الفصـــل الأول
مقدمـــة

يمكن تعريف علم الخلية (Cytology) أو بيولوجية الخلية (Cell biology) بأنه العلم الذى يتناول النظام التركيبى والوظيفى لمادة البروتوبلازم، وعلاقة ذلك بالأنشطة الحيوية المختلفة بما فى ذلك نمو الخلايا وتميزها والوراثة والتطور وغيرها. وبعبارة أخرى، فإن علم الخلية هو أحد أفرع العلوم البيولوجية التى تختص بدراسة تركيب الخلايا وكيميائيتها ووظائفها. أى أن هذا العلم يتناول بالتفصيل دراسة الخلايا ومحتوياتها وما يدور بداخلها من العمليات الحيوية المختلفة. فالخلية هى الوحدة التركيبية والوحدة الوظيفية فى الكائنات الحية. وقد درج علماء البيولوجيا فى العصور السابقة على اعتبار أن كلا من النباتات والحيوانات يتكون من وحدات تركيبية قليلة تتكرر فى كل نوع من هذه الأنواع. وكانوا فى ذلك يأخذون فى اعتبارهم التراكيب الأساسية (غير الميكروسكوبية) للكائنات الحية كالجذور والأوراق والزهور فى النباتات والعقل أو الأعضاء المألوفة فى الحيوانات.

وبعد اختراع المجهر فى عام ١٥٩١ تمكن العلماء بواسطته عام ١٦٦٥ من رؤية وحدات دقيقة جدا لا ترى بالعين المجردة وقد أطلقوا عليها اسم الخلايا . واعتبرت الخلايا هى الوحدات الأساسية للمادة الحية. ويعتبر اكتشاف الخلية أمرا بالغ الأهمية وذلك لأننا نعيش الآن فى الحقبة التحليلية للعلم. وعلى ذلك فقد أصبح من الضرورى تحليل الأنشطة الحيوية، أى فصلها إلى عناصرها الرئيسية حتى يمكن التعرف على التحولات الكيميائية وتحولات الطاقة التى يطلق عليها بصورة عامة ظاهرة الحياة.

وقد كان لظهور ميكروسكوب التباين (Phase contrast microscope) الفضل فى التعرف على التنظيم العضوى للخلية، ليس فقط كما يبدو فى الخلية الميتة المثبتة، بل أيضا كما يظهر فى الخلية الحية.

وفى السنوات الأخيرة كان لتقدم وسائل التقنية الخلوية واستخدام الطرق الحديثة (مثل أجهزة X والضوء المستقطب وكلا من الميكروسكوبين الفلوريسى أو الفلورى، والألكترونى) أثر كبير فى تغيير مفهومنا عن تركيب الخلية وتنظيمها العضوى، كما ساعد استخدام الكيمياء الحيوية على التعرف على نواتج المواد الحية، بل حتى على عناصرها الرئيسية مثل ح د ن (DNA) ، ح ر ن (RNA) والبروتينات

وغيرها. وبذلك أمكن التعرف بدقة أكثر على تراكيب فى مستوى الجزيئات الكبيرة ، ونشأ عن ذلك فرع جديد فى العلم أطلق عليه **البيولوجيا الجزيئية** (Molecular biology) مجاله دراسة اشكال الجزيئات وتركيبها وتجميعاتها وترتيبها فى المكونات الأساسية للخلايا. وقد ازدهر هذا العلم ازدهارا كبيرا خلال الأعوام الأخيرة .

وعلى الرغم من معرفتنا الواسعة بمورفولوجية الخلايا وتركيبها ووظائفها ، الا أنه لايزال هناك سؤال لم يجد بعد الاجابة الملائمة ألا هو : **هل جميع العمليات الحيوية فى الخلية ذات طبيعة فيزيائية كيميائية (ميكانيكية) بحتة ، أم أن هناك قوة معينة هى التى تعمل على تنظيم تلك العمليات الحيوية ؟-** إن الأدوات المتوفرة حاليا للدراسة فى هذا المجال بعضها فيزيائى وبعضها كيميائى ، هذا علاوة على النواحى التجريبية المختلفة ، ومع ذلك فليس أمامنا إلاأن نوافق جودارد (Goddard)على رأيه الذى نادى به ١٩٥٨ وهو أنه " **إذاتسير لنا أن نفهم الخلية فهماحقيقيا ونفهم أسرارها فإننا عندئذ قد نستطيع فهم الحياة ذاتها** ".

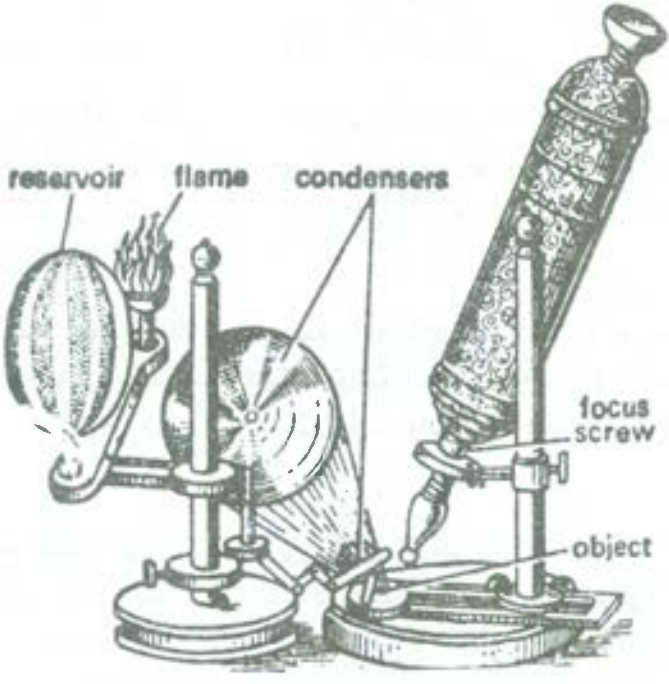
لمحة تاريخية عن علم الخلية

History of Cytology

اكتشاف الخلية (Discovery of the Cell) والنظرية الخلوية (Cell Theory)

لقد كانت معلوماتنا عن علمى الحيوان والنبات حتى القرن السابع عشر قاصرة على التراكيب التى يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، فلما اخترع المجهر (الميكروسكوب) فى أواخر القرن السادس عشر تمكن العلماء بواسطته من معرفة الكثير عن دقائق تركيب تلك الكائنات ، ففى عام ١٦٦٥ وجد **روبرت هوك** (Robert Hooke) أثناء فحصه لقطاع رقيق من الفلين تحت المجهر (شكل ١) أنه يتركب من حجرات صغيرة جوفاء اطلق عليها اسم **الخلايا** (Cells) لشبهها بخلايا الرهبان فى الأديرة أو خلايا نحل العسل . وكان روبرت هوك هو أول من استخدم لفظ خلية فى علم الحياة . ولقد استرعى نظر هوك فى تلك الخلايا أنها محاطة بجدر واضحة ولكنه لم يتبين وجود مـــادة حية فى داخلها . وظل جدار الخلية (Cell wall) معتبرا أهم مكونات الخلية النباتية حتى أوائل القرن التاسع عشر حيث استرعت محتويات الخلية نظر عدد كبير من العلماء وقد وصفها معظمهم على أنها عصارة هلامية (جيلاتينية) . وفى هذه العصارة اكتشف روبرت براون Rrobert (Brown) النواة (nucleus) عام ١٨٣١. وبينما يعزى اكشاف النواة عادة إلى بروبرت

براون إلا أن الحقيقة خلاف ذلك . فالنواة قد سبق مشاهدتها فى كرات الدم الحمراء فى سمك السالمون بواسطة **ليفنهوك** (Lieuwenhoek) عام ١٧٠٠ ، كما شاهدها **فونتانا** (Fontana) عام ١٧٨١ فى خلايا بعض الأنسجة .



شكل (١) ميكروسكوب " روبرت هوك "

وفى عام ١٨٣٨ أوضح عالم النبات الألمانى **شلايدن** (Schleiden) أن الخلايا هى الوحدات التركيبية للنبات ، وبعبارة أخرى فإن شلايدن هو أول من أشار إلى أن جميع الأنسجة النباتية تتكون من خلايا ، أى أ ن الخلية هى وحدة تركيب النبات . .وقد توصل عالم الحيوان الألمانى **شفان** (Schwann) فى عام ١٨٣٩ إلى نفس النتيجة بالنسبة للحيوان . ولقد كان شفـان أول مـن استخدم عبارة **النظرية الخلوية** (Cell Theory) وكان يقصد بذلك أن " **الخلايا عبارة عن كائنات ، وأن الحيوانات والنباتات ما هى إلا تجمعات من تلك الكائنات مرتبة وفقا لقوانين معينة** ".

وبعبارة أخرى ، يرى شلايدن وشفان أن جميع الكائنات الحية حيوانية كانت أم نباتية تتركب أجسامها من خلايا ، ومع أن هذه النظرية ترتبط دائما باسمى كلا من شلايدن ، وشفان إلا ان كثيرا من العلماء امثال **مهريل** Mirbel (١٨٠٨ - ١٨٠٩) ، **لامارك** Lamarck (١٨٠٩) **وتيربن** Turbin (١٨٢٦) **وماير** Meyer (١٨٣٠) **وفون موهل** Von Mohl (١٨٣١) سبق أن توصلوا إلى نفس النظرية الخلوية بصورة أكثر أو أقل اكتمالا .

وفى عام ١٨٣٥ فحص العالم الفرنسى **ديجاردن** (Dujardin) محتويات الخلايا فى بعض الكائنات الدقيقة مثل الريزوبودا والفورا مينيفرا ووصفها بأنها مادة جيلاتينية متجانسة شفافة مرنة متقبضة ولا تذوب فى الماء وأطلق على تلك المادة لفظ **ساركود** (Sarcode) .

وفى عام ١٨٤٠ أطلق **بركنجه** (Purkinje) لأول مرة لفظ **بروتوبلازم** (Protoplasm) على محتويات الخلية الحيوانية . وبعد سنوات (فى عام ١٨٤٦) أقر فون موهل (Von Mohl) بركمنجة على رأيه واستعمل نفس الإسم لمحتويات الخلية النباتية .

ويرجع الفضل إلى العالم الألمانى **ماكس شولتز** (Max-Schultze) الذى أوضح فى عام ١٨٦١ أوجه التشابه الأساسية بين الساركود والبروتوبلازم فى كل من الخلايا الحيوانية والنباتية وأعلن عن نظرية فى هذا المجال أطلق عليها **هيرتويج** (Hertwig) فيما بعد (عام ١٨٩٢) **نظرية البروتوبلازم** (Protoplasm Theory) . ولقد تحقق العلماء من أن البروتوبلازم (ومعناه المادة الحية الأولية) هو المكون الأساسى للخلايا فى كل من الحيوان والنبات ، وأن جدار الخلية - بالإضافة إلى كونه ميتا - فإنه يوجد فقط فى الخلايا النباتية بينما لا يوجد فى الخلايا الحيوانية . وبناء على ذلك فقد عرفت الخلية بأنها **كتلة من البروتوبلازم (السيتوبلازم) تحتوى على نواة ويحيط بها غشاء خلوى رقيق** ، وهذا التعريف ، وإن كان أفضل من سابقه الذى يعتبر الخلية " وحدة المادة الحية ، إلا أنه لا يزال قاصرا لعدة أسباب ، إذ قد وجد أن البروتوبلازم فى كثير من الحيوانات الأولية يحتوى على نواتين أو أكثر ، وبالمثل فإن بعض الأنسجة فى الحيوانات الراقية تحتوى خلاياها على نواتين (مثل الخلايا العصبية فى العقدة العصبية السمبثاوية الأمامية فى الأرنب) أو عدد كثير من الأنوية (كما هو الحال فى الخلايا العضلية المخططة) . بالاضافة إلى ذلك فان بعض الخلايا لا نواة لها كما هو الحال فى

كرات الدم الحمراء تامة النمو فى الثدييات حيث تختفى النواة أثناء عملية تكوينها . وقد تحتوى الخلية على مواد نووية ليس لها شكل ومفهوم النواة المألوفين وذلك فى بعض الحيوانات الأولية . وأخيرا فإن بعض العلماء يرون أن هناك ترابطا بين الخلايا ، ولذلك فليس من المنطق النظر إلى الكائن الحى على أنه يتكون من خلايا متناثرة تتعاون فسيولوجيا ولكنها مستقلة عن بعضها بصورة جوهرية .

ويرى العلماء الآن أن **الكائن الحى فرد تسرى فيه حياة عامة ، وأن الخلايا ليست وحدات يبنى منها هذا الكائن ولكنها أجزاء ينقسم إليها هذا الكائن لتضمن توزيع العمل فى عمليات الحياة المعقدة** . وبذلك يظل لفظ الخلية اصطلاحا وصفيا نافعا ليدل على أنها " كتلة من البروتوبلازم محاطة بغشاء رقيق وتحتوى على نواة أو أكثر فى أحد أطوار تكوينها على الأقل " .

ولقد كان للنظرية الخلوية فضل كبير فى دفع العلماء إلى مواصلة بحوثهم فتوصلوا إلى اكتشاف انقسام الخية غير الميتوزى (amitosis) أو المباشر (**ريماك** "Remak" ، ١٨٤١) والانقسام الميتوزى (mitosis) أو غير المباشر (**شنيدر** "Schneider" ، **سترسبرجر** "Strasburger" ، **فلمنج** "Flemming") ، كما أمكنهم رؤية دخول الحيوان المنوى فى بويضة الضفدعة والذى وصفه **نيوبورت** (Newport) لأول مرة فى عام ١٨٥٤ ، وتلاه **هيرتويج** (Hertwig) الذى أوضح فى عام ١٨٧٥ Bن نواة الحيوان المنوى تندمج مع نواة البويضة وبذلك استطاع العلماء تفهم قوانين الوراثة .

هذا ، وقد حدث تقدم واسع المدى فى فهم مادة السيتوبلازم وتراكيبها ، وقد اكتشف **التمان** (Altmann) الميتوكوندريا (mitochondria) فى عام ١٨٩٠ ، كما اكتشف **كاميللو جولجى** (Camillo Golgi) فى عام ١٨٩٨ الشبكة الداخلية التى عرفت فيما بعد باسم جهاز جولجى (Golgi apparatus) . وقد أدت تلك الاكتشافات إلى معلومات قيمة فى فهم الخلية . والواقع أن كلا من الميتوكوندريا وجهاز جولجى تركيبان أساسيان فى جميع خلايا أفراد المملكة الحيوانية .

ومما تجدر الإشارة إليه أن التحسن الذى طرأ على وسائل الفحص والتوضيح للتراكيب الخلوية واستخدام الصبغات الحيوية كان له فضل كبير فى فتح آفاق جديدة واسعة فى بحوث الخلية .

والواقع أن ما تحقق فى هذا المجال كثير جدا ولا مكان لذكره هنا ، ومع هذا فإننا سنتناول فى الأبواب التالية كثيرا من الإنجازات الهامة فى علم الخلية (**سيتولوجى** "Cytology") .

ولم تشهد الفترة الحديثة تقدما فقط فى التقنيات الخلوية ولكنها شهدت وسائل أخرى أكثر تقدما وتطورا مثل **ميكروسكوب التباين** (Phase contrast microscope) و**الميكروسكوب الإلكترونى** (electron microscope) واستخدام **الضوء المستقطب** (Polarized light) وجهاز الطرد المركزى العالى (Ultra-centriguge) وأجهزة **التشريح الخلوية** (microdissection apparatus) والاستفادة **بالأشعة السينية** (X-ray) **والأشعة فوق البنفسجية** (Ultra-violet light) مع استخدام العديد من المواد الكيماوية . وبذلك انفتح مجال خصب جديد للدراسات العلمية يختص بالخلية من نواحيها المختلفة .

العلاقة بين علم الخلية وفروع العلم البيولوجية الأخرى

Relations between cytology and other branches of biology

توضح جميع الدراسات الحديثة وجود علاقة وثيقة بين علم الخلية وفروع العلوم البيولوجية الأخرى ، فعلى سبيل المثال ، فإن علم الخلية قوى الارتباط بعلم الوراثة (genetics) الذى يختص أساسا بدراسة العوامل الوراثية المحمولة على الكروموسومات ، وهى إحدي المكونات الرئيسية للنواة . ولذا نشأ عن علمى الوراثة والسيتولوجيا فرع جديد تحت اسم **الوراثة السيتولوجية** (Cytogenetics) .

كذلك توجد علاقة قوية بين علم الخلية **والتصنيف** (taxonomy) الذى أصبح يعتمد فى الآونة الأخيرة على عدد الكروموسومات وتباينها فى الأنواع المختلفة . وقد أفاد ذلك كثيرا فى تقدم علم **التطور** (evolution) . وعلم الخلية قوى الارتباط أيضا بعلم **الأجنة** (embryology) **ووظائف الأعضاء** (physiology) **والبيئة** (ecology) . ولا يقف الأمر عند هذا الحد بل إنه ما دام المرض يعرف على انه خلل فى الوظائف الحيوية للخلية ، لهذا يتضح جليا أن علم الخلية وثيق الصلة بالمرض والظواهر المرضية . ويكتفى هنا بالاشارة إلى أن دراسات الخلية أصبحت تتضمن نمو الخلايا السرطانية وكذلك تأثيرات البكتريا والفيروسات على الخلايا . ويبدو أن علم الخلية ، كما نادى بذلك **شارب** (Sharp)

" هو مفتاح العلوم البيولوجية حيث أن أى شئ يقوم به الكائن الحى مرده فى النهاية إلى نشاط معين فى البروتوبلازم . ويعنى ذلك أن جميع المناشط البيولوجية يوجد بها عنصر سيتولوجى . فعلم الخلية إذاً جزء مكمل أو أساسى فى العلوم البيولوجية وسيعتمد تقدم العلم فى المستقبل على كيفية المحافظة على هذا التكامل " .

وعندما يتم الحصول على فهم أكثر للمكونات الخلوية والدور الذى تقوم به فى الأنشطة الخلوية سيدخل علم الخلية مرحلة جديدة هامة وهى مرحلة سيتمكن فيها العلماء - عن طريق علم الخلية - من حل الكثير من المشكلات الطبية والزراعية بل والبيولوجية بأكملها .