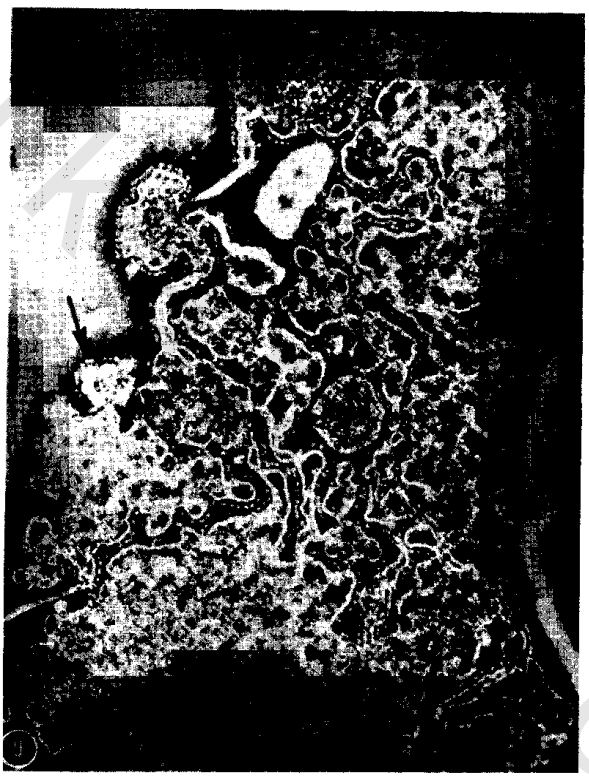
٢

الميتوكوندريا

اشتق اسم الميتوكوندريا من الكلمتين اليونانيتين (Mitos) وتعني خيط و(Chondros) وتعني حبيبة، والمفرد هو (Mitochondrion) بينما الجمع (Mitochondria). ويرجع سبب التسمية إلى أن هذه العضيات الموجودة في السيتوبلازم تبدو تحت المجهر الضوئي كأجسام خيطية أو كروية أو حبيبية، في الغالب من ١- ٢ ميكرومتر طولا و٠,٥ ميكرومتر في القطر. أما عن عدد الميتوكوندريا في الخلية فغير ثابت. وهناك فروق كبيرة تعتمد على النوع والموقع الذي توجد فيه الخلية، فمثلا يوجد ميتوكوندريون واحد في خلية الطحلب ميكرومونـاس *Micromonas* ، بينما يوجد أكثر من مائة ألف ميتوكوندريا في بيض بعض البرمائيات، أما في الخلية النباتية فيوجد عد د كبير من الميتوكوندريا، غالبا في حدود المائتين. وأعلى تقدير لعددها هو حوالي ألفين، وذلك في خلايا الخشب التالي التي لم يكتمل نموها بعد وذلك في المجموع الخضري لبادرة نبات الذرة.

لقد عرفت الميتوكوندريا كعضيات في الخلية قبل بداية القرن العشرين الميلادي ولكن لم تربط بوظيفتها الحقيقية إلا بعد عام ١٩٥٠م نظرا لدقة حجمها، وأن هذه الفترة هي فترة تصنيع المجهر الإلكتروني مما أدى إلى كشف النقاب عن التركيب الدقيق للميتوكوندريا. فقد تبين أن الميتوكوندريون عضية ذات غشاءين أحدها، وهو الغشاء الداخلي، يكون ثنيات عديدة داخل الميتوكوندريون تشكل ما يشبه الأقراص ويطلق عليها الثنيات (cristae). وتبدو ثنيات ميتوكوندريون الخلية النباتية أحيانا وكأنها

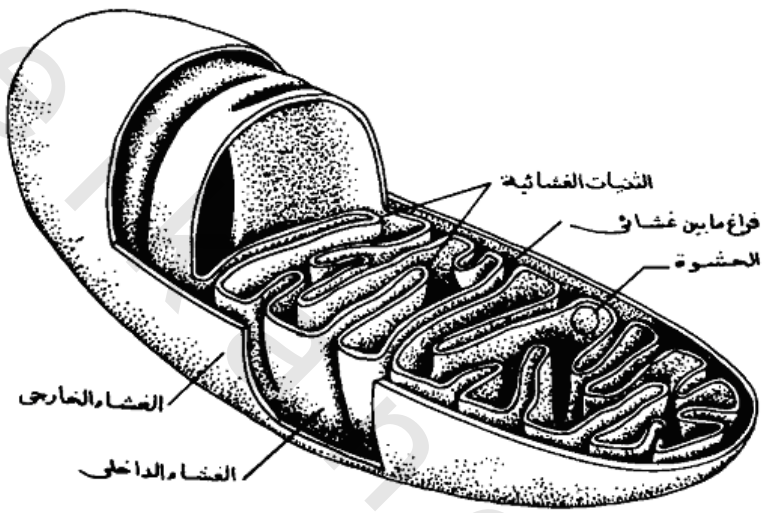
متشعبة، ويبدو الجانب الداخلي من هذا الغشاء في كثير من التحضيرات المجهرية الخاصة في كل من الحيوان والنبات وبه حبيبات دقيقة جدا ولكنها ذات ترتيب منتظم ومتكرر وذات رأس مدور قد يصل قطره إلى ٨ نانومتر (١ نانومتر يساوي ١٠ $^{-9}$ متر). وقد أطلق على هذه التراكيب الدقيقة اسم الحبيبات الأولية (Elementary particles) وأحيانا الأكسيسومات (Oxysomes) (الشكل رقم ٢,١). ولهذا التركيب أهميته الكبيرة في زيادة سطح التفاعل حيث أن معظم الإنزيمات التي تساعد في سلسلة نقل الإلكترونات توجد على السطح الداخلى للغشاء الداخلى.



الشكل رقم (٢.١) جزء من صورة للميتوكوندريون والمأخوذة من قطاع من نبات القرع والمصبوغة بطريقة الصبغة السالبة حيث يشير السهم إلى الحبيبات الأولية في الثنية، بينما تبدو أجزاء الغشاء الداخلي للميتوكوندريون.

المصدر: بارسون وآخرون، ١٩٦٥م.

يحيط الغشاء الداخلي بفراغات وسطية تدعى بالحشوة (Matrix) (الشكل رقم ٢,٢) حيث يوجد العديد من البروتينات (إنزيمات دورة كربس وأكسدة الأحماض الدهنية ؛ وقد قدر أنه يوجد في الميتوكوندريا أكثر من مائة إنزيم متعلقة بعمليات الأيض). يوجد في الحشوة ، أيضا ، أحماض نووية (DNA وRNA) وريبوزومات صغيرة مثل تلك الموجودة في البكتيريا ، بالإضافة إلى الأنيبيبات الدقيقة والخيوط وبعض البلورات والمواد الذائبة الأخرى.



الشكل رقم (٢ ،٢). رسم تخطيطي ذو ثلاثة أبعاد يوضح الشكل وترتيب الأغشية في الميتوكوندريون. (التكبير أكثر من ٤٢٩٠٠ مرة).

يشبه الحمض النووي في الميتوكوندريا ذلك الموجود في البكتيريا في كونه دائريا ويحتل منطقة معينة (شبه نواة Nucleoid). بناء على هذا التشابه الكبير مع البكتيريا ، يعتقد بعض العلماء أنه من المحتمل أن أصل الميتوكوندريا (وكذلك البلاستيدات) في الخلايا حقيقية النواة كان بكتيريا دخلت خلية كبيرة متغايرة التغذية وتكافلت معها. إن جميع الخلايا حقيقية النواة، تقريبا، تحوي ميتوكوندريا والخلايا حقيقية النواة وذاتية التغذية تحوى الميتوكوندريا والبلاستيدات.

يشبه الغشاء الخارجي للميتوكوندريا الغشاء الخلوي في خواصه مع أنه توجد بعض الأدلة على أن سمك الغشاء في الميتوكوندريا أقل من ذلك في الغشاء الخلوي.

إن فحص قطاعات رقيقة في الميتوكوندريا بالمجهر الإلكتروني (الشكل رقم ٢,٣) قد يعطي انطباعا بأن الميتوكوندريا ثابتة الشكل أو صلبة في التركيب إلى حد ما، لكن الحقيقة هي أن الميتوكوندريا في حركة مستمرة من موقع إلى آخر وذات تركيب مرن وتنمو طولا أو تتفرع أو تنقسم (بالانشطار، كما هو الحال في البكتيريا)أو تتلاحم مع بعضها البعض في أقل من دقيقة كما شوهد في مجهر تباين الأطوار (Phase contrast microscope) عند فحص عينات حية، مما يوحي بأن الميتوكوندريا ذات تركيب ديناميكي مثلها في ذلك كمثل الغشاء الخلوي، ولذا فقد يستعمل مصطلح متعددة الأشكال (Pleomorphic bodies) لوصف الميتوكوندريا.

الشكل رقم (٣ ،٢). قطاع عرضي في جزء من خلية برنشيمية في لحاء ورقة نبات الذرة يبين الميتوكوندريا (الخط يساوي ١ ميكروميتر). (عن: لي، ١٩٧٧م).