بسم الله الرحمن الرحيم

المادة / أحياء عامة
حيا ١٠١
BIO 101

انهاء

المرجع

الخلية التركيب والوظيفة
THE CELL : STRUCTURE AND FUNCTION

- تعريف
- وسائل دراسة الخلية
- الفيروسات
- الفيرويدات
- البرايونات
- الخلايا أولية النواة
- الخلايا حقيقية النواه

تعريف

المجهر الضوئي الذي استخدمه العالم روبرت هوك لفحص قطاع في الفلين. ويتضح في الدائرة رسم تخطيطي لشكل خلايا الفلين التي شاهدها العالم وهي على هيئة خلايا قرص النحل.

- أول من أطلق اسم الخلية (Cell) هو العالم روبرت هوك (Robert Hooke)

توالت الدراسات وبنهايتها وضع العالمان شليدن و شوان:

نظرية الخلية cell Theory التي تنص على أن:

- **جميع الكائنات الحية تتكون من الخلايا و أن الخلية هي الوحدة الأساسية للكائنات الحية.**

وسائل دراسة الخلية

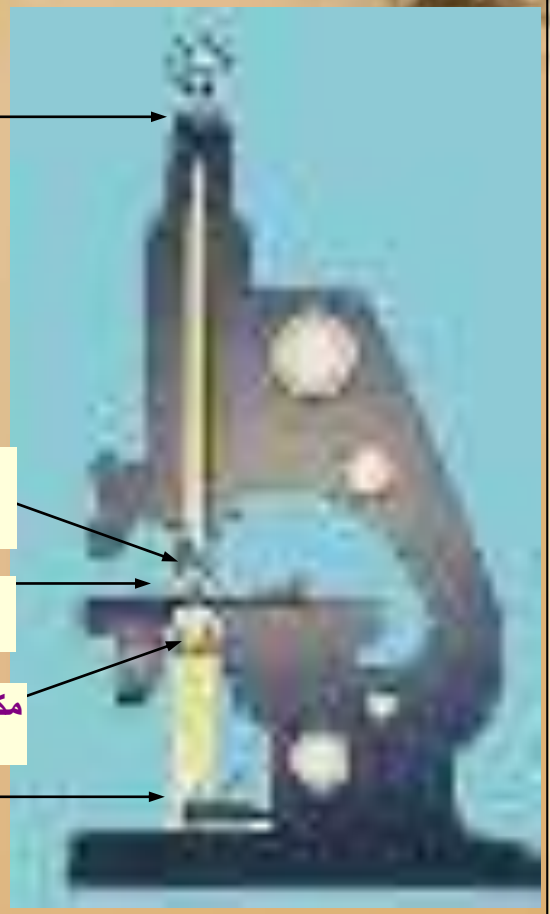
- المجاهر الضوئية
  - المجهر الضوئي البسيط
  - المجهر الضوئي المركب
- المجاهر الإلكترونية
  - المجهر الإلكتروني النافذ
  - المجهر الإلكتروني الماسح
- عزل العضيات
- حجم الخلية

1 المجاهر الضوئية (The light microscopes)

- المجهر الضوئي البسيط
(Simple light microscopes)
- المجهر الضوئي المركب
(The compound light microscope)

وجه المقارنة	الضوئي البسيط	الضوئي المركب
التركيب	بسيط	معقد
قوة التكبير	٢٥ مرة تقريبا	١٠٠٠ مرة تقريبا
مصدر الاضاءة	ضوء الشمس أو الكهرباء	الكهرباء فقط
العدسات	عدسة زجاجية واحدة محدبة الوجهين	عدسات شيئية وعدسات عينية

تابع٢المجاهر الضوئية (The light microscopes)



تركيب المجهر الضوئي المركب.

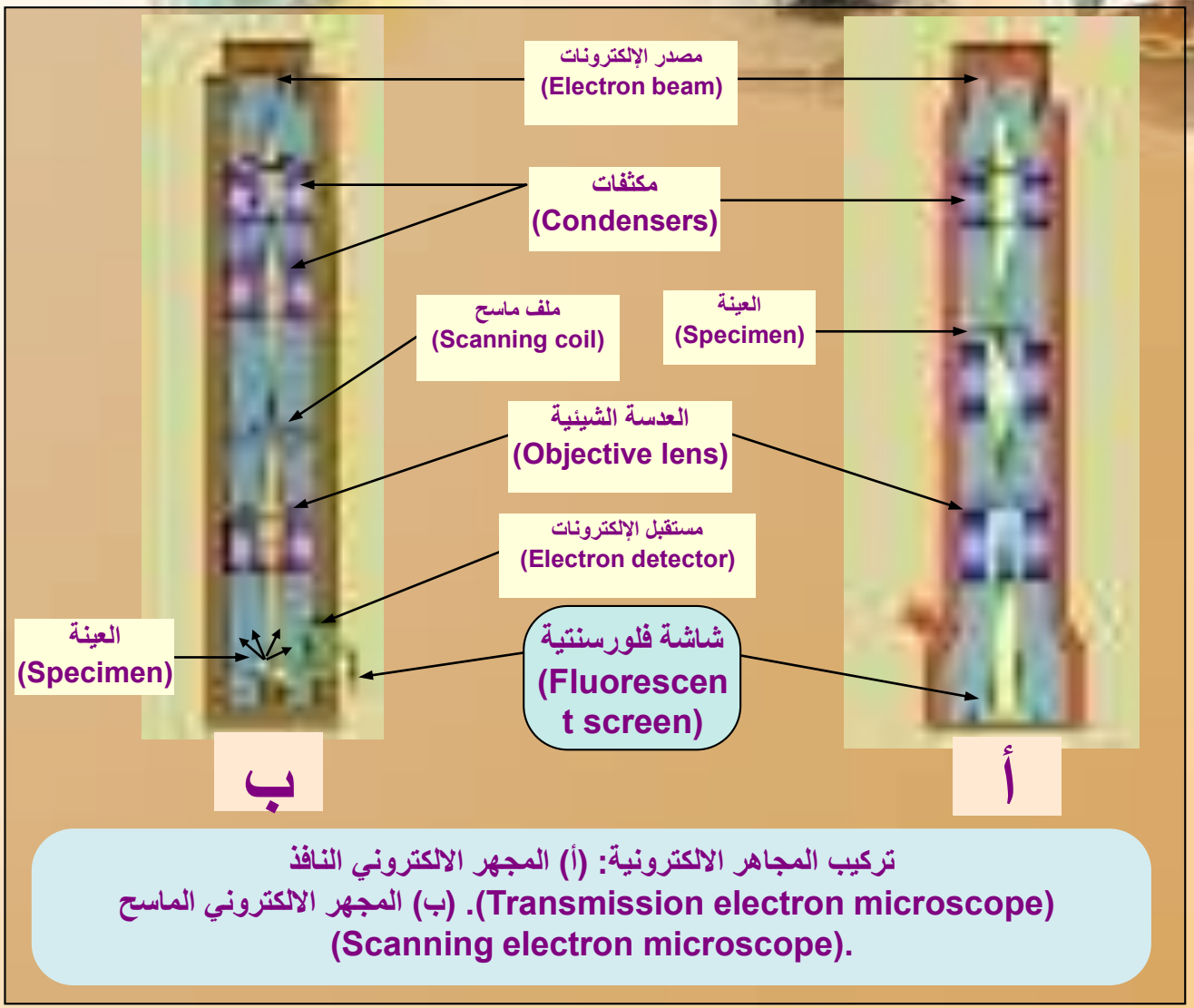
2 المجاهر الالكترونية (Electron microscopes)

- قوة تكبير عالية جداً قد تصل إلى أكثر من مليون مرة.
- مصدر الإضاءة فيها عبارة عن حزم من الالكترونات.
- العدسات المستخدمة فيها هي عدسات كهرومغناطيسية.
- بالإضافة إلى أسعارها المرتفعة.

- **المجهر الالكتروني النافذ (Transmission electron microscope)**
- يستخدم في دراسة مكونات الخلايا والأنسجة.

- **المجهر الالكتروني الماسح (Scanning electron microscope):**
- يستخدم المجهر الالكتروني الماسح في دراسة العينة كاملة أو جزء منها لذلك لا يشترط أن تكون العينات رقيقة.

تابع٢ المجاهر الالكترونية (Electron microscopes)



تركيب المجاهر الالكترونية: (أ) المجهر الالكتروني النافذ (Transmission electron microscope). (ب) المجهر الالكتروني الماسح (Scanning electron microscope).

3 عزل عضيات الخلية (Cell fractionation)

- ترسيب عضيات الخلايا، ودراسة وظائفها ومكوناتها، باستخدام أجهزة خاصة تعرف بأجهزة الطرد المركزي (Centrifugation instruments) .
- والتي تنقسم حسب السرعة إلى نوعين هما:

١ – أجهزة الطرد المركزي عالية السرعة (High speed centrifuges).

- لا تزيد سرعتها عن ٤٠,٠٠٠ دورة في الدقيقة [40.000 Revolutions per minute (RPM)].
- وتستخدم هذه الأجهزة في ترسيب عضيات الخلية الكبيرة والمتوسطة الكثافة، مثل النواة (Nucleus) والميتوكوندريا (Mitochondria) والبلاستيدات (Chloroplasts).

تابع: عزل عضيات الخلية (Cell fractionation)

٢ ـ أجهزة الطرد المركزي فائقة السرعة (Ultracentrifuges).

- تعتبر من أحدث أجهزة الفصل، وتصل سرعتها إلى ١٠٠,٠٠٠ دورة في الدقيقة تقريباً. ويمكن بواسطة هذه الأجهزة ترسيب العضيات الخلوية الدقيقة جداً مثل الرايبوزومات.

- تتم عملية فصل أو ترسيب مكونات الخلايا بخطوتين رئيسيتين يمكن ذكرهما باختصار على النحو التالي:
- أ – تمزيق أو هرس النسيج (Tissue homogenization)
- يتم تمزيق أو هرس النسيج الحيواني أو النباتي عادة في وسط متعادل (Isotonic medium)
- يضبط عند درجة حموضة (pH) مناسبة حسب نوع النسيج.
- وتتم عملية التمزيق بواسطة جهاز خاص يعرف بجهاز الهرس أو التمزيق (Homogenizer). والذي يتكون من أنبوبة هرس زجاجية (Homogenizer tube)، و يد الهاون (Pestle).

تابع: عزل عضيات الخلية (Cell fractionation)

- أو يمكن تمزيق الأنسجة بواسطة الخلاط الكهربائي العادي (Mixer).
- بعد إتمام عملية الهرس أو التمزيق التي تتم عند درجة حرارة ٤ درجة مئوية.
- يوزع المهروس المتجانس في أنابيب الفصل أو الترسيب تمهيداً للخطوة الثانية.

- **ب – الطرد المركزي (Centrifugation)**
- وتبدأ هذه الخطوة بوضع الأنابيب المحتوية على المهروس في دوار أو راس مثبت في جهاز الطرد المركزي، تمهيدا لإجراء عملية فصل مكونات الخلايا (Cell fractionation).
- وفي هذه العملية يتم ترسيب مكونات الخلية خلال عدة خطوات منفصلة.
- تعتمد سرعة دوران الرأس على كثافة ووزن عضيات الخلية،
- العضيات ذات الوزن الأكبر تترسب أولاً عند سرعات منخفضة، ثم نزيد من سرعة الدوران شيئاً فشيئاً لترسيب العضيات الأقل وزنا فالأقل.
- بذلك يتم الترسيب بتعريض المهروس لسرعات دوران متزايدة السرعة ومتتالية يعبر عنها بقوة الطرد المركزي النسبية [Relative centrifugal force (RCF)]، ومفهوم ذلك هو أن قوة الطرد التي تتعرض لها الجزيئات تكون نسبية لقوة الجاذبية الأرضية، ويمكن التعبير عنها أيضاً بمضاعفات الجاذبية [x gravity (*g*)].

تابع: عزل عضيات الخلية (Cell fractionation)

- ويعتمد ترسيب مكونات الخلية على دوران الرأس والتي يعبر عنها بدورة لكل دقيقة [Revolutions per minute (RPM)] والتي تعتمد على نصف قطر الرأس. ويمكن تحويل أي من هاتين القيمتين إلى الأخرى حسب المعادلة التالية:

- $RCF = 1.12 \times 10\text{-}5\ (RPM)^2 \times r$

- حيث (r): تعني نصف قطر الرأس (Radius of head)، أو الدوار (Rotor)، الذي توضع فيه الأنابيب.
- يمكن فصل عضيات الخلية المختلفة كل على حسب وزنها أو كثافتها. فالأنوية التي تعتبر الأكبر حجماً والأثقل وزناً بين عضيات الخلية يمكن الحصول عليها عند سرعة (1000 RPM) أي ما يعادل (600 g) تقريباً لمدة ١٠ دقائق، هذا إذا كان نصف القطر يساوي ٥ سم. كما يمكن ترسيب الميتوكوندريا والبلاستيدات عند سرعة تتراوح بين (6000 – 5000 RPM) أي ما يعادل (15000 g) تقريباً ولمدة ١٥ دقيقة، وهكذا كلما زادت سرعة الدوران أمكن ترسيب العضيات الصغيرة.

تابع: عزل عضيات الخلية (Cell fractionation)

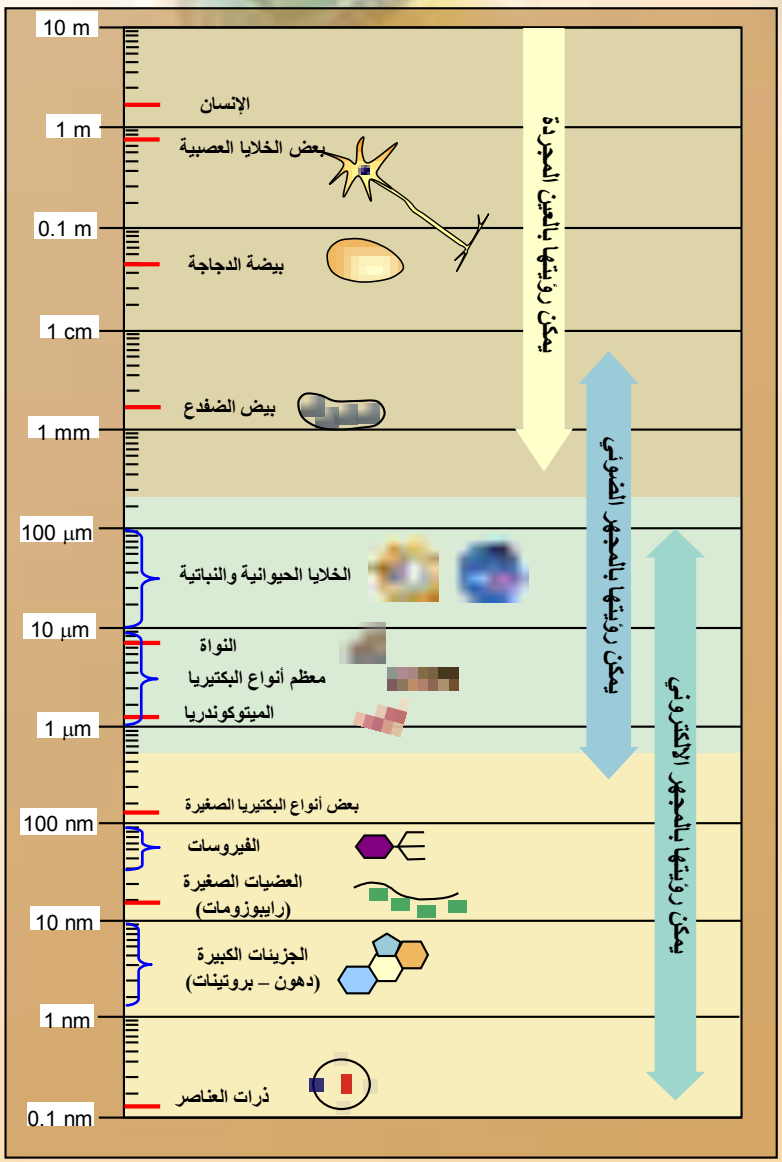
خطوات عزل عضيات الخلية بواسطة الطرد المركزي.

4 حجم الخلية (Cell size)

تتفاوت الخلايا في أحجامها، ويرتبط حجم وشكل كل خلية بوظيفتها.
ومعظم الخلايا صغيرة جدا ولا يمكن رؤيتها بالعين المجردة لذا يطلق عليها مجهرية الحجم.
ويتم قياس الخلية أو عضياتها بما يناسبها من الوحدات المترية الصغيرة المبينة في الجدول التالي:

الوحدة المترية	قيمتها بالمتر
السنتمتر [Centimeter (cm)]	٠,٠١ (10^{-2})
المليمتر [Millimeter (m)]	٠,٠٠١ (10^{-3})
الميكرومتر [Micrometer (µm)]	٠,٠٠٠٠٠١ (10^{-6})
النانومتر [Nanometer (nm)]	٠,٠٠٠٠٠٠٠٠١ (10^{-9})
الأنجستروم [Angestrom (A°)]	٠,٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١ (10^{-12})

تابع: حجم الخلية (Cell size)



مقارنة أحجام وأطوال الخلايا وبعض عضياتها وبعض الكائنات أولية النواة وحقيقية النواة.

الفيروسات (Viruses)

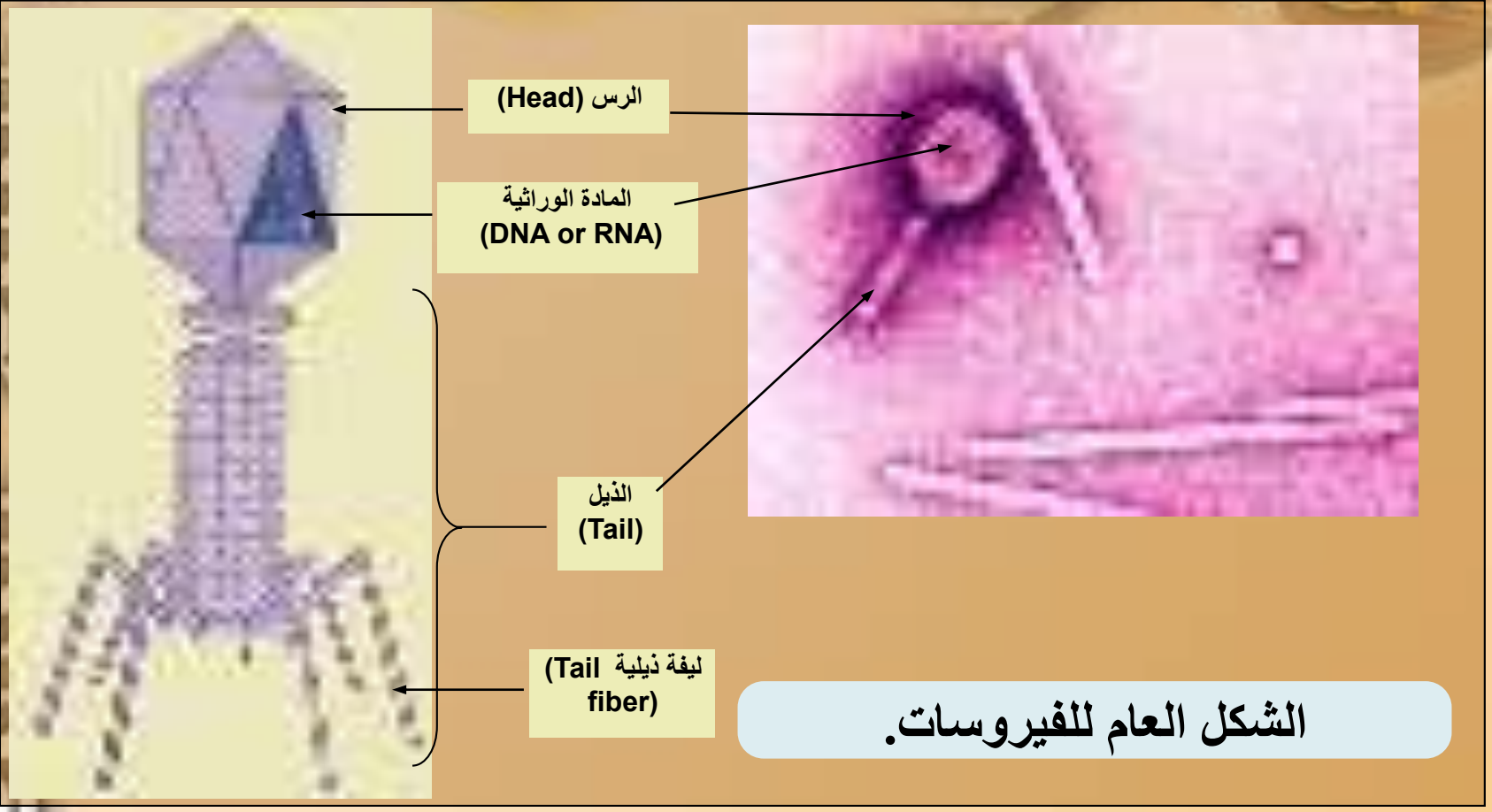
- الفيروسات ليست كائنات حية وكذلك لا يمكن اعتبارها غير حية أو جماد.
- تقع على الخط الفاصل بين الحياة وبين الجماد.
- فهي تتبلور عندما تكون خارج عائلها.
- عندما تكون داخل عائلها فإنها تبدأ بالتكاثر وهذه صفة من صفات الكائنات الحية.
- الفيروسات صغيرة جداً يتراوح طولها بين ٢٠ ــ ٢٠٠ نانومتر تقريباً.
- تختلف الفيروسات في أحجامها وأشكالها وتركيبها، ومعظمها عصوية الشكل (Rod-shaped)، أو شبه كروية (Quasi-spherical).

تابع: الفيروسات (Viruses)

تركيب الفيروسات

- تركيب الفيروسات بسيط جداً.
- تتركب بصفة عامة من لب (Core). يحتوي على حامض نووي.
- تختلف الفيروسات عن بعضها البعض من ناحية الحامض النووي،
- بعضها يحتوي على الحامض النووي (RNA)، مثل فيروسات شلل الأطفال، الحمى الصفراء، داء الكلب، الأنفلونزا، الحصبة.
- البعض الآخر يحتوي على الحامض النووي (DNA)، مثل فيروس الجدري، وفيروس الهربس، وعدد من الفيروسات البكتيرية.

تابع: الفيروسات (Viruses)



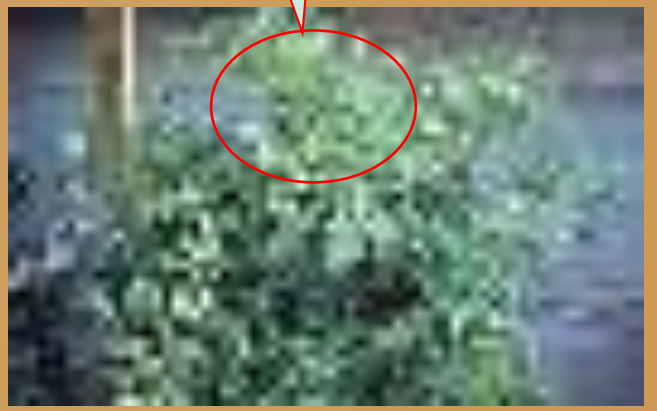
الشكل العام للفيروسات.

الفيرويدات (Viroids)

- تركيبات شبيهة بالفيروسات (Virus-like)، لكنها اصغر منها وأبسط في التركيب.
- حيث تتركب فقط من الحامض النووي (RNA)، وهو عبارة عن خيط واحد قصير جداً يصل طوله إلى ٥٠ نانومتر تقريباً.
- يتكون من عدد قليل من النيوكليوتيدات يتراوح عددها بين ٢٥٠ ــ ٤٠٠ نيوكليوتيدة.
- لا يوجد غلاف بروتيني يحيط بالحامض النووي.
- كل الفيرويدات التي تم اكتشافها إلى الآن تصيب النباتات فقط، مسببة لها أمراض كثيرة، مثل أمراض درنات البطاطس المغزلية، حيث تصبح درنة البطاطس طويلة مغزلية الشكل. والتجمع القمي لنبات الطماطم.

تابع: الفيرويدات (Viroids)

الفيرويدات (Viroids).



إصابة الطماطم بالفيرويدات.

إصابة البطاطس بالفيرويدات.

الفيرويدات (Viroids). وبعض الأمراض النباتية الناتجة عن الإصابة بها.

البرايونات (Prions)

- عبارة عن تركيبات صغيرة جدا شبيهة بالبروتينات (Protein-like).
- حجمها أصغر من أدق فيروس بمائة مرة تقريباً.
- تتكون فقط من بروتينات سكرية (Glycoprotein)، والتي هي عبارة عن جزيء سكر مرتبط بقطعة صغيرة من عديد الببتيدات، يصل عدد الأحماض الأمينية فيها إلى ٢٥٠ حامض أميني تقريباً، ويتراوح وزنها الجزيئي من ٥٠,٠٠٠ إلى ١٠٠,٠٠٠ دالتون.
- لا يوجد بها حامض نووي أو غلاف بروتيني.
- والبرايونات عادة ما تصيب الخلايا الحيوانية خاصة الثدييات، وتوجد فيها على هيئة كتل ورمية.
- ومن أمثلة البرايونات تلك التي تسبب مرض جنون البقر (Mad cow disease)، أو ما يعرف بمرض الدماغ الإسفنجي البقري (Bovine spongiform encephalopathy).

خلايا ذات النواة الأولية
(Prokaryotic cells)

- مقدمة
- البلازما الفطرية
- الطحالب الخضراء المزرقة
- البكتيريا

مقدمة عن خلايا ذات النواة الأولية
(Prokaryotic cells)

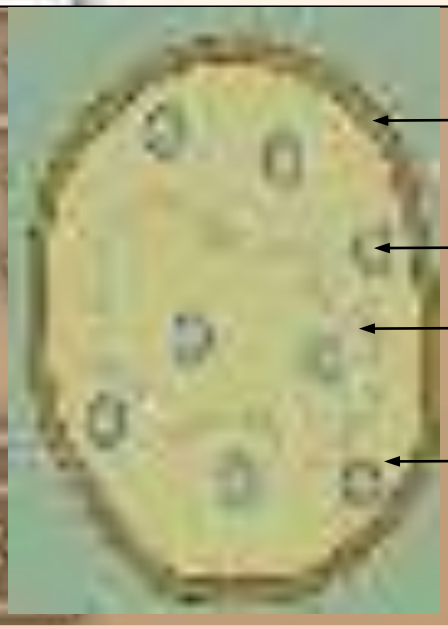
- كائنات بسيطة التركيب.
- يتكون اسمها اللاتيني من شقين الأول: (*Pro*) ويعني أولي أو قبل (Before)، والثاني: (*Karyon*) ويعني نواة (Nucleus).

تشمل الخلايا أولية النواة:

- البلازما الفطرية (Mycoplasmas).
- البكتيريا (Bacteria)، مثل بكتيريا القولون (*Escherichia coli*)، التي تعيش في القناة الهضمية للإنسان.
- والطحالب الخضراء المزرقة (Blue–green algae) أو البكتيريا المزرقة (Cyanobacteria).

1 البلازما الفطرية (Mycoplasmas)

- من أصغر الكائنات أولية النواة.
- بعضها يعيش حراً، والبعض الآخر يتطفل على الحيوان والنبات.
- تركيبها يشبه تركيب بقية الكائنات أولية النواة. حيث أن :
- مادتها النووية لا يحيط بها غشاء نووي.
- العضية الوحيدة التي توجد بكثرة هي الرايبوزومات (Ribosomes).
- المادة الوراثية مكونة من (DNA)، وهو عبارة عن خيط حلقي.
- إلا أن البلازما الفطرية تختلف عن البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة في عدم وجود جدار خلوي يحيط بها.

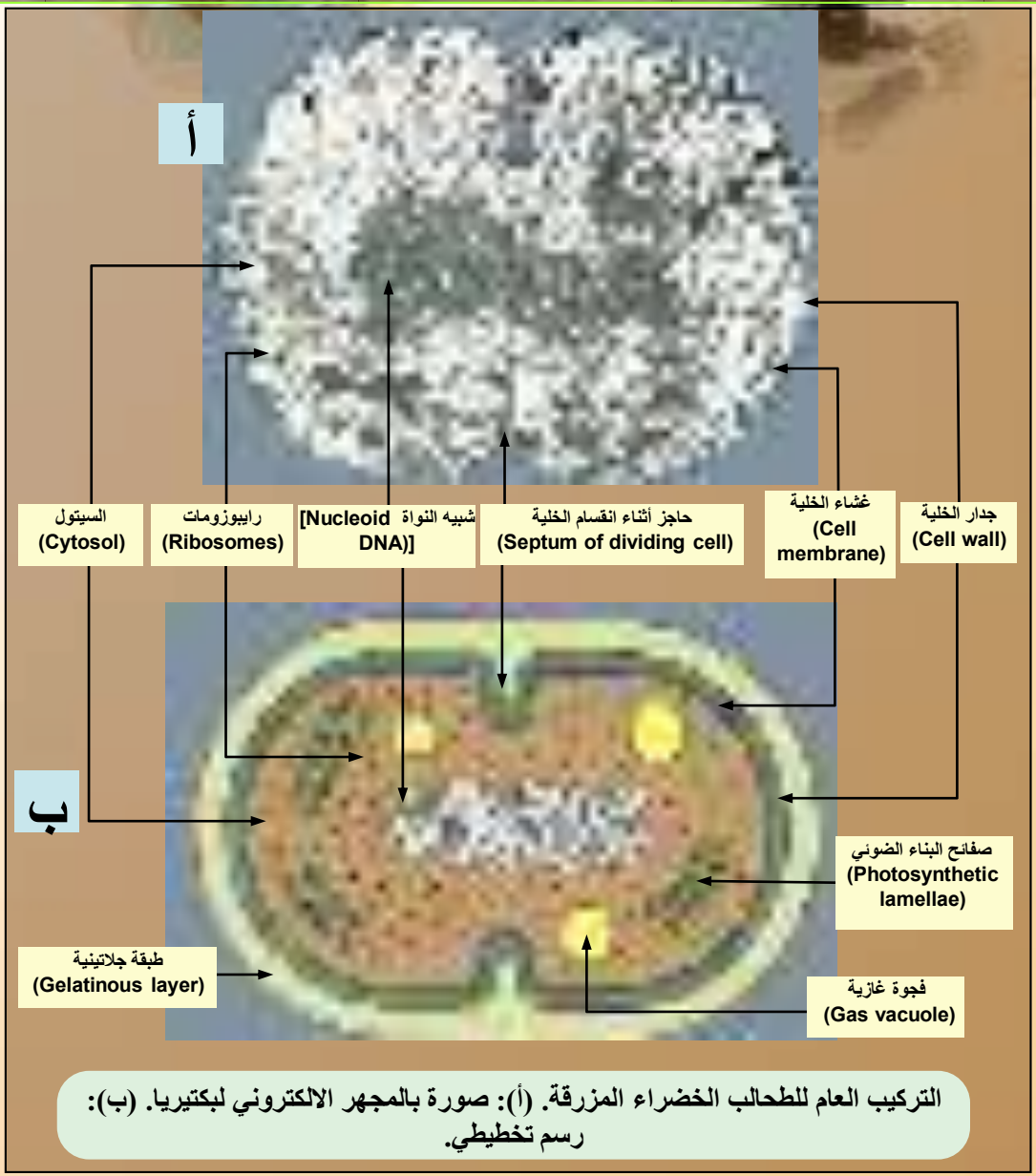


التركيب العام للبلازما الفطرية.

2 الطحالب الخضراء المزرقة (Blue–green algae)

- مادتها النووية ليست محاطة بغشاء نووي،
- يحيط بها من الخارج جدار خلوي (Cell wall).
- العضية التي يحتوي عليها السيتوبلازم بكثرة هي الرايبوزومات (Ribosomes).
-المادة الوراثية في الطحالب الخضراء المزرقة مكونة من الحامض النووي (DNA)، الذي يعرف بشبيه النواة (Nucleoid).
-لا تمتلك أهداب، أو أسواط.
-لها القدرة على إفراز طبقة جلاتينية خارجية.
-تعتبر الطحالب الخضراء المزرقة ذاتية التغذية، وذلك لأنها تحتوي على صبغيات (Pigments) ملونة تقوم بعملية البناء الضوئي.
-تتكون من مادتين هما الفايكوسيانين (Phycocynine)، ولونها أزرق،
-الأخرى هي الفايكوإريثرين (Phycoerythrine)، ولونها أحمر، اندماج هذان اللونان ينتج عنه اللون الأخضر المزرق، وهو اللون الذي تبدو به هذه الكائنات. وتوجد هذه الصبغيات على أغشية مسطحة تعرف بصفائح البناء الضوئي (Photosynthetic lamellae).

تابع: الطحالب الخضراء المزرقة (Blue–green algae)

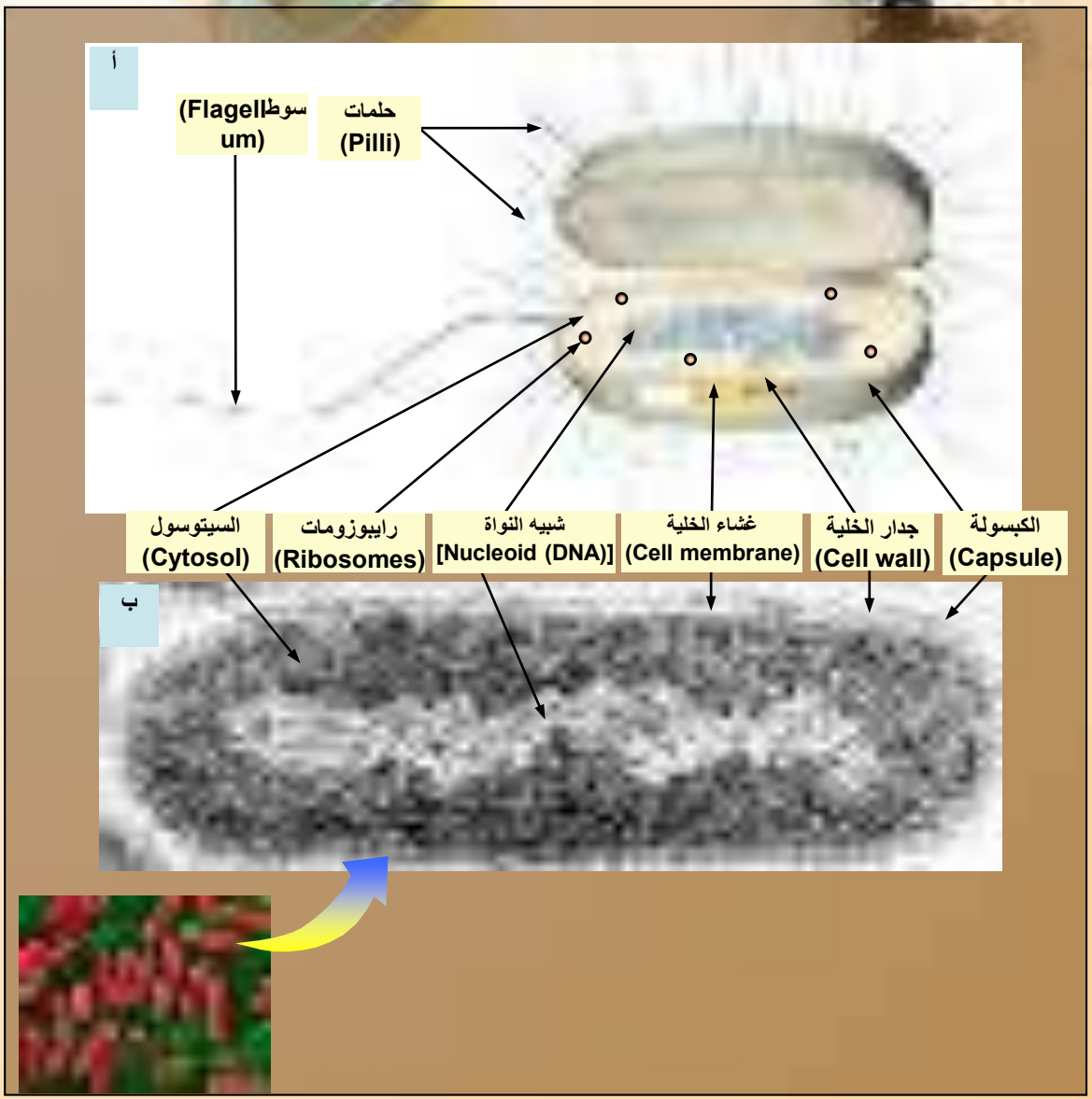


التركيب العام للطحالب الخضراء المزرقة. (أ): صورة بالمجهر الالكتروني لبكتيريا. (ب): رسم تخطيطي.

3 البكتيريا (Bacteria)

- المادة النووية ليست محاطة بغشاء نووي.
- يحيط بالخلية من الخارج جدار خلوي (Cell wall).
- يتكون من مركبات تعرف بالجليكان الببتيدية (Peptidoglycan)، وهي عبارة عن سلاسل طويلة من سكرات متعددة ترتبط عرضيلً بسلاسل قصيرة من متعدد الببتيدات.
- في بعض البكتيريا يحاط الجدار الخلوي بغلاف جلاتيني يطلق عليه الكبسولة (Capsule) أو الطبقة اللزجة (Slime layer).
- تمتلك البكتيريا القادرة على الحركة (Motility) أسواط (Flagella)، تساعدها على الحركة، والدوران.
- تتركب الأسواط من تحت وحدات بروتينية تعرف بالفلاجلين (Flagellin).
- توجد زوائد قصيرة وكثيفة تعرف بالحلمات (Pilli) أو الهديبات (Fimbriae).
- تساعد البكتيريا على الالتصاق بالأسطح.
- يلي جدار الخلية من الداخل غشاء الخلية (Cell membrane)، الذي يحيط بالسيتوبلازم، وينظم مرور المواد من و إلى الخلية.
- السيتوبلازم (Cytoplasm) في الخلايا أولية النواة عبارة عن مادة شبه سائلة تعرف بالسايتوسول (Cytosol).

تابع: البكتيريا (Bacteria)



التركيب العام للبكتيريا.
(أ): رسم تخطيطي.
(ب): صورة بالمجهر الالكتروني لبكتيريا.

خلايا ذات النواة الحقيقية
(Eukaryotic cells)

- مقدمة العضيات التركيب والوظيفة
- السيتوبلازم
- غشاء الخلية
- الميتوكندريا
- الشبكة الإندوبلازمية
- الرايبوزومات
- أجسام جولجي
- الأجسام الهاضمة
- البروكسيزومات
- البلاستيدات
- جدار الخلية
- هيكل الخلية
- الأجسام المركزية
- الأهداب والأسواط
- الروابط في الخلايا الحيوانية
- الإتصالات في الخلايا النباتية
- الفجوات العصارية
- النواة
- الفرق بين الخلايا الاولية والحقيقية

X

العضيات: التركيب والوظيفة

شكل (3-14): رسم تخطيطي يوضح التركيب الدقيق للخلية الحيوانية.

- توجد في بقية الكائنات الحية.
- الفرق الأساسي بين هذين النوعين هو
- أن الخلية ذات النواة الأولية تفتقر نواتها إلى الغشاء النووي
- الخلية ذات النواة الحقيقية يوجد بها الغشاء النووي محيطا بالنواة.

تابع العضيات: التركيب والوظيفة

بلاستيدات بيضاء (Leucoplasts)
أنيبيبات دقيقة (Microtubules)
ميتوكوندريون Mitochondrion) (
جلايكسوسوم (Glyoxisome)

جدار الخلية (Cell wall)
غشاء الخلية (Cell membrane)
بلاستيدة (Chloroplast)
جسم جولجي (Golgi body)
فجوة (Vacuole)
الشبكة الإندوبلازمية الملساء (Smooth endoplasmic reticulum)
النواة (Nucleus)
النوية (Nucleolus)
السيتوبلازم (Cytoplasm)
الشبكة الإندوبلازمية المحببة (Rough endoplasmic reticulum)
بلازموديزمات (Plasmodesmata)
رايبوزومات Ribosomes)

رسم تخطيطي يوضح التركيب الدقيق للخلية النباتية.

التركيب الدقيق للخلية حقيقية النواة:
(Ultrastructure of Eukaryotic Cell)

تتكون كل خلية من:

١ - السيتوبلازم (Cytoplasm)

٢- النواة (Nucleus)

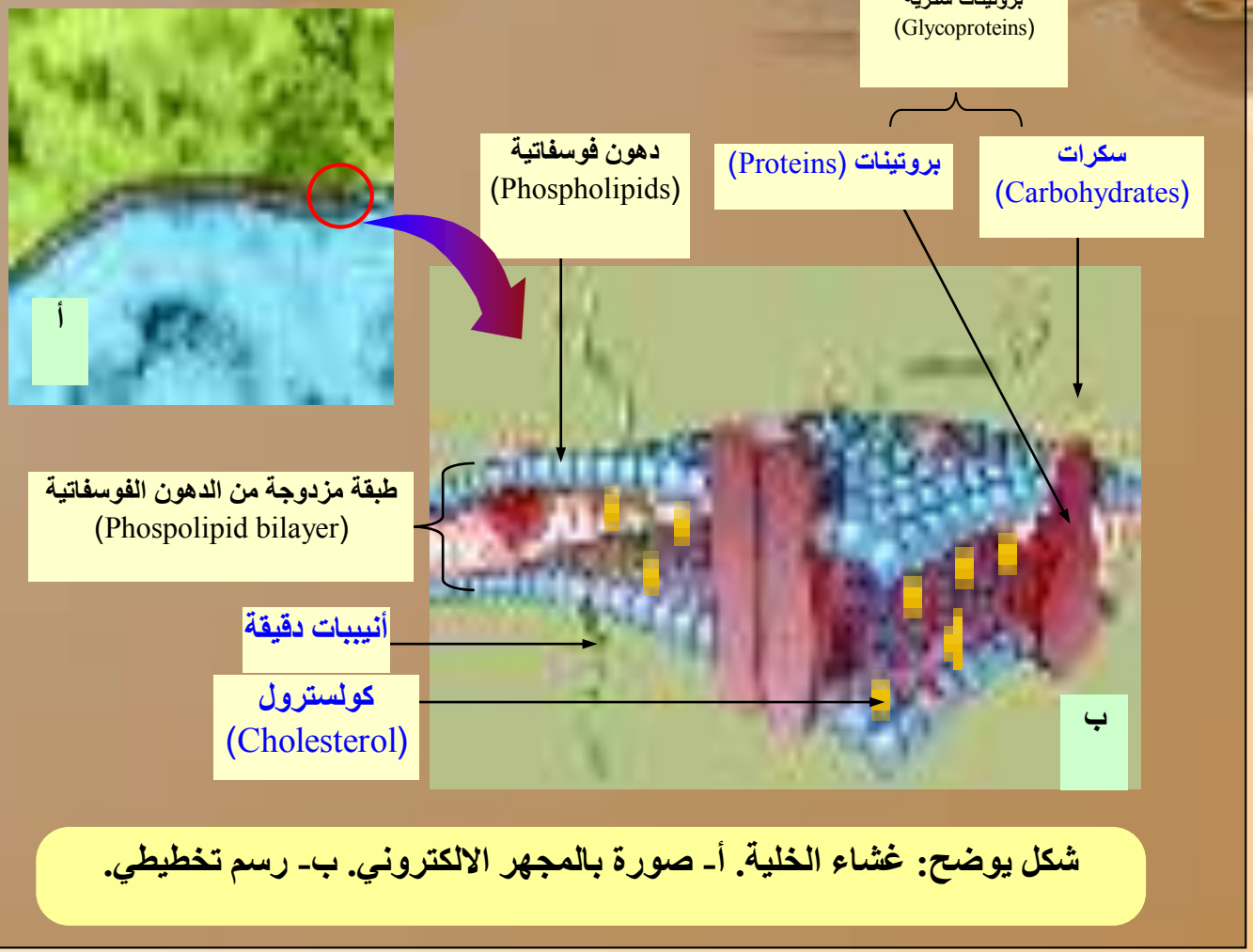
1 السيتوبلازم

- مادة شبه سائلة هلامية القوام يوجد بها أنواع مختلفة من العضيات (Organelles).
- يحيط بها غشاء الخلية (Cell Membrane) .

2 غشاء الخلية (Cell membrane)

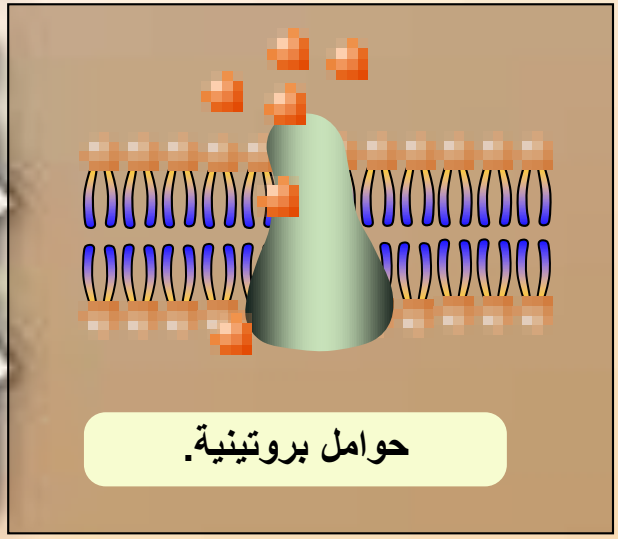
- يحيط غشاء الخلية بالسيتوبلازم.
- خاصة نفاذ تفاضلية (Difternetial permeabillity) تعمل على تنظيم مرور المواد من والى الخلية.
- يتكون غشاء الخلية من طبقتين من الدهن الفسفوري يرتبط بهما جزئيات من البروتين وجزئيات من مركب بروتين الكربوهيدرات تسمى الكربوهيدرات المخاطية (Mucopoly) saccharides.

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)



شكل يوضح: غشاء الخلية. أ- صورة بالمجهر الالكتروني. ب- رسم تخطيطي.

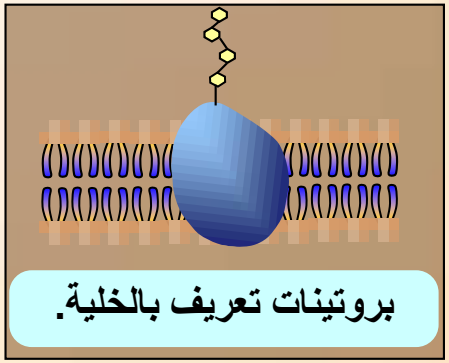
تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)

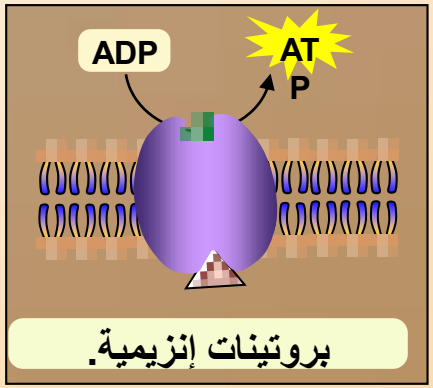


- بروتينات قنوية (Channel proteins). وهي تسمح لبعض المواد بالمرور عبر غشاء الخلية بسهولة مثل الكلور (Cl^-).

- بروتينات حمالة (Carrier proteins). وهي تقوم بنقل مواد خاصة من والى داخل الخلية، بعضها قد يتطلب طاقة خلوية مثل الصوديوم.

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)





- بروتينات مستقبلة (Receptor proteins) هذه البروتينات متخصصة في الارتباط ببعض المواد، لذلك يوجد على سطح البروتين مكان له شكل مكمل لشكل المادة الخاصة التي يرتبط بها. ومن أمثلة ذلك البروتينات التي ترتبط بهرمونات النمو.

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)

- بروتينات تعريف الخلية (Cell recognition proteins) وهي عبارة عن بروتينات سكرية (Glycoproteins). وهذه تعمل على تعريف الخلية، فإذا كانت الخلية تحمل بروتينات سكرية مختلفة فإنها تكون معرضة للقضاء عليها بواسطة الجهاز المناعي. والمثال على ذلك عند زراعة الأعضاء (Transplant)، فعندما تكون خلايا أنسجة الشخص تحمل بروتينات تعريف مختلفة فإنها تكون غير مفيدة.

- بروتينات إنزيمية (Enzymatic proteins). وهي بروتينات متخصصة لتحفيز تفاعلات خاصة. حيث يوجد على سطح الإنزيم البروتيني مكان خاص للارتباط بالمادة المراد نقلها.

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)

وظائف غشاء الخلية (Cell membrane functions)

- يقوم غشاء الخلية بوظائف هامة يمكن تلخيصها في النقاط التالية:
- يحيط بالسيتوبلازم لذلك فهو يحافظ على بقاء الخلية سليمة، ويحدد شكل الخلية.
- للغشاء الخلوي خاصية نفاذ تفاضلية مميزة (Differential permeability)، تعمل على تنظيم مرور المواد من والى الخلية. فليس كل المواد تستطيع أن تنفذ إلى الخلية بسهولة. فعندما يسمح غشاء الخلية لبعض المواد أن تمر عبره بسهولة مثل الماء، فإن هناك مواد أخرى مثل أيونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلور (Na^+, K^+, Cl^-) لا يمكن أن تمر عبر غشاء الخلية إلا عن طريق ميكانيكيات النقل. وتعتبر الجزيئات الداخلة في تركيب الغشاء كالدهون الفوسفاتية، والبروتينات، هي المسئولة عن تنظيم دخول وخروج المواد من وإلى الخلية. وهناك عدة طرق للنقل تتم عبر غشاء الخلية هي:

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)

- يقوم غشاء الخلية بوظائف هامة يمكن تلخيصها في النقاط التالية:
- يحيط بالسيتوبلازم لذلك فهو يحافظ على بقاء الخلية سليمة، ويحدد شكل الخلية.
- للغشاء الخلوي خاصية نفاذ تفاضلية مميزة (Differential permeability)، تعمل على تنظيم مرور المواد من والى الخلية. فليس كل المواد تستطيع أن تنفذ إلى الخلية بسهولة. فعندما يسمح غشاء الخلية لبعض المواد أن تمر عبره بسهولة مثل الماء، فإن هناك مواد أخرى مثل أيونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلور (Na^+, K^+, Cl^-) لا يمكن أن تمر عبر غشاء الخلية إلا عن طريق ميكانيكيات النقل. وتعتبر الجزيئات الداخلة في تركيب الغشاء كالدهون الفوسفاتية، والبروتينات، هي المسئولة عن تنظيم دخول وخروج المواد من وإلى الخلية. وهناك عدة طرق للنقل تتم عبر غشاء الخلية هي:

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)

النقل السالب (Passive transport)

- وهو انتقال المواد عبر غشاء الخلية في الاتجاه الأقل تركيزاً أو ضغطاً أو شحنةً كهربائيةً. وهذا النوع من النقل لا يتطلب بذل طاقة خلوية. ويتم النقل السالب بعدة طرق هي على النحو التالي:

الإسموزية (Osmosis)

- وهي انتقال الماء عبر غشاء الخلية إلى الجانب الذي يكون فيه تركيز المواد المذابة عالي. وهذه الخاصية تعمل على التوازن بين داخل الخلية والوسط المحيط، كما تعمل على الحفاظ على حجم وشكل الخلية.

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)

الانتشار (Diffusion)

- هو انتقال الجزيئات من الجانب ذو التركيز العالي إلى الجانب ذو التركيز المنخفض حتى يتساوى تركيز الجزيئات بين الجانبين. انتقال المواد عبر الغشاء الخلوي بخاصية الانتشار لا يحتاج إلى طاقة. وهناك نوعين من الانتشار هما:

الانتشار البسيط (Simple diffusion)

- ويتضمن مرور عدد محدود من الجزيئات عبر غشاء الخلية مثل المذيبات الدهنية (Lipid-solubles)، كالكحولات، والغازات الذائبة مثل الأكسجين (O_2)، وثاني أكسيد الكربون (CO_2)، حيث نجد أن الأكسجين يمكن أن يدخل إلى الخلية وثاني أكسيد الكربون يخرج إلى الخارج، وهذا ما يحدث في الرئة أثناء التنفس.

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)

النقل المدعم (Facilitated transport)

- وهو انتقال المواد من التركيز العالي إلى التركيز المنخفض مثل الأحماض الأمينية والجلوكوز، ويتم انتقال هذه المواد بواسطة حامل بروتيني (Protein carriers).

النقل النشط (Active transport)

- وهو انتقال الجزيئات الصغيرة أو الايونات عبر الغشاء الخلوي بواسطة بروتينات إنزيمية متخصصة قابلة للدوران (Spanning proteins)، حيث تحتاج الخلية في كثير من الأحيان إلى دخول أو خروج بعض المواد ويكون ذلك ضد تركيزها، لذلك فان خاصية النقل النشط تتيح للخلية الحصول على بعض المواد الضرورية مثل الايونات والسكرات الأحادية والأحماض الأمينية.

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)

النقل الذي يتطلب طاقة(Energy-requiring transport)

- وهو انتقال المواد من الجانب ذو التركيز المنخفض إلى الجانب ذو التركيز العالي ويتم بواسطة حوامل بروتينية (Protein carriers)، ويتطلب طاقة يتم الحصول عليها من تكسير (ATP).

ومن أنواع النقل الذي يتطلب طاقة ما يلي:

الإدخال الخلوي (Endocytosis)

- وهو مرور المواد الكبيرة إلى داخل الخلية ويشمل إدخال جزيئات بسيطة مهضومة أو مستقطبة كما في خلايا الحيوانات الفقارية واللافقارية. أو إدخال الجزيئات الكبيرة غير المهضومة أو الكائنات الدقيقة كما هو الحال في التغذية لخلية حيوان الأميبا وتتم هذه العملية بتكوين أقدام كاذبة بواسطة الغشاء الخلوي حول الطعام يعقبها ابتلاع الطعام واحتوائه داخل حويصلة وتعرف هذه العملية بالابتلاع الخلوي أو البلعمة (Phagocytosis).

تابع: غشاء الخلية (Cell membrane)

الإدخال الخلوي (Endocytosis)

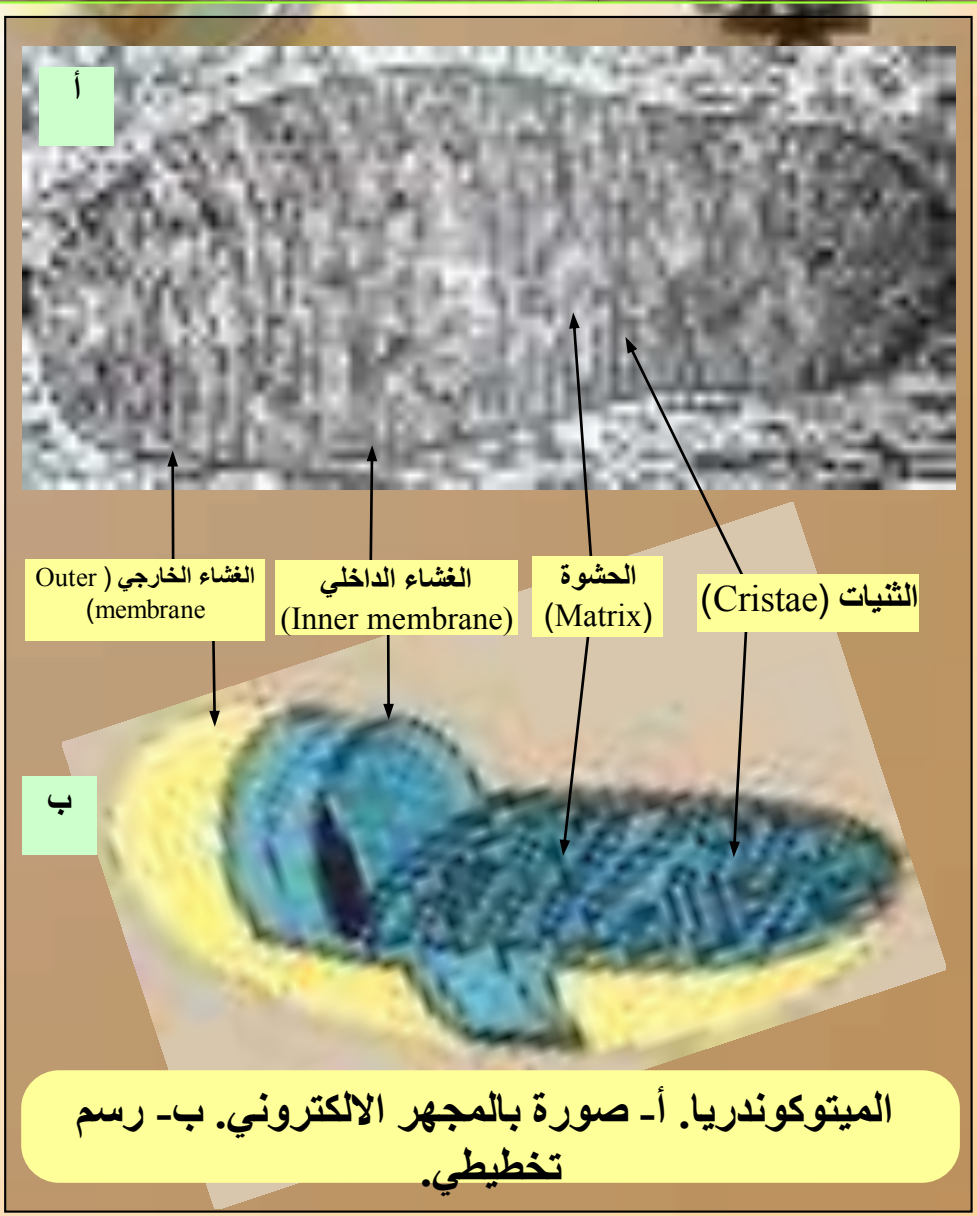
- ويقصد به عملية طرد المواد الزائدة أو غير المرغوب فيها إلى خارج الخلية. وتتم هذه العملية بتجميع تلك المواد في حويصلات تتحرك إلى الغشاء الخلوي لتلتحم معه ثم تنفجر لتطرد محتوياتها إلى الخارج كما هو الحال في الحيوانات وحيدة الخلية كالأميبا التي تقوم بالتخلص من المواد الزائدة بواسطة تكوين الفجوة المنقبضة (Contract vacuole).

	الميكانيكية	اتجاه الانتقال	المتطلبات	المثال
النقل السالب	الانتشار	إلى الجانب منخفض التركيز.	تدرج في التركيز.	السكرات، الأحماض الأمينية والأيونات.
	النقل المدعم	إلى الجانب منخفض التركيز.	تدرج في التركيز مع حامل بروتيني.	
النقل الذي يتطلب طاقة	النقل النشط	إلى الجانب عالي التركيز.	حامل بروتيني مع صرف طاقة.	ابتلاع خلية أو عضية.
	الإخراج الخلوي	إلى خارج الخلية.	حويصلة تلتحم مع غشاء الخلية ثم تنفجر مفرغة محتوياتها إلى الخارج.	
	الإدخال الخلوي (البلعمة)	إلى داخل الخلية.	تكوين فجوة.	

3 الميتوكوندريا (Mitochondria)

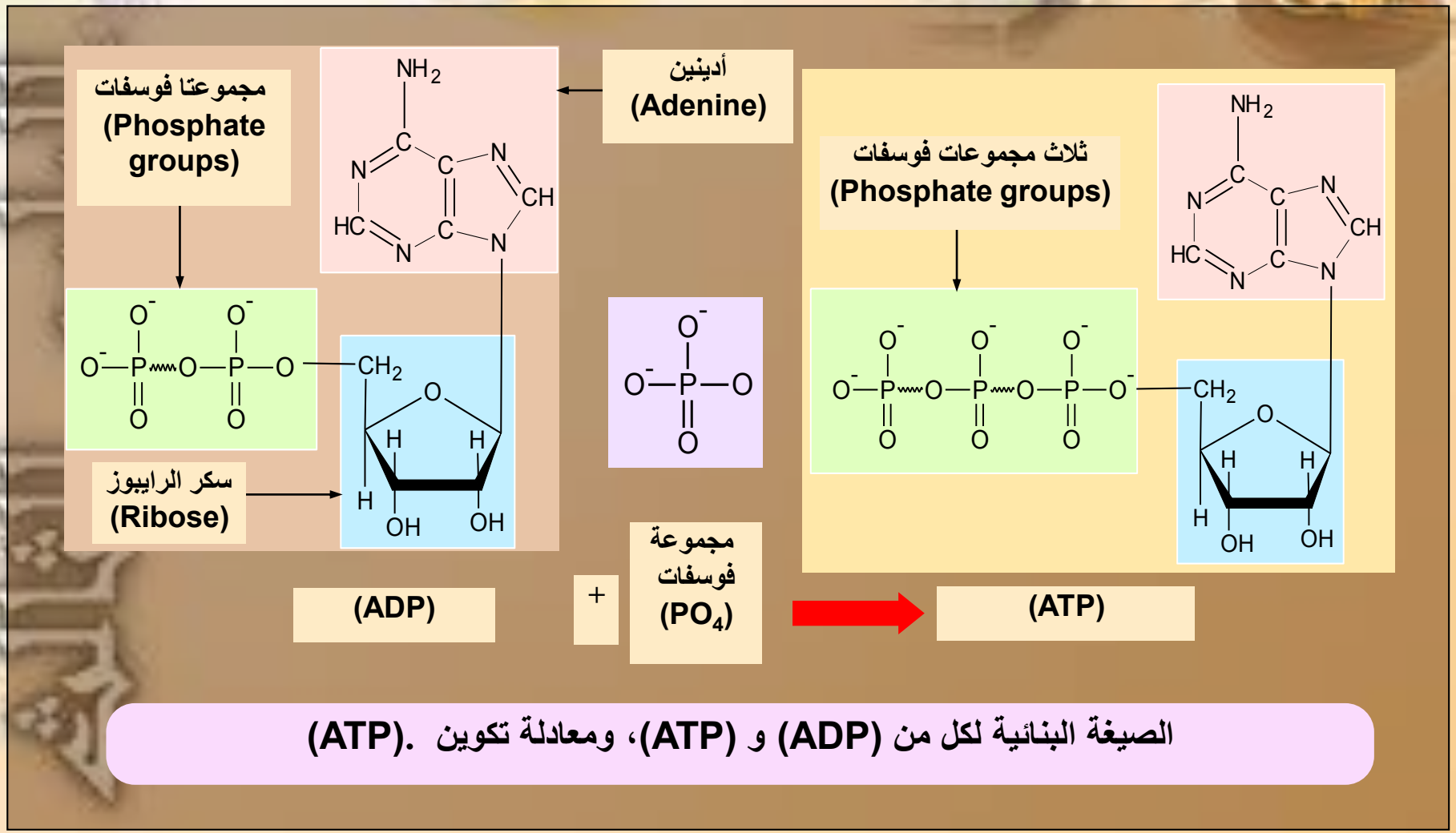
- عضيات سيتوبلازمية كروية أو اسطوانية الشكل.
- الكلمة في اللغة الإنجليزية مشتقة من كلمتين لاتينيتين:
- خيط= (Mitos = threo) حبة = (Chondria = grain)
- محاطة بغشاءين أحدهما خارجي والآخر في داخله.
- ينثني الغشاء الداخلي عدة ثنيات يعرف كل واحدة منها بالثنية (Crista). تعمل على زيادة السطح الداخلي للميتوكوندريا.
- يتم في الميتوكوندريا إنتاج المركب الكيميائي ثلاثي فوسفات الادينوسين (ATP).
- الميتوكوندريا هي مركز إنتاج الطاقة وتخزينها في (ATP)
- كما يوجد في الميتوكوندريا (RNAو DNA) خاصان بها ويتكونان داخلها ولهما دور في وراثة الميتوكوندريا.

تابع: الميتوكوندريا (Mitochondria)



الميتوكوندريا. أ- صورة بالمجهر الالكتروني. ب- رسم تخطيطي.

تابع: الميتوكوندريا (Mitochondria)



الصيغة البنائية لكل من (ADP) و (ATP)، ومعادلة تكوين (ATP).

4 الشبكة الإندوبلازمية (Endoplasmic Reticulum):

شبكة من الأغشية تتخذ شكل الانيبيبات و الأوعية الدقيقة المتشابكة.
تغزو هذه الشبكة جميع أجزاء السيتوبلازم.
تتصل بكل من غشاء الخلية وغشاء النواة.
هذه الشبكة تمر من خلية إلى أخرى.

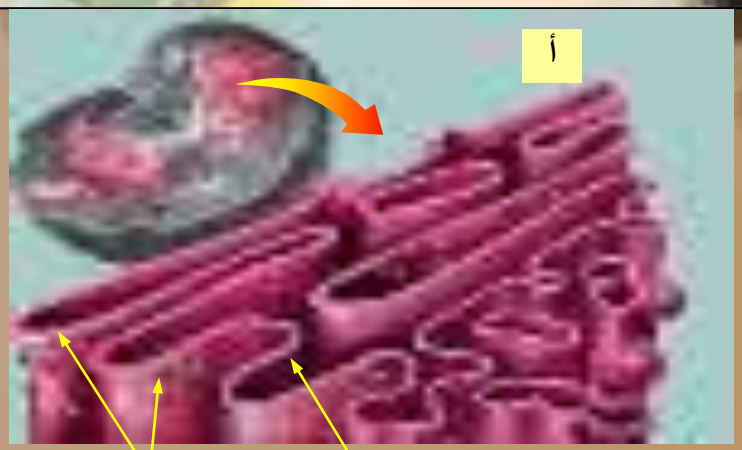
هناك نوعان لهذه الشبكة:

١ ـ الشبكة الإندوبلازمية المحببة

(Rough endoplasmic reticulum)

يوجد على سطحها الرايبوزومات.
يجرى عند سطح الشبكة الإندوبلازمية المحببة عملية تكوين البروتينات.

تابع: الشبكة الإندوبلازمية (Endoplasmic Reticulum):



شكل : الشبكة الإندوبلازمية المحببة.ويلاحظ وجود الرايبوزومات على سطحها. (أ): رسم تخطيطي. (ب): صورة بالمجهر الالكتروني.

تابع: الشبكة الإندوبلازمية (Endoplasmic Reticulum):

٢ ـ الشبكة الإندوبلازمية الملساء

Smooth endoplasmic reticulum)

- يخلو سطحها من الرايبوزومات.
- يجرى عند سطحها عملية تكوين كل من الدهون و الكربوهيدرات.
- تقوم الشبكة الإندوبلازمية المحببة والملساء بالربط بين جميع أجزاء الخلية وذلك بنقل المواد المختلفة من مكان لآخر في الخلية أو خارج الخلية.

الشبكة الإندوبلازمية (Endoplasmic Reticulum):

شبكة من الأغشية تتخذ شكل الانيبيبات و الأوعية الدقيقة المتشابكة.
تغزو هذه الشبكة جميع أجزاء السيتوبلازم.
تتصل بكل من غشاء الخلية وغشاء النواة.
هذه الشبكة تمر من خلية إلى أخرى.

هناك نوعان لهذه الشبكة:

١ ـ الشبكة الإندوبلازمية المحببة
(Rough endoplasmic reticulum)

يوجد على سطحها الرايبوزومات.
يجرى عند سطح الشبكة الإندوبلازمية المحببة عملية تكوين البروتينات.

5 الرايبوزومات (Ribosomes):

شكل (٣-٢٧): الرايبوزومات (Ribosomes).

حبيبات كروية الشكل تتكون من الرايبوزومى (rRNA) محاط بغلاف بروتيني.

يوجد بها الإنزيمات اللازمة لتفاعلات تكوين البروتين.

توجد متصلة بالشبكة الإندوبلازمية المحببة أو مبعثرة في السيتوبلازم.

الرايبوزومات هي موضع تكوين البروتينات في الخلية.

6 أجسام جولجى (Golgi Bodies) :

- على هيئة رصات متتالية بعضها فوق بعض.
- توجد أجسام جولجي في الخلية الحيوانية مركزة أعلى النواة.
- في الخلية النباتية تنتشر في مناطق عديدة من السيتوبلازم.
- وتقوم أجسام جولجي بتهيئة البروتينات الكربوهيدرات والدهون المكونة في الشبكة الإندوبلازمية المحببة والملساء على هيئة إفرازات محتواة في فجوات غشائية.

أجسام جولجي. (أ): رسم تخطيطي. (ب): صورة بالمجهر الالكتروني.

7 الأجسام الهاضمة (Lysosomes)

- أجسام حويصلية دقيقة يحاط كل منها بغشاء.
- وتوجد اللايزوزومات في الخلايا الحيوانية على الغالب.
- تحتوي اللايزوزومات على أنواع عديدة من الإنزيمات الهاضمة.
- للإنزيمات الهاضمة عدة وظائف منها:
- ـ تحليل بعض الجزئيات الغذائية المعقدة إلى مركبات بسيطة تجعلها صالحة للاستعمال في الخلية.
- ـ تهشيم العضيات الخلوية في أوقات معينة (انقسام الخلية مثلا).
- ـ إبادة الأشياء الضارة بالخلية مثل الميكروبات والسموم.

الأجسام الهاضمة (Lysosomes).

8 البركسيزومات (Peroxisomes)

-يطلق عليها أيضاً الأجسام الدقيقة، وهي تشبه الأجسام الهاضمة في الشكل والحجم حيث أنها عضيات صغيرة حويصلية ومحاطة بغشاء واحد
- وهي توجد في الخلايا الحيوانية والنباتية.
- ويعتقد أن البركسيزومات تتكون بواسطة الشبكة الإندوبلازمية. وتلعب البركسيزومات دوراً هاماً في الخلية حيث تحتوي على أكثر من ٤٠ نوع من الإنزيمات الخاصة التي تقوم بالكثير من الوظائف الهامة.

- تحتوي إنزيمات تقوم بأكسدة بعض الجزيئات الصغيرة لتعطي مركب فوق أكسيد الهيدروجين
[Hydrogen peroxide (H_2O_2)] وهو احد المركبات السامة الناتج عن الأيض في الخلية، الذي يتم تكسيره بإنزيمات أخرى في البركسيزومات تعرف بالإنزيمات المحفزة (Catalase enzymes) والتي توجد في اللب البلوري للبركسيزومات.

تابع: البركسيزومات (Peroxisomes)

البركسيسومات (Peroxisomes). (أ): صورة بالمجهر الالكتروني. (ب): صورة مكبرة.

اللب البلوري في البركسيسومات الذي يحتوي على الإنزيمات المحفزة.

تابع: البركسيزومات (Peroxisomes)

-وتوجد البركسيزومات بكثرة في الخلايا المتخصصة في أيض الدهون حيث تعمل على حفز تفاعلات بناء الأحماض الصفراوية (Bile acids) التي عمل على تحويل الدهون إلى سكرات. كما أنها شائعة الوجود في خلايا الكبد المتخصصة في أيض الكحول.

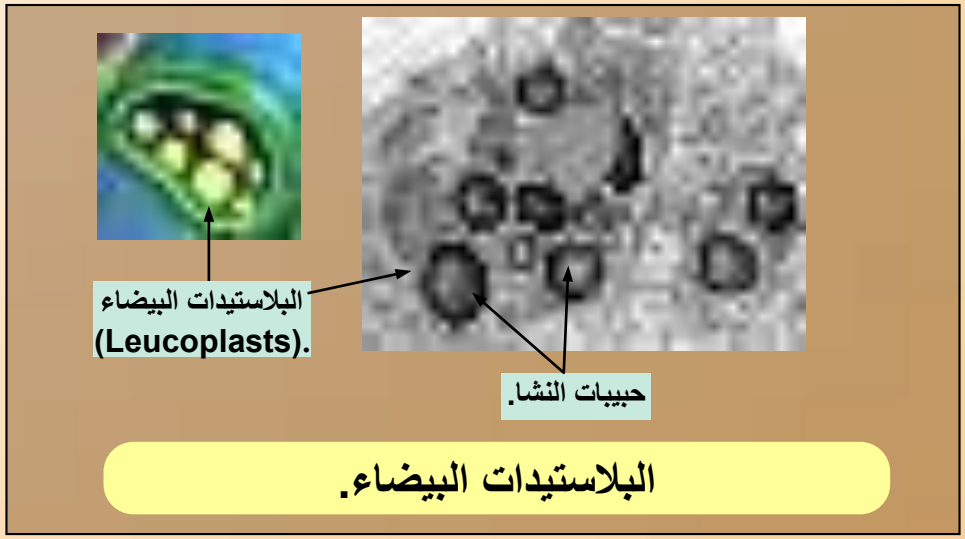
-في النبات تعرف البركسيزومات بالجلايكسيزومات (Glyoxysomes) والتي تلعب دوراً هاماً عند إنبات البذور، حيث تقوم بتحويل الأحماض الدهنية إلى مركبات أخرى يمكن تحويلها فيما بعد إلى سكرات أحادية يتطلبها نمو النبات. كما تقوم الجلايكسيزومات بدور آخر في النبات وهو تحفيز التفاعل الذي يحدث في الأوراق والذي فيه يتم استخدام الأكسجين وتحرر ثاني أكسيد الكربون الذي يدخل في تفاعلات البناء الضوئي.

9 البلاستيدات (Plastids)

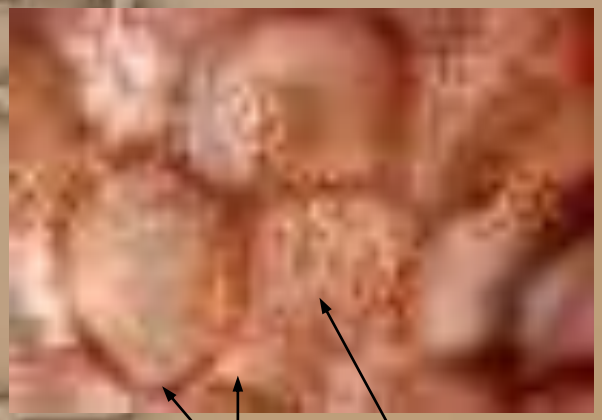
- عضيات مستديرة أو عدسية أو قرصية الشكل.
- توجد في معظم الطحالب والنبات الأخضر فقط.
- هناك ثلاث أنواع من البلاستيدات تختلف عن بعضها البعض بحسب نوع الصبغة الموجودة في كل نوع. وهذه الأنواع هي:

١ ـ البلاستيدات البيضاء (Leucoplasts)

وهى بلاستيدات تفتقر إلى وجود أي نوع من الصبغات وتعمل كمراكز لتخزين النشا.



تابع: البلاستيدات (Plastids)

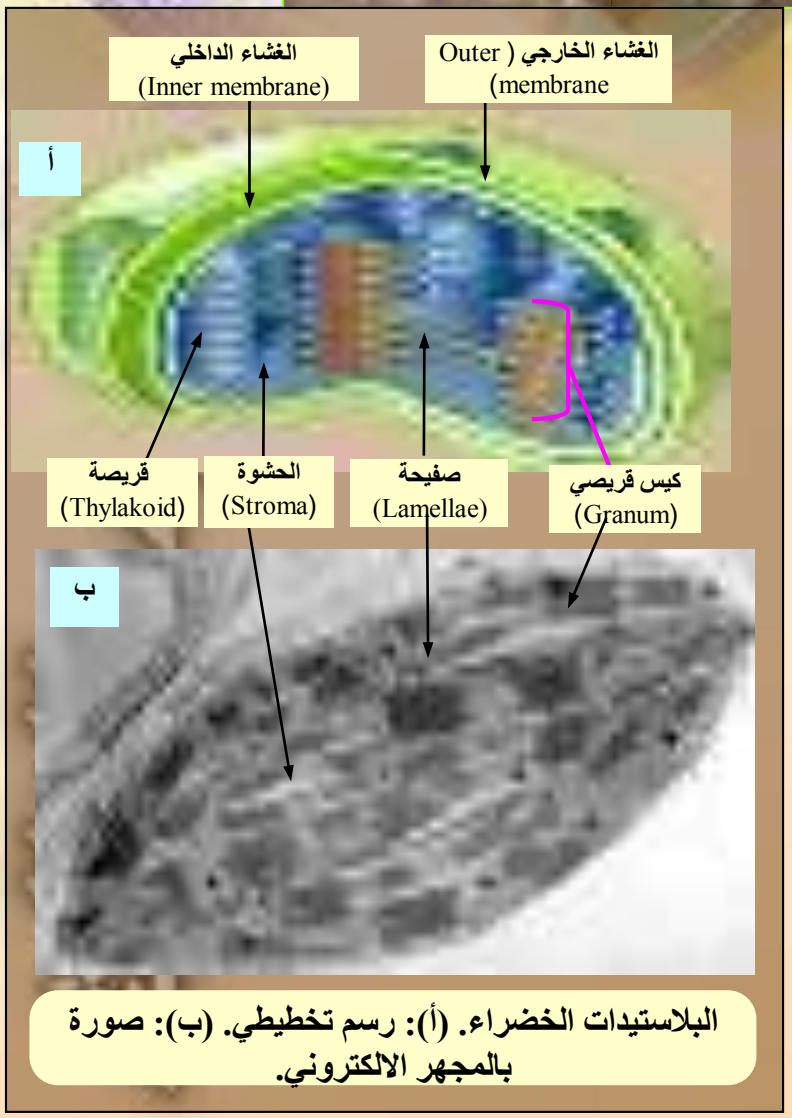


الصبغيات الجزرانية في البلاستيدات الملونة والتي يعزى لها الألوان المختلفة في بعض الثمار والزهور.

٢ - البلاستيدات الملونة (Chromoplasts)

وهى بلاستيدات تحتوى على صبغات جزرانية (Carotenoids) أى حمراء أو صفراء أو برتقالية مثل التي يعزى لها اللون الأحمر فى ثمرة الطماطم واللون البرتقالي في الجزر.

تابع: البلاستيدات (Plastids)



البلاستيدات الخضراء. (أ): رسم تخطيطي. (ب): صورة بالمجهر الالكتروني.

٣ - البلاستيدات الخضراء (Chloroplasts)

- تحتوى على صبغة اليخضور (الكلورفيل Chlorophyll) بكميات كبيرة إلى جانب وجود الصبغات الجزرانية ولكن بكميات قليلة جدا.
- يعزى اللون الأخضر في الأوراق و أجزاء أخرى من النبات إلى هذا النوع من البلاستيدات.
- هي أهم أنواع البلاستيدات حيث أنها موضع جريان عملية التمثيل الضوئي (Photosynthesis).
- يوجد بها (DNA) خاص بها.
- تتكون من غشاء خارجي وطبقات متراصة من الأغشية الداخلية على هيئة صفائح.
- هناك مناطق كثيفة من هذه الصفائح تعرف بمناطق الحبيبات (Grana) ويوجد بها مادة اليخضور (الكلوروفيل).
- مناطق رقيقة تعرف بالصفائح (Lamellae) .
- يسمى تجويف البلاستيدة التي تنغمس فيه هذه الأغشية بالسداة (Stroma).

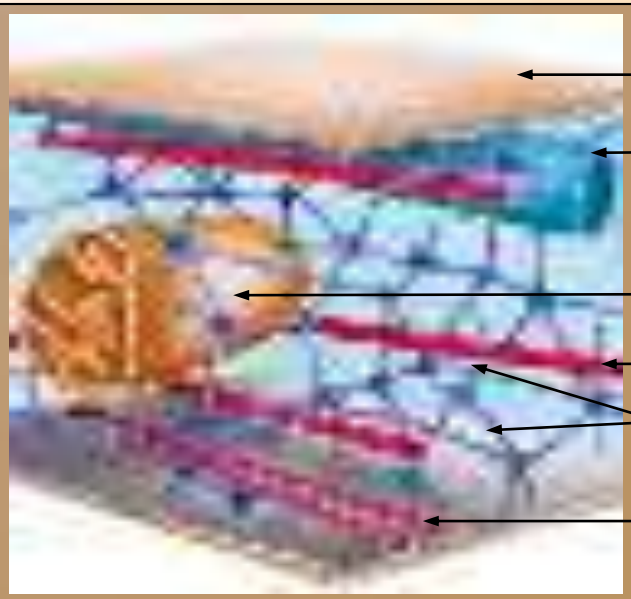
10 الجدار الخلوي (Cell Wall)

- يوجد في الخلايا النباتية فقط خارج غشاء الخلية محيطا بها من جميع الجهات.
- يتكون من مادة السليولوز (Cellulose) ومواد كربوهيدراتية أخرى توجد بكميات قليلة.
- يتخلل الجدار الخلوي البلازموديزمات (Plasmodesmata) واصلا الخلايا المجاورة بعضها ببعض. البلازموديزمات خيوط رفيعة من السيتوبلازم تمر من خلية إلى أخرى عبر الجدار الخلوي.
- يعمل الجدار الخلوي على إعطاء الشكل الخاص بالخلية كما يحميها ويعضدها.

جدار الخلية النباتية.

11 هيكل الخلية (Cytoskeleton)

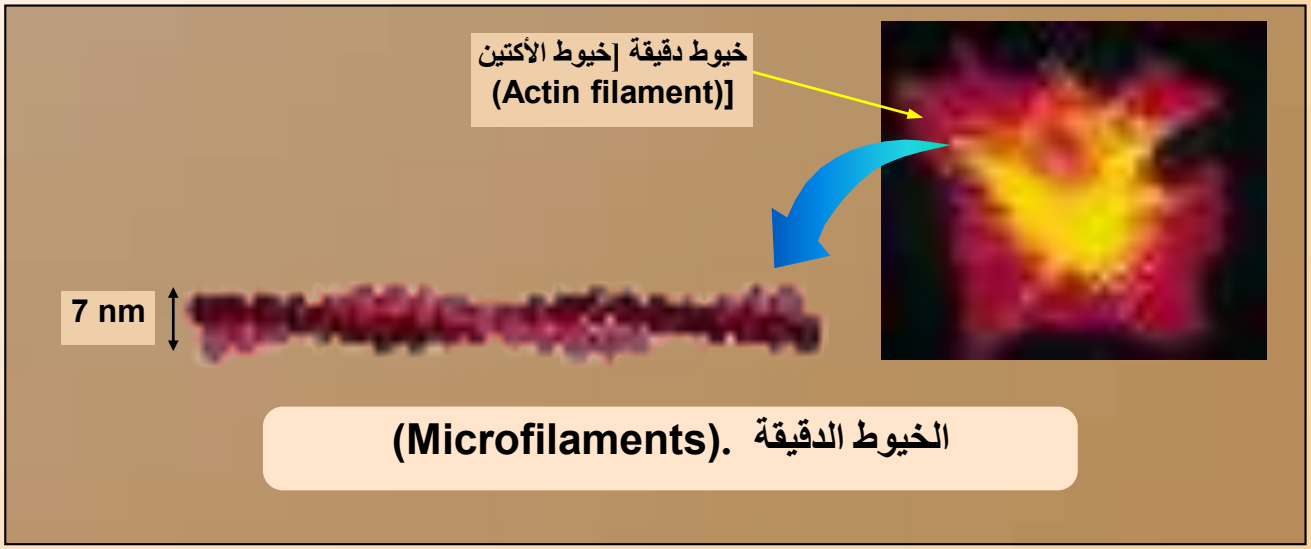
- شبكة كبيرة ومعقدة من الألياف التي تتكون من بروتينات حبيبية (Globular)، والتي تكون ما يعرف بالهيكل الخلوي (Cytoskeleton).
- تعمل شبكة الألياف هذه على تثبيت عضيات الخلية، كما تعطي الدعامة الداخلية للخلية.
- يعمل على ثبات شكل الخلية بالرغم من حركة وانتقال بعض الخلايا من مكان إلى آخر مثل خلايا الدم البيضاء والحمراء.



الهيكل الخلوي (Cytoskeleton).

تابع: هيكل الخلية (Cytoskeleton)

- **الخيوط الدقيقة (Microfilaments)**
- وهي عبارة عن ألياف رفيعة جداً وطويلة يصل قطر الليفة إلى ٧ نانومتر والطول قد يصل إلى عدة سنتمترات. وتعرف بخيوط الأكتين (Actin filaments)، حيث تتكون من سلسلتين من بروتين حبيبي يسمى الأكتين (Actin) حيث تلتف السلسلتان حول بعضهما لتعطي شكل حلزوني



الخيوط الدقيقة (Microfilaments).

تابع: هيكل الخلية (Cytoskeleton)

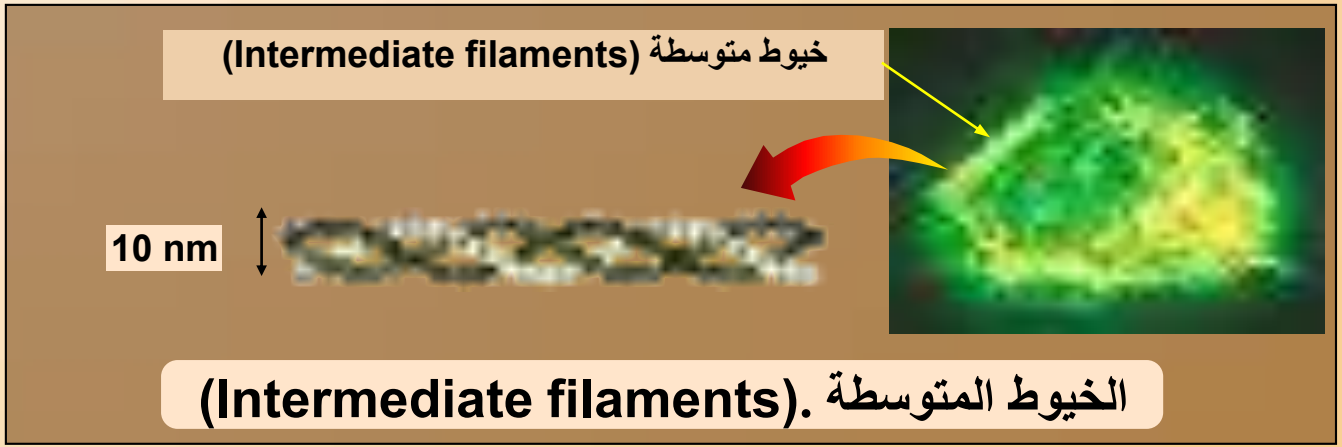
وظائف الخيوط الدقيقة (Microfilaments)

- تلعب دوراً تركيبياً عندما تكون على هيئة شبكة كثيفة معقدة تحت غشاء الخلية ومثبتة بواسطة بروتينات خاصة.
- توجد في خملات (Microvilli) الأمعاء الدقيقة، حيث تعمل على مساعدة الخملات في قدرتها على الامتداد والانكماش.
- تساهم في عملية الانقسام السيتوبلازمي أثناء انقسام الخلية الحيوانية.
- وجودها تحت غشاء الخلية له دور في حركة الخلية كتشكيل الأقدام الكاذبة في خلية الأميبا.
- في النبات يبدو أن الخيوط الدقيقة تكون مسارات (Tracks)، تعمل على دوران البلاستيدات أو تحريكها في اتجاه معين.

تابع: هيكل الخلية (Cytoskeleton)

الخيوط المتوسطة (Intermediate filaments)

- ألياف بروتينية اكبر حجماً من الخيوط الدقيقة واصغر من الأنيبيبات الدقيقة.
- تتكون من سلسلة طويلة من ألياف بروتينة متعددة الببتيدات، وتوجد على هيئة ضفيرة ثلاثية تشبه الحبل.
- يدخل في تركيبها على الأقل خمسة أنواع من البروتينات.
- يوجد عدة أنواع من الخيوط المتوسطة يختلف طول كل منها باختلاف نوع الخلية ونوع الكائن.
- يعتقد أن وظيفة الخيوط المتوسطة هي تكوين الهيكل الدعامي داخل الخلية والمحافظة على شكل الخلية،
- بعضها يدعم غشاء النواة.
- البعض الآخر يدعم الغشاء الخلوي وتكوين روابط (Junctions) بين الخلايا المتجاورة.
- تساهم في وظيفة الخلية العصبية كما هو الحال بالنسبة للمحاور العصبية (Axons).
- الدراسات الحديثة أوضحت أن الخيوط المتوسطة ذات حركة ديناميكية عالية حيث يمكن أن تتجمع و تنفك ولكن تحتاج أولاً إلى إضافة ذرة فوسفات تحصل عليها من احد الإنزيمات.

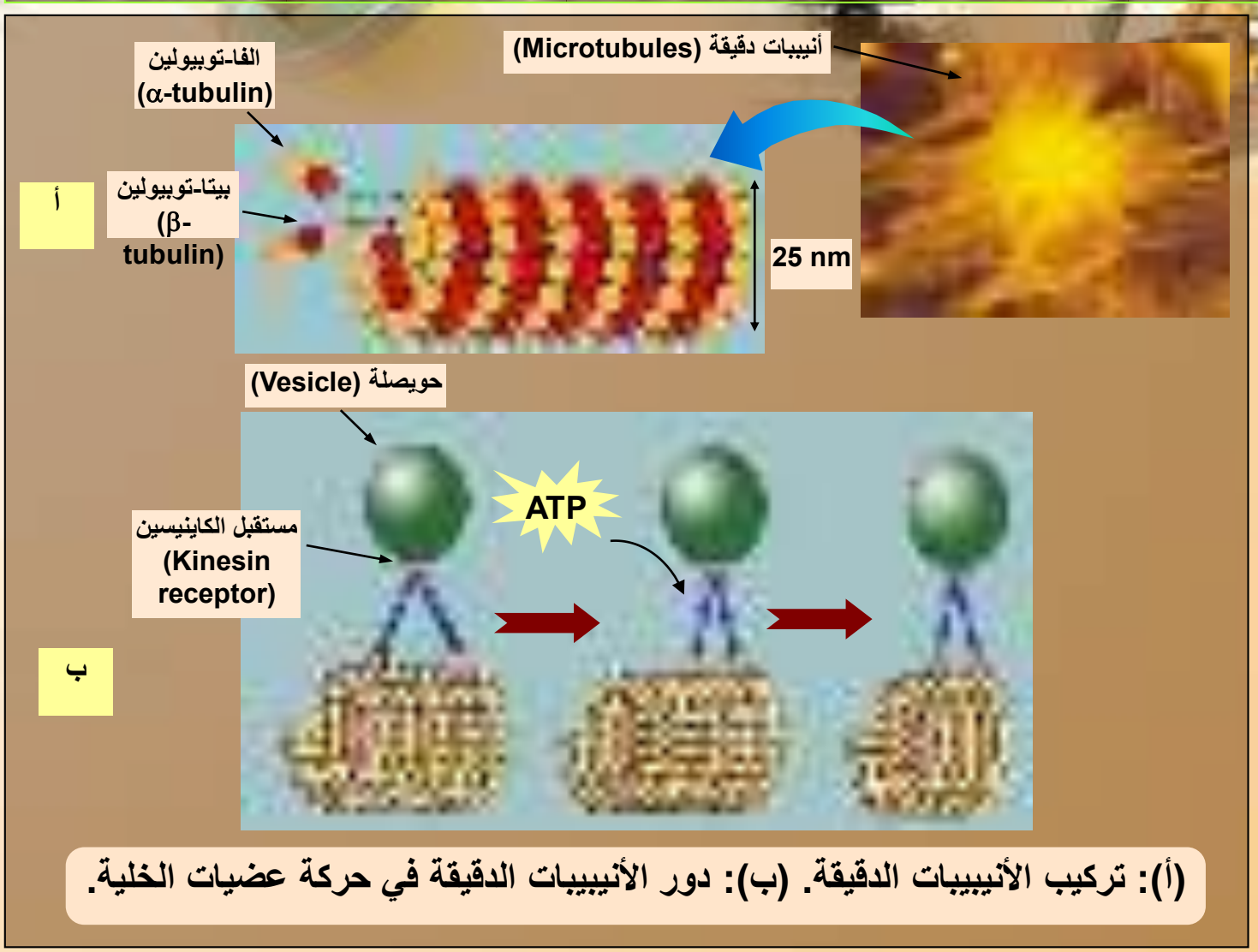


الخيوط المتوسطة (Intermediate filaments).

تابع: هيكل الخلية (Cytoskeleton)

- **الأنيبيبات الدقيقة (Microtubules)**
- أنيبيبات اسطوانية الشكل مجوفة يصل قطر الواحدة إلى ٢٥ نانومتر تقريباً وطولها يتراوح ما بين ٠,٢ - ٢٥ ميكرومتر.
- تتكون من نوعين من البروتينات هما الفا-تويوبيولين (α-tubulin)، وبيتا-تويوبيولين (β-tubulin)، وهما من البروتينات الحبيبية (Globular)، يتصلان مع بعضهما لا تساهمياً ليكونا شكلاً حبيبياً مزدوج (Dimer)، وهذا مثال للتركيب الرباعي للبروتين.
- يتم بناء الأنيبيبة الدقيقة بإضافة الحبيبات المزدوجة الواحدة تلو الأخرى في ترتيب حلزوني.
- عملية تركيب الأنيبيبات في معظم الخلايا تتم بواسطة مركز تنظيم الأنيبيبات الدقيقة [Microtubule organizing center (MTOC)]، والذي يعرف بالأجسام المركزية (Centrosomes) في الخلايا الحيوانية.

تابع: هيكل الخلية (Cytoskeleton)



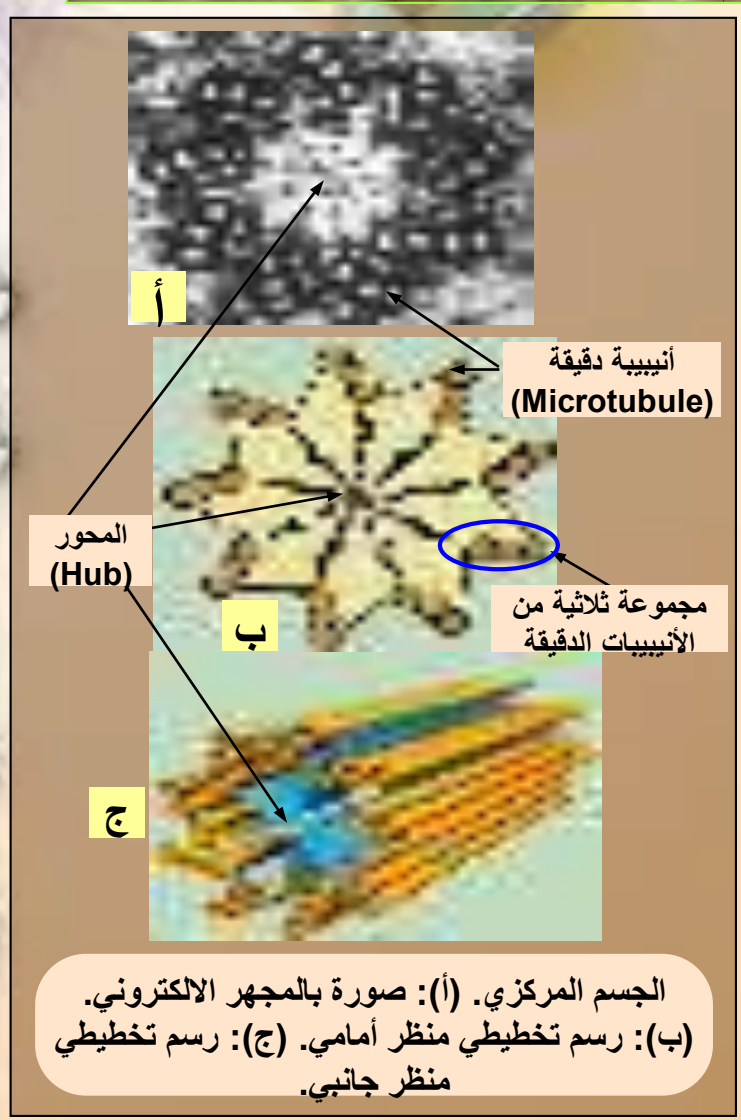
(أ): تركيب الأنيبيبات الدقيقة. (ب): دور الأنيبيبات الدقيقة في حركة عضيات الخلية.

تابع: هيكل الخلية (Cytoskeleton)

وظائف الأنيبيبات الدقيقة (Microtubules)

- تدعيم الهيكل الخلوي.
- تساهم في انقسام الخلية حيث أن خيوط المغزل وهي عبارة عن أنيبيبات دقيقة تعمل على التوزيع المتساوي للكروموزومات أثناء انقسام الخلية كما يلاحظ في الطور الاستوائي.
- تدخل الأنيبيبات الدقيقة في تركيب الأجسام المركزية والأجسام القاعدية والأهداب والأسواط.
- تعمل على تسهيل حركة وانتقال بعض العضيات داخل الخلية مثل الميتوكوندريا والحويصلات. فهي تعمل كمسارات أو ما يشبه الخطوط تسير عليها العضيات محملة على حوامل بروتينية.

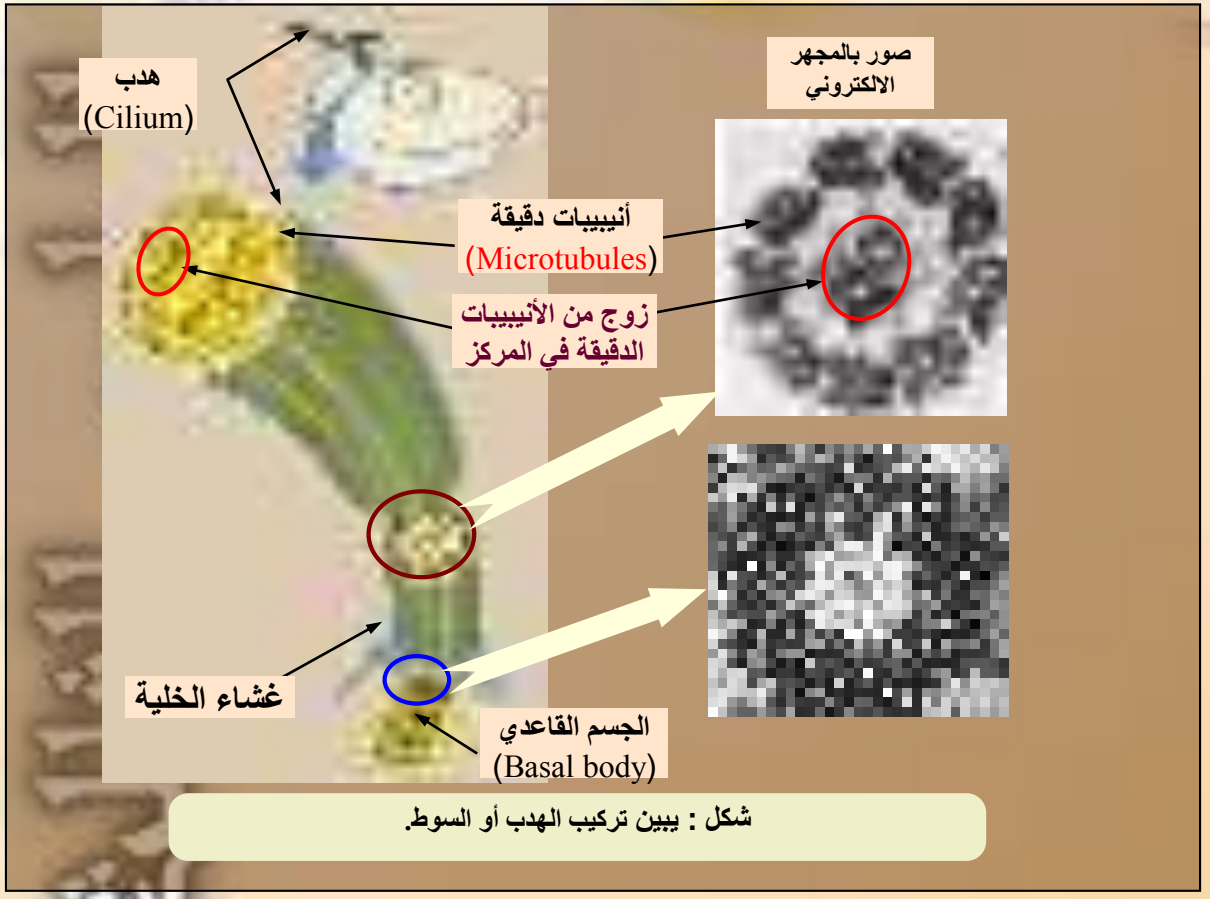
12 الجسيمات المركزية (Centrioles)



الجسم المركزي. (أ): صورة بالمجهر الالكتروني.
(ب): رسم تخطيطي منظر أمامي. (ج): رسم تخطيطي منظر جانبي.

- توجد في الخلية الحيوانية فقط ولا توجد في الخلية النباتية.
- توجد في بعض الطحالب وبعض الفطريات.
- حبيبات دقيقة يوجد عادة اثنان منها بالقرب من نواة الخلية.
- تلعب الأجسام المركزية دورا هاما في تكوين المغزل حين انقسام الخلية.
- يوجد بها (DNA) خاص بها ويتكون فيها.
- كل واحد منها يتكون من تسع من الانيبيبات الدقيقة (Microtubules) .
- ترتص على مدار شكل اسطوانى.

13 الأهداب و الأسواط (Cilia and Flagella)

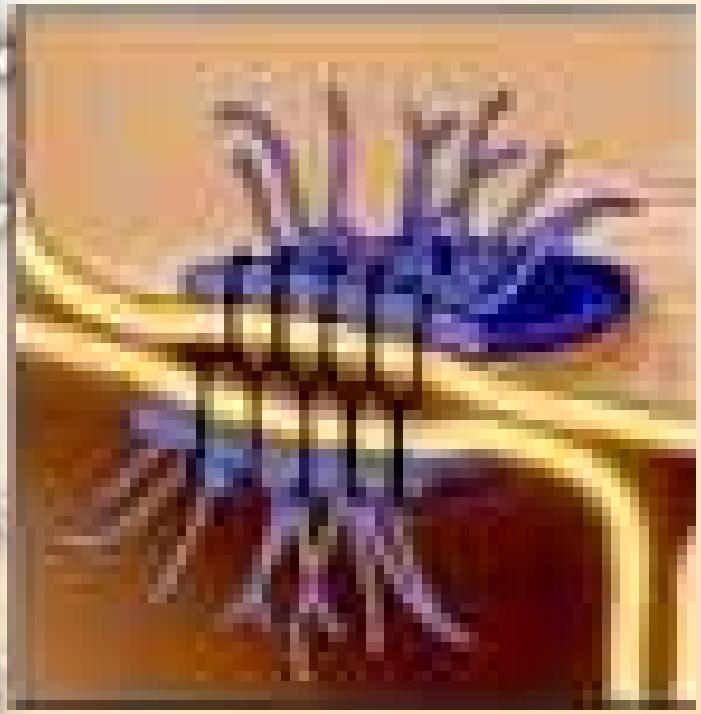


شكل : يبين تركيب الهدب أو السوط.

- زوائد تبرز من سطح الخلية تعمل على الحركة الانتقالية كما هو في الحيوانات الأولية.
- تعمل على حركة المواد على سطح الخلية.
- تتكون الأهداب و الأسواط من أنيبيبات دقيقة كالتي يتكون منها الأجسام المركزية إلا أن العدد يختلف.

الاتصالات في الخلايا الحيوانية (Junctions in animal cells)

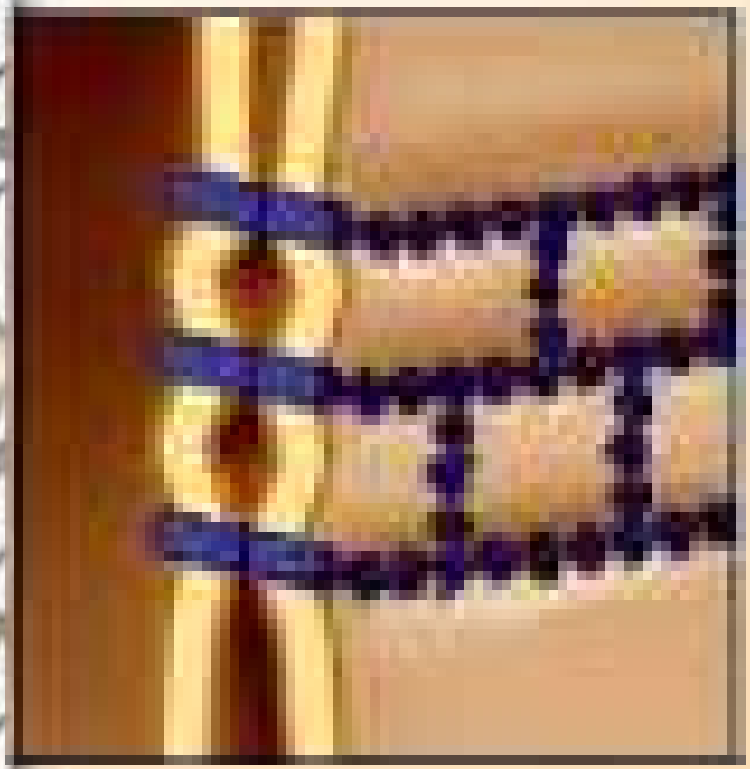
الاتصالات اللاصقة (Adhesion junctions)



- وهي اتصالات سيتوبلازمية محكمة عبارة عن حزم من الخيوط المتوسطة (Intermediate filaments) التي ترتبط بالهيكل السيتوبلازمي.
- تعمل على ربط الخلايا ببعضها البعض.

تابع: الاتصالات في الخلايا الحيوانية (Junctions in animal cells)

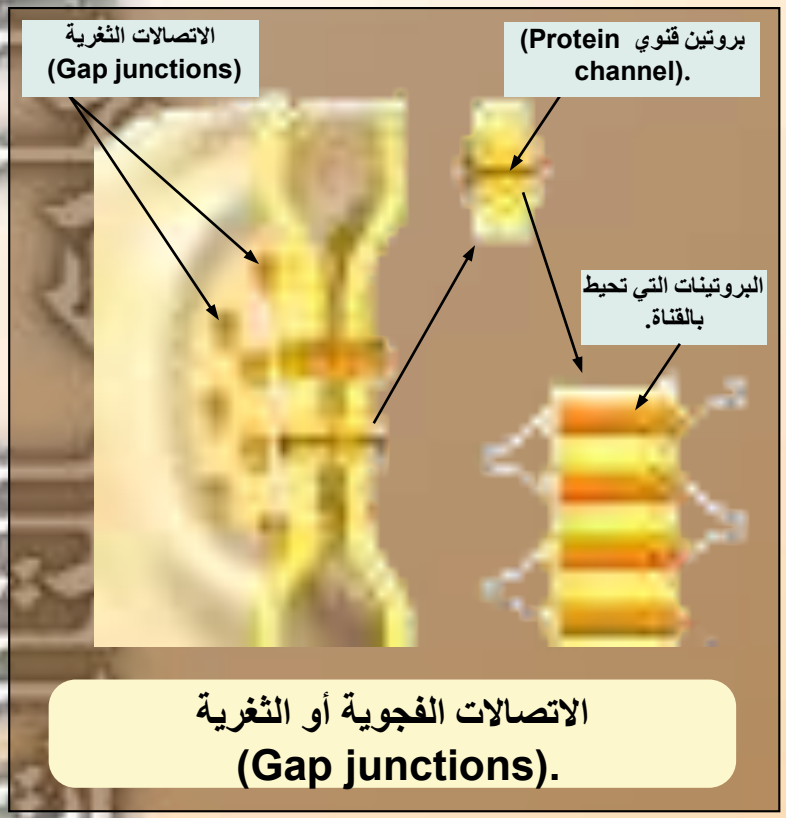
الاتصالات المحكمة (Tight junctions)



- هذه الاتصالات شديدة الإحكام تعمل على ربط أغشية الخلايا المتجاورة في مناطق معينة.
- تمنع هذه الاتصالات مرور المواد بين الخلايا.
- فعلى سبيل المثال كما في خلايا الأمعاء التي تفصل العصارات الهاضمة عن تجويف الجسم الخلايا التي ترتبط باتصالات محكمة تعمل كحاجز.

تابع: الاتصالات في الخلايا الحيوانية (Junctions in animal cells)

الاتصالات الفجوية أو الثغرية (Gap junctions)

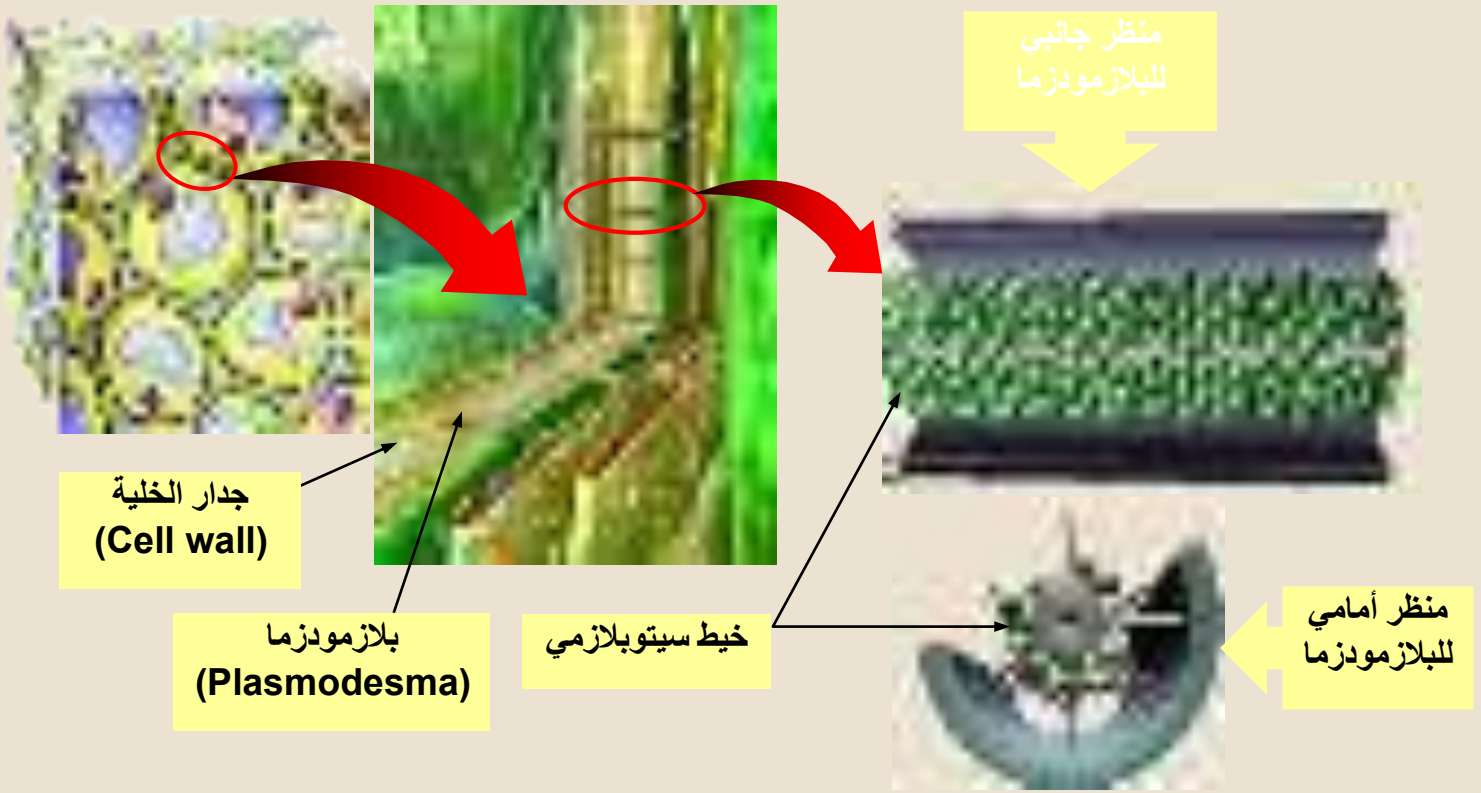


- تعمل كقنوات تسمح بمرور الجزيئات الصغيرة والايونات بين كل خليتين متجاورتين لذا توصف هذه الاتصالات بأنها **روابط اتصال (Communication junctions).**
- تختلف عن الروابط السابقة حيث أن كل قناة محاطة بستة بروتينات.
- تلعب دوراً هاماً في خلايا العضلات القلبية و العضلات الملساء حيث تسمح بمرور الايونات الضرورية لانقباض هذه العضلات.

15 الاتصالات في الخلايا النباتية (Junctions in plant cells)

- ترتبط الخلايا النباتية بمجموعة كبيرة من القنوات تمر عبرها خيوط سيتوبلازمية تعرف بالبلازمودزمات (plasmodesmata)، مفردها بلازمودزما (Plasmodesma)،
- وهي عبارة عن قناة تخترق الجدار الخلوي يمر خلالها خيط سيتوبلازمي ليصل بين كل خليتين متجاورتين.
- والبلازمودزمات تسمح بمرور بعض المواد مثل الماء، المواد الغذائية (Nutrients)، والهرمونات من خلية إلى خلية مجاورة لها.

تابع: الاتصالات في الخلايا النباتية (Junctions in plant cells)



البلازمودزمات بين الخلايا النباتية.

16 الفجوات العصارية (Vacuoles)

- أماكن في السيتوبلازم تقوم بوظائف مختلفة مثل:
- تخزين النشا أو الدهون أو الماء أو بعض الصبغات.
- نقل إفرازات خلوية إلى خارج الخلية.
- نقل مواد غذائية من خارج الخلية إلى داخلها عند اقتراب هذه المواد من سطح الخلية.
- الفجوات العصارية موجودة في الحيوان والنبات ولكنها في النبات أكبر بكثير مما هي في الحيوان.

فجوة مركزية في الخلية النباتية.

تابع: الفجوات العصارية (Vacuoles)

- **أنواع الفجوات**

- **الفجوة الغذائية (Food vacuole)** وهي التي تتكون بواسطة عملية البلعمة بحيث تكون المكان الذي تتم فيه عملية الهضم كما في الكائنات وحيدة الخلية مثل الأميبا.

- **الفجوة المنقبضة (Contractile vacuole)** توجد مثل هذه الفجوات في الحيوانات وحيدة الخلية (Protozoa) حيث تقوم بإخراج الماء الزائد عن حاجة الخلية.

- **الفجوة المركزية (Central vacuole)** عبارة عن فجوة كبيرة توجد في الخلايا النباتية الناضجة. تكونت هذه الفجوة من فجوات صغيرة تم تكوينها بواسطة الشبكة الإندوبلازمية وأجسام جولجي في الخلايا النامية ومع تقدم عمر الخلية تتحد هذه الفجوات إلى أن تصبح فجوة مركزية كبيرة.

تابع: الفجوات العصارية (Vacuoles)

وظائف الفجوات

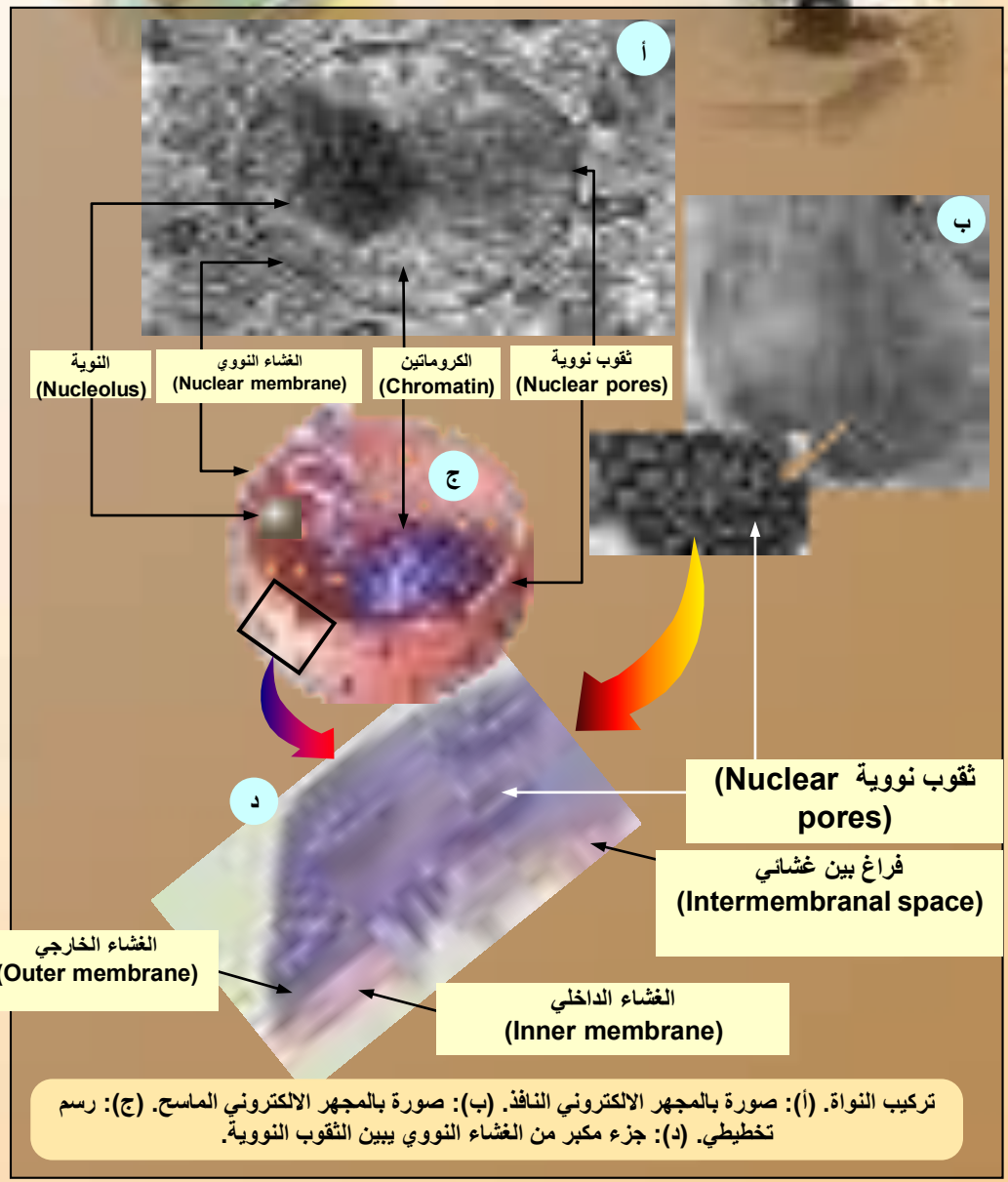
- بعضها يقوم بتخزين الجزيئات العضوية مثل البروتينات والنشا كما في البذور.
- البعض الآخر يقوم بتخزين الدهون، أو تخزين الماء.
- تقوم الفجوات المركزية في الزهور بتخزين الصبغيات الملونة مثل الحمراء والزرقاء وغيرها معطية الزهور ألوانها الجميلة المختلفة.
- كما تقوم الفجوات المركزية في النباتات بعزل المواد السامة الناتجة من العمليات الأيضية عن السيتوبلازم.
- في بعض النباتات تحتوي الفجوة المركزية على مواد سامة أو منفرة ضد الكائنات التي تتغذى على هذه النباتات. أيضا تساهم الفجوة المركزية في نمو النبات وذلك بامتصاص كميات كبيرة من الماء مما يجعلها تزداد في الحجم ليستطيل النبات.
- إضافة إلى ذلك تقوم بعض الفجوات بنقل إفرازات خلوية إلى الخارج.
- هناك بعض أنواع الفجوات يقوم بنقل مواد غذائية مذابة إلى داخل الخلية عند اقتراب هذه المواد من سطح الخلية.

17 النواة

تتكون من:

- الغشاء النووي (Nuclear membrane)
- الشبكة الكروماتينة (Chromatin reticulum).
- الكروموزومات (Chromosomes).
- النوية (Nucleolus).
- السائل النووي (Nuclear sap) .

تابع: النواة



تركيب النواة. (أ): صورة بالمجهر الالكتروني النافذ. (ب): صورة بالمجهر الالكتروني الماسح. (ج): رسم تخطيطي. (د): جزء مكبر من الغشاء النووي يبين الثقوب النووية.

تابع: النواة

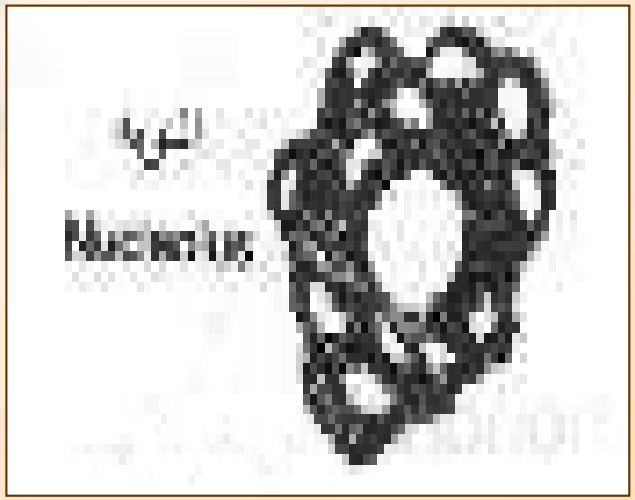
1- الغشاء النووي

- يحيط الغشاء النووي بالنواة.
- يتكون من طبقتين من الأغشية.
- تتخلل الغشاء ثقوب نووية (Nuclear pores).
- يحط بالنواة وينظم حركة مرور المواد بين النواة و السيتوبلازم.
- متصل بالشبكة الاندوبلازمية وغشاء الخلية.
- يتكون من البروتينات والدهون الفوسفورية.

٢- الشبكة الكروماتينية و الكروموزومات

- الشبكة الكروماتينية هي المظهر الذي تتخذه الكروموزومات في الطور البيني للخلية.
- تتكون من خيوط دقيقة متشابكة تملأ فراغ النواة.
- حين انقسام الخلية تقصر هذه الخيوط الدقيقة وتسمك بالتدريج متخذة شكل الكروموزومات.
- الكروموزومات أشكال عصوية لها عدد معين خاص بكل نوع من الكائنات الحية.
- توجد على هيئة أزواج متماثلة.
- يتكون كل كروموزوم من الحامض النووي (DNA) ونوع (أنواع) من البروتين متصلة بالحامض.
- تحمل الكروموزومات الجينات التي توجه عمليات الوراثة و بالتالي توجه وتنظم جميع العمليات الخلوية.

٣- النوية



- تتكون من حبيبات من البروتين والحامض النووي (RNA).
- تعمل الكروموزومات على تكوين النوية.
- يوجد بكل نواة عدد معين من الانوية.
- النوية هي موضع تكوين الرايبوزومات.

٤- السائل النووي

- يحيط بجميع محتويات النواة.
- يوجد به الإنزيمات اللازمة لتكوين (DNA) والأنواع المختلفة من (RNA) .
- يوجد به أيضا المواد اللازمة لتكوين النيوكليوتيدات الداخلة فى تكوين (DNA) ، و (RNA).
- يتكون معظمه من الماء.

جدول يبين الفروق بين الخلية أولية النواة و الحيوانية والنباتية

نوع الخلية / وجه المقارنة	الخلية أولية النواة	الخلية الحيوانية	الخلية النباتية
الحجم	يتراوح بين ١ – ١٠ ميكرومتر	يتراوح بين ١٠ – ١٠٠ ميكرومتر	يتراوح بين ١٠ – ١٠٠ ميكرومتر
جدار الخلية	يوجد	لا يوجد	يوجد
غشاء الخلية	يوجد	يوجد	يوجد
الغشاء النووي	لا يوجد	يوجد	يوجد
الكروموزومات	تتكون من أحماض نووية فقط وتوجد على هيئة حلقية	تتكون من DNA و بروتين وتوجد على هيئة مستقيمة	تتكون من DNA و بروتين وتوجد على هيئة مستقيمة
الميتوكوندريا	لا توجد	توجد	توجد
الشبكة الإندوبلازمية	لا توجد	توجد	توجد
أجسام جولجي	لا توجد	توجد	توجد
البلاستيدات	لا توجد	لا توجد	توجد
الرايبوزومات	توجد	توجد	توجد

تابع جدول يبين الفروق بين الخلية أولية النواة و الحيوانية والنباتية

الأجسام الهاضمة	لا توجد	توجد	لم يثبت وجودها إلى الآن
الأجسام المركزية	لا توجد	توجد	لا توجد في النباتات الراقية
الفجوات	لا توجد	صغيرة وفي بعض الخلايا لا توجد	توجد بأحجام كبيرة في معظم الخلايا
الهيكل الخلوي	لا يوجد	يوجد	يوجد
الأهداب والأسواط	توجد على هيئة خيطية بسيطة تختلف عن تلك التي توجد في حقيقية النواة.	أحياناً توجد	لا توجد في النباتات الراقية
البروكسيسومات	لا توجد	توجد	لا توجد
الجلايكسوسومات	لا توجد	لا توجد	توجد

المرجع