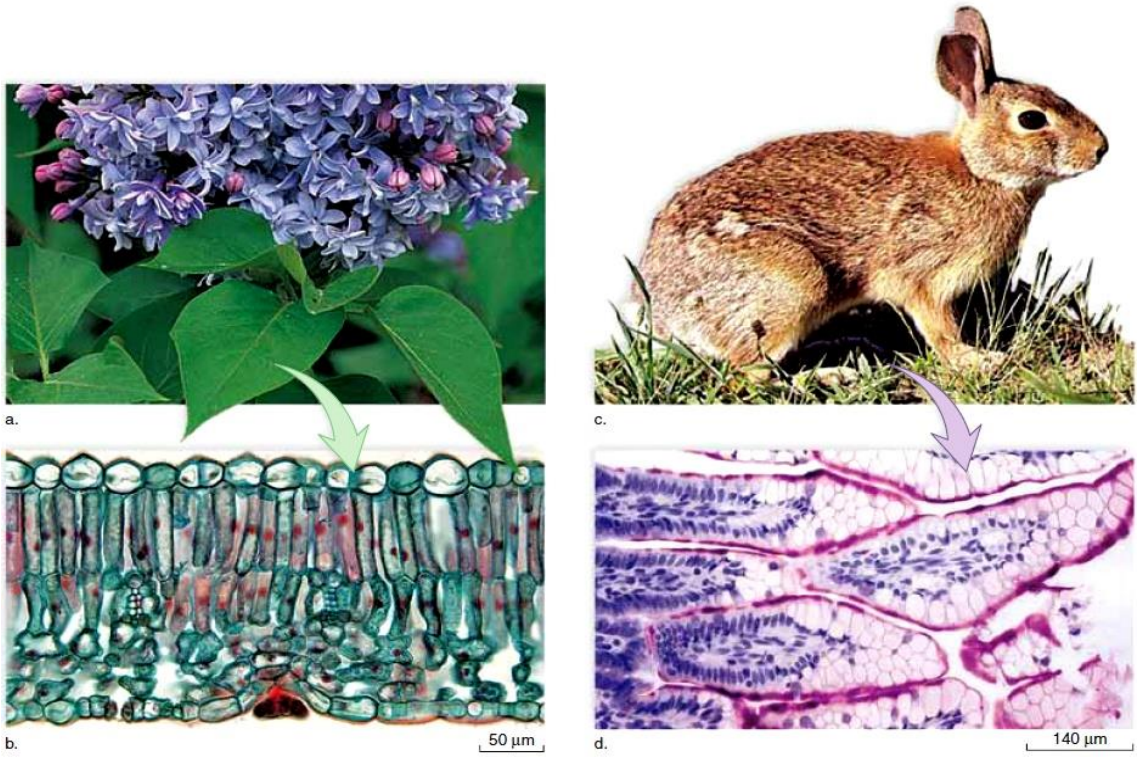
# Chapter (2)
# Cell Structure and Function تركيب الخلية ووظائفها

1. Cellular Level of Organization مستويات التنظيم الخلوي
2. Prokaryotic Cells خلايا بدائية النواة
3. Introducing Eukaryotic Cells مقدمة في خلايا حقيقية النواة
4. The Nucleus and Ribosomes النواة والريبوسومات
5. The Endomembrane System النظام الغشائي الداخلي
6. Other Vesicles and Vacuoles الفجوات والحويصلات الأخرى
7. The Energy-Related Organelles العضيات المرتبطة بالطاقة
8. The Cytoskeleton الهيكل الخلوي

## 2.1 Cellular Level of Organization مستويات التنظيم الخلوي

The **cell theory** is based upon the work of **Schleiden**, **Schwann**, and **Virchow**. It states that: تقوم نظرية الخلية على عمل شيلدن وشوان وفيرشو وتنص على أن:

- All organisms are composed of cells. تتكون كل المخلوقات من خلايا.
- Cells are the basic units of structure and function in organisms. الخلايا هي وحدات البناء والوظيفة في المخلوقات.
- Cells come only from preexisting cells because cells are self-reproducing. تنتج الخلايا فقط من خلايا سابقة، لأن الخلايا ذاتية التكاثر.

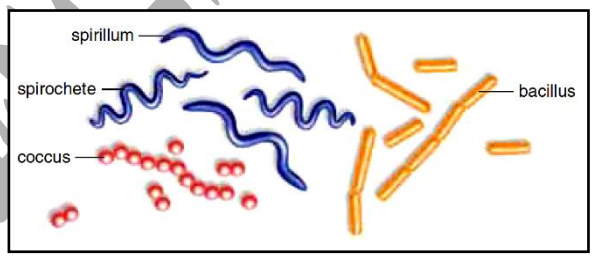


## 2.2 Prokaryotic Cells خلايا بدائية النواة

Two different types of cells exist:- يوجد نوعين من الخلايا:-

- **Prokaryotic cells** are so named because they lack a membrane bounded nucleus. خلايا بدائية النواة، وسميت بذلك لأن لا يوجد بها نواة محاطة بغشاء.
- They are divided into two types, based on DNA and RNA base sequence differences.
  وهي تقسم لنوعين بناء على اختلافات مقاطع DNA وRNA بها.
  Ex. Bacteria and Archaea أمثلة: البدائيات والبكتيريا
- **Eukaryotic cell** which has a nucleus. خلايا حقيقية النواة والتي يوجد بها نواة.
  Ex. Animal cells, plant cells and those of fungi and many protists.
  أمثلة: خلايا الحيوانات، خلايا النباتات، وخلايا الفطريات والطلائعيات.

### The Structure of Prokaryotes: تركيب خلايا بدائية النواة

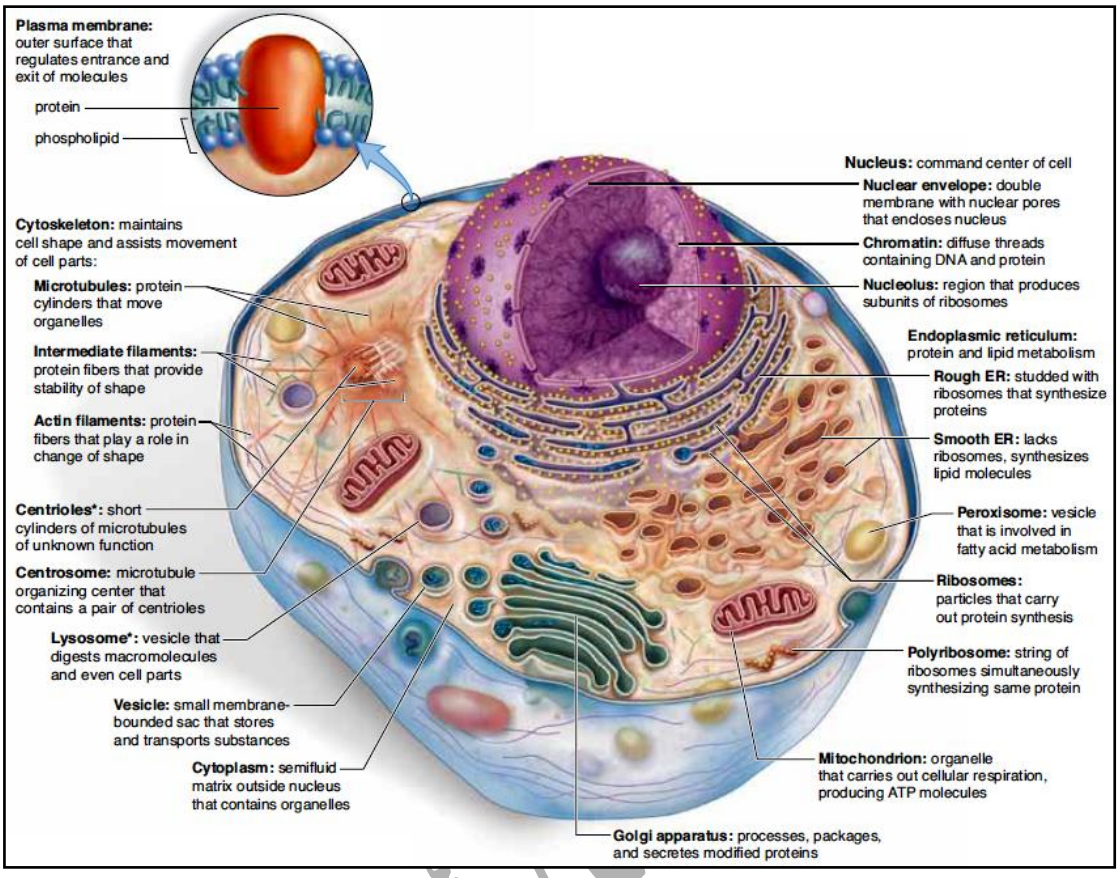


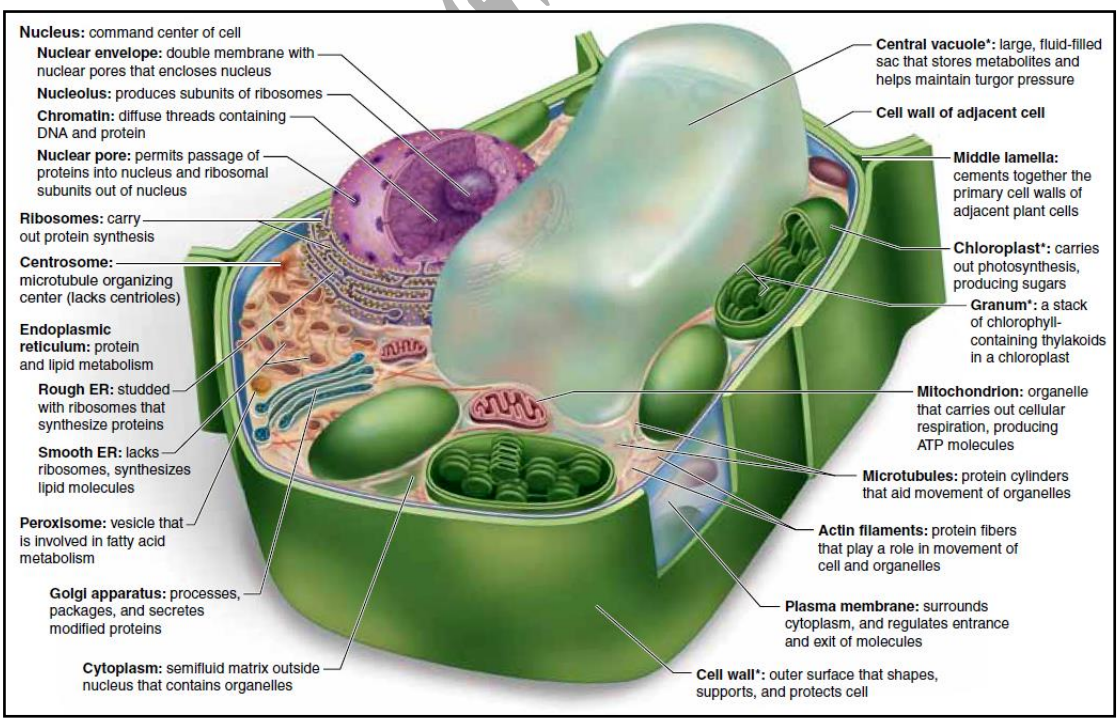

- A rod shaped bacterium is called a **bacillus**.
  خلايا بكتيريا طولية الشكل تسمى عصوية.
- Spherical shaped bacterium is a **coccus**.
  خلايا بكتيريا كروية الشكل تسمى كروية.
- Some long rods are twisted into spirals, in which case they are **spirilla** if they are rigid or **spirochetes** if they are flexible. بعض الخلايا العصوية الطويلة تلتف على شكل لولبي وفي هذه الحالة تسمى حلزونية (حليزن) إذا كانت جامدة، وتسمى لولبية إذا كانت مرنة.
- **The DNA** of a prokaryote is found in a chromosome that coils up and is located in a region called the **nucleoid**.
- يوجد DNA خلايا بدائية النواة على شكل كروموسوم واحد ملتف، ويتواجد في منطقة تسمى نظير النواة.
- Many bacteria also have an extrachromosomal piece of circular DNA called a plasmid.
- أيضاً تحوي الكثير من البكتيريا كروموسوم إضافة وهو قطعة دائرية من DNA تسمى البلازميد.
- Plasmids are used in biotechnology laboratories. This technology is important in the production of new medicines.
- تستخدم البلازميدات في مختبرات التقنية الحيوية. وهذه التقنية مهمة في إنتاج أدوية جديدة.

## 2.3 Introducing Eukaryotic Cells

### Structure of Eukaryotic Cell

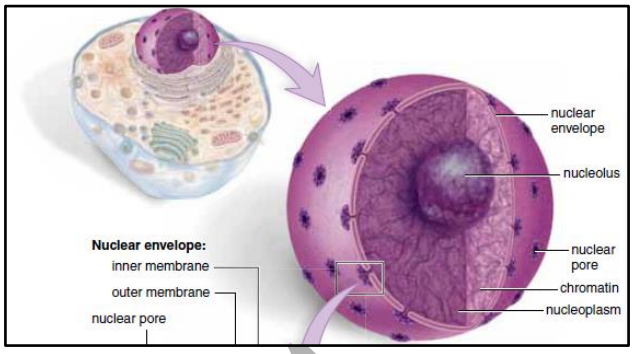
- Eukaryotic cells have compartments called organelles.
- تحوي خلايا حقيقية النواة تراكيب تسمى العضيات.
- Each membranous organelle has a specific structure and function.
- كل عُضي غشائي (عُضي محاطة بغشاء) له تركيب ووظيفة محددة.


**Plasma membrane:** outer surface that regulates entrance and exit of molecules
protein
phospholipid
**Cytoskeleton:** maintains cell shape and assists movement of cell parts:
**Microtubules:** protein cylinders that move organelles
**Intermediate filaments:** protein fibers that provide stability of shape
**Actin filaments:** protein fibers that play a role in change of shape
**Centrioles*:** short cylinders of microtubules of unknown function
**Centrosome:** microtubule organizing center that contains a pair of centrioles
**Lysosome*:** vesicle that digests macromolecules and even cell parts
**Vesicle:** small membrane-bounded sac that stores and transports substances
**Cytoplasm:** semifluid matrix outside nucleus that contains organelles
**Nucleus:** command center of cell
**Nuclear envelope:** double membrane with nuclear pores that encloses nucleus
**Chromatin:** diffuse threads containing DNA and protein
**Nucleolus:** region that produces subunits of ribosomes
**Endoplasmic reticulum:** protein and lipid metabolism
**Rough ER:** studded with ribosomes that synthesize proteins
**Smooth ER:** lacks ribosomes, synthesizes lipid molecules
**Peroxisome:** vesicle that is involved in fatty acid metabolism
**Ribosomes:** particles that carry out protein synthesis
**Polyribosome:** string of ribosomes simultaneously synthesizing same protein
**Mitochondrion:** organelle that carries out cellular respiration, producing ATP molecules
**Golgi apparatus:** processes, packages, and secretes modified proteins


**Nucleus:** command center of cell
**Nuclear envelope:** double membrane with nuclear pores that encloses nucleus
**Nucleolus:** produces subunits of ribosomes
**Chromatin:** diffuse threads containing DNA and protein
**Nuclear pore:** permits passage of proteins into nucleus and ribosomal subunits out of nucleus
**Ribosomes:** carry out protein synthesis
**Centrosome:** microtubule organizing center (lacks centrioles)
**Endoplasmic reticulum:** protein and lipid metabolism
**Rough ER:** studded with ribosomes that synthesize proteins
**Smooth ER:** lacks ribosomes, synthesizes lipid molecules
**Peroxisome:** vesicle that is involved in fatty acid metabolism
**Golgi apparatus:** processes, packages, and secretes modified proteins
**Cytoplasm:** semifluid matrix outside nucleus that contains organelles
**Central vacuole*:** large, fluid-filled sac that stores metabolites and helps maintain turgor pressure
**Cell wall of adjacent cell**
**Middle lamella:** cements together the primary cell walls of adjacent plant cells
**Chloroplast*:** carries out photosynthesis, producing sugars
**Granum*:** a stack of chlorophyll-containing thylakoids in a chloroplast
**Mitochondrion:** organelle that carries out cellular respiration, producing ATP molecules
**Microtubules:** protein cylinders that aid movement of organelles
**Actin filaments:** protein fibers that play a role in movement of cell and organelles
**Plasma membrane:** surrounds cytoplasm, and regulates entrance and exit of molecules
**Cell wall*:** outer surface that shapes, supports, and protects cell

# 2.4 The Nucleus and Ribosomes

## The Nucleus النواة




- The **chromosomes** are the carriers of genetic information and that the **nucleus** is the command center of the cell.
- الكروموسومات هي حاملات المعلومات الوراثية والنواة هي مركز التحكم بالخلية.
- Some cells, such as skeletal muscle cells, can have more than one nucleus.
- بعض الخلايا مثل الخلايا العضلية قد تحوي أكثر من نواة.
- The nucleus contains **chromatin** in the **nucleoplasm**.
- تحوي النواة الكروماتين في السائل النووي.
- Chromatin condenses into **chromosomes**.
- يتكاثف الكروماتين على شكل (لـ) كروموسومات.
- All the cells of an individual contain the same number of chromosomes, but the egg and sperm, have half this number.
- تحوي كل الخلايا في الفرد على نفس عدد الكروموسومات، ولكن يحوي الحيوان المنوي والبويضة على نصف هذا العدد.
- Chromatin, and therefore chromosomes, contains DNA, protein, and some RNA (ribonucleic acid).
- يحوي الكروماتين وبالتالي الكروموسومات على DNA والبروتين وكمية من RNA.
- **Genes**, **composed** of DNA, are units of heredity located on the chromosomes.
- تتكون الجينات من DNA وهي وحدات الوراثة وتوجد على الكروموسوات.
- Three types of RNA are produced in the nucleus: ribosomal RNA (rRNA), messenger RNA (mRNA), and transfer RNA (tRNA).
- يُنتج ثلاثة أنواع من RNA في النواة وهي RNA الريبوسومي، RNA الرسول، RNA الناقل.
- Ribosomal RNA is produced in the **nucleolus**, **a dark** region of chromatin where rRNA joins with proteins to form the subunits of ribosomes.
- RNA الريبوسومي يتكون في النوية، وهي منطقة داكنة من الكروماتين حيث يرتبط RNA الريبوسومي مع البروتين ليكون تحت وحدات الريبوسومات.
- The nucleus is separated from the cytoplasm by a double membrane known as the **nuclear envelope**.
- تنفصل النواة عن السيتوبلازم بغشاء مزدوج يُعرف بـ "الغشاء النووي"
- The nuclear envelope has **nuclear pores**.
- الغشاء النووي يوجد به ثقوب نووية.

## The Ribosomes الرايبوسومات

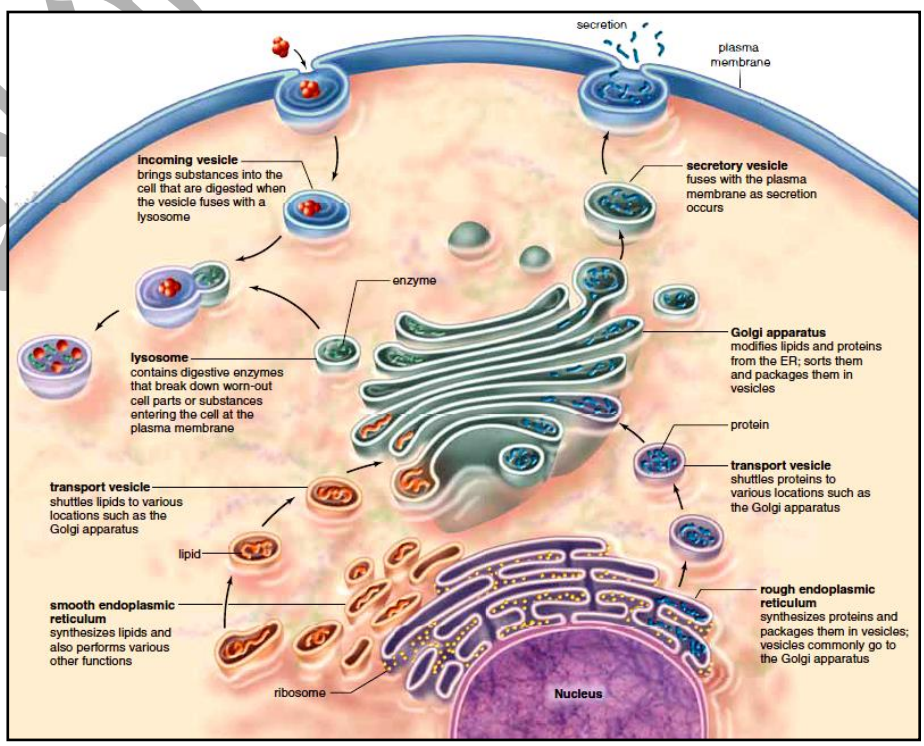
⏩ They are particles where protein synthesis occurs. هي جسيمات يتكون فيها البروتين

- They are composed of two subunits, one large and one small.
- وهي تتكون من تحت وحدتين، واحدة كبيرة والأخرى صغيرة.
- Each subunit has its own mix of proteins and rRNA.
- كل تحت واحدة منهما لها تركيبها الخاص من البروتين وrRNA.
- The number of ribosomes in a cell varies depending on its functions.
- يختلف عدد الريبوسومات في الخلية بناء على وظيفتها.
- **For example**, pancreatic cells and those of other glands have many ribosomes because they produce secretions that contain proteins.
- **على سبيل المثال**: الخلايا البنكرياسية وخلايا الغدد الأخرى لديها الكثير من الريبوسومات لأنها تنتج إفرازات تحوي بروتين.
- **In eukaryotic cells**, some ribosomes occur freely within the cytoplasm, either singly or in groups called **polyribosomes**, and others are attached to the endoplasmic reticulum (ER).
- **في خلايا حقيقية النواة**: بعض الريبوسومات تتواجد حرة في السيتوبلازم، أو إما حرة أو في مجموعات تسمى "عديد الريبوسومات"، وبعضها الآخر مرتبط على الشبكة الإندوبلازمية.

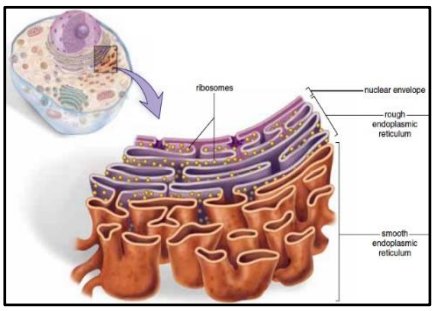
## 2.5 The Endomembrane System نظام الغشاء الداخلي

⏩ **The endomembrane system consists of:** **يتكون نظام الغشاء الداخلي من:**

- The nuclear envelope. الغلاف النووي
- The membranes of the endoplasmic reticulum. أغشية الشبكة الإندوبلازمية
- The Golgi apparatus. جهاز جولوجي
- Several types of vesicles. الحويصلات والأكياس الأخرى

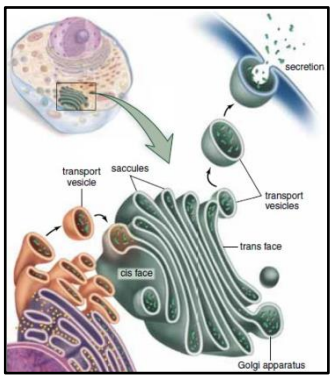


## The Endoplasmic Reticulum الشبكة الإندوبلازمية



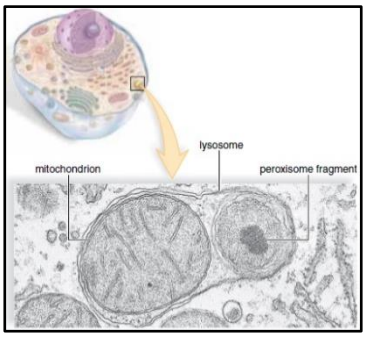

- The **endoplasmic reticulum (ER)** consisting of a membranous channels and saccules (flattened vesicles), which is continuous with the nuclear envelope.
- تتكون الشبكة الإندولازمية من حويصلات وأكياس غشائية (حويصلات مسطحة)، والتي تتصل ببعضها عبر الغلاف النووي.
- The ER consists of rough ER and smooth ER.
- البشكة الإندوبلازمية تتكون من البشكة الإندوبلازمية الخشنة والشبكة الإندوبلازمية الملساء.
- Both rough and smooth ER form vesicles that transport molecules to other parts of the cell.
- تُكون كلاً من الشبكة الإندوبلازمية الخشنة ووالملساء حويصلات تنقل الجزيئات إلى أجزاء أخرى من الخلية.
- **Rough ER** is studded with ribosomes on the side of the membrane that faces the cytoplasm, and because of this, rough ER has the capacity to produce proteins.
- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة مرصعة بالريبوسومات على سطح الغشاء المواجه للسيتوبلازم، وبسبب ذلك فإن الشبكة الإندوبلازمية الخشنة لديها القدرة على تصنيع البروتين.
- Inside its lumen, rough ER contains enzymes that can add carbohydrate (sugar) chains to proteins, and then these proteins are called glycoproteins.
- وتحوي الشبكة الإندولازمية الخشنة داخل تجويفها إنزيمات يمكن أن تضيف الكربوهيدرات (السكر) إلى سلاسل البروتين، وتسمى هذه البروتينات باسم "جلايكوبروتين".
- **Smooth ER** does not have attached ribosomes.
- الشبكة الإندولازمية الملساء لا يوجد عليها ريبوسومات مرتبطة.
- Certain organs contain an abundance of smooth ER and its function depends on the organ. In some organs, smooth ER is associated with the production of lipids.
- تحوي أعضاء معينة وفرة من الشبكة الإندوبلازمية الملساء ووظيفتها تعتمد على العضو نفسه. ففي بعض الأعضاء ترتبط الشبكة الإندولازمية الملساء بإنتاج الدهون.
- For example, in the testes, smooth ER produces testosterone, a steroid hormone.
- على سبيل المثال في الخصيتين، تنتج الشبكة الإندوبلازمية الملساء هرمون سيترويدي
- In the liver, smooth ER helps detoxify drugs.
- تساعد الشبكة الإندولازمية الملساء في الكبد على إزالة السموم.

## The Golgi Apparatus جهاز جولوجي




- The **Golgi apparatus** consists of a stack slightly curved, flattened saccules. Vesicles can be seen at the edges of the saccules.
- يتكون جهاز جولوجي من حزمة من أكياس مسطحة ومنحنية قليلا. ويمكن رؤية حويصلات (كروية) عند حواف هذه الأكياس.
- Protein filled vesicles that bud from the rough ER and lipid filled vesicles that bud from the smooth ER are received by the Golgi apparatus.
- تبرز حويصلات مملوءة بالبروتين من الشبكة الإندوبلازمية الخشنة، وتبرز الحويصلات المملوءة بالدهون، والتي يتم استقبالها بواسطة أجهزة جولوجي.
- It can change one sugar for another sugar.
- وهي (جهاز جولوجي) يمكن أن تغير سكر إلى آخر (من نوع لنوع).
- The **Golgi apparatus** sorts the modified molecules and packages them into vesicles that depart from the outer face.
- تصنف وتعدل أجهزة جولوجي الجزئيات وتجمعهم في حويصلات تغادر من السطح الخارجي.
- In animal cells, some of these vesicles are lysosomes.
- في الخلايا الحيوانية بعض الحويصلات هي ليزوسومات (أجسام محللة).

## Lysosomes (الأجسام المحللة) الليزوسومات



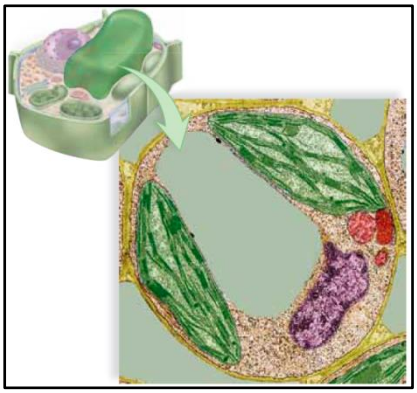

- **Lysosomes** are membrane bounded vesicles produced by the Golgi apparatus.
- هي حويصلات محاطة بأغشية تُنتج بواسطة أجهزة جولوجي.
- **Lysosomes** have a very low pH and store powerful hydrolytic digestive enzymes in an **inactive** state.
- وهي منخفضة جداً في الرقم الهيدروجيني، وتخزن إنزيمات تحليل مائية هاضمة قوية في حالة غير نشطة.
- **Lysosomes** assist in digesting material taken into the cell.
- تساعد الأجسام المحللة في هضم المواد التي تدخل للخلية.
- They destroy non- functional organelles.
- تدمر العضيات غير العاملة (الهرمة - التي فقدت وظيفتها)
- Some white blood cells defend the body by engulfing bacteria that are then enclosed within vacuoles.
- تدافع بعض خلايا الدم البيضاء عن الجسم بابتلاع البكتيريا داخل حويصلات.
- When lysosomes fuse with these vacuoles, the bacteria are digested.
- عندما تلتصق الليزوسومات بهذه الحويصلات يتم هضم البكتيريا.

# 2.6 Other Vesicles and Vacuoles الفجوات والحويصلات الأخرى

## Peroxisomes البيروكسيمات

- **Peroxisomes,** similar to lysosomes, are membrane bounded vesicles that enclose enzymes.
- تتشابه البيروكسيمات مع الليزوسومات، وهي حويصلات محاطة بأغشية تحوي إنزيمات.
- However, the enzymes in peroxisomes are synthesized by free ribosomes and transported into a peroxisome from the cytoplasm.
- ومع ذلك فإن الإنزيمات في البيروكسيمات تتكون بواسطة الريبوسومات الحرة وتنقل لها من السيتوبلازم.
- All peroxisomes contain enzymes whose actions result in hydrogen peroxide ($H_2O_2$).
- كل البيروكسيمات تحوي إنزيمات ينتج عن تفاعلاتها فوق أكسيد الهيدروجين.
- They are synthesizing and breaking down lipids.
- وهي تعمل على بناء وتكسير الدهون.
- In the liver, some peroxisomes produce bile salts from cholesterol, and others break down fats.
- في خلايا الكبد، بعض البيروكسيمات تنتج أملاح الصفراء والكوليسترول، والبعض الأخر يحط الدهون.
- Plant cells germinating seeds, they oxidize fatty acids into molecules that can be converted to sugars needed by the growing plant.
- خلايا البذور النباتية المنبتة تؤكسد الأحماض الدهنية إلى جزيئات يمكن أن تتحول إلى سكريات يعتمد عليها نمو النبات.
- In leaves, peroxisomes can carry out a reaction that is uses up oxygen and releases carbon dioxide.
- في الأوراق، يمكن أن تقوم البيروكسيمات بتفاعل يستهلك الأكسجين ويحرر ثاني أكسيد الكربون.

## Vacuoles الفجوات



- **Vacuoles** are membranous sacs. But vacuoles are larger than vesicles.
- الفجوات هي أكياس غشائية. ولكن الفجوات أكبر من الحويصلات.
- The contractile vacuoles of some cells get rid of excess water others digestive vacuoles for breaking down nutrients.
- تتخلص الفجوة المنقبضة في بعض الخلايا من الماء الزائد، وبعض الفجوات الهاضمة الأخرى لتكسير المواد الغذائية.
- Few animal cells contain vacuoles. القليل من الخلايا الحيوانية تحوي فجوات.

### Plant vacuoles: الفجوات النباتية

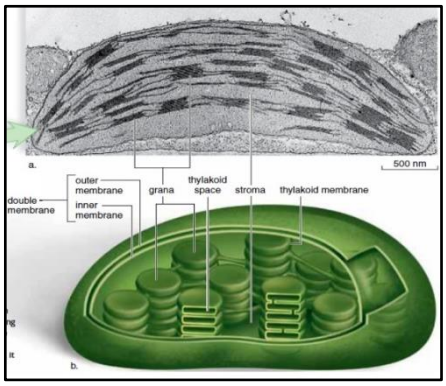
- Plant vacuoles contain water, sugars, salts, pigments and toxic molecules.
- تحوي الفجوات النباتية ماء وسكر وأملاح وأصباغ ومواد سامة.
- The pigments are responsible for many of the red, blue, or purple colors of flowers and some leaves.
- هذه الأصباغ هي المسؤولة عن العديد من الألوان الحمراء والزرقاء والبنفسجية للأوراق النباتية وبعض الأوراق.
- The toxic substances help protect a land plant from herbivorous animals .
- تساعد المواد السامة على حماية النباتات الأرضية من الحيوانات آكلات العشب.

### Plant Cell Central Vacuole: الفجوة النباتية المركزية

- Typically, plant cells have a large **central vacuole** that may take up to 90% of the volume of the cell.
- عادة تحوي الخلايا النباتية فجوة كبيرة مركزية كبيرة والتي قد تشغل حوالي ٩٠٪ من حجم الخلية.
- The central vacuole function is:
  - ✓ Storage of both nutrients and waste products.
  - ✓ تخزن كلاً من المواد الغذائية والفضلات الناتجة.
  - ✓ It is filled with a watery fluid called cell sap that support the cell.
  - ✓ وهي مملؤة بسائل مائي يسمى العصارة الخلوية، والتي تدعم الخلية.
  - ✓ It maintains hydrostatic pressure in plant cells.
  - ✓ تدعم الضغط المائي الاستاتيكي (الهيدروستاتيك) في الخلية النباتية.
  - ✓ As organelles age and become nonfunctional, they fuse with the vacuole, where digestive enzymes break them down.
  - ✓ مع تقدم عمر العضيات تصبح غير قادرة على العمل (غير وظيفية)، فإنها تلتصق بالفجوة تقوم الانزيمات الهاضمة بتحطيمها.

## 2.7 The Energy Related Organelles العضيات المرتبطة بالطاقة

### Chloroplasts: البلاستيدات الخضراء



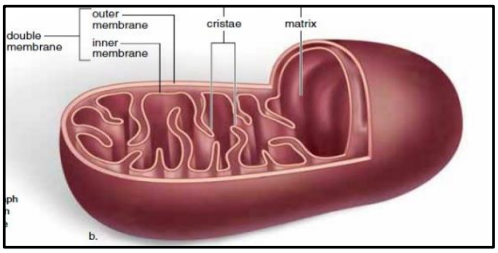

- **Chloroplasts** have a three-membrane system.
- البلاستيدات الخضراء لها نظام ثلاثي الأغشية.
- Chloroplasts are bounded by a double membrane.
- وهي محاطة بغشاء مزدوج.
- The double membrane encloses:
- يحيط هذا الغشاء المزدوج بكلاً من:-
  - The semifluid **stroma,** which contains enzymes and **thylakoids.**
  - اللحمة (الستروما) وهي نصف سائلة (سائل هلامي) والتي تحوي إنزيمات والثيلاكويد.
  - **Thylakoids** are disk like sacs formed from a third chloroplast membrane.
  - الثيلاكويد وهي عبارة عن حويصلات تشبه الأقراص تتكون من الغشاء الثالث للبلاستيدة الخضراء.
  - A stack of thylakoids is a **granum.** تسمى كل حزمة من الثيلاكويد بـ (الجرانم)

- **Chlorophyll** and the other **pigments** that capture solar energy are located in the thylakoid membrane, and the **enzymes** that synthesize carbohydrates are located outside the thylakoid in the fluid of the stroma.
- يتواجد كلوروفيل II والأصباغ الأخرى التي تمتص الطاقة الضوئية في أغشية الثيلاكويد، بينما تتواجد الإنزيمات التي تقوم ببناء الكربوهيدات خارج الثيلاكويد في سائل اللحمة.

**Other Types of Plastids:** أنواع أخرى من البلاستيدات

- **Chromoplasts** contain pigments that result in a yellow, orange, or red color.
- **البلاستيدات الملونة** تحوي أصباغ ينتج عنها الألوان الصفراء والبرتقالية والحمراء.
  - Chromoplasts are responsible for the color of autumn leaves, fruits, carrots, and some flowers.
  - البلاستيدات الملونة مسؤولة عن ألوان أوراق الخريف، والفواكه والجزر وبعض الأزهار.
- **Leucoplasts** are generally colorless plastids that synthesize and store starches and oils.
- **البلاستيدات عديمة اللون** (الشفافة) هي بلاستيدات ليس لها ألوان والتي تكون وتخزن النشا والزيوت.
  - A microscopic examination of potato tissue yields a number of leucoplasts.
  - أظهر (أوضح - بيّنَ - نتج عنه) التحليل المجهري لنسيج البطاطس عدد من البلاستيدات عديمة اللون.

**Mitochondria: الميتوكوندريا**




- Nearly all eukaryotic cells, and certainly all plant and algae cells in addition to animal cells, contain **mitochondria**.
- تقريبا كل خلايا حقيقية النواة وبالتأكيد كل الخلايا النباتية وخلايا الفطريات بالإضافة إلى الخلايا الحيوانية تحوي الميتوكوندريا.
- The number of mitochondria can vary in cells depending on their activities. Some cells, such as **liver cells**, may have as many as 1,000 mitochondria.
- يمكن أن يختلف عدد الميتكوندريا في الخلايا اعتماداً على نشاطها. فبعض الخلايا مثل خلايا الكبد يمكن أن يتواجد بها ١٠٠٠ ميتوكوندريا.
- Mitochondria have two membranes, the outer membrane and the inner membrane.
- الميتوكوندريا لها غشاءان، الغشاء الخارجي والغشاء الداخلي.
- The inner membrane is highly convoluted into cristae that project into the matrix.
- الغشاء الداخلي شديد الالتواء (الانثناء) ليكون زوائد تمتد في المادة الخلالية (السائل الحشوي) بها.

- These **cristae** increase the surface area of the inner membrane so much that in a liver cell they account for about one third the total membrane in the cell.
- هذه الأعراف تزيد مساحة سطح الغشاء الداخلي بدرجة كبيرة، حيث أنه في خلايا الكبد يصل عدد ثلث مساحة الأغشية في الخلية.

- The inner membrane encloses a semifluid matrix, which contains mitochondrial DNA and ribosomes.
- الغشاء الداخلي يغلف مادة خلالية نصف سائلة (هلامية)، والتي تحوي DNA خاص بالميتوكوندريا وريبوسومات.
- **Mitochondria** are often called the **powerhouses** of the cell because they produce most of the ATP utilized by the cell.
- عادة تسمى الميتكوندريا ببيت الطاقة في الخلية، لأنها تنتج معظم ATP المستخدم في الخلية.
- The entire process, which also involves the cytoplasm, is called cellular respiration because oxygen is used and carbon dioxide is given off.
- تسمى هذه العملية إجمالاً والتي تتضمن السيتوبلازم أيضاً بـ التنفس الخلوي،لأن الأكسجين يُستخدم خلايا وينتج ثاني أكسيد الكربون.

الأستاذ/ أسامة النادي