

الجلسة العملية الأولى

الخلية الحيوانية

الخلية والنظرية الخلوية:

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 الحية 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 الحيوانية (Protozoa)، أمّا أجسام أغلب الحيوانات الأخرى فتتألف من عدد هائل من الخلايا (من عدّة خلايا عند الديدان الخيطية وحتى مليارات الخلايا عند عديدات الخلايا).

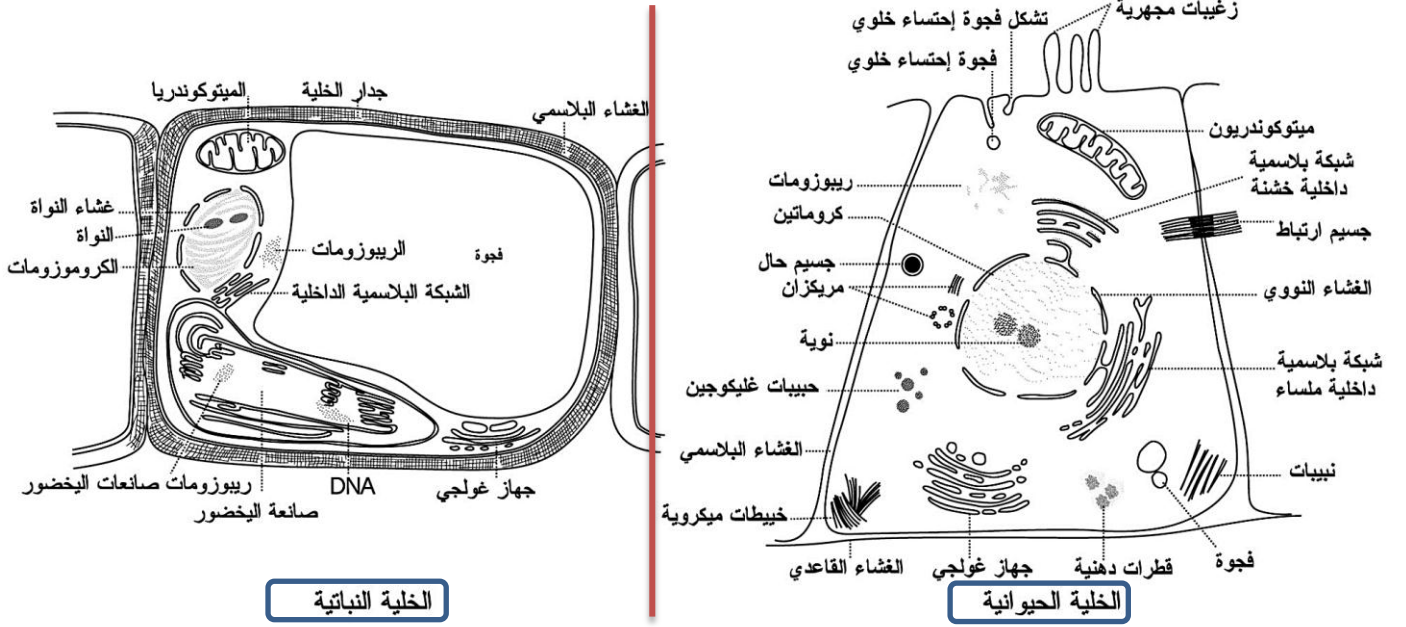
وكان العالم روبرت هوك R.Hooke أول من وضع هذه الكلمة (الخلية) عام 1665م مستخدماً مجهره الضوئي البسيط الذي اخترعه ليصِفَ الوحدات التي اكتشف أنها تؤلف مادة الفلين. وفي عام 1674م وصف لوفنهوك Lowenhok الخلايا عند الكائنات الحيوانية.

وبعد زمن طويل من البحث استنتج عالم النبات الألماني ماتياس شلايدن M.Schleiden في عام 1838م أنّ كل النسيج النباتية تتألف من خلايا، وفي العام التالي أكّد تيودور شوان Th. Schwann الحقيقة نفسها بالنسبة لعالم الحيوان، وهكذا أصبحت النظرية الخلوية الأساس الذي يعتمد عليه علم البيولوجيا (علم الحياة)، لأنها تضع أسس تشابه الكائنات الحية على الكرة الأرضية.

واتخذت النظرية الخلوية (Cell Theory) أبعاداً أخرى حينما أكد رودولف فيرشوف R.Virchow أنّ الخلايا تنشأ من خلايا أخرى سابقة، فعبرَ سلسلة الكائنات الحية كلها، سواء كانت حيوانية أو نباتية أو أجزاء منها، يحكم قانون دائم يتمثل بالتطور المستمر.

وتمتلك الخلايا بشكل عام أحجاماً مجهرية، وتحتوي الخلية على أجسام أصغر منها تسمى عُضَيَات (Organelles) التي تؤمّن وظائفها المختلفة ولها بنية مجهرية وتحت مجهرية 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 أنّ

الأخيرة يحيط بغشائها السيتوبلازمي غلاف سللوزي (جدار من السيليلوز يسمى الجدار الخلوي) يمنح الخلية قوامها وقدرتها للمحافظة على أشكالها، لكن هذا الغلاف نفوذ يسمح للماء والمواد المنحلة بالمرور عبره بحرية، وهو غير مرن كالغشاء الخلوي، ويكمن الفرق بين الخلايا الحيوانية والخلايا النباتية في وظيفتها وشكلها.



يتراوح قطر معظم الخلايا بين (0.01 – 0.1) مم، وهناك خلايا صغيرة جداً لا ترى إلا بالمجاهر وأخرى كبيرة نسبياً، مع العلم أن 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 أن الخلايا الظهارية 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 بالنسيج (Tissues).

– ومن تقسيمات الخلية المعروفة من وجهة نظر علم الخلية:

1. كائنات بدائية النواة Prokaryotes:

2. كائنات حقيقية النواة Eukaryotes:

وقد قدّم هذا التقسيم العالم هانس ريس في بداية الستينيات، ويُعتبَر هذا التقسيم واسع الانتشار في الوقت الحالي.

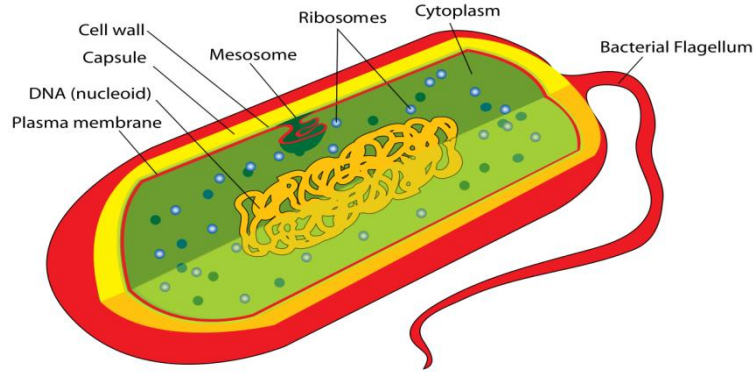
1. الكائنات بدائية (غير حقيقية) النواة Prokaryotes:

يضم هذا التقسيم الجراثيم (البكتيريا) والطحالب (الإشنات) الزرقاء المُخضرة وهي خلايا صغيرة الحجم تحتوي صبغي (Chromosome) واحد وتملك غلافاً واحداً يحيط بالخلية، ولا تعاني انقساماً خيطياً وتتكاثر بالانقسام اللا جنسي 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 يُحافظ على الخلية ويؤمن لها الدعم.

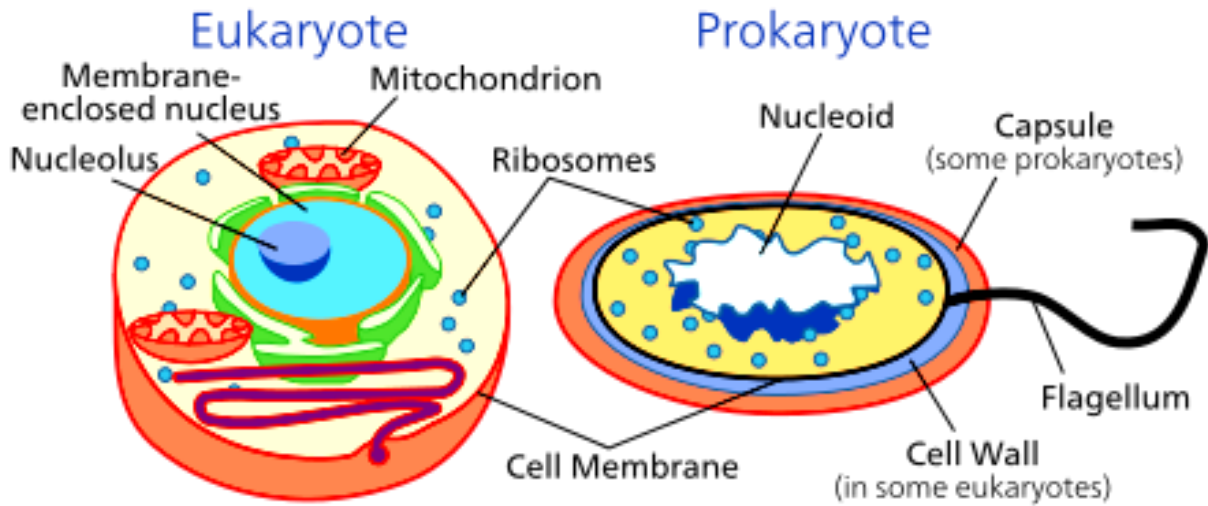
يتراوح مُعدل حجم الخلية غير حقيقية النواة بين (1 - 10) μm ميكرومتر، والخلية لا تستطيع الاستمرار في الحياة إذا تُلفَ غشاؤها، وينطوي الغشاء البلازمي في بعض غير حقيقيات النواة مكوناً طيات وثنيات، لكن هذه لا تكون منفصلة عن الغشاء البلازمي، لذلك لا تعتبر تراكيب داخلية، وبعض هذه الطيات تكوّن الجسيمات المتوسطة (Mesosome) وتكون حاوية على الأنزيمات الأساسية الضرورية لعملية التنفس الهوائي والتي تحدث في المُتقدرة (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 $\text{\AA}$ حيث $\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$ وتكون حرة في السيتوبلازم، ويوجد 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 العضيات الموجودة في السيتوبلازم (الهيولى) مُحاطةً بأغشيةٍ وتشملُ المتقدّرات (الميتوكوندريا) والصانعات (البلاستيدات) في النباتات وأجسام غولجي والشبكة الإندوبلازمية (Endoplasmic Reticulum) الخشنة والناعمة، والجسيمات الحالة (اللايزوسومات lysosome)، والنواة، أما الرايبوزومات (الأجسام الريبية، الريباسات) فهي أكبر حجماً وتتكون من وحدتين فرعيتين.



المكونات الأساسية للخلايا الحيوانية:

1. غشاء الخلية الخارجي (Cell Membrane):



الغشاء الخلوي هو طبقة ثنائية دهنية اختيارية النفاذية مشتركة في جميع الخلايا الحية سواء كانت حقيقيات النواة أم بدائيات النواة، يحتوي هذا الغشاء مجمل كيان الخلية من الهيولى (السيتوبلازم) وما فيها من عُضَيَّات 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، 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.

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 الجزيئات والعضيات (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 أنسائها.

3. الهيولى (سيتوبلازم) (Cytoplasm):

هي جميع محتويات الخلية من المواد الذائبة وغير الذائبة ما عدى النواة، وهي مادة هلامية نصف شفافة، تملأ بعض فراغ الخلية وتحتوي على جسيمات مكونة من مادة بروتوبلازمية حية تسمى عُضَيَّات (Organelles) وهي تشمل الشبكة الإندوبلازمية والقنوات الدقيقة والرايبوزومات والميتوكوندريا وأجسام غولجي والجسيمات الدقيقة والجسم المركزي، كما تشمل التراكيب غير الحية من الخلية مثل الفجوات والكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات

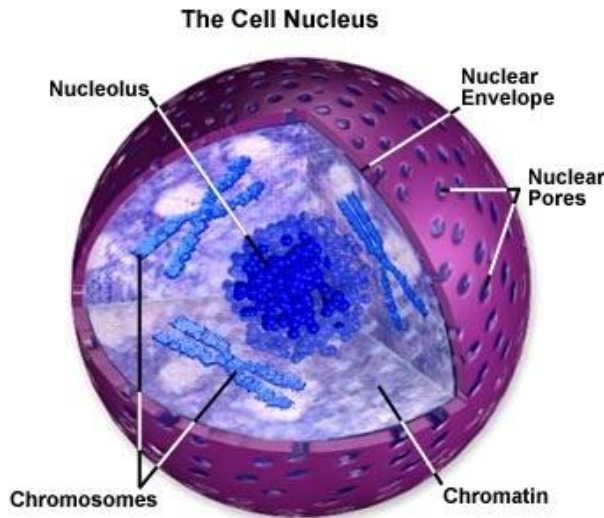
وحركة السيتوبلازم تسهل من عملية انتقال المواد الحيوية داخل الخلية الحية وتلعب دوراً مهماً في العمليات الأيضية في الخلية الحيوانية.

وتحتوي السيتوبلازم على العديد من المكونات (التركيب) الغشائية مثل الشبكة الإندوبلازمية والأغشية المايكوكوندرية والأغشية النووية والغشاء اللايزوزومي وغشاء غولجي وغشاء السطح الخلوي، بينما التركيب غير الغشائية تشمل الرايبوسومات الحرة والخيوط الدقيقة والنيبيبات 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 و 40% 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 ثقب 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....

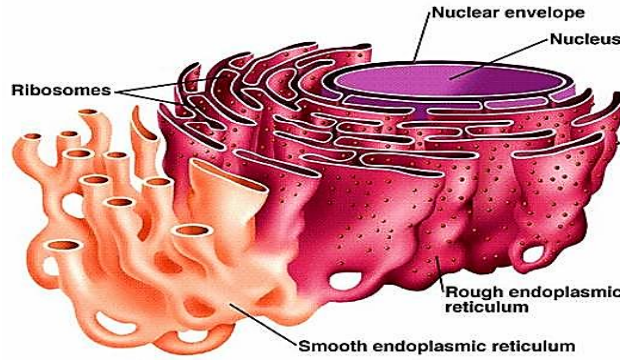
تنتقل هذه المعلومات، بعد كل انقسام، إلى الخلايا الجديدة، وتقوم بتوجيه فعاليات الخلية لتأمين تركيب الجزيئات المعقدة التي تحتاج إليها الخلية بالكم والنوع اللازمين، وتجدر الإشارة إلى أن الصبغيات تظهر في الخلية غير المنقسمة بشكل تكتلات أو خيوط تسمى الكروماتين chromatin، والعضية الوحيدة التي تظهر عموماً في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



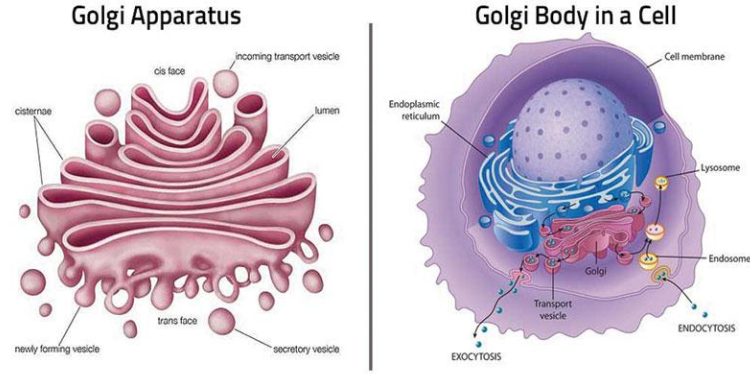
5. عُضَيَات (مكتنفات) الخلية Organelles:

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

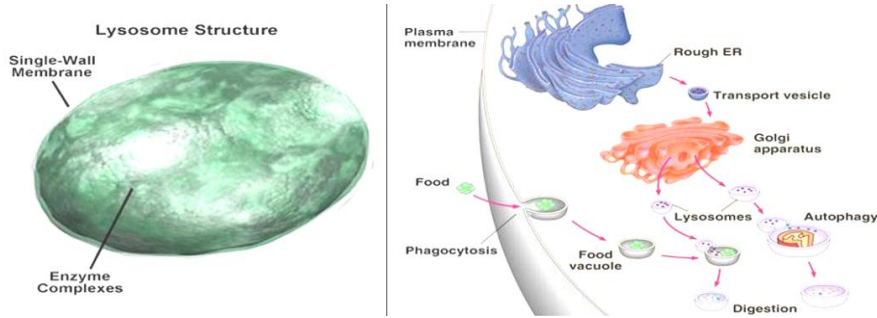
الجسيمات الريبية، والشبكة البلازمية الداخلية (الإندوبلازمية): حيث تبدو الجسيمات الريبية بشكل عضيات صغيرة جداً كروية الشكل موزعة في السيتوبلازما، وهي أكثر عضيات الخلية عدداً، وتشاهد في المواقع التي يتم فيها ربط الحموض الأمينية لتركيب البروتينات البنيوية والنوعية، فهي لذلك تكون غزيرة في المواقع التي يتم فيها تصنيع هذه البروتينات تنفيذاً للشيفرة الوراثية التي تُنقل إليها من النواة بواسطة الرنا المرسال Messenger RNA، والرنا الناقل Transfer RNA، وتوجد الجسيمات الريبية ضمن الخلية ملاصقة لشبكة من الأغشية المضاعفة تدعى الشبكة البلازمية الداخلية، التي تتصل بالصفحة الخارجية للعشاء النووي تسمى الشبكة الخشنة rough أو الحبيبية granular يتم في مستواها تصنيع البروتينات آنفة الذكر، وهناك جزء من الشبكة البلازمية من دون جسيمات ريبية، تسمى الشبكة الملساء smooth، تقوم بنقل المواد من داخل الخلية إلى السطح، ويتم في مستواها تركيب الليبيدات والغلوسيدات.



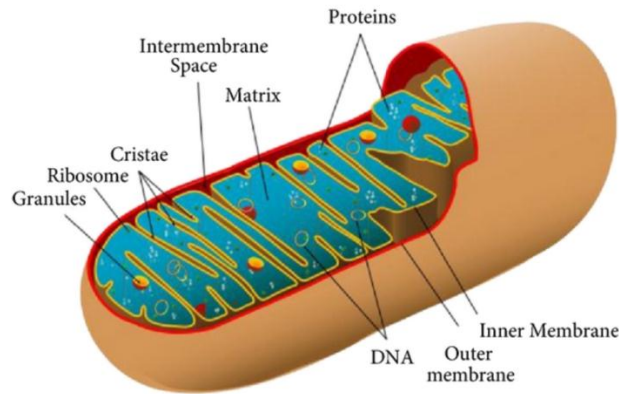
جهاز غولجي Golgi: هو مجموعة من الأكياس المنبسطة، تتألف من أغشية يتوضع بعضها فوق بعض، تحيط بها مجموعة من الحويصلات، ويشتمل على وحدات تسمى الجسيمات الشبكية dictyosomes تقوم بتجميع المواد أو تكتيفها وتوزيعها، خصوصاً المواد التي تصنع على مستوى الشبكة البلازمية الداخلية، مثل تجميع السكريات مع البروتينات لتصنيع 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 و 20 جسيماً، بينما قد تحوي الخلية النباتية المئات منه.



الجسيمات الحالة lysosomes: وهي كيبسات 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 وتُهضم عناصر الخلية، وهي كثيرة في الخلايا الحيوانية إلا أنها نادرة في الخلايا النباتية .



المقدرات، الجسيمات الكوندرية (الكونديريوم 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 النسيج الحيوانية، أو قمم الجذور النامية في النبات، ويتألف غلافها من: غشاء مضاعف، غشاء خارجي يفصلها عن السيتوبلازما، وآخر داخلي ينثني على شكل طيات نحو الداخل تدعى الأعراف، وفيها يتم إنتاج الجزيئات الغنية بالطاقة ATP بالاستقلاب التنفسي الخلوي.



المريكز Centriole: هو أنبوب أسطواني، يتألف من تسع مجموعات من النيبات الدقيقة، تتألف كل مجموعة منها من ثلاثة نيبات (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 بنوية دقيقة هي الأهداب والسياط، 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 المتتالية المبرمجة وفقاً لآليات معقدة، إلى تمايز الخلايا في مجموعات متكاملة شكلياً وفيزيولوجياً، تحمل اسم النسيج 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.

نهاية الجلسة الأولى