الخلية الحيوانيّة
Animal Cell

- **الخلية والنظرية الخلويّة:**

تُعدّ الخلية (Cell) الوحدة الأساسية البنيوية والوظيفية للمادة الحية، وهي جهاز حي كامل ذو تنظيم ذاتي، لها القدرة على التكاثر والاستقلاب، ومهما اختلفت أشكال الكائنات الحيّة من نباتية وحيوانية فإنها تتشابه ببنية خلاياها، ويتألف كل كائن حي من واحدة أو أكثر من الخلايا.

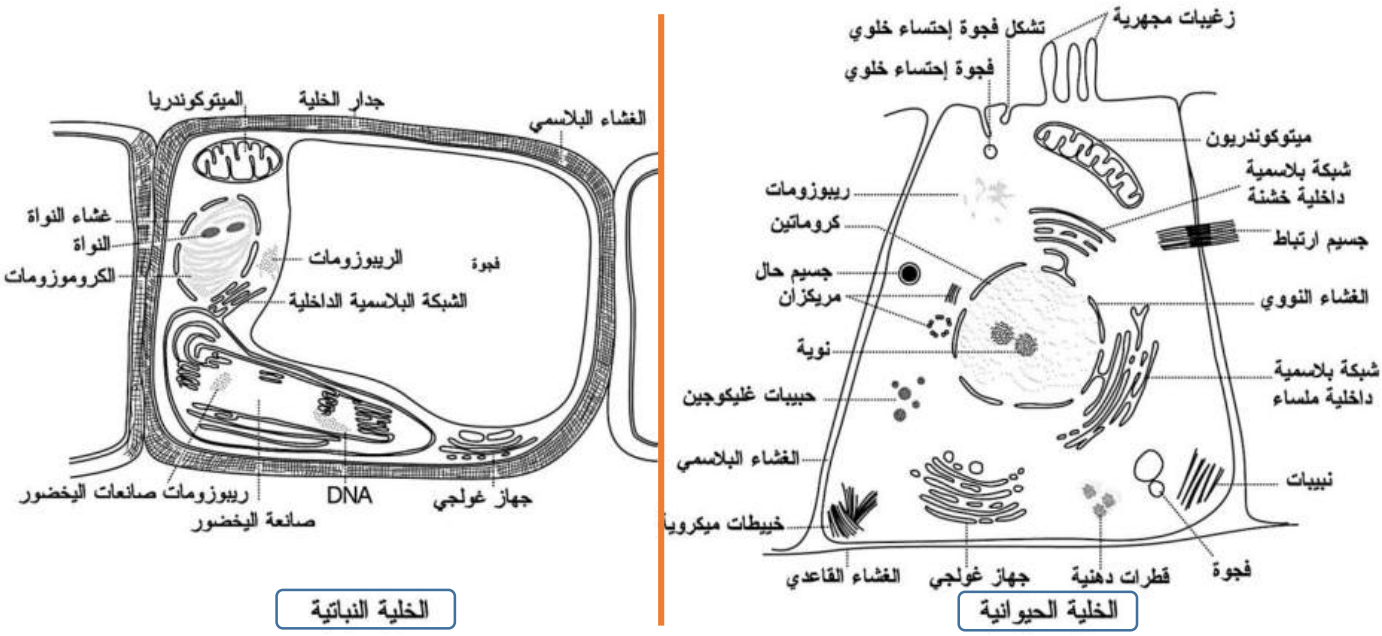
ويتطابق مفهوم الخلية والكائن الحي عند الكائنات وحيدات الخلية الحيوانيّة (Protozoa)، أمّا أجسام أغلب الحيوانات الأُخرى فتتألف من عدد هائل من الخلايا (من عدّة خلايا عند الديدان الخيطية وحتّى مليارات الخلايا عند عديدات الخلايا).

وكان العالم روبرت هوك R.Hooke أوّل من وضع هذه الكلمة (الخلية) عام 1665م مستخدماً مجهره الضوئي البسيط الذي اخترعه ليَصِفَ الوحدات التي اكتشف أنها تؤلف مادة الفلّين. وفي عام 1674م وصف لوفنهوك Lowenhok الخلايا عند الكائنات الحيوانية.

وبعد زمن طويل من البحث استنتج عالم النبات الألماني ماتياس شلايدين M.Schleiden في عام 1838م أنَّ كل النسج النباتية تتألَّف من خلايا، وفي العام التالي أَكَّد تيودور شوان Th. Schwann الحقيقة نفسها بالنسبة لعالم الحيوان، وهكذا أصبحت النظرية الخلوية الأساس الذي يعتمد عليه علم البيولوجيا (علم الحياة)، لأنها تضع أُسُسَ تَشابُه الكائنات الحية على الكرة الأرضية.

واتَّخَذَت النظرية الخلوية (Cell Theory) أبعاداً أُخرى حينما أكد رودولف فيرشوف R.Virchow أنَّ الخلايا تنشأ من خلايا أُخرى سابقة، فعبرَ سلسلة الكائنات الحية كلها، سواءً كانت حيوانية أو نباتية أو أجزاء منها، يحكم قانون دائم يتمثل بالتطور المستمر، فليس هناك انقطاع في استمرارية الخلايا الحديثة، ومن ثم الكائنات التي تؤلّفها، وبين الخلايا القديمة التي ظهرت أول مرة على كوكب الأرض منذ أكثر من 3 بليون سنة.

وتمتلك الخلايا بشكل عام أحجاماً مجهريّة، وتحتوي الخلية على أجسام أصغر منها تسمى عُضيّات (Organelles) التي تؤمّن وظائفها المختلفة ولها بنية مجهرية وتحت مجهريّة مثل جهاز غولجي (Golgi apparatus)، وهناك أيضاً النواة (Nucleus) التي تحمل في داخلها الشيفرة الوراثية DNA. كما يحيط بالخلية غشاء يُسمى بالغشاء الخلوي (Cell Membrane)، وثمة فرق أساسي بين الخلية الحيوانية والنباتية، هو أنَّ الأخيرة يحيط بغشائها السيتوبلازمي غلاف سللوزي (جدار من السيليولوز يسمى الجدار الخلوي) يمنح الخلية قوامها وقدرتها للمحافظة على أشكالها. لكن هذا الغلاف نفوذ يسمح للماء والمواد المنحلة بالمرور عبره بِحُرّية، وهو غير مرن كالغشاء الخلوي. ويَكمُن الفرق بين الخلايا الحيوانية والخلايا النباتية في وظيفتها وشكلها.



ويتراوح قطر معظم الخلايا بين (0.01 – 0.1) مم. وهناك خلايا صغيرة جدّاً لا ترى إلّا بالمجاهر وأُخرى كبيرة نسبياً، مع العلم أنَّ حجم الخلايا لا يتعلّق بحجم الكائن الحي فخلايا الكبد والكلية عند الحصان والبقرة والفئران لها الحجم نفسه، يتعلّق شكل الخلايا أيضاً بالوظيفة التي تقوم بها حيث نلاحظ أنَّ الخلايا الظهاريّة التي تستر سطح الجسم تكون متعدّدة الأضلاع ومرصوفة بجانب بعضها البعض، في حين تأخذ الخلايا العصبية شكلاً نجمياً بفضل العدد الكبير للاستطالات السيتوبلاسمية. وتُسمّى مجموعة الخلايا المتشابهة في التركيب والتي تؤدي معاً وظيفة معينة في الكائن الحي عديد الخلايا بالنَّسيج (Tissues).

– ومن تقسيمات الخلية المعروفة من وجهة نظر علم الخلية:

1. كائنات بدائية النواة Prokaryotes:

2. كائنات حقيقية النواة Eukaryotes:

وقد قدَّمَ هذا التقسيم العالم هانس ريس في بداية الستينات، ويُعتَبَر هذا التقسيم واسع الانتشار في الوقت الحالي.

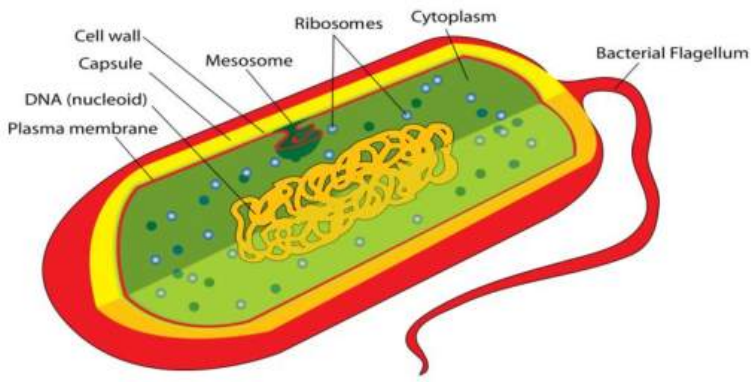
1. الكائنات بدائيّة (غير حقيقية) النواة Prokaryotes:

يضم هذا التقسيم الجراثيم (البكتيريا) والطحالب (الإشنات) الزرقاء المُخضرّة وهي خلايا صغيرة الحجم تحتوي صبغي (Chromosome) واحد وتملك غلافاً واحداً يحيط بالخلية وتكون خالية من الأغلفة المحيطة مثل النواة والمايتوكوندريا والصّانعات الخضراء (Chloroplasts) ولا تعاني انقساماً خيطياً وتتكاثر بالانقسام اللاجنسي البسيط (Asexual Division) وتكون الخلايا خالية من الجدران الخلوية الداخلية التي تفصل بين أجزائها.

وتقسم الخلية غير حقيقية النواة إلى جزأين رئيسيين هما: الهيولى (السيتوبلازم Cytoplasm) وشبيه النواة ويسمى بعض الأحيان المنطقة النووية (Nucleoid Region)، ويحيط بهذين الجزأين الغشاء الخلوي (Cell Membrane). ويكون هذا الغشاء محاطاً أحياناً (كما في بعض الجراثيم، وفي الطحالب) بجدار خلوي (Cell Wall) صلب أو شبه صلب يُحافِظ على الخلية ويؤمن لها الدعم.

يتراوح مُعدَّل حجم الخلية غير حقيقية النواة بين (1 – 10) µm ميكرومتر. والخلية لا تستطيع الاستمرار في الحياة إذا تُلِفَ غشاؤها. وينطوي الغشاء البلازمي في بعض غير حقيقيات النواة مكوناً طيات وثنايا، لكن هذه لا تكون منفصلة عن الغشاء البلازمي، لذلك لا تعتبر تراكيب داخلية. وبعض هذه الطيات تكوّن الجسميات المتوسطة (Mesosome) وتكون حاوية على الأنزيمات الأساسية الضرورية لعملية التنفس الهوائي والتي تحدث في المُتقدرّة (الميتاكوندريا Mitochondria) المنتمية للخلايا حقيقية النواة، ولكن عدم وجود أغشية داخلية دائمة يعني عدم وجود تركيز موضعي للفعاليات والنشاطات محدداً بغشاء وهذا هو الاختلاف الرئيسي بين النوعين.

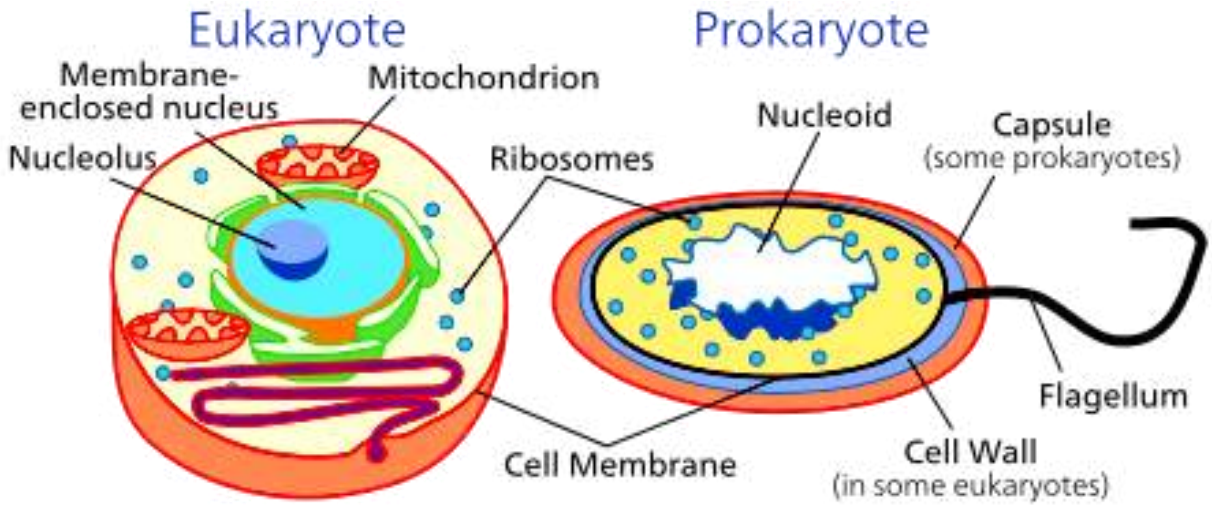
كما تختلف الريباسات (الرايبوزومات Ribosomes) في غير حقيقية النواة حيث تكون أصغر حجماً ويتراوح قطرها بين 150– 200 أنغستروم Å حيث ($Å = 10^{-10}$ m) وتكون حرة في السيتوبلازم. وتوجد في غير حقيقية النواة، إضافةً إلى السيتوبلازم، مناطق كثيفة ذات شكل غير منتظم، وهي المناطق النووية. ويشكل فقدان غشاء فاصل بين المادة الوراثية والسيتوبلازم فرقاً أساسياً بين هذين النوعين من الخلايا (غير حقيقية النواة وحقيقية النواة).

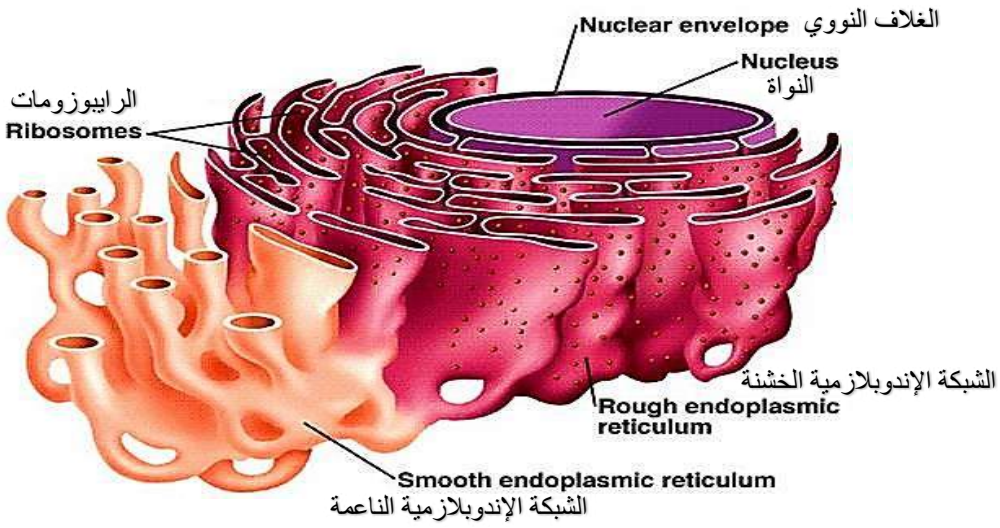


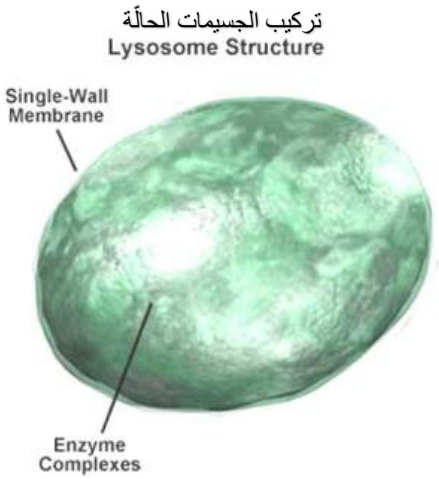
2. الكائنات حقيقية النواة Eukaryotes:

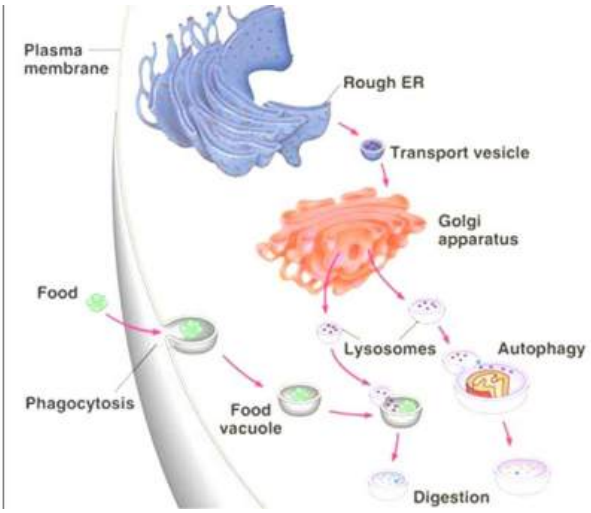
وتشمل الخلايا الحيوانية والنباتية الراقية، وجميع الطحالب (الإشنيات Algae) ما عدى الخضراء – الزرقاء، والفطريات (Fungi)، والحيوانات الابتدائية، وهي أكبر حجماً من البدائية وأكثر تعقيداً منها، وتكون جميع العُضيَّات الموجودة في السيتوبلازم (الهيولى) مُحاطةً بأغشيةٍ تَشملُ المتقدّرات (الميتوكوندريا) والصانعات الخضراء (البلاستيدات) في النباتات وأجسام غولجي والشبكة الإندوبلازمية (Endoplasmic Reticulum) الخشنة والناعمة، والجسيمات الحالّة (اللايزوسومات lysosome)، والنواة. أما الرايبوزومات (الأجسام الريبية، الريباسات) فهي أكبر حجماً وتتكون من وحدتين فرعيتين.

وتحتوي النواة على عدة صبغيات (كروموسومات) والتي تقع بها الأنزيمات (Enzymes) المُحفزة للأفعال الحيوية في تراكيب خاصّة، وتقع جميع الأنزيمات التي تشارك في تحويل الغلوكوز إلى حمض اللبن تقع في العصير الخلوي (البلازما)، بينما تقع الأنزيمات التي تشارك في عملية الأكسدة لمجاميع الخلّات والخلات النشطة في داخل المتقدّرات.









– المكونات الأساسية للخلايا الحيوانية:

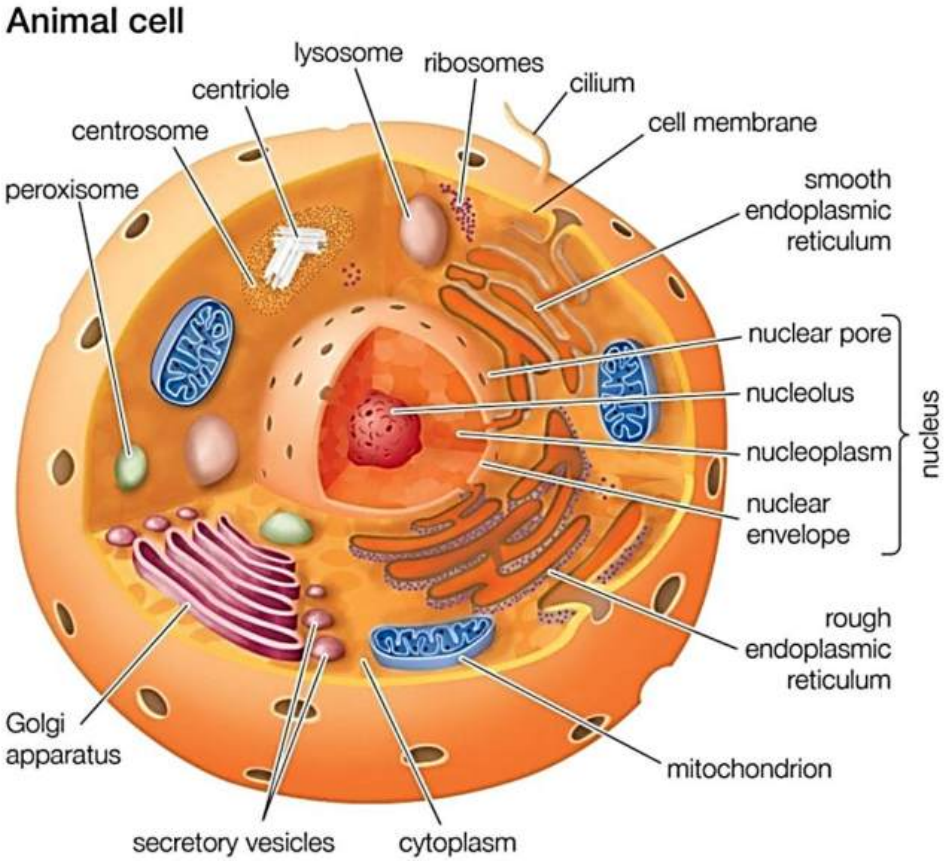
1. غشاء الخلية الخارجي (Cell Membrane):

الغشاء الخلوي هو طبقة ثنائية دهنيّة اختيارية النفاذية مشتركة في جميع الخلايا الحية سواءً كانت حقيقيات النواة أم بدائيات النواة. يحتوي هذا الغشاء مجمل كيان الخلية من الهيولى (السيتوبلازم) وما فيها من عُضيّات خلوية، يتألف بشكل خاص من البروتينات والدهون مرتبة بشكل فسيفسائي، هذه المكونات الغشائية تدخل في مجموعة واسعة من العمليات الخلوية. في نفس الوقت يمكن أن يعمل كنقطة اتصال بين الهيكل الخلوي والجدار الخلوي في حال وجوده. وربما تكون مهمته الأساسية هي تنظيم دخول وخروج الجزيئات إلى الخلية وخروجها منه، عدا عن استقبال الإشارات الحيوية من خارج الخلية عن طريق ما يسمى المستقبلات (Receivers).

يقوم الغشاء الخلوي أيضاً بإحاطة الهيولى وفصلها فيزيائياً عن بقية المكونات خارج خلوية بهذا يقوم بمهمة جدار فاصل مشابه لمهمة الجلد. هذا الحاجز قادر على تنظيم عملية (الخروج – دخول) للخلية الحية باعتباره نصف نفوذ أو نفوذ نوعياً – انتقال المواد عبر الغشاء يمكن أن يتم بشكل منفعل Passive حسب قواعد الانتشار وفق تدرج التركيز وهنا يتطلب أن تكون المادة مُنحلة في الدسم لتنحلّ في الطبقة الثنائية الدسمة، أو منحلة في الماء لتؤمّن عبورها مع الماء عبر القنوات الشاردة الموجودة ضمن البروتينات الغشائية، طريقة أخرى للنقل تدعى

بالنقل الفعال تتطلب صرف طاقة يتم الحصول عليها عن طريق جزيئات الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) تقوم بها جزيئات بروتينية خاصة تعمل كمضخات شارديّة. وما يمنح الخلايا المختلفة مزاياها هو اختلاف البروتينات والسكريات المرتبطة بجزيئات الفوسفوليبيدات.

تتواجد أيضاً ضمن الغشاء مستقبلات بروتينية تعمل على استقبال الإشارات الحيوية من البيئة الخارجية للخلية على شكل مراسلات خلوية كيميائية أو هرمونات. يتم نقل هذه الإشارات إلى الداخل الخلوي مما يؤدي للاستجابة على هذه الإشارة. بعض البروتينات الأخرى تعمل كعلامات تميز هذه الخلايا بالنسبة لخلايا أخرى لإتمام التواصل. ويشكّل ترابط هذه البروتينات مع مستقبلاتها النوعية في الخلايا الأخرى الأساس للتآثر الخلوي–الخلوي في الجهاز المناعي. وتوجد اللبيدات (الدهون) والبروتينات مع الكربوهيدرات في السطح الخارجي لجدار الخلية.



2. الغشاء الهيولي (الغشاء البلازمي Plasma Membrane):

والذي يتكون من مكونات دهنية وبروتينية بكميات متقاربة، وهو يفصل الخلية عن وسطها الخارجي، ويحيط بالسيتوبلازما التي تحتوي على عدد لا يحصى من الجزيئات والعضيّات (Organelles) التي تقوم ضمن الخلية بأعمال متخصصة، مثل أفعال الاستقلاب واصطناع البروتينات وغيرها. وأخيراً تضمّ المادة النووية الحاملة للمعلومات الوراثية التي توجّه نشاطات الخلية وتمكّنها من التكاثر وتمرير خصائصها إلى أنسالها.

3. الهيولى (سيتوبلازم Cytoplasm):

هو جميع محتويات الخلية من المواد الذائبة وغير الذائبة ما عدى النواة. وهو مادة هلامية نصف شفافة، يملأ بعض فراغ الخلية ويحتوي على جسيمات مكونة من مادة بروتوبلازمية حيه تسمى عُضيَّات (Organelles) وهي تشمل الشبكة الإندوبلازمية والقنيات الدقيقة والرايبوزومات والمايتوكوندريا وأجسام غولجي والجسيمات الدقيقة والجسم المركزي والنواة، كما تشمل التراكيب غير الحية من الخلية مثل الفجوات والكربوهيدرات واللبيدات والبروتينات وحركة السيتوبلازم تسهل من عملية انتقال المواد الحيوية داخل الخلية الحية ويلعب دوراً مهماً في العمليات الأيضية في الخلية الحيوانية.

ويحتوي السيتوبلازم على العديد من المكونات الغذائية مثل الشبكة الإندوبلازمية والأغشية المايتوكوندرية والأغشية النووية والغشاء اللايزوزومي وغشاء غولجي وغشاء السطح الخلوي، بينما التراكيب غير الغشائية تشمل الرايبوسومات الحرة والخيطيات الدقيقة والنبيبيات الدقيقة. وهناك نوعين من الشبكة الإندوبلازمية هما الخشنة والناعمة، وسميت بالخشنة لأن سطحها الخارجي يحتوي على حبيبات من الرايبوسومات وهي دقائق صغيرة تتألف من 60% من البروتينات و40% من RNA.

4. النواة (Nucleus):

تعد النواة المركز الحيوي في الخلية، وهي في الخلايا حقيقيات النواة كبيرة كروية أو متطاولة أو مغزلية، يحيط بها غشاء نووي مضاعف، تظهر عليه، من مكان لآخر، ثقوب تسهل الاتصال بين سيتوبلازما الخلية ومحتوى النواة. وتحتوي النواة على الصبغيات (الكروموزومات) التي تحمل المعلومات الوراثية للخلية والتعليمات التي تحدد ما إذا كانت الخلية ستكون أميبة أو جزءاً من ورقة نبات أو من كبد إنسان.

تنتقل هذه المعلومات، بعد كل انقسام، إلى الخلايا الجديدة، وتقوم بتوجيه فعاليات الخلية لتأمين تركيب الجزيئات المعقدة التي تحتاج إليها الخلية بالكم والنوع اللازمين. وتجدر الإشارة إلى أن الصبغيات تظهر في الخلية غير المتقسمة بشكل تكتّلات أو خيوط تسمى الكروماتين chromatin، والعضية الوحيدة التي تظهر عموماً في نواة الخلية في دور الراحة الانقسامية هي النوية nucleolus المفردة أو المتعددة.

5. عُضيّات (مكتنفات) الخلية Organelles:

كان يُنظر إلى الخلية، حتى بداية القرن العشرين، أنها كيس يحتوي على سائل يضم بعض الأنزيمات والجزيئات المنحلة، إضافة إلى النواة وبعض العضيّات الأخرى، ولكن مع ظهور المجهر الإلكتروني تم التعرف على بعض المكتنفات ضمن السيتوبلازما، ذات بنية معقدة جداً) وهي:

- الجسيمات الريبية، والشبكة البلازمية الداخلية (الإندوبلازمية): حيث تبدو الجسيمات الريبية بشكل عضيّات صغيرة جداً كروية الشكل موزعة في السيتوبلاسما، وهي أكثر عضيات الخلية عدداً، وتشاهد في المواقع التي يتم فيها ربط الحموض الأمينية لتركيب البروتينات البنيوية والنوعية، فهي لذلك تكون غزيرة في المواقع التي يتم فيها تصنيع هذه البروتينات تنفيذاً للشيفرة الوراثية التي تُنقَل إليها من النواة بوساطة الرّنا المرسال Messenger RNA، والرّنا الناقل Transfer RNA، وتوجد الجسيمات الريبية ضمن الخلية ملاصقة لشبكة من الأغشية المضاعفة تدعى الشبكة البلاسمية الداخلية، التي تتصل بالصفيحة الخارجية للغشاء النووي تسمى الشبكة الخشنة rough أو الحبيبية granular يتم في مستواها تصنيع البروتينات آنفة الذكر، وهناك جزء من الشبكة البلاسمية من دون جسيمات ريبية، تسمى الشبكة الملساء smooth، تقوم بنقل المواد من داخل الخلية إلى السطح، ويتم في مستواها تركيب الليبيدات والغلوسيدات.
- جهاز غولجي Golgi: هو مجموعة من الأكياس المنبسطة، تتألف من أغشية يتوضع بعضها فوق بعض، تحيط بها مجموعة من الحويصلات. ويشتمل على وحدات تسمى الجسيمات الشبكية dictyosomes تقوم بتجميع المواد أو تكثيفها وتوزيعها، خصوصاً المواد التي تصنع على مستوى الشبكة البلاسمية الداخلية، مثل تجميع السكريات مع البروتينات لتصنيع البروتينات السكرية glycoproteins، أما في الخلايا النباتية فيقوم هذا الجهاز بتجميع المركبات المختلفة التي تؤلف جدار الخلية. وقد وجد أن الخلية الحيوانية تحوي عادة ما بين 10 و20 جسيماً، بينما قد تحوي الخلية النباتية المئات منه.
- الجسيمات الحالّة lysosomes: وهي كيسات صغيرة تتشكل ضمن جهاز غولجي، تحوي خليطاً من الأنزيمات الهاضمة، تكون معزولة عن باقي أقسام الخلية بغشاء الجسيمات. فإذا ما تمزق هذا الغشاء تتحرر الأنزيمات وتُهْضَم عناصر الخلية. وهي كثيرة في الخلايا الحيوانية إلا أنها نادرة في الخلايا النباتية .
- المتقدرات، الجسيمات الكوندرية (الكوندريوم Mitochondria): تحتاج الفعاليات كافة التي تتم ضمن الخلية إلى طاقة تزودها بها الجسيمات الكوندرية، لذلك يكثر وجودها في الأعضاء التي تحتاج إلى كثير من الطاقة، مثل العضلات في النسج الحيوانية، أو قمم الجذور النامية في النبات، ويتألف غلافها من: غشاء مضاعف، غشاء خارجي يفصلها عن السيتوبلاسما، وآخر داخلي ينثني على شكل طيّات نحو الداخل تدعى الأعراف، وفيها يتم إنتاج الجزيئات الغنية بالطاقة ATP بالاستقلاب التنفسي الخلوي.
- المريكز Centriole: هو أنبوب أسطواني، يتألف من تسع مجموعات من النبيبات الدقيقة، تتألف كل مجموعة منها من ثلاثة نبيبات (مجموعات ثلاثية) مؤلفة من مادة بروتينية ليفية تعرف بالأنبوبين tubuline ولكل خلية، بصورة عامة، مريكزان متعامدان قريبان من النواة يعرفان باسم الجسيم المضاعف (الجسيم المركزي Centromere)، ينقسم، لدى انقسام الخلية، إلى جسيمين اثنين يهاجر كل منهما نحو أحد قطبي الخلية. ولقد

تبين أن الجسيم المركزي لا يوجه فقط حركة الصبغيات في أثناء انقسام الخلية، وإنما يسهم في تشكيل المشتقات المحركة في الخلايا، مثال السياط والأهداب التي أظهر المجهر الإلكتروني أن لها البنية التُساعية المشابهة للمريكز.

- الفجوة vacuole: وهي في الخلية النباتية تحتل عموماً معظم الخلية عند اكتمال نموها،علماً أن الخلايا الحيوانية تحوي أيضاً على فجوات لكنها صغيرة الحجم، منها الفجوات الهاضمة مثلاً.

- **حركة الخلية (Cell Movement):**

تبدي الخلايا كافة نوعاً من الحركة، حتى الخلية النباتية المحاطة بغلافها السللوزي والخشبي القاسيين تتحرك فيها السيتوبلازما. كما تهاجر الخلايا الجنينية في أثناء التشكل الجنيني من مكان إلى آخر. والأميبة تقوم بالتهام فرائسها بتحرك السيتوبلازما وتشكل الأرجل الكاذبة، ويبدو أن التحرك يتم بطريقتين: الأولى بوساطة "بروتينات ليفية" يطلق عليها اسم "بروتينات عضلية" يبدو أنها توجد في كثير من الخلايا، ويبدو أنها مختصة بالحركات السيتوبلازمية.

والطريقة الثانية بوساطة عناصر بنيوية دقيقة هي الأهداب والسِّياط، تبرز من سطح كثير من خلايا المتعضيات حقيقيات النواة .

- **التمايز الخلوي (Cellular differentiation):**

هو مجموعة من الأحداث الشكلية والكيميائية والوظيفية التي تجري في البيضة إثر إلقاحها، وتؤدي نتيجة انقساماتها المتتابعة المبرمجة وفقاً لآليات معقدة، إلى تمايز الخلايا في مجموعات متكاملة شكلياً وفيزيولوجياً، تحمل اسم النسج tissues، ضمن أعضاء جسم الكائن المتكامل، ويحتوي جسم الإنسان، مثلاً، على أكثر من 200 نوع مختلف من الخلايا، تدخل في تركيب نسجه وأعضائه من أجل قيامها بالوظائف الحيوية المعقدة في الجسم.

وعلى الرغم من تفاوت تركيب الخلايا ووظائفها، فإنها تشتق كلها من خلية واحدة هي البيضة الملقحة zygote التي نشأت من اتحاد العنصر الذكري بالعنصر الأنثوي. وتسمى المرحلة الأخيرة التي تؤدي إلى تخصص الخلايا تركيبياً ووظيفياً بالتمايز differentiation. ففي مرحلة الانقسامات الخلوية المتعددة التي تمر بها البيضة الملقحة، التي تؤدي إلى تكوين كائن حي بالغ، تخضع الخلايا لتأثير المورِّثات المختلفة، التي تحرض تحديد البنية العامة للخلية ووظيفتها النهائية التي ستقوم بها مستقبلاً. ويمتاز التمايز الخلوي بظهور الصفات التكوينية structural والكيميوحيوية biochemical التي سبق تحديدها وراثياً. ويستمر التمايز وتتشكل الأنسجة الأساسية الآتية: الظهارية والضامة والعضلية والعصبية. لكن باستمرار النمو والتمايز تنتج الأنواع المختلفة من الأنسجة، ويترافق ذلك بزيادة في أعداد وأحجام الخلايا الداخلة في تركيب الكائن الحي.