كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الاولى

المادة : علم الحياة النباتية١

المحاضرة : الثانية /نظري/د.طارق

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٩

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

الباب الثالث

الخلية النباتية

Plant Cell

يتكون أي كائن حي مهما كان حيواناً أو نباتاً من مجموعة من الأعضاء ، وكل عضو يتكون من مجموعة من الأنسجة وكل نسيج لـه وظيفة ويتكون من مجموعة من الخلايا المتشابهة في الشكل والتركيب.

والخلية هي وحدة بناء الكائن الحي ، ويختلف حجم وشكل الخلية تبعاً لنوع الكائن الحي وعمره وأيضاً حسب الوظيفة التي يقوم بها ، فبينما توجد خلايا لها شكل محدد فهناك خلايا أخرى يتغير شكلها بحسب الظروف المحيطة ومن أمثلة ذلك الحيوانات وحيدة الخلية مثل الأميبا والتي يندفع منها أقدام تحيط بالمادة الغذائية، أو كوسيلة من وسائل الحركة .

بعض الكائنات الحية تتكون من خلية واحدة تقوم بكل الوظائف الحيوية من تكاثر وأيض وإخراج وحركة وتعرف باسم وحيدة الخلية Unicellular ، كالبكتيريا والأميبا وبعض الطحالب ، أما الكائنات الراقية فتتكون من عدد متفاوت من الخلايا تبعاً لنوع الكائن وتعرف هذه الكائنات بعديدة الخلايا Multicellular . ولدراسة الخلية أهمية خاصة لأنها تمثل وحدة التركيب ومركز العمليات الفسيولوجية للكائن الحي والتي تحمل الصفات المتوارثة التي تنتقل من جيل لآخر .

يتراوح قطر الخلية ما بين ٠,١ ميكرون في أصغر الخلايا البكتيرية والطحالب الخضراء المزرقة حتى يصل إلى العديد من السنتيمترات كما هو الحال في طحلب أسيتا بيولاريا *Acetabularia* وهو من الطحالب الخضراء المزرقة ، وقد تصل طول خلايا ألياف القطن إلى حوالي ٣٠ سم .

تقسم الكائنات الحية من وجهة نظر علم الخلية إلى قسمين هما :

أ- كائنات بدائية النواة Prokaryotes ويطلق عليها الكائنات الأولية وحيدة الخلية مثل الفيروسات والبكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة وبعض الفطريات .

ب - كائنات حقيقية النواة Eukaryotes ويطلق عليها الكائنات الراقية ، **ويمكن التمييز بين كلا النوعين كالآتي :**

١- التراكيب الوراثية (النواة): في بدائية النواة تتكون من كروموسوم واحد يوجد منغمساً في السيتوبلازم بلا غشاء نووي أو نويات ، أما في حقيقة النواة فتتكون من أكثر من كروموسوم في نواة واضحة متميزة ذات غشاء نووي وبها نوية أو أكثر .

٢- السيتوبلازم وعضيات الخلية : يوجد في بدائيات النواة ميزوزومات تقوم بعمل الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء ، وتخلو من أجهزة جولجي ومن الشبكة الأندوبلازمية ، أما حقيقية النواة فتحتوي على الميتوكوندريا وبلاستيدات خضراء في خلايا البناء الضوئي ، وتحتوي على أجهزة جولجي والشبكة الأندوبلازمية ويحدث بها انسياب سيتوبلازمي .

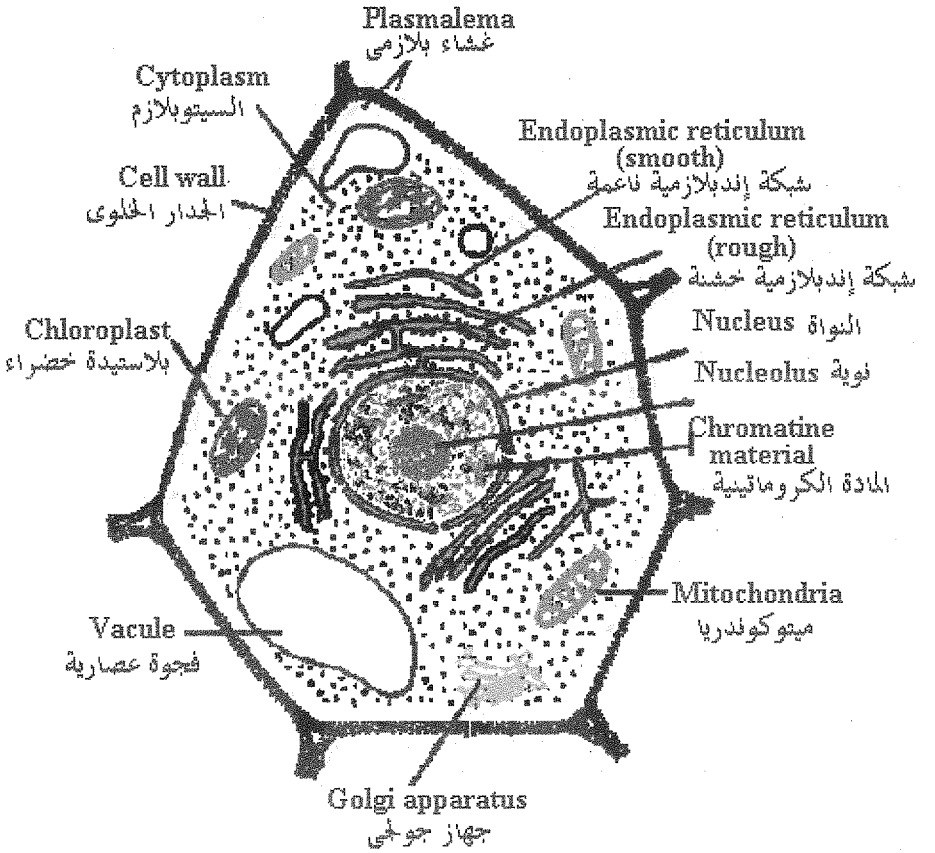
٣- الانقسام الخلوي : في الأفراد بدائية النواة يكون الانقسام مباشرًا بالانشطار ، أما في الكائنات حقيقية النواة فالانقسام فيها غير مباشر أي انقسام ميتوزي .

٤- الجدار الخلوي : يتكون الجدار الخلوي في بدائية النواة من ببتيدات جليكوجينية وحمض الميوراميك ودهون ، أما الجدار النووي في حقيقية النواة فيتكون أساسًا من السليلوز ومركبات أخرى .

مكونات الخلية النباتية

تتكون الخلية النباتية من البروتوبلاست Protoplast وهو الوحدة الحية للخلية ، بينما يمثل البروتوبلازم المادة الحية الأساسية التي تشمل المكونات المختلفة

للبروتوبلاست ، ويعتبر البروتوبلازم Protoplasm المادة الوحيدة التي يكمن فيها سر الحياة وبموته تتوقف الخلية عن الأداء ، نباتية كانت أو حيوانية ، وحيث أن البروتوبلاست يقوم بوظائف حيوية متنوعة في الخلية ، فقد وجد أنه يتكون من مكونات حية (بروتوبلازمية)، ومكونات غير حية (غير بروتوبلازمية). ويحاط البروتوبلاست بجدار خلوي من الخارج وهو من المكونات غير الحية (شكل ٣–١).



شكل (٣–١) التركيب الدقيق لخلية نباتية .

ولا توجد في الواقع خلية حقيقية النواة يمكن أن يطلق عليها اسم " الخلية النموذجية " بمعنى أنها تحتوي على جميع العضيات التي عثر عليها في مختلف الخلايا، وتتباين الخلايا في وظائفها باختلاف تراكيبها، أي في نوعية العضيات الموجودة بها.

وفيما يلي عضيات الخلايا حقيقية النواة : –

أولاً: المكونات الحية (البروتوبلازمية) في الخلية :

يقصد بالبروتوبلازم Protoplasm المادة الحية للخلايا ، وهو عبارة عن مادة هلامية تتكون من محلول غروي لزج ومتجانس يسمى السيتوبلازم ، يمتاز البروتوبلازم بخصائصه الفسيولوجية، حيث يلعب دورًا كبيرًا في عمليات التحول الغذائي والنمو والتكاثر ، ويتميز البروتوبلازم بأنواع مختلفة من الحركة ، أهمها الحركة الانسيابية وهي حركة متدفقة أوسيالة ، وتعرف أيضًا بالحركة الدائرية أوبالدوامة Cyclosis ، والحركة الدائرية نوعان : دورانية Rotation أو دورية Circulation ، والحركة الدورانية فيها يتحرك البروتوبلازم داخل الخلية على امتداد الجدار الخلوي وحول الفجوة العصارية المركزية كبيرة الحجم ، في اتجاه أو عكس عقارب الساعة ، واتجاه الحركة الدورانية مرتبط بنوع الخلية ، وتشاهد الحركة الدورانية بوضوح في نبات الكلوى *Vallisneria* وطحلب الكارا *Chara* وبعض النباتات المائية مثل الألوديا *Elodea*.

أما بالنسبة للحركة الدورية ففيها يتحرك البروتوبلازم في اتجاهات مختلفة داخل الخلية حول عدد من الفجوات العصارية الصغيرة ، وفي هذا النوع من الخلايا تتفرع الكتلة البروتوبلازمية من حول النواة في اتجاهات مختلفة في صورة خيوط رقيقة ، تتحرك كل منها حول فجوة أو أكثر ، وتستقر في النهاية عند النواة ، وتلاحظ الحركة الدورية في نبات "العنكبوتية" ، وفي شعيرات الفروع الصغيرة في نبات " البيجونيا " *Begonia* ، وفي العديد من النباتات الأرضية الأخرى .

ويتكون البروتوبلازم من مواد عضوية وغير عضوية ، وتشمل المواد العضوية أساساً البروتينات والدهون والمواد الكربوهيدراتية وبعض الأحماض العضوية ، وتشمل المواد غير العضوية الماء وبعض الأملاح المعدنية ، ويحتوي البروتوبلازم على نسبة عالية من الماء تصل إلى ٩٠٪ بينما لا تزيد نسبة الأملاح المعدنية على ١٪ .

ويشتمل البروتوبلازم على السيتوبلازم وجسم كروي أكثر كثافة من السيتوبلازم يسمى النواة ، ويحتوي السيتوبلازم أيضًا على مجموعة من الجسيمات الحية الدقيقة يظهر بعضها تحت الميكروسكوب (المجهر) الضوئي هي البلاستيدات، والبعض الآخر يظهر بواسطة المجهر الإلكتروني وهي الشبكة الأندوبلازمية والميتوكوندريا وجهاز جولجي والريبوسومات .

١ ـ السيتوبلازم Cytoplasm :

يكون السيتوبلازم الجزء الرئيسي للبروتوبلازم وهو مادة غروية محببة لزجة ويختلف في لزوجته باختلاف الخلية ونوعها وعمرها .

يرجع سلوك السيتوبلازم كمحلول غروي Colloid إلى العديد من الفعاليات الهامة للخلية فمثلا التغير الحاصل في درجة لزوجة الخلية عامل ضروري لحدوث الجريان السيتوبلازمي وكذلك في تفلج محتويات بعض الخلايا ، كما تتم عملية تمايز مكوناته إلى خيوط دقيقة Microfilaments ، وعند فصل محتويات الخلية عن بعضها بواسطة عملية التجزيء الخلوي ينفصل هذا الجزء من الخلية في المحلول الطافي Supernatant ويسمى السائل الخلوي Cytosol .

يتأثر السيتوبلازم بعدد من المؤثرات الداخلية والخارجية ، فمثلا تتأثر درجة لزوجته بازدياد درجة الحرارة فوق ٣٠ م ، وأما الرقم الهيدروجيني pH للسيتوبلازم فهو حوالي ٦,٨ ولكن هذا الرقم يختلف بعض الشيء في المناطق المختلفة من

السيتوبلازم وتوجد بعض الفجوات ذات المحتوى القاعدي كما أن هناك فجوات حامضية يصل الرقم الهيدروجيني فيها إلى pH 5.0.

٢- الأغشية البلازمية Plasma membranes :

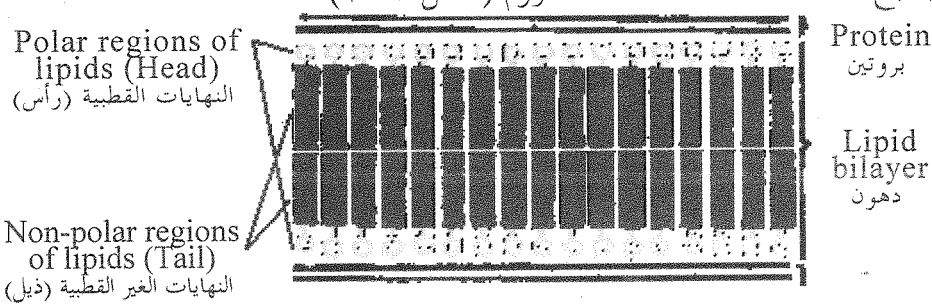
تحاط جميع الخلايا قاطبة بغشاء بلازمي يسمى أحياناً بالغشاء الخلوي Ceil membrane وهو يحافظ على محتويات الخلية وعلى التركيز الأيوني فيها ، والغشاء الخلوي يوجد في منطقة تلامس السيتوبلازم مع الجدر الخلوية في الخلايا النباتية ويسمى أيضا بالغشاء البلازمي الخارجي Ectoplast ، أما منطقة تلامس السيتوبلازم مع الفجوات العصارية فتعرف بالأغشية البلازمية الفجوية Tonoplasts .

يتكون الغشاء البلازمي من بروتين ودهون ونسبة صغيرة من ١ — ٥ ٪ سكريات متعددة وهذه قد تكون متصلة بالدهون مكونة دهون سكرية أو متصلة بالبروتين مكونة بروتينات سكرية ، وتمتاز الأغشية البلازمية بارتفاع نسبة البروتينات والدهون بها عن البلازم الأساسي ، وتختلف نسبة البروتين إلى الدهون في الأغشية حسب نوع الخلية .

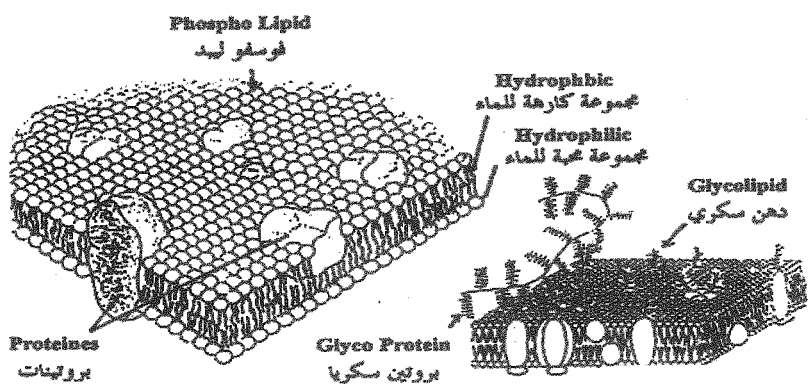
التركيب الدقيق للغشاء البلازمي Fine structure of plasma membrane

هناك أكثر من نموذج لتركيب الغشاء الخلوي ويعتبر النموذج الفسيفسائي (المبرقش) السائل (شكل ٣ — ٣ أ ، ب) The Fluid mosaic model (بعد إضافة ترتيب السكريات) الأكثر قبولا في الوقت الحالي ، ويتكون الغشاء حسب هذا النموذج من طبقة ثنائية الجزيئات من الدهون (الفسفوليبدات التي تنتظم بحيث تكون أطرافها المحبة للماء تجاه السطح الخارجي والكارهة للماء تجاه وسط الغشاء تعترض سطحها بروتينات تسمى البروتينات المحيطية (السطحية) ، وقد تتصل بهذه البروتينات سلاسل متعددة السكريات مكونة بروتينًا سكريًا Glycoprotein كما يوجد نوع ثاني من البروتين يخترق الغشاء تماما ويسمى بروتينًا مكملاً (متغلغلاً)

وهذا البروتين قد يتصل بمتعدد السكريات عند الجهة الخارجية للغشاء، وتلعب هذه السكريات دورًا هامًا في بعض الظواهر الفسيولوجية كالتصاق الخلايا ببعضها ، كما تتصل جزيئات الدهن بالسكر ببعض المناطق مكونة دهنًا سكرياً Glycolipid، ويرتبط التركيب الكيميائي للغشاء البلازمي بوظيفته ارتباطا وثيقا له أهميته الخاصة فترتيب الجزيئات كما أشرنا إليه يفسر دوره في النفاذية ، كما أن وجود جزيئات البروتين يعطي المرونة التي تميز الغشاء البلازمي ، وعند فحص الغشاء البلازمي بالمجهر الإلكتروني وجد أنه يتكون من طبقة خارجية وداخلية (بروتين) معتمة تكون بسمك ٢٠ — ٢٥ أنجستروم وطبقة وسطية شفافة (دهون) بسمك ٢٥ — ٣٥ أنجستروم فيصبح سمك الغشاء ٦٥ — ٨٥ أنجستروم (شكل ٣ — ٢)



شكل (٣-٢) رسم تخطيطي يبين تركيب الغشاء البلازمي الخارجي



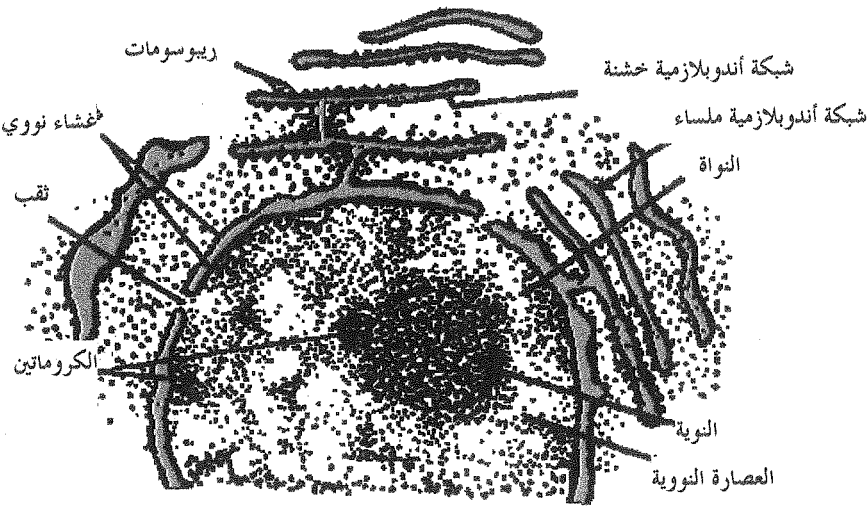
شكل (٣-٣) النموذج الفسيفسائي للغشاء البلازمي الخارجي بدون سكر (أ) والنموذج (ب) بعد إضافة تركيب السكريات

وظيفة الغشاء البلازمي :

يعتبر الغشاء البلازمي المتحكم في مرور الجزيئات والأيونات من داخل الخلية إلى الخارج وبالعكس ، ومن أهم خصائص الغشاء البلازمي هي النفاذية الاختيارية إذ يسمح بمرور جزيئات بعض المواد دون غيرها . وهناك عوامل مختلفة تؤثر على نفاذية المواد من خلال الغشاء ومنها : معامل التوزيع (نسبة ذوبان المادة في الزيوت إلى ذوبانها في الماء) ، وحجم الجزيئات (الجزيئات الأصغر تمر أسرع من الكبيرة) ، والشحنة (المواد المؤينة تمر إلى الخلية بصورة أبطأ من المواد الغير المؤينة وتنفذ الأيونات أحادية التكافؤ أسرع من ثنائية التكافؤ) .

٣- الشبكة الأندوبلازمية Endoplasmic reticulum :

تتخلل السيتوبلازم شبكة متفرعة من الأغشية تتصل بالغشاء البلازمي من الخارج وبالغلاف النووي من الداخل وتعرف باسم الشبكة الاندوبلازمية ويكون تجويف الشبكه الأندوبلازمية ضيقاً جداً في بعض المناطق بحيث تكاد الجدران الغشائية تلتصق ببعضها ولكن في أكثر المناطق تكون هناك فجوة حقيقية بين الأغشية (شكل ٣ –٤)، قد تحتوي الشبكة الاندوبلازمية على ريبوسومات على الأسطح المواجهة للسيتوبلازم وتسمى حينها بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة أو المحببة Rough endoplasmic reticulum ، وفي هذه الحالة فإن الريبوسومات تشترك مباشرة في تمثيل البتيدات (البولي ببتيدات – أي تمثيل البروتينات) والتي تفرز داخل تجويف الشبكة الاندوبلازمية وفي بعض الأحيان لا يوجد ريبوسومات على الشبكة الاندوبلازمية وعندئذ تسمى الشبكة الاندوبلازمية الملساء Smooth endoplasmic reticulum والتي تلعب دوراً أساسياً هاماً في تمثيل وتجميع الجليكوليبيدات (المركبات التي تتكون من كحولات وأحماض دهنية وكربوهيدراتية).



شكل (٣-٤) رسم تخطيطي للشبكة الإندوبلازمية

وظيفة الشبكة الأندوبلازمية :

تقوم الشبكة الأندوبلازمية بعدة وظائف منها :

١ــ تلعب الشبكة الأندوبلازمية الخشنه دوراً هاماً في تخليق ونقل البروتين بين أنحاء الخلية.

٢ــ توفر هذه الشبكة المتفرعة دعمًا ميكانيكيًا داخليًا للخلية كما أنها تقوم بنقل المواد البروتينية بين أجزاء الخلية . ويتم التبادل بين محتويات القنوات وبين السائل الخلوي بطرق مختلفة كالانتشار والنقل الفعال .

٣ــ تحتوي قنوات الشبكة الأندوبلازمية على مجموعة من الأنزيمات المهمة في الفعاليات الأيضية مثل صناعة الاستيرويد .

٤ــ جهاز جولجي Golgi apparatus :

سمّي هذا الجهاز الخلوي نسبة إلى مكتشفه العالم الإيطالي كاميليو جولجي في عام ١٨٩٨م ، ويسمى أيضا باسم الدكتيوسوم (الأجسام الشبكية) وهو يوجد في الخلايا حقيقية النواة فقط وينتشر في البلازم الأساسي .

يتكون جهاز جولجي من مجموعة غير متجانسة من أكياس غشائية تسمى أقراص أوصهاريج Cisternae ذات سطح مفلطح يعطيها شكل الصفيحة Lamella، وتكون أطراف الصهاريج ممتلئة بسائل وتتراوح أشكالها بين أوعية متفرعة ومتشابكة تنتهي بحويصلات أو فجوات Vesicles ، تترتب هذه الحويصلات بحيث تكون الصغيرة مواجهة للغلاف النووي أو الشبكة الاندوبلازمية، أما الحويصلات الكبيرة فتكون مواجهة للغشاء البلازمي ، وتكون أكياس جولجي مقوسة بعض الشيء بحيث يكون الجزء المحدب مواجه للنواة والجزء المقعر مواجه للغشاء البلازمي (شكل ٣ – ٥) .

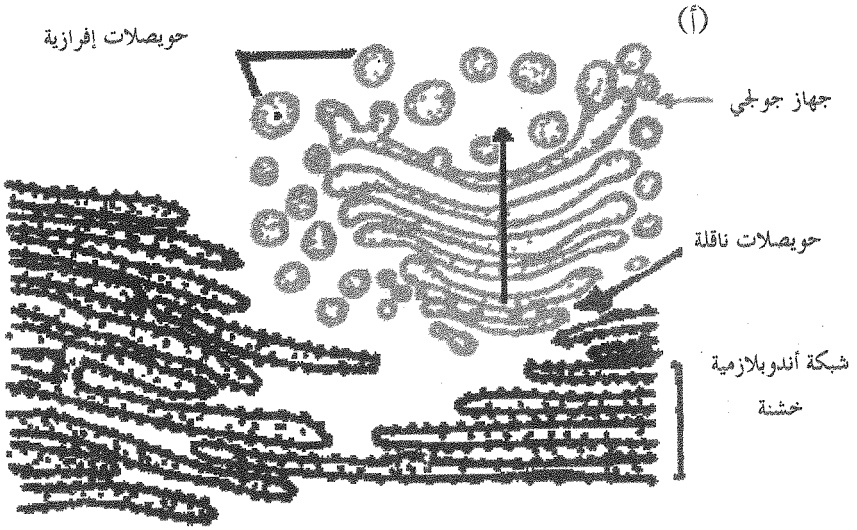
توجد أجسام جولجي في جميع النباتات الوعائية والحزازيات والطحالب ، فيما عدا الطحالب الخضراء المزرقة (بدائية النواة) ، كما ثبت حديثاً وجودها في الفطريات ، ووجودها في النباتات حقيقية النواة يعزز الترابط الوجودي بينها وبين الأغشية البلازمية في الخلايا النباتية .

تنتظم أجسام جولجي في ثلاثة مستويات :

١ – **الأقراص (الصهاريج) Cisternae** : وهي أكياس غشائية ذات سطح يعطيها شكل الصفيحة.

٢ – **الديكتوسومات أو الجسيمات الشبكية Dictyosomes** : وهي تتكون من ٢-٤ من هذه الصهاريج في تكتلات صغيرة تعمل كوحدة واحدة .

١ – **الجهاز Apparatus** : وهو يعني مجموعة ديكتوسومات الخلية ويختلف عددها في الخلية الواحدة تبعا لفعالية الخلية حيث تتميز الخلية النشطة في الإفراز بأنها غنية بوجود الديكتوسومات ، و تأخذ الديكتوسومات شكل منتظم في الخلية النباتية وتوجد بنسخ متعددة في الخلية الواحدة .



شكل (٣–٥) (أ): تخطيط يوضح علاقة جهاز جولجي بالشبكة الأندوبلازمية ويشير السهم إلى اتجاه نضج كيسات جهاز جولجي .

(ب) صورة بالميكرسكوب الألكتروني توضح جهاز جولجي في حالة نشاط لإنتاج المواد اللازمة لتكوين الجدار الخلوي .

(١) تتكون الحويصلات عند أطراف الجهاز .

(٢) تنتقل الحويصلات إلى جدار الخلية .

(٣) تتحد المواد الموجودة في الحويصلات مع جدار الخلية .

منشأ مجمع جولجي Origin of Golgi apparatus

هناك اقتراحات عديدة لبيان منشأ مجمع جولجي وهي :

١ــ من حويصلات ناشئة من الشبكة الأندوبلازمية أو من الغلاف النـــووي ، ثم تجمعت لتكوين الديكتوسومات .

٢ــ من حويصلات أخرى في السيتوبلازم .

٣ــ من انقسام ديكتوسومات سابقة .

وظيفة جهاز جولجي :

يقوم جهاز جولجي بعدة وظائف :

١ــ **الإفراز** : حيث تفرز المحتويات الموجودة بداخل الحويصلات (التي تنفصل من جهاز جولجي وتتحرك للأماكن التي تحتاجها الخلية) وهي عبـــارة عـــن بـــروتين وكربوهيدرات ومواد إفرازية خارج الغشاء البلازمي المكون للحويصلات ، كمـــا تفرز المواد الإفرازية خارج الخلايا ولذلك يزداد عدد وحدات جهاز جـــولجي في خلايا النباتات المتخصصة بالإفراز كما في قلنسوة الجذر والتي تفرز مواد هلاميـــة خارج الخلايا لتساعد على سهولة انزلاق الجذر بين حبيبات التربة .

٢ــ **تكوين الصفيحة الوسطى** : تتخلل حويصلات جولجي خيوط المغزل في الأطوار النهائية من الانقسام الخلوي للنبات وتبدأ بإفراز مواد كربوهيدراتية وبكتينية تدخل في تركيب الصفيحة الوسطى، كما أن اندماج حويصلات جولجي الموجودة على جهـــتي الصفيحة الوسطى المتكونة سيؤدي إلى تكوين الغشاء البلازمي للخليتين البنويتين.

٣ــ **عملية نضوج المواد** : تحدث في مجمع جولجي عملية تجميع وتخـــزين مـــواد عديدة وتتم عملية نضوج لبعض المواد (اقتران أو إضافة مواد أخرى) ، مثل إضافة سكر إلى (الدهون) حيث توجد مجموعة من الانزيمات المسئولة عن إضافة ســـكر الجالاكتوز إلى الدهن الذي يدخل في تركيب الأنســـجة كمـــا تجـــري إضـــافة

كربوهيدرات إلى البروتين لتكون بروتينات مخاطية كإضافة الجالاكتوز إلى الحامض السيالي وتجري أيضا عملية إضافة الكبريتات إلى بعض المركبات .

٥ ـ الريبوسومات Ribosomes :

الريبوسومات أجسام بروتوبلازمية تحت مجهرية تتكون من الحامض النووي الريبوزي RNA [1] وبروتينات ، وتوجد الريبوسومات على شكلين إما حرة أو متصلة بأغشية الشبكة الاندوبلازمية .

تكون الريبوسومات حرة في السيتوبلازم في البكتيريا والخمائر والخلايا الإنشائية في النبات وذلك لعدم وجود أغشية داخلية في تلك الخلايا ، وقد أثبت وجودها في الميتوكوندريا والبلاستيدات والنواة . أما في الخلايا ذات النشاط المميز في صناعة البروتين مثل الخلايا الفارزة للإنزيمات فتكون الريبوسومات من النوع المثبت على الشبكة الأندوبلازمية ويعتقد بأن هذه الأغشية تساعد في نقل البروتين المتكون بواسطة الريبوسوم إلى قنوات الأغشية وبالتالي إفرازها خارج الخلية .

تركيب الريبوسوم :

يتركب الريبوسوم من وحدتين غير متساويتين في الحجم ، وذات شكل كروي إلى بيضاوي ، وقد أمكن التمييز بين الريبوسومات الموجودة في الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة عن طريق معدل ترسيبها في جهاز الطرد المركزي (ذو القوة الطاردة المركزية الفائقه Ultracentrifugation) ، ويقاس هذا المعدل بوحدات تعرف باسم وحدات سفدبرج Savedberg units "S" . يكون معدل الترسيب للريبوسوم بدائية النواة ٧٠ S (معامل ترسيب الوحدة الصغرى ٣٠ S والكبرى

---

(١) RNA حمض نووي رايبوزي هو نمط من الأحماض النووية يتكون على الحمض النووي DNA ، ويدخل في بناء البروتين ، ويتكون من سلاسل من الفوسفات وجزئيات سكر (رايبوز) وبيورينات وبيريميدينات ، والحمض RNA هو المادة الوراثية للعديد من أنواع الفيروسات .

S٥٠) ، ويكون معدل الترسيب لريبوسوم الخلية الحقيقية النواة حوالي ٨٠ S (الصغرى ٤٠ S والوحدة الكبيرة ٦٠ S). تحتوي الريبوسومة على حوالي ٤٠ ٪ من وزنها بروتين والباقي عبارة عن حمض نووي ريبوزي ريبوسومي (Ribosomsl RNA (rRNA ، ويلعب أيون الماغنسيوم دورا هاما في المحافظة على شكل الريبوسوم.

وظيفة الريبوسومات :

تعتبر الريبوسومات كمركز لتخليق المواد البروتينية في الخلية ، ويحتاج صنع البروتين إلى تداخل منظم بين ثلاثة أنواع من جزيئات الحمض النووي الريبوزي RNA وهي الحمض الريبوزي الريبوسومي rRNA والناقل tRNA والمراسل أوالرسولmRNA، هذا بالإضافة إلى الأحماض الأمينية التي تتكون منها البروتينات .

٦ ـ الميتوكوندريا Mitochondria :

هي أحد أهم العضيات في الخلية . توجد في الكائنات حقيقية النواة فقط ، أما في الخلية بدائية النواة فإن طيات الغشاء البلازمي المسماة بالجسيمات الوسطية Mesosomes تقوم بوظيفة الميتوكوندريا [1].

تنتشر الميتوكوندريا بصورة متجانسة في سيتوبلازم الخلايا النباتية وبخاصة الإنشائية ولكنها تميل إلى التمركز في المنطقة التي تحتاج إلى طاقة أكثر من غيرها ، ففي طحلب بوليتوميللا أجاليس المحتوي على ميتوكوندريا واحدة فإنها تقع قرب قاعدة السوط لتوفير الطاقة الضرورية لحركته ، كما أنها تنتظم حول منطقة إستواء المغزل عند انقسام الخلية .

---

(١) Mitochondria من اليونانية "mitos" ومعناها خيط + "chondorion" وتعني حبة صغيرة، وتعرف بالجسم السبحي وجمعها أجسام سبحية .

يتراوح قطر الميتوكوندريا بين ٠,٥ — ١,٠ ميكرون[١] . وهي ذات أشكال مختلفة فقد تكون كروية ، بيضاوية ، عصوية ، خيطية أو حبيبية ، ويكثر عددها ويزداد حجمها في حالة نشاط الخلية وفي وجود الأكسجين ويقل عددها وينقص حجمها عند خمول الخلية وغياب الأكسجين .

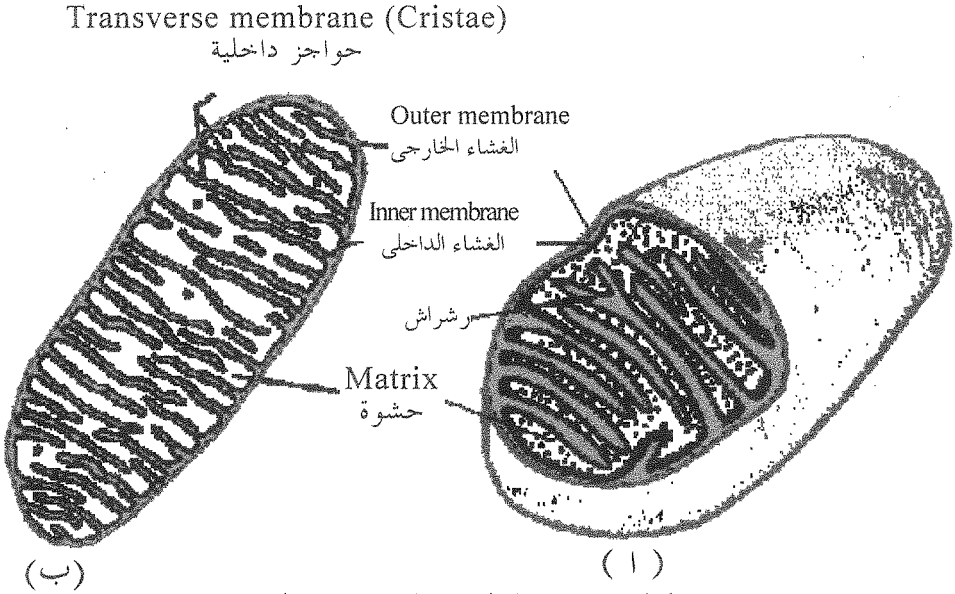
تحتوي الميتوكوندريا على ٦٥٪ - ٧٠٪ من وزنها الجاف بروتين ويكون الدهن الـ ٢٥ — ٣٠٪ المتبقية من وزنها ويكون أكثر الدهن من النوع الفوسفاتي مثل الليسيثين والسيفالين والكولسترول ، كما يحتوي على الحمض النووي RNA بنسبة ٠,٥٪ من الوزن الجاف ، كذلك يوجد الحمض النووي DNA من النوع الدائري ، كالموجود في البلاستيدات ، والخلايا بدائية النواة . ويوجد في الميتوكوندريا عدد كبير من الأنزيمات حيث تقع انزيمات السلسلة التنفسية والأكسدة الفوسفورية على الغشاء الداخلي وتحتوي أيضاً على انزيمات دورة كربس ومركبات مختلفة من نواتج التفاعلات الانزيمية والسيتوكرومات .

التركيب الداخلي للميتوكوندريا

تتكون المينوكوندريا ، كما يظهر تحت المجهر الإلكتروني ، من غشاء خارجي تام ويوجد إلى الداخل منه غشاء آخر يسمى الغشاء الداخلي يمتد الغشاء الداخلي داخل تجويف الميتوكوندريا على شكل طيات (زوائد — ثنايات) داخلية معقدة أو أنابيب تسمى الأعراف (رشراشات أو كريستا) Cristae ، وبعض هذه الأعراف (الزوائد) من الاستطالة بمكان بحيث أنها تعبُر كامله الجسم الداخلي للميتوكوندريا (شكل ٣ — ٦) .

---

(١) الميكرون Micron هي الميكرومتر Micrometer. وحدة القياس في المجهر الضوئي والالكتروني المناسبة للأبعاد الخلوية ، وتساوي ١/١٠٠٠ من المليمتر ورمزها هو (μm).



شكل (٣-٦) التركيب الدقيق للميتوكوندريا.

(أ) قطاع في الميتوكوندريا يبين التركيب الداخلي
(ب) الميتوكوندريا كما يظهر بالمجهر الإلكتروني

يسمى التجويف الواقع بين الغشائين الداخلي والخارجي بالردهة الخارجية Outer chamber والتجويف الواقع إلى داخل الأعراف بالردهة الداخلية Inner chamber ويكون مليئا بمادة كثيفة خلالية (حشوة) تسمى القالب Matrix ، وهي عبارة عن مادة متجانسة تتخللها خيوط وحبيبات .

وفي الكثير من الخلايا النباتية تبدو الأعراف على شكل أنيبيبات (أنابيب دقيقة) تنشأ من مختلف الاتجاهات ويزداد أو يقل عددها حسب النشاط الهوائي للخلية حيث تنتج الأنسجة ذات التنفس الهوائي النشط كمية أكبر من الطاقة ATP[1] وتحتوي على عدد أكبر من الأعراف Cristae .

---

(١) Adenosine triphasphate (ATP) : نيوكليوتيدة تتكون من الأدنين وسكر الرايبوز وثلاث مجموعات فوسفاتية ، وهو المصدر الرئيس للطاقة الكيميائية المستخدمة في الأيض . وعند تميؤ (ATP) يفقد مجموعة فوسفاتية ليصبح أدينوسين ثنائي الفوسفات في الخلية (ADP) وتنطلق طاقة يمكن استخدامها في الخلية

ويتميز أيضًا الغشاء الداخلي للميتوكوندريا بوجود حبيبات (دقائق أولية) وهي محمولة على سويقة (عنق) Stalk ويعتقد أن غشاء هذه الحبيبات هو موقع حدوث الفسفرة التأكسدية ، وكذلك نظام نقل الإلكترونات ، ويحتوي الغشاء الداخلي على جزيئات بروتينية متخصصة كحوامل تيسر مرور بعض المواد الأيضية وتكون متخصصة لنقل الطاقة في صورة أدينوسين ثلاثي الفوسفات وأدينوسين ثنائي الفوسفات (ATP أو ADP) ، كما أن بعضها متخصص لنقل الفوسفات والأخرى الكالسيوم وهكذا .

وظيفة الميتوكوندريا :

تقوم الميتوكوندريا بأكسدة المواد الغذائية (كربوهيدرات، دهون ، بروتين) وتحويل الطاقة الموجودة في هذه المواد إلى طاقة كيميائية في مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP بحيث يكون متيسرًا لاستعماله من قبل الخلية في مختلف التفاعلات الحيوية .

يتم تكسير الكربوهيدرات في الجزء الذائب من السيتوبلازم (بواسطة التخمر والتكسير اللاهوائي) وتتحول إلى البايروفيت ثم يتحول البايروفيت إلى مركب نشط وهو أستيل كوأ (Acetyl CoA) يدخل هذا المركب إلى الميتوكوندريا حيث يشترك في دورة كربس (دورة حامض الستريك – التكسير الهوائي) ، ولذلك تحتوي الميتوكوندريا على الإنزيمات المختلفة اللازمة لهذه الدورة وكذلك إنزيمات السيتوكروم .