

هى أول جزء يبدأ تكوينه من الجدار الخلوى وذلك فى الدور النهائى من الإنقسام الميتوزى بعد أن تكون نواة الخلية الأم قد إنقسمت إلى نواتين واستقرت كل نواة فى طرف من أطراف الخلية، يعقب ذلك حدوث إنقسام للسيتوبلازم بتكوين الصفيحة الوسطى التى تقسم الخلية الأم إلى خليتين، حيث تهاجر الأنبيبات الدقيقة **Microtubules** التى توجد فى السيتوبلازم إلى المنطقة الإستوائية للخلية الأم مكونه نظام لتجمع اللويقات بين النواتين البنويتين يعرف بالفرجمويلاست **Phragmoplast** تنتقل إليه حويصلات تنتجها أجسام جولجى تحتوى على موادالصفيحة الوسطى ثم تلتحم هذه الحويصلات معا على طول الفرجمويلاست لتكوين الصفيحة الوسطى التى تلتصق الخلايا الناتجة من الإنقسام ببعضها. تكون الصفيحة الوسطى فى بداية تكوينها لينة لاحتوائها على نسبة عالية من حامض البكتيك ثم تتصلب بعد ذلك نتيجة لتشبعها ببكتات الكالسيوم والمغنسيوم.



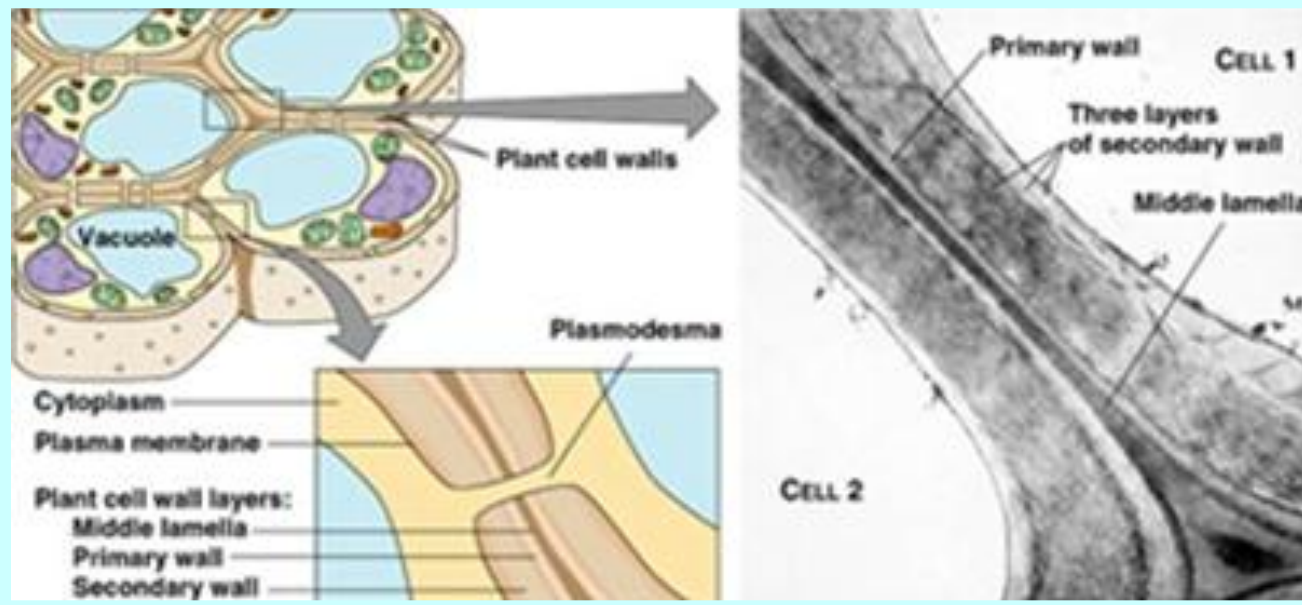
٢- الجدار الإبتدائي Primary wall

بمجرد تكوين الصفيحة الوسطى التي تقسم الخلية الأم إلى خليتين تنمو الخلايا الناتجة من الإنقسام لتتحول إلى خلايا بالغة (مرحلة الإستطالة) ويصاحب ذلك تكوين الجدار الإبتدائي والذي يبدأ تكوينه عقب تكوين الصفيحة الوسطى مباشرة بأن تقوم كل خلية بإفراز مواد الجدار الإبتدائي (السليلوز كهيكل أساسى والهيميسليلوز وجليكوبروتينات ومواد بكتينية كمواد مكملة) وترسبها فوق الصفيحة الوسطى وينتج عن هذا الترسيب طبقة سمكها ١ : ٣ ميكرون تمثل الجدار الإبتدائي ، يتميز هذا الجدار بالمرونة والمطاطية حتى لايعوق الخلية عن الزيادة فى الحجم، يستمر تكوين مواد الجدار الإبتدائي وترسيبها طوال مرحلة الإستطالة حتى يجارى الزيادة فى حجم الخلية دون أن يتمزق . المرونة والمطاطية (القابلية للتمدد) التي يتميز بها الجدار الإبتدائي ترجع إلى إحتوائه على كمية كبيرة من السليلوز غير المتبلور وإلى المسام الدقيقة التي تمتلئ بالمركبات البكتينية المحبة للماء .

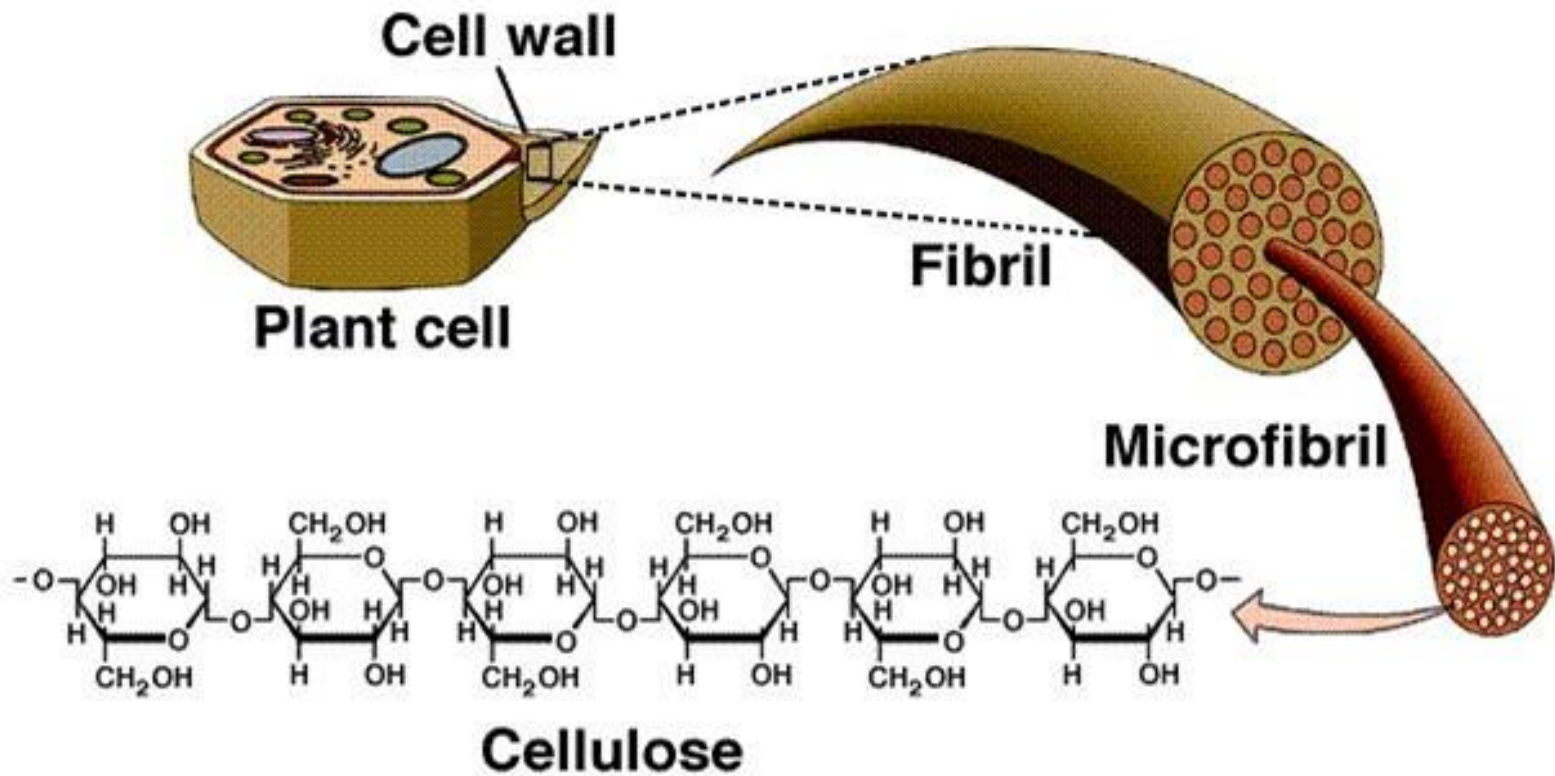


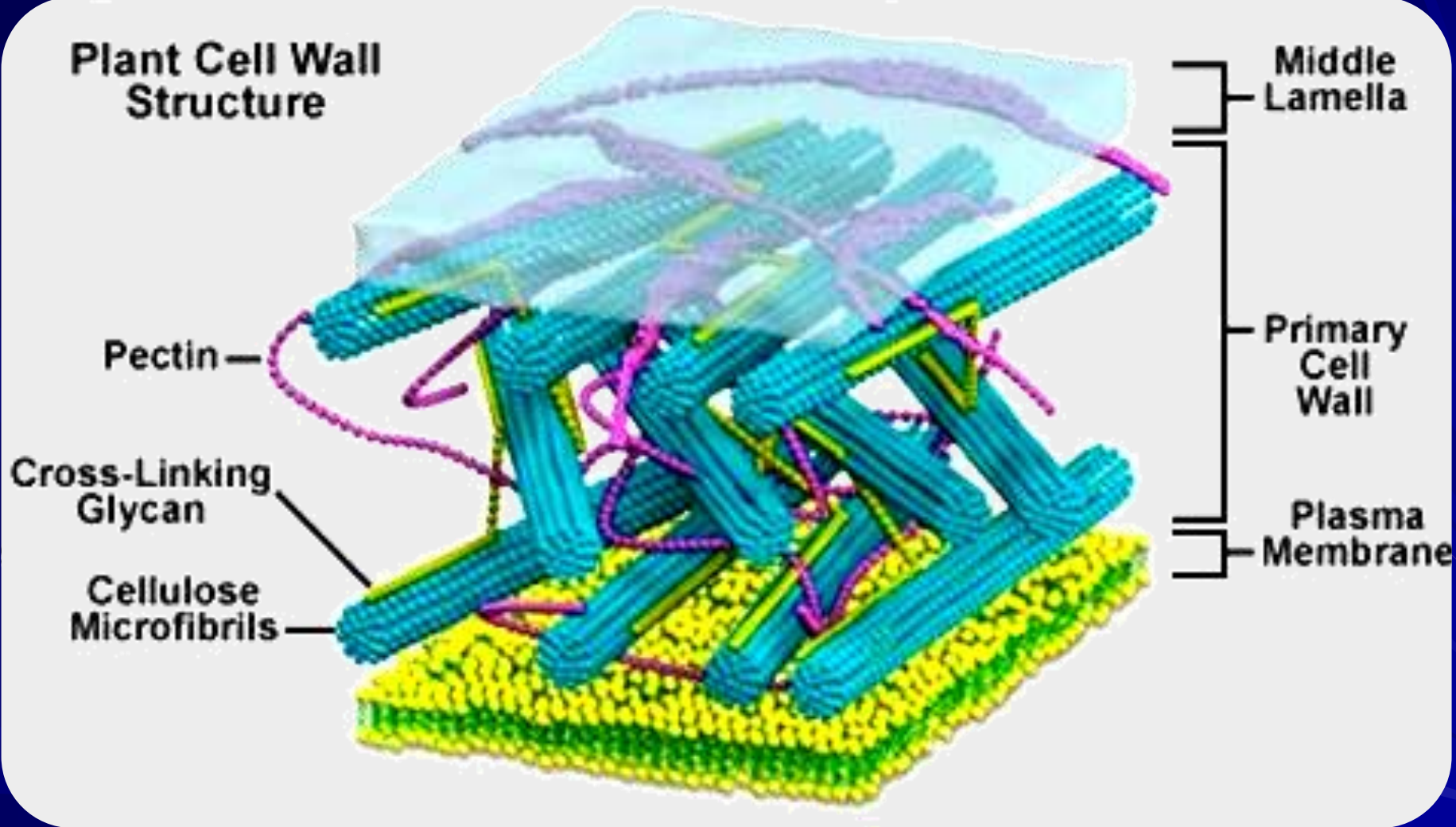
٣- الجدار الثانوى Secondary wall

معظم الخلايا الحية مثل الخلايا البارنكيمييه والكولنكيمييه والأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة بعد أن تصل إلى الحجم النهائى لها (أى تصبح خلايا بالغة) تتوقف عن الإستطالة وعن ترسيب أى مواد جدارية أخرى ولذا تكون هذه الخلايا ذات جدر ابتدائية فقط، لكن فى بعض الخلايا الأخرى مثل القصبيات والأوعية الخشبية والألياف والخلايا الحجرية يستمر تغليظ جدرها بعد توقف الخلايا عن الإستطالة وتحدد شكلها لتكون جدار إضافى فوق الجدار الإبتدائى يعرف بالجدار الثانوى والذي يتكون من هيكل أساسى من السليلوز يختلط معه مواد أخرى تختلف باختلاف الخلايا فقد تكون من اللجنين كما فى أوعية الخشب والقصبيات والألياف والخلايا الحجرية أو السوبرين كما فى خلايا الفلين أو الكيوتين كما فى خلايا بشرة الأوراق السوق الهوائية وقد يتكون الجدار الثانوى كله من السليلوز مثل ألياف اللحاء فى الكتان. يتميز الجدار الثانوى بأنه سميك وصلب حيث يتكون من عدة طبقات لذا بعد الإنتهاء من ترسيب الجدار الثانوى تصبح الجدر الخلوية غير مرنة وغير مطاطة بالمرّة ومن ثم تفقد الخلية القدرة على الزيادة فى الحجم، وقد يزداد تغلظ الجدار الثانوى إلى حد أن يشغل معظم الحيز الداخلى للخلية ويسبب موت وتحلل البرتوبلازم تاركا تجويفا ضيقا مكانه وتصبح الخلية ميتة تتركب من جدار خلوى فقط مثل الأوعية الخشبية والقصبيات والخلايا الإسكلرانكيمييه.

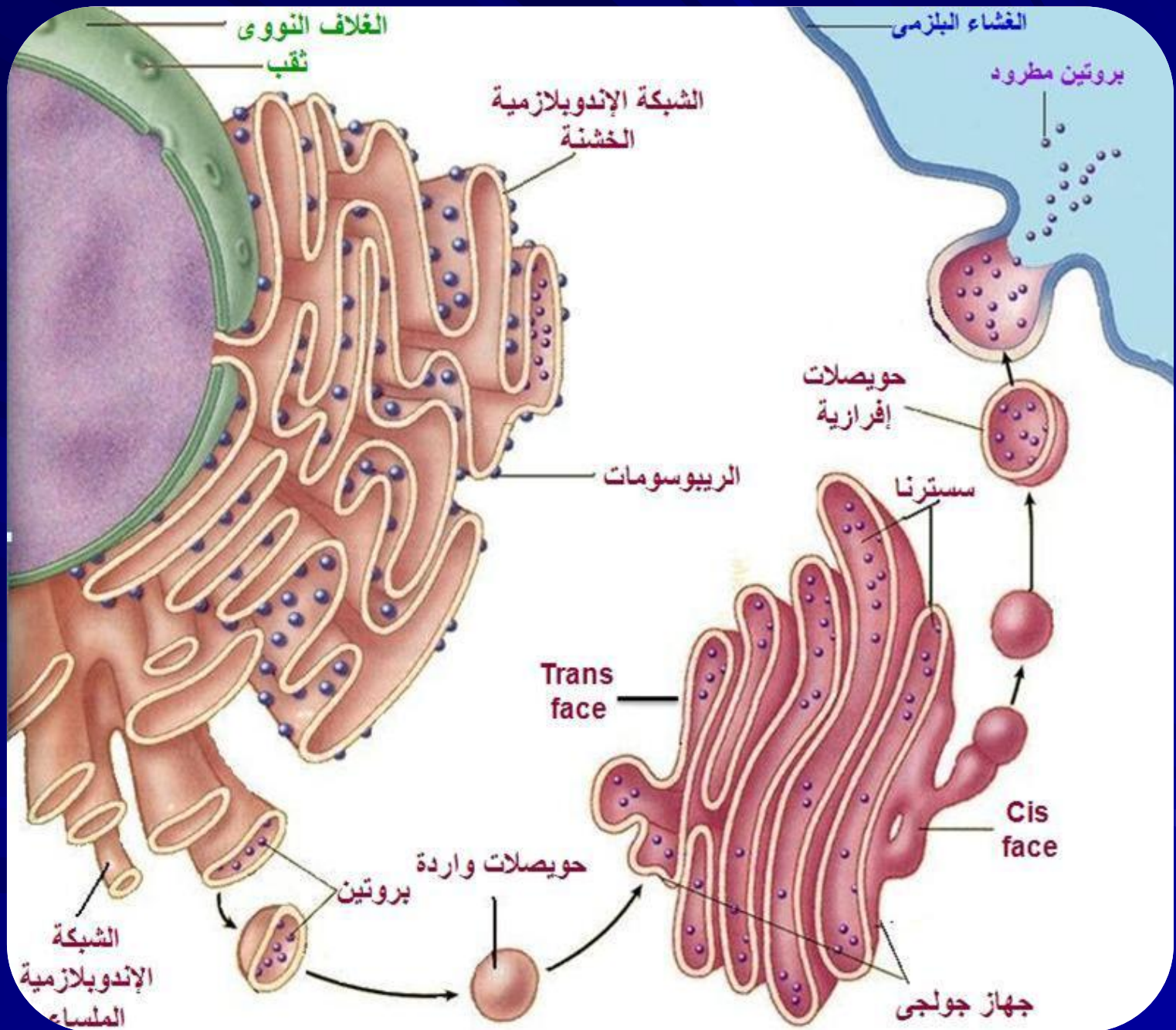


Arrangement of Fibrils, Microfibrils, and Cellulose in Cell Walls



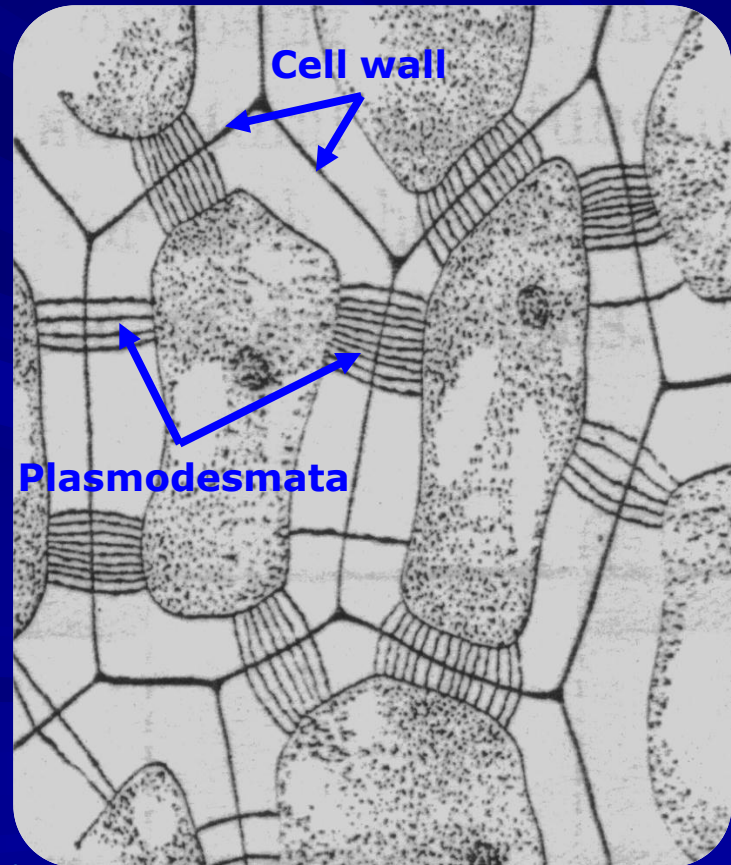
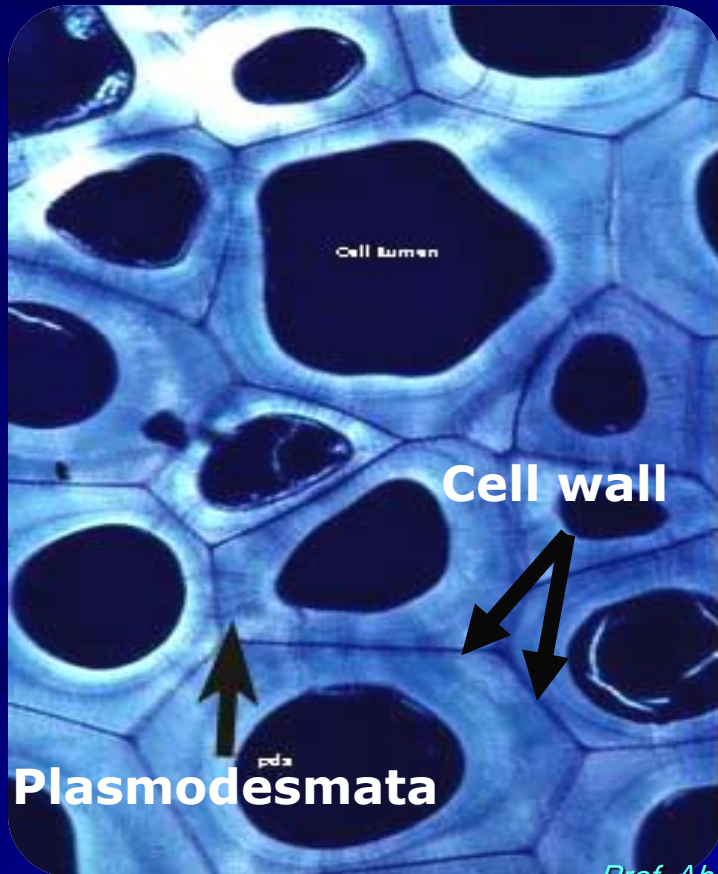


رسم ثلاثي الأبعاد يوضح طريقة ترسيب لويقات السليلوز والمواد المكملة في الجدار الإبتدائي



النقر Pits

النقر Pits عبارة عن فتحات دقيقة في جدر الخلايا تمر منها خيوط برتوبلازمية دقيقة تعرف بالبلازموديماتا Plasmodesmata لتعمل على ربط المادة الحية للخلايا المتجاورة مع بعضها كما تعمل كطرق موصلة للماء والذائبات بين الخلايا وبعضها

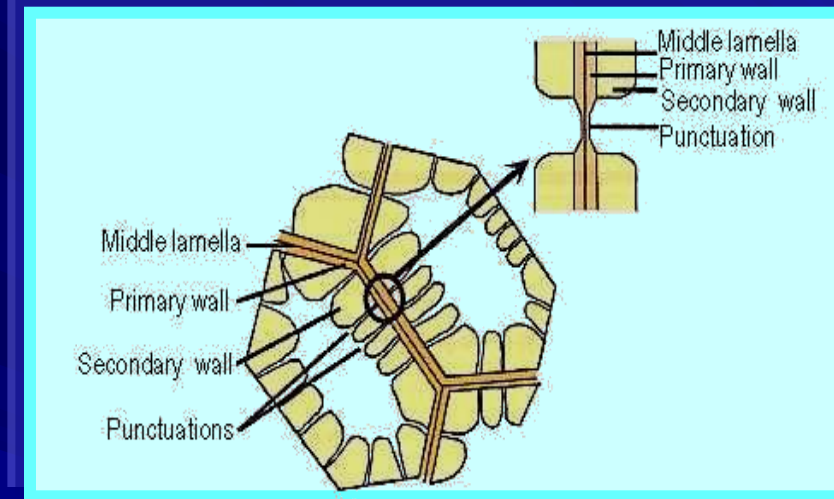


كيفية تكوين النقر

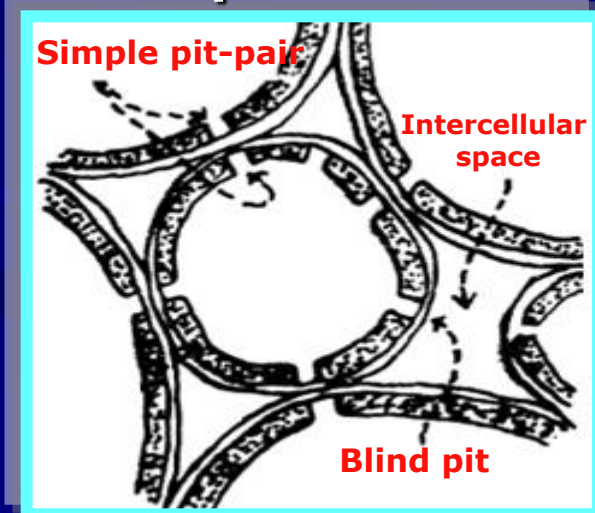
النقر عبارة عن فتحات دقيقة في جدر الخلايا يبدأ تكوينها أثناء تكوين الجدار الإبتدائي للخلية حيث لا يتم ترسيب مواد الجدار الإبتدائي بانتظام على سطح الصفيحة الوسطى بل تترك مساحات محدودة تكون منخفضة عن باقى سطح الجدار يوجد بها ثقوب دقيقة وتسمى هذه المساحات بحقول النقر الإبتدائية **Primary pit fields** وتتم من الثقوب الموجودة فيه خيوط برتوبلازمية دقيقة تعرف بالبلازموديزماتا **Plasmodesmata** لتعمل على ربط المادة الحية للخلايا المتجاورة مع بعضها كما تعمل كطرق موصلة للماء والذائبات بين الخلايا وبعضها، توجد حقول النقر الإبتدائية في جدر الخلايا الحية التي لا يتكون لها جدر ثانوية مثل الخلايا المرستيمية البارنكيمييه والأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة. اما فى الانواع الاخرى من الخلايا وعند تكوين الجدار الثانوى يتم ترسيب مكوناته فوق الجدار الإبتدائى عدا حقول النقر الإبتدائية فيزداد عمقها وتبدو كتجاويف صغيرة فى الجدار وتسمى آنذاك بالنقر **Pits** التى تتنوع فى شكلها وحجمها وتركيبها وعمقها ، وعادة تتكون النقر فى أزواج متقابلة

أنواع النقر

1- نقر بسيطة Simple pits عادة توجد في أزواج وتسمى Simple pit-pair



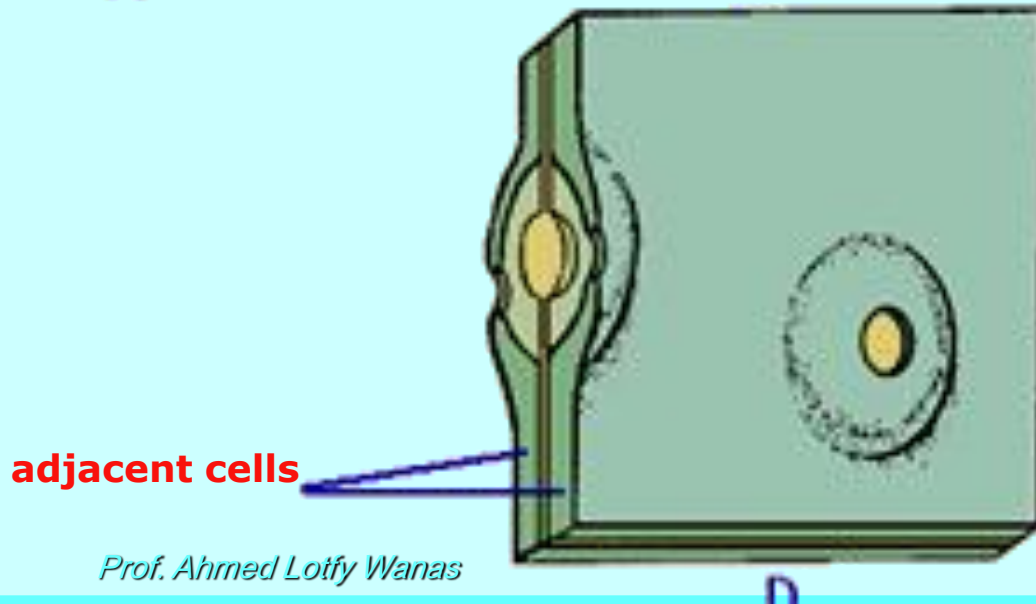
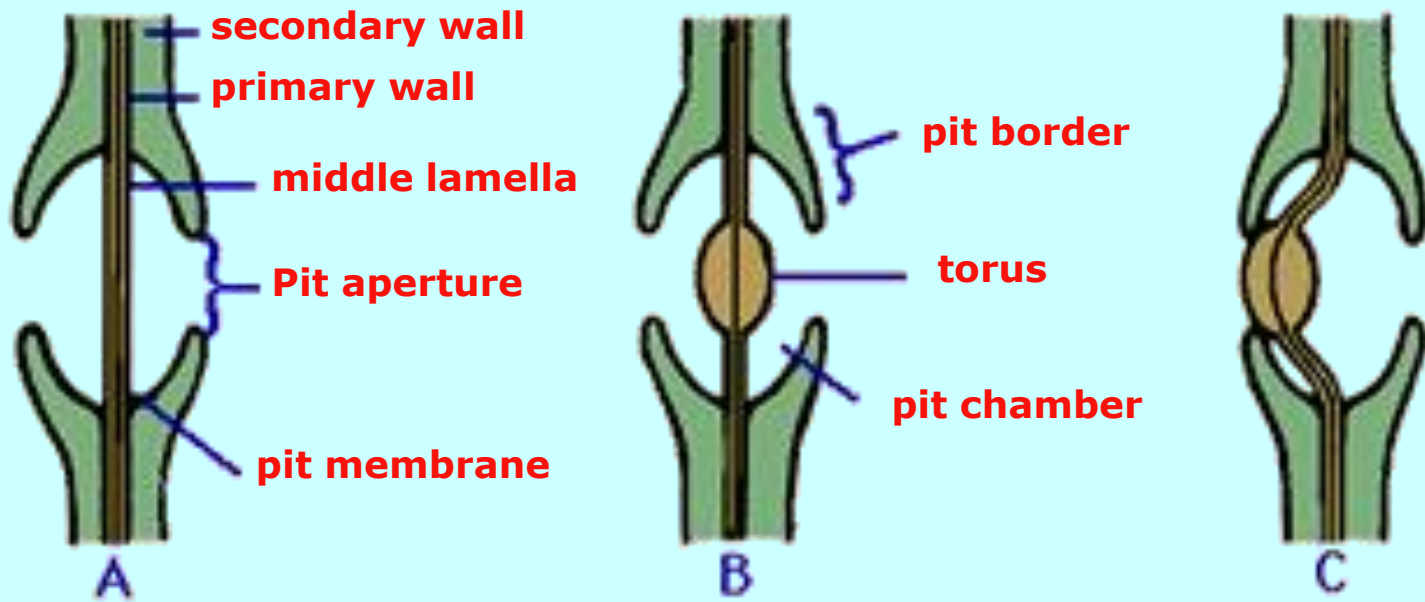
النقر العمياء Blind pits



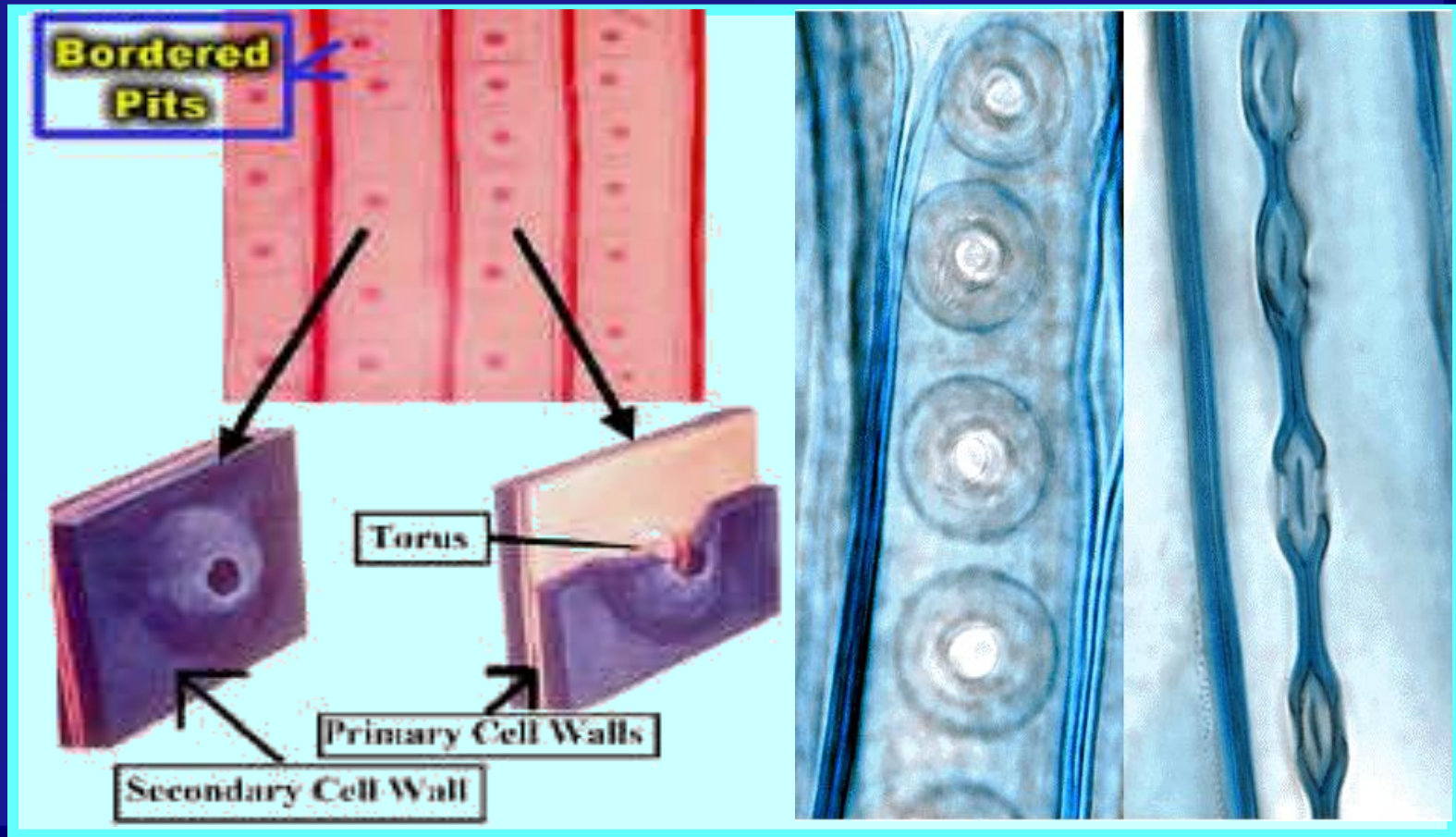
النقر المتفرعة Ramiform pits



٢- النقر المصفوفة Bordered pits وتوجد عادة في أزواج وتسمى Bordered pit-pair



Prof. Ahmed Lotfy Wanas



٣- النقر نصف المصفوفة half-bordered pits

يحدث ذلك عندما يجاور وعاء خشبي أو قصيبة خلية بارنكيمييه فيكون زوج من النقر المتكون إحداهما مصفوفة وهي التي تكونت في جدار الوعاء أو القصبية والأخرى بسيطة وهي التي تكونت في جدار الخلية البارنكيمييه ويطلق على هذا الزوج من النقر اسم النقرة نصف مصفوفة **Half-bordered pit**

ثانيا البروتوبلاست

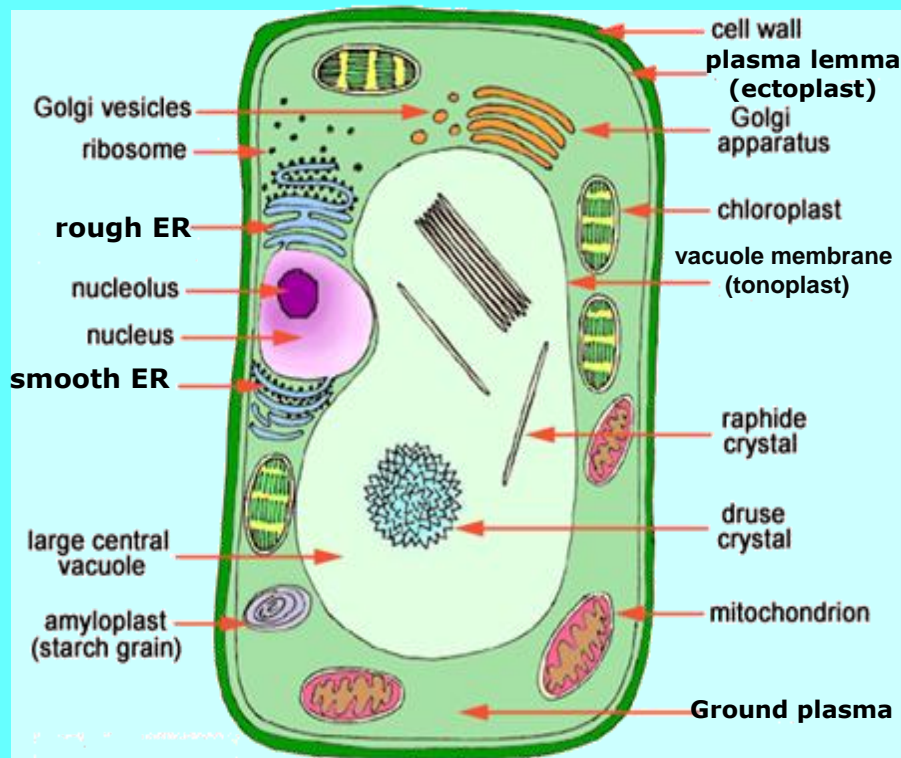
١- المكونات البروتوبلازمية (المكونات الحية)

١- السيتوبلازم Cytoplasm يتكون من:

- السائل البلازمي Ground plasma

- الأغشية البلازمية Plasma membranes

- الشبكة الإندوبلازمية Endoplasmic reticulum (ER)

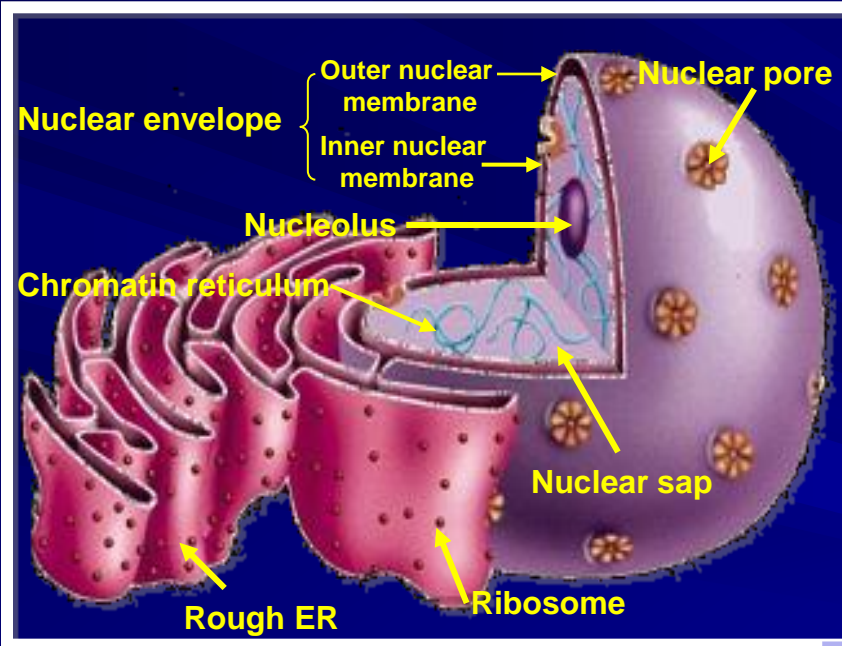


وظيفة الشبكة الإندوبلازمية

- ١- تدعيم السيتوبلازم وزيادة مساحة سطحه
- ٢- تسهل مرور المواد من مكان إلى آخر داخل الخلية
- ٣- تلعب مع أجسام جولجي دور هام في بناء الجدار الخلوي.
- ٤- تتفرع منها خيوط دقيقة (البلازموديزمات) التي تمر من خلال فتحات النقر لتربط بروتوبلازم الخلايا الحية مع بعضها كما تعمل كطرق موصلة للماء والذائبات من خلية لأخرى.
- ٥- تحمل بعض أجزائها ريبوسومات وتلعب معها دور هام في بناء البروتينات.
- ٦- تعمل الشبكة الإندوبلازمية على ربط انوية الخلايا الحية المتجاورة مع بعضها مما يساعدها على تنسيق العمل فيما بينها.

٢- النواة Nucleus تتتركب من:

- الغلاف النووي Nuclear envelop
- العصير النووي Nuclear sap
- النوية Nucleolus
- الشبكة الكروماتينية Chromatin reticulum



وظائف النواة

- ١- المحافظة على حيوية الخلية.
- ٢- الإنقسام.
- ٣- تنظيم العمليات الحيوية التي تتم في الخلية
- ٤- حمل العوامل الوراثية.

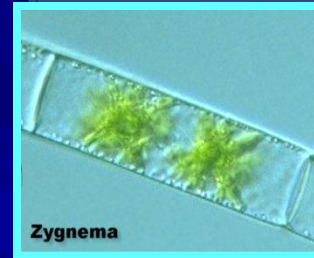
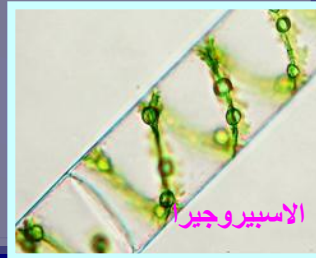
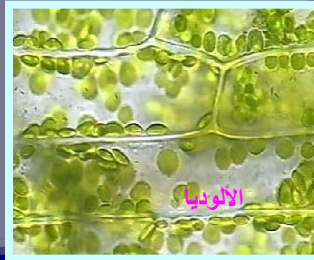
البلاستيدات Plastids

١- البلاستيدات الأولية Protoplastids:

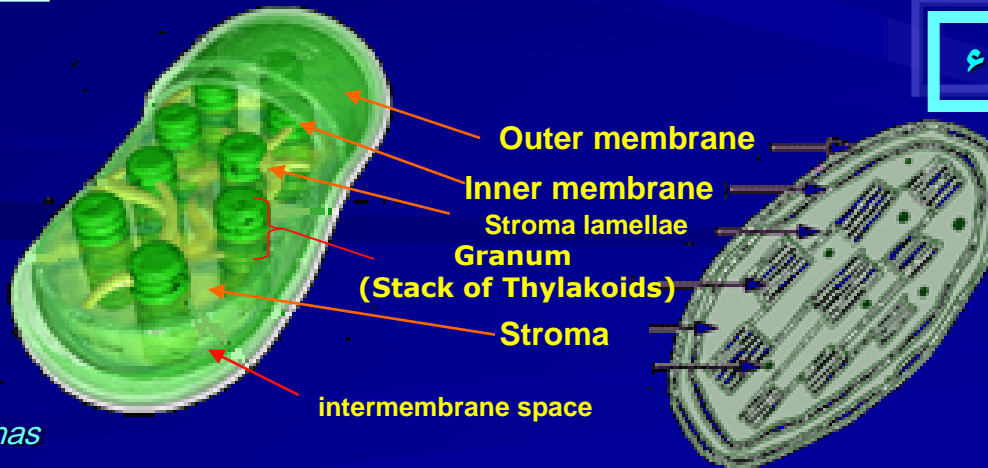
توجد في الخلايا المرستيمية وتطور أثناء نمو الخلايا الناتجة من الإنقسام لتعطي الأنواع الأخرى من البلاستيدات

٢- البلاستيدات الخضراء Chloroplasts:

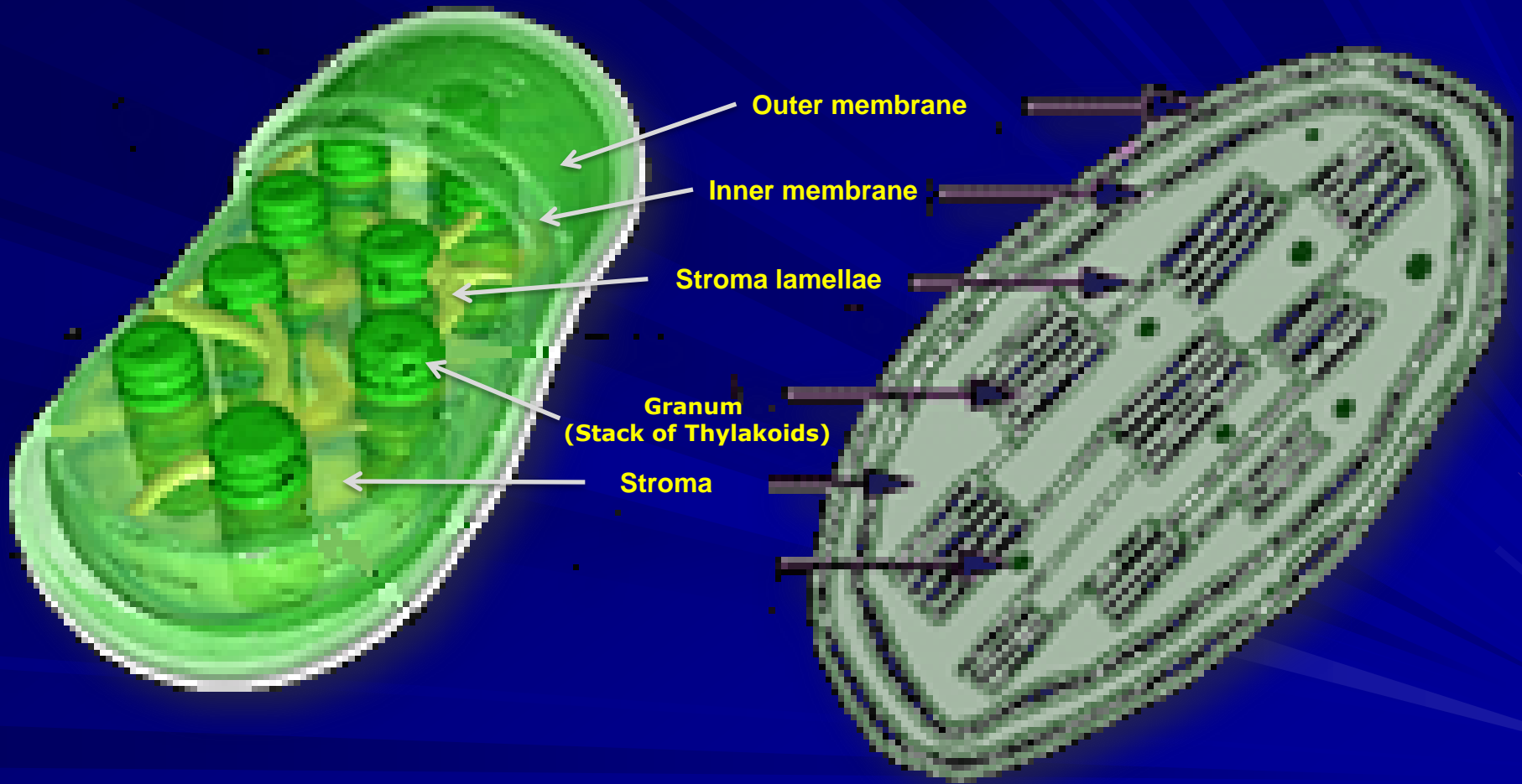
لاحظ الأختلاف في اشكال وعدد البلاستيدات الخضراء فهي صغير الحجم كثيرة العدد في الخلية الواحدة وشكلها ما بين البيضى والعدسى في النباتات الراقية (نبات الألويا) بينما تكون قليلة العدد وحجمها كبير جدا وذات اشكال مميزة كالشكل النجمى (طحلب الزنجيما) والشكل الحلزوني (طحلب الاسبيروجيرا) والشكل الكأسى (طحلب الكلاميدوموناس)



تركيب البلاستيدة الخضراء

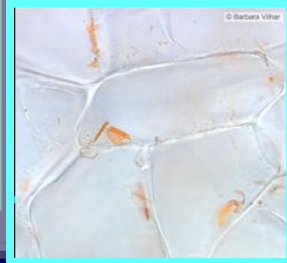


- وظيفة البلاستيدات الخضراء

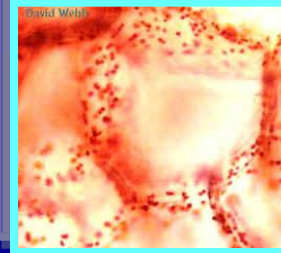
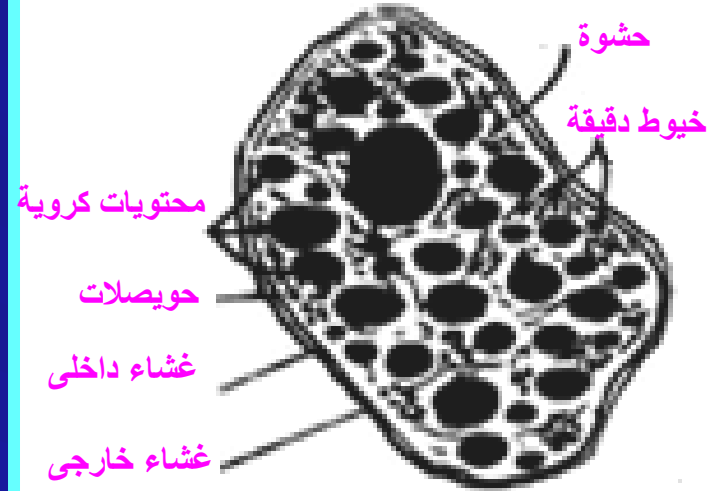


٣- البلاستيدات الملونة Chromoplasts

هي بلاستيدات ذات أشكال عديدة كما هو موضح بالرسم ، تحتوي على صبغات الكاروتين والزانثوفيل ولاحتوى على صبغات الكلوروفيل لذا فهي تأخذ اللون الأصفر أو الأحمر أو البرتقالى تبعا لنوع ونسب الصبغات الموجودة بها



تركيب البلاستيدات الملونة



البلاستيدات الملونة فى الجذر

البلاستيدات الملونة فى الطماطم

Prof. Ahmed Lotfy Wanas

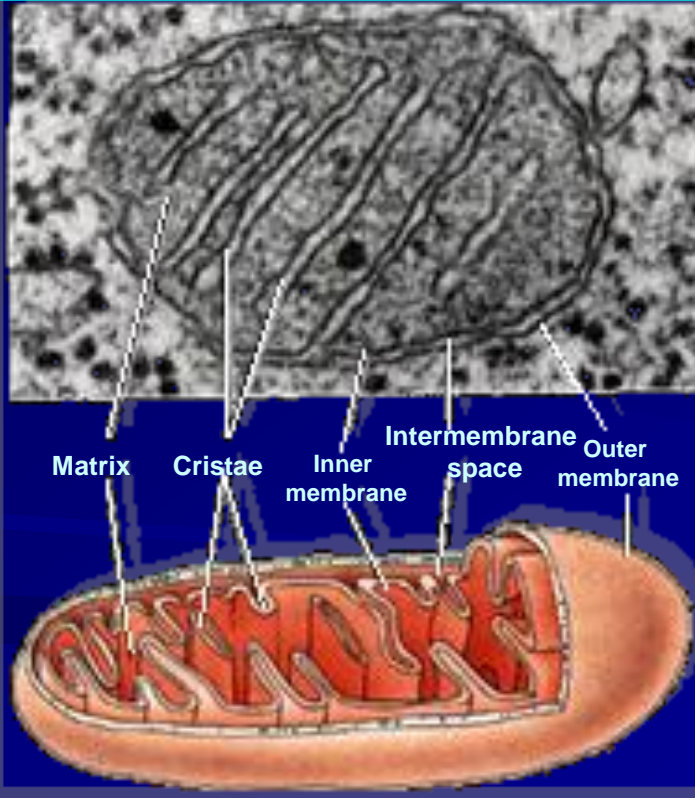
• وظيفة البلاستيدات الملونة:

هي المسؤولة عن إعطاء اللون لبعض الثمار كالطماطم والبرتقال وبتلات الأزهار وبعض أنواع الجذور مثل الجزر.

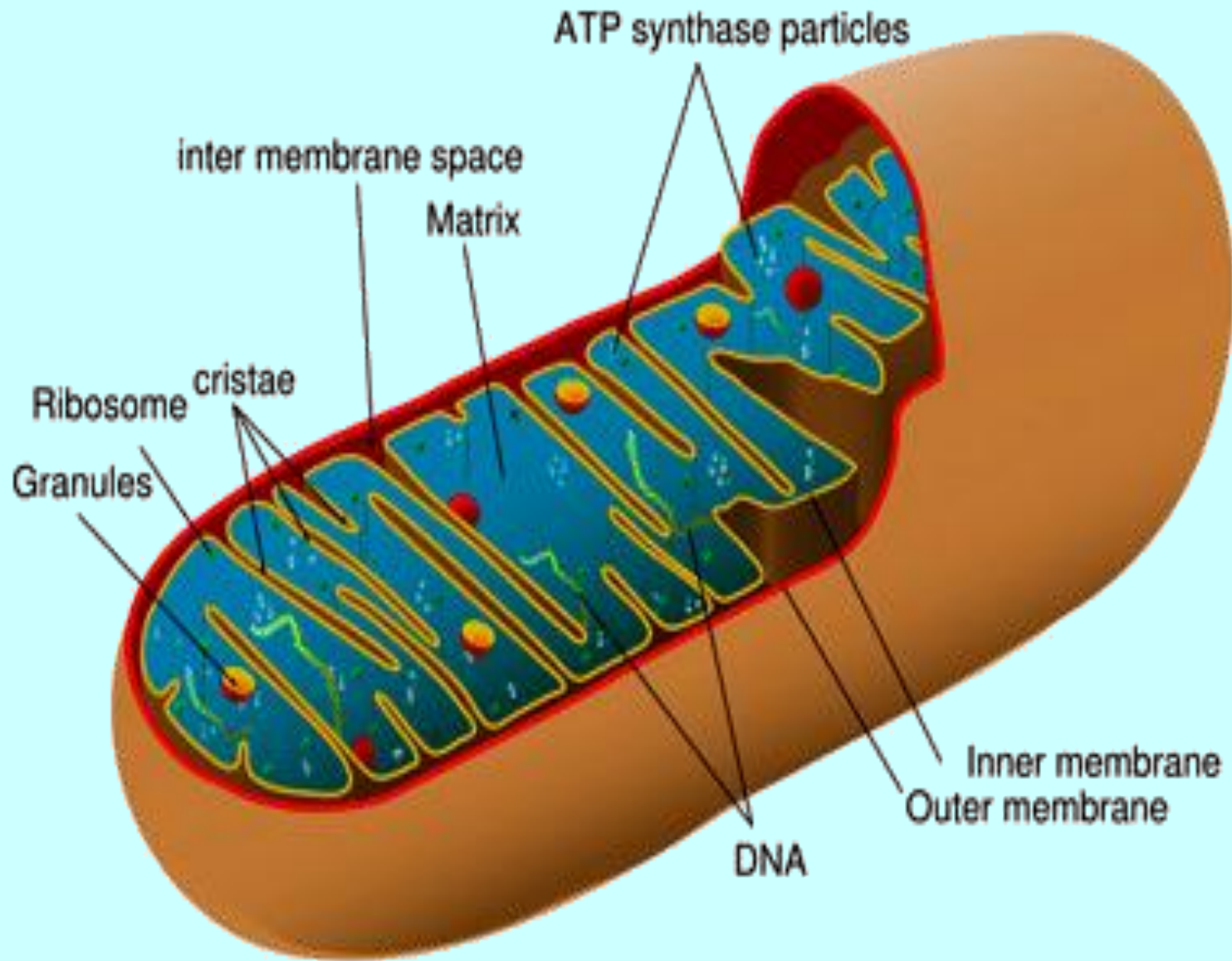
٤- البلاستيدات عديمة اللون Leucoplasts

هي بلاستيدات خالية من الصبغات ، ذات أشكال متعددة ويمكن أن يتغير شكلها لأنها ذات قدرة عالية على التمدد والمطاطية توجد البلاستيدات عديمة اللون في خلايا الأنسجة غير المعرضة للضوء كالدرنات والكرنات واندوسيرم البذور. تقوم البلاستيدات عديمة اللون بوظيفة تكوين وتخزين المواد الغذائية، فمنها ما يختص بتكوين وتخزين النشا وتسمى بالبلاستيدات النشوية **Amyloplasts** ، ومنها ما يختص بتخزين الزيوت والدهون وتسمى بالبلاستيدات الزيتية **Elaioplasts**.

الميتوكوندريا Mitochondria

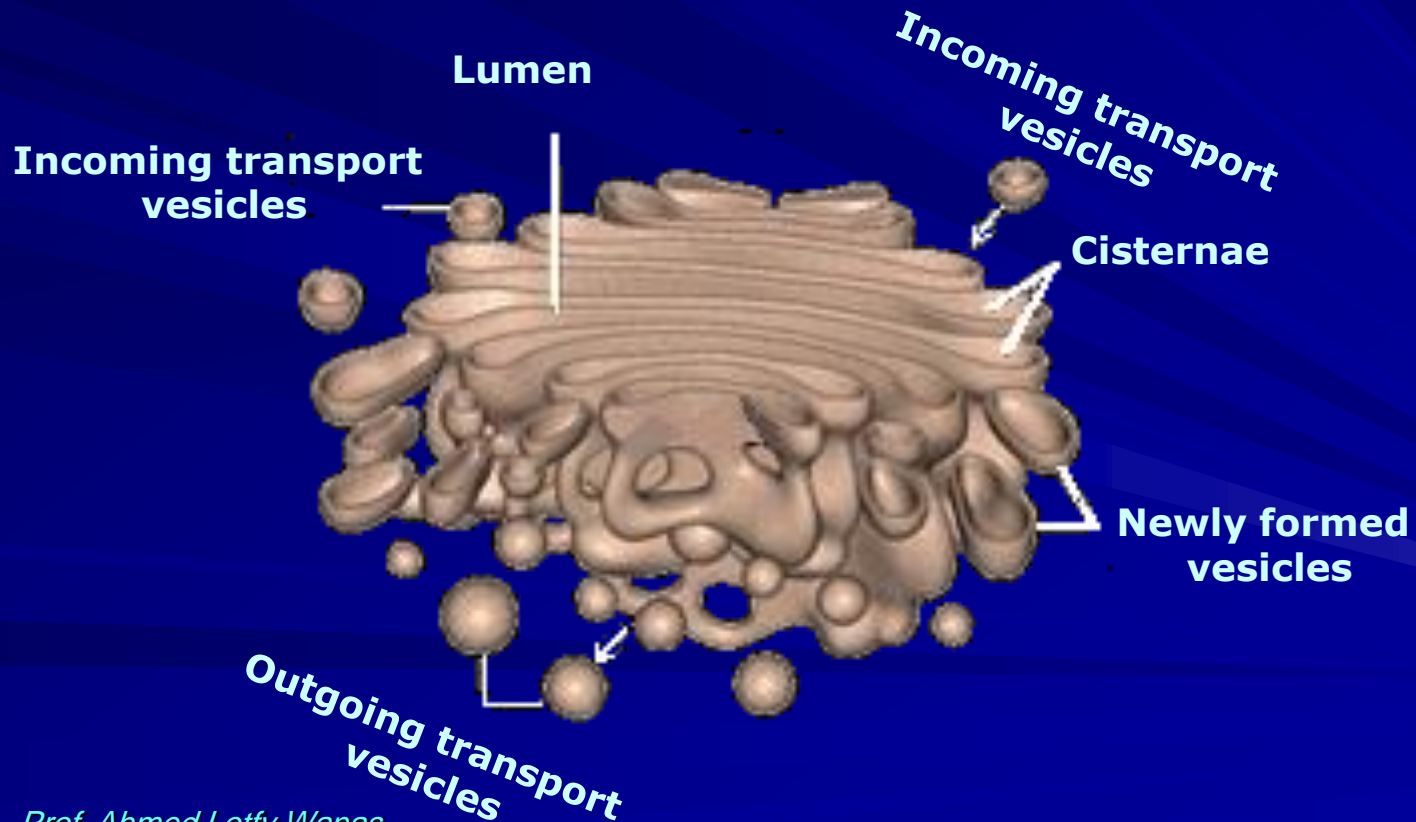


تتركب الميتوكوندريا من حشوه **Matrix** بروتينية تحتوي على ريبوسومات وجزيئات من **DNA** كما تحتوي على الإنزيمات اللازمة لدورة كربس وأنزيمات السيتوكروم ، تغلف الحشوة بغلاف يتكون من غشائين بينهما فراغ ويشبهان في تركيبهما الأغشية البلازمية الأخرى ، الغشاء الداخلي متعرج وذو نتوءات تبرز للداخل تسمى **Cristae** ، ويوجد على الغشاء الداخلي للميتوكوندريا آلاف من جسيمات دقيقة يتركب كل منها من رأس كروي وساق إسطوانية جوفاء وقاعدة إسطوانية متصلة بالغشاء ويعتقد أن هذه الجسيمات تحتوي على الإنزيمات اللازمة لتحويل مركب أدينوسين ثنائي الفوسفات **ADP** إلى أدينوسين ثلاثي الفوسفات. وترجع أهمية الميتوكوندريا إلى أنها تتم بها تفاعلات دورة كربس وإنتاج الطاقة اللازمة لمختلف أنشطة الخلية.

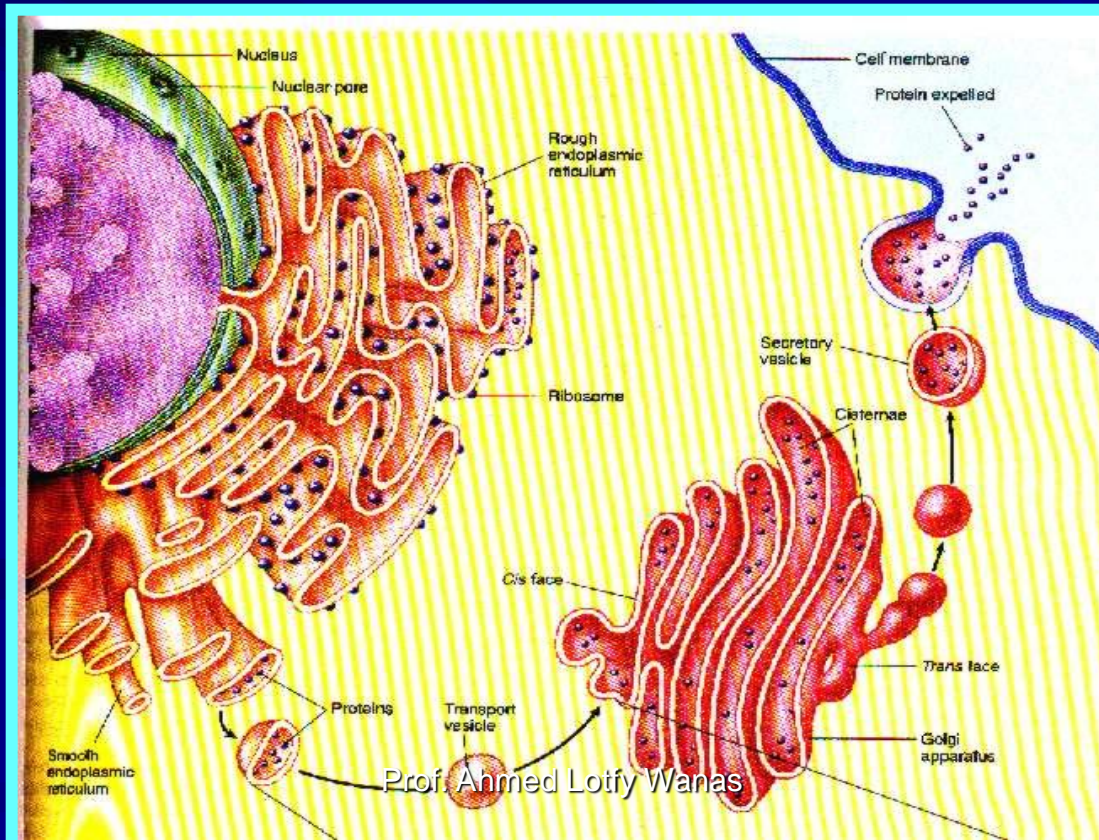


الديكتيوسومات Dictyosomes

تسمى هذه العضيات البروتوبلازمية أيضا بأجسام جولجي **Golgi bodies** ، ويتكون كل ديكتيوسوم من صفائح قرصية غشائية متراسة فوق بعضها البعض يتراوح عددها بين ٤ : ٨ صفائح قرصية تسمى سسترنات **Cisternae** تحتوى بداخلها على مركبات عديدة مثل البروتينات والكربوهيدرات، جدار كل قرص عبارة عن غشاء يشبه في تركيبه باقى الأغشية البلازمية



ووظيفة جهاز جولجي هي الإفراز حيث تكون الديكتيوسومات حويصلات غشائية ، تتكون أغشية تلك الحويصلات من بروتينات وفوسفوليبيدات مشابهة لتلك الموجودة في الغشاء البلازمي الخارجى وتحتوى الحويصلات بداخلها على نواتج الإفراز التى تنتقل للديكتيوسومات عن طريق الشبكة الإندوبلازمية ، تنفصل الحويصلات عن الديكتيوسومات وتتحرك إتجاه جدار الخلية حتى تلتحم بالغشاء البلازمي فتزيد من مساحة سطحه (خاصة فى الخلايا الناتجة حديثا من الإنقسام والتي تنمو لتتحول إلى خلايا بالغة) وتفرز محتويات الحويصلات خارج الغشاء البلازمي فتدخل الكربوهيدرات والبروتينات فى تكوين الجدار الخلوى والصفحة الوسطى كما يدخل جزء من البروتين فى تركيب الغشاء البلازمي ، أما المواد الإفرازية (التي لاتحتاجها الخلية) فتفرز خارج الخلية ولذا يزداد عدد أجسام جولجي فى الخلايا المختصة بالإفراز كما فى خلايا قنسوة الجذر والتي تفرز مواد لزجة لتساعد على سهولة إنزلاق الجذر بين حبيبات التربة .



الريبوسومات Ribosomes

هي جسيمات برتوبلازمية صغيرة توجد إما حرة في سيتوبلازم الخلية أو على السطوح الخارجية للشبكة الإندوبلازمية وغلاف النواة وفي السائل النووي والنوية وفي بعض العضيات البروتوبلازمية مثل الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء ، الريبوسومات هي مركز بناء البروتينات من الأحماض الأمينية في الخلية .

الأجسام الدقيقة Microbodies

هي أجسام دقيقة توجد في سيتوبلازم الخلية تم إكتشف وتحديد ثلاث أنواع منها حتى الآن وهي :

١- الجليوكسيسومات Glyoxysomes

توجد بصفة أساسية في أنسجة البذور المخزنة للزيوت وتحتوى على إنزيمات دورة الجلى أكسلات Glyoxylate حيث تقوم بدورة مؤداها تمثيل وتحويل الزيوت إلى سكريات عند إنبات البذور الزيتية.

٢- البيروكسيسومات Peroxisomes

تحتوى هذه الجسيمات على إنزيمات عديدة مختصة بإنتاج وتحليل مركبات فوق الأكسيد، تشترك هذه الجسيمات في عملية التنفس الضوئى التى تحدث فى النباتات ثلاثية الكربون حيث تقوم بتحليل فوق أكسيد الهيدروجين والذى يقوم بتحليله إنزيم الكتاليز وبالتالي تقلل من أضرار التنفس الضوئى.

٣- إسفيروسومات Spherosomes

تحتوى هذه الجسيمات على العديد من إنزيمات التحلل المائى مثل إنزيمات تحلل البروتين Proteases وإنزيمات تحلل الأحماض النووية Ribonucleasae وأنزيمات الفسفة Phosphatases وأنزيمات الأسترة Estrases . وقد تكون وظيفة هذه الجسيمات هي تخزين ونقل الليبيدات ، كما تعتبر مخازن لأنزيمات التحلل المائى حيث ينفجر معظمها عند موت الخلية لتحرر الإنزيمات وتقوم بتحليل البرتوبلازم.

Microtubules الأنيبيبات الدقيقة

عبارة عن تراكيب أنبوبية مجوفة لا غشائية يبلغ قطرها الكلى حوالى ٢٥ نانوميتر وقطر تجويفها الداخلى حوالى ١٥ نانوميتر. يتركب جدار الأنيبيبة الدقيقة من وحدات بروتينية كثيرة ومتلاصقة مكونة خيوط بروتينية ، تتلاصق ثلاثة عشرة خيط منها متجاورات مكونة جدار الأنيبيبة . تدخل الأنيبيبات الدقيقة كوحدات تحت تركيبية فى تكوين الأهداب والأسواط ، كما تلعب دورا هاما فى إنقسام الخلية حيث تشارك فى تكوين خيوط المغزل وفى انفصال وهجرة الكروموسومات إلى قطبي الخلية فى الدور الإنفصالى من الإنقسام الميتوزى، كما تحدد مكان إنقسام السيتوبلازم وتكوين الصفيحة الوسطى فى الدور النهائى من الإنقسام الميتوزى ، كما تلعب دورا أساسيا فى تنظيم بناء الجدار الخلوى بالتحكم فى اتجاه ترسيب لويقات السليلوز الدقيقة فى الجدار وبذلك تتحكم فى شكل الخلية النهائى .

ب-المكونات غير البروتوبلازمية

هى مكونات غير حية تمثل بعض نواتج عمليات الأيض بالخلية والتي قد تكون مفيدة للخلية كتلك المواد التى تدخل فى بناء الجدار الخلوى والأغشية الخلوية أو المواد المخزنة لكونها زائدة عن حاجة الخلية مثل النشا والبروتينات والزيوت ، وقد تكون غير مفيدة أو فضلات يتم التخلص منها خارج الخلية أو تكون ضاره بالخلية فتجمعها داخل الفجوات العصارية فى صور مختلفة . توجد المكونات غير الحية فى جدار الخلية والسيتوبلازم والعصير الخلوى وهى إما أن تكون فى حالة ذائبة أو صلبة أو غروية ، وقد تكون عضوية أو غير عضوية . لا توجد المكونات غير الحية فى الخلايا الحديثة ولكنها تظهر ويزداد مقدارها بنمو الخلايا وتقدمها فى العمر ويكون وجوده بصورة أوضح فى الخلايا المختصة بالتخزين . وسوف نشير هنا إلى أهم المكونات غير الحية الشائعة فى النباتات الزهرية .

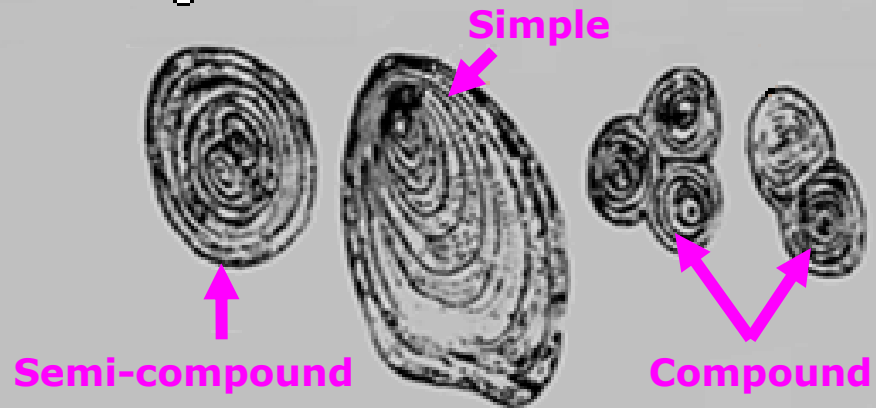
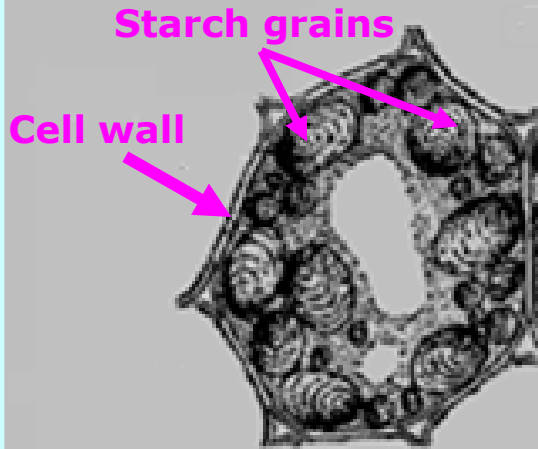
١- الفجوة العصارية والعصير الخلوى

تعتبر الفجوة العصارية من مميزات الخلية النباتية ، يختلف شكل وحجم وعدد الفجوات تبعا لنوع الخلية وعمرها فالخلية المرستيمية تتميز بأن فجواتها كثيرة ودقيقة الحجم جدا أما خلية الكامبيوم فتحتوى فجوة عصارية كبيرة وسطية بينما الخلايا البارنكيمية فيوجد بها عادة فجوة واحدة وسطية أو عدة فجوات كبيرة نوعا تكسب السيتوبلازم المظهر الشبكي . تحتوى الفجوة العصارية على سائل مائى يعرف بالعصير الخلوى Cell sap يحيط به ويفصله عن السيتوبلازم الغشاء البلازمى الداخلى ، يحتوى العصير الخلوى على مواد عديدة فى حالة ذائبة أو صلبة أو غروية مثل السكريات – أملاح معدنية – بروتينات - أحماض عضوية – قلويدات – أصباغ – بلورات مترسبةالخ.

٢- المواد الكربوهيدراتية Carbohydrates

تعتبر المواد الكربوهيدراتية مكونا أساسيا لجميع خلايا أنسجة النباتات الزهرية ، منها السكريات البسيطة التى تستخدم فى الأنشطة الحيوية بالخلية كمصدر للطاقة وفى تكوين أنواع أخرى من السكريات وبعض المواد العضوية ، ومنها السكريات المعقدة مثل السليلوز والهيمسليولوز والمواد المخاطية والتى تدخل بصفة أساسية فى تكوين الجدر الخلوية ، تتضمن أيضا النشا والذى يعتبر أهم مدخرات الطاقة فى الخلايا النباتية.

رسومات تخطيطية توضح تركيب واشكال حبيبات النشا من مصادر نباتية



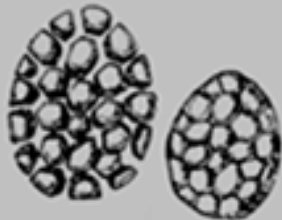
from potato tuber



from corn grains

from bean seeds

from banana fruits



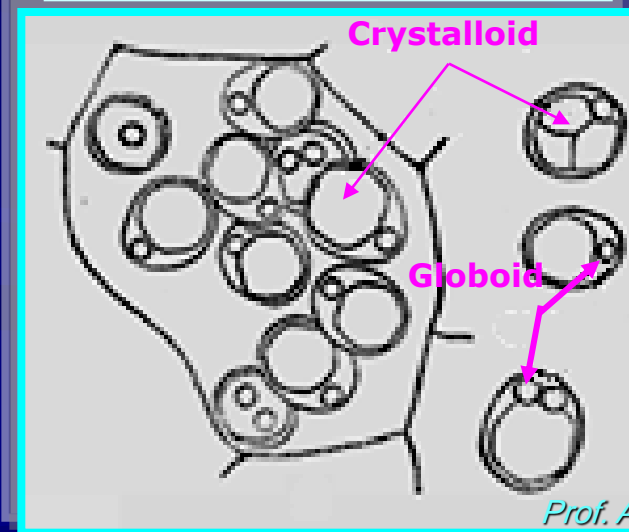
from rice grains

from wheat grains

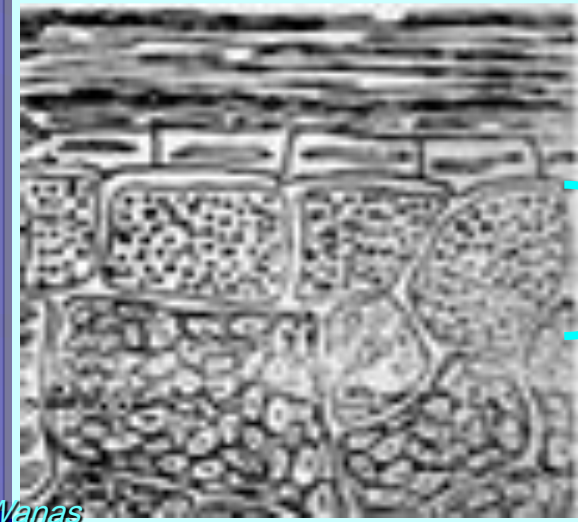
٣- البروتينات Proteins

يدخل البروتين في تكوين البروتوبلازم وفي بناء الأغشية والجدر الخلوية كما قد توجد أحيانا كمركب إختزاني في صورة حبيبات تعرف بحبيبات الأليرون **Aleurone grains** وهذه الحبيبات تكون عادة كبيرة الحجم في البذور الزيتية عنها في البذور والحبوب النشوية ، ففي القمح مثلا توجد طبقة واضحة ومميزة أسفل غلاف الحبة مباشرة تسمى طبقة الأليرون تحتوي على حبيبات أليرون صغيرة ومستديرة تتكون من بروتين غير متبلور أما في البذور الزيتية مثل بذور الخروع فتتكون حبيبة الأليرون من غلاف بروتيني يوجد بداخله عادة جسمان أحدهما كبير ومضلع يتكون من بروتين نقي يعرف بالجسم شبه البللوري **Crystalloid** ويسمى كذلك لأنه يشبه الغرويات في قدرته على تشرب الماء والانتفاخ ، والجسم الآخر صغير وكروي وغير متبلور يعرف بالجسم الكري **Globoid** ويتكون من فيتين **Phytin** وهو عبارة عن بروتين مرتبط بفوسفات الكالسيوم والماغنسيوم ويوجد الجسمان في وسط من الألبومين السائل الذي يتصلب فيما بعد محيطان بالجسمين الشبه بللوري والكري .

حبيبات الأليرون في بذور الخروع



حبيبات الأليرون في حبوب القمح



٤- الزيوت والدهون Fats and oils

يكثر وجود الدهون والزيوت فى المحاصيل الزيتية مخزنة فى الثمار الناضجة والبذور وأحيانا فى الدرنات والريزومات . ويعتبر حمض الأوليك **Oleic acid** أكثر الأحماض الدهنية إنتشارا فى تركيب الدهون والزيوت النباتية يليه حمض اللينوليك **Linoleic** وحمض البالميتوليك **Palmitoleic**

٥- أشباه القلويات (القلويدات)

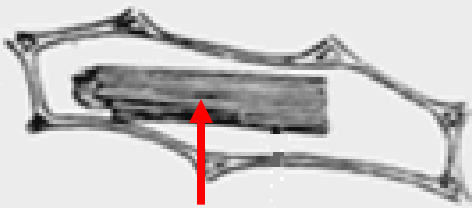
هى مركبات أزوتية معقدة التركيب كثيرا ما تسبب تأثيرات فسيولوجية واضحة على الحيوانات ومن أمثلتها الكافيين **Caffein** الذى يوجد فى بذور البن وأوراق الشاى وهو يؤثر على الجهاز العصبى المركزى، والأفيون ذو التأثير المخدر وهو يوجد فى المادة اللبنية **Latex** التى تنتجها الثمار غير الناضجة لنبات الخشخاش **Papaver somniferum**، والكينين **Quinine** الذى يوجد فى قلف أشجار بعض أنواع نبات الكينا **Cinchona**.

٧- الصبغات Pigments

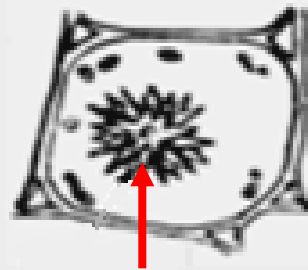
الصبغات النباتية قد تكون غير قابلة للذوبان فى الماء وتذوب فى الكحول وهذه توجد فى البلاستيديات الخضراء مثل صبغات الكلوروفيل وصبغات الكاروتين والزانثوفيل ، وقد تكون قابلة للذوبان فى الماء وهذه توجد فى الفجوات العصارية وتشمل صبغات الفلافونات **Flavons** ونواتج أكسدتها هى الأنثوسيانينات **Anthocyanins** المسئولة عن اللون فى كثير من الأزهار مثل أزهار حنك السبع والجارونيا وبذور ثمار الرمان وجذور بعض النباتات مثل البنجر. وصبغة الانثوسيانين ذات لون أزرق فى الوسط القلوى ويتغير لونها إلى الأحمر فى الوسط الحامضى .

٧- البلورات Crystals

تختلف البلورات كثيرا في تركيبها الكيميائي، فقد تكون بروتينية وتظهر في شكل مكعبات صغيرة كما في درنات البطاطس وقد تكون سكرية مثل بلورات الانبولين الكروية التي في كثير من نباتات العائلة المركبة مثل نبات الداليا مخزنة في الدرنات. وتعتبر بلورات أملاح الكالسيوم هي أكثر البلورات إنتشارا في الخلايا النباتية ومنها بلوراتأكسالات الكالسيوم التي توجد في صور مختلفة، مثل البلورات المنشورية **Prismatic crystals** تشاهد في ساق نبات الزيزفون ، والبلورات الوردية أو النجمية **Rosette or Druses crystals** تشاهد في سيقان نبات الرجلة وفي جذور وسيقان نبات القطن، والبلورات الأبرية **Acicular crystals** التي توجد عادة متجمعة في حزم تسمى رافيدات **Raphids** كما في ساق الدراسينا والجذور الدرنية لنبات الإسبرجس. هناك أيضا بلورات كربونات الكالسيوم التي توجد عادة في شكل عناقيد متدلّية من جدر الخلايا التي تحتويها والتي يكبر حجمها كثير عن الخلايا المجاورة كما هو الحال في خلايا بشرة أوراق نبات التين المطاطي حيث يظهر نتوء من جدار خلية البشرة الخارجى ويبرز داخل الخلية ثم تترسب عليه كربونات الكالسيوم مكونة البلورة التي تعرف بالحوصلة الحجرية **Cystolith** كما تسمى الخلية المحتوية عليها بخلية الحوصلة الحجرية .



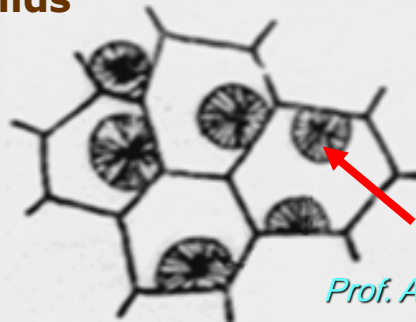
Raphids



Rosette

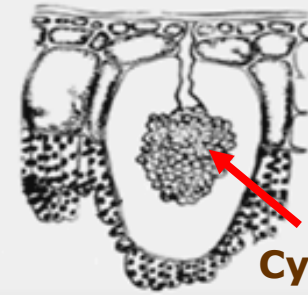


Prismatic



Inulin

Prof. Ahmed Lotfy Wanas



Cystolith