Biology 101

File: Chapter 7
Concept: All required concepts

Concept 7.1: Microscopy

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

*نهدي يعني شرح زيادة Extra

The development of instruments that extend the human senses allowed the discovery and early study of cells. Microscopes were invented in 1590 and further refined during the 1600s. Cell walls were first seen on dead cells of oak bark by Robert Hooke in 1665 and living cells by Antoni van Leeuwenhoek a few years later.

The microscopes first used by Renaissance scientists, as well as the microscopes you are likely to use in the laboratory, are all light microscopes. In a light microscope (LM), visible light is passed through the specimen and then through glass lenses. The lenses refract (bend) the light in such a way that the image of the specimen is magnified as it is projected into the eye or into a camera.

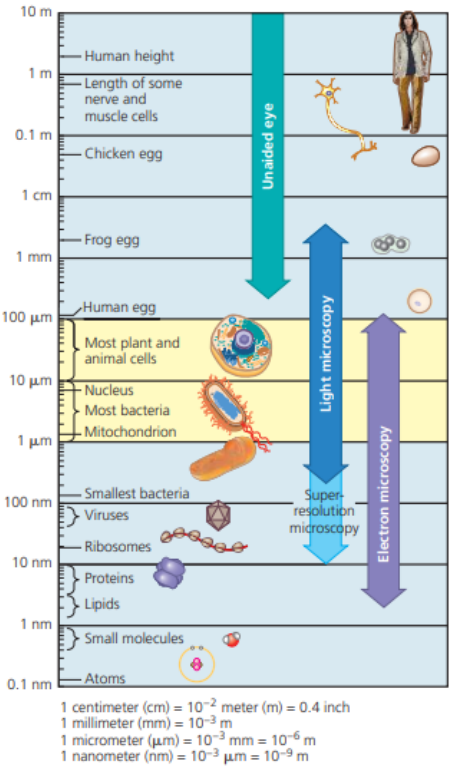
أول مجهر تم استخدامه هو **المجهر الضوئي**، مبدأ عمله هو أن الضوء المرئي يمر عبر العينة ومن ثم عبر العدسات الزجاجية، تؤدي العدسات إلى انكسار (ثني) الضوء بطريقة تؤدي إلى تكبير العينة أثناء اسقاطها على العينة أو الكاميرا.

Three important parameters in microscopy are magnification, resolution, and contrast. Magnification is the ratio of an object's image size to its real size. Light microscopes can magnify effectively to about 1,000 times the actual size of the specimen; at greater magnifications, additional details cannot be seen clearly. Resolution is a measure of the clarity of the image; it is the minimum distance two points can be separated and still be

distinguished as separate points. For example, what appears to the unaided eye as one star in the sky may be resolved as twin stars with a telescope, which has a higher resolving ability than the eye. Similarly, using standard techniques, the light microscope cannot resolve detail finer than about 0.2 micrometer (µm), or 200 nanometers (nm), regardless of the magnification, the third parameter, contrast, is the difference in brightness between the light and dark areas of an image. Methods for enhancing contrast include staining or labeling cell components to stand out visually.

ثلاثة مقاييس مهمة فى المجهر:

1. **Magnification**: (التكبير) نسبة حجم صورة الجسم إلى حجمه الأصلي، يستطيع المجهر الضوئي تكبير العينة إلى **1000** ضعف حجمها الفعلي (عند **تكبيرالصورة** بشكل أكبر، **تقل** امكانية رؤية **التفاصيل** بشكل **واضح**).



2. **Resolution**: (الدّقة) مقياس لوضوح الصورة وهي الحد الأدنى للمسافة التي يمكن فصل نقطتين عنها مع الاستمرار في تمييزهما **كنقطتين** (مثال: قد ترى بعينك المجردة نجمًا واحدًا في السماء، ولكن عندما تشاهد عن طريق التلسكوب تجد أنهما نجمين اثنين، لأن التلسكوب يمتلك دقّة أكبر وقدرة تحليل أعلى) **لا يستطيع** المجهر الضوئي تحليل تفاصيل أدق من **µm0.2** فمثلًا إذا كانت المسافة بين نقطتين أقل من µm0.2 سوف تراهم كنقطة واحدة.

3. **Contrast**: (التباين) الفرق بالسطوع بين المناطق الفاتحة والغامقة، ممكن أن نزيد التباين **بطريقتين**، صبغ العينة، أو وضع علامة عليها لتصبح بارزة.

Until recently, the resolution barrier prevented cell biologists from using standard light microscopy when studying organelles, the membrane-enclosed structures within eukaryotic cells. To see these structures in any detail required the development of a new instrument. In the *1950s*, the electron microscope was introduced to biology. Rather than focusing light, the electron microscope (EM) focuses a beam of electrons through the specimen or onto its surface. Resolution is inversely related to the wavelength of the light (or electrons) a microscope uses for imaging, and electron beams have much shorter wavelengths than visible light. Modern electron microscopes can theoretically achieve a resolution of about 0.002 nm, though in practice they usually cannot resolve structures smaller than about 2 nm across. Still, this is a 100-fold improvement over the standard light microscope.

عامل الدقة في **المجهر الضوئي** كان يشكل حاجزًا أمام العلماء لدراسة العضّيات (كما ذكرنا المجهر الضوئي لا يستطيع تحليل تفاصيل أدق من 0.2µm)، لذلك كان يجب تطوير أداة جديدة.

ومن هنا ظهر **المجهر الإلكتروني**، بدلًا من تركيز الضوء، يركز المجهر الاكتروني شعاعا من الالكترونات عبر العينة أو على سطحها.

تتناسب الدقة عكسيا مع الطول الموجي للضوء أو الالكترونات، وتمتلك حزمة **الالكترونات** طولا موجيا أقصر بكثير من **الضوء المرئي** وبالتالي فإن دقة المجهر الالكتروني أعلى من المجهر الضوئي.

نظريًا، دقّة المجهر الالكتروني 0.002 nm ولكن عمليًا **2 nm**، أي **أكثر دقة من المجهر الضوئي بـ 100 ضعف**.

The scanning electron microscope (SEM) is especially useful for detailed study of the topography of a specimen .The electron beam scans the surface of the sample, usually coated with a thin film of gold. The beam excites electrons on the surface ,and these secondary electrons are detected by a device that translates the pattern of electrons into an electronic signal sent to a video

screen. The result is an image of the specimen's surface that appears three-dimensional.

The transmission electron microscope (TEM) is used to study the internal structure of cells. The TEM aims an electron beam through a very thin section of the specimen, much as a light microscope aims light through a sample on a slide. For the TEM, the specimen has been stained with atoms of heavy metals ,which attach to certain cellular structures, thus enhancing the electron density of some parts of the cell more than others. The electrons passing through the specimen are scattered more in the denser regions, so fewer are transmitted. The image displays the pattern of transmitted electrons. Instead of using glass lenses, both the SEM and TEM use electromagnets as lenses to bend the paths of the electrons, ultimately focusing the image onto a monitor for viewing.

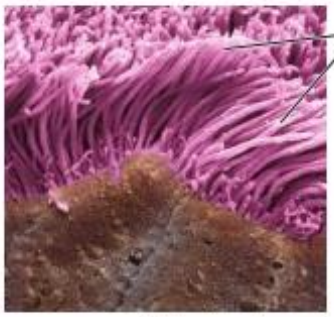
يوجد نوعين ممن المجهر الالكتروني:

1. **The scanning electron microscope (SEM):** لدراسة **تضاريس** العينة، يقوم شعاع من الالكترونات بمسح سطح العينة الذي يكون مغطى بطبقة رقيقة من **الذهب**، ما يؤدي الى اثارة الالكترونات التي على سطح العينة، ويتم اكتشاف الالكترونات الثانية بواسطة جهاز يترجم نمط الالكترونات الى اشارة الكترونية يتم ارسالها الى شاشة فيديو، و النتيجة صورة **ثلاثية الأبعاد** لسطح العينة.
2. **The transmission electron microscope (TEM):** لدراسة **التراكيب الداخلية** للخلية، يوجه شعاع من الالكترونات عبر قسم رقيق من العينة التي تكون مصبوغة بذرات **المعادن الثقيلة**، ترتبط ذرات المعادن بتراكيب معينة في الخلية، بالتالي تعزز كثافة الالكترونات في بعض أجزاء الخلية أكثر من غيرها، تمر الالكترونات عبر العينة وتتنتشربشكل أكبر في المناطق الأكثر كثافة، تعرض الصورة نمط الالكترونات المنقولة.

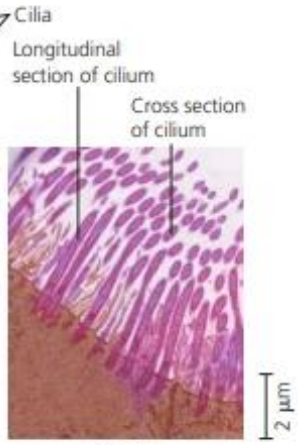
بدلًا من استخدام العدسات الزجاجية، يستخدم المجهر الالكتروني **مغانط كهربائية** كعدسات لثني مسارات الالكترونات، لتركيز الصورة على شاشة للعرض.

Electron Microscopy (EM)

Scanning electron microscopy (SEM). Micrographs taken with a scanning electron microscope show a 3-D image of the surface of a specimen. This SEM shows the surface of a cell from a trachea (windpipe) covered with cell projections called cilia. Electron micrographs are black and white but are often artificially colorized to highlight particular structures, as has been done with all three electron micrographs shown here.



SEM 2 µm



TEM

Transmission electron microscopy (TEM). A transmission electron microscope profiles a thin section of a specimen. This TEM shows a section through a tracheal cell, revealing its internal structure. In preparing the specimen, some cilia were cut along their lengths, creating longitudinal sections, while other cilia were cut straight across, creating cross sections.

Electron microscopes have revealed many subcellular structures that were impossible to resolve with the light microscope. But the light microscope offers advantages, especially in studying living cells. A disadvantage of electron microscopy is that the methods customarily used to prepare the specimen kill the cells and can introduce artifacts, structural features seen in micrographs that do not exist in the living cell.

كشفت المجاهر الالكترونية عن العديد من التراكيب الخلوية الفرعية، التي يستحيل رؤيتها بالمجهر الضوئي.

يوفر **المجهر الضوئي** مزايا خاصة في **دراسة الخلايا الحية**، على عكس **المجهر الالكتروني** الذي يؤدي **قتل الخلايا** أثناء تحضيرها، ويمكن أن تؤدي إلى ظهور **سمات هيكلية** في الصورة المجهرية، لا وجود لها في الخلية الحية.

In the past several decades, light microscopy has been revitalized by major technical advances (see Figure 6.3). Labeling individual cellular molecules or structures with fluorescent markers has made it possible to see such structures with increasing detail .In addition, both confocal and deconvolution microscopy have produced sharper images of three-dimensional tissues and cells . Finally, a group of new techniques and labeling molecules developed in recent year, called super-resolution microscopy, has allowed researchers to "break" the resolution barrier and distinguish subcellular structures as small as 10–20 nm across.

تم تنشيط **المجهر الضوئي** في العقود الماضية، فظهر لدينا وسم جزيئات الخلية وتراكيبها ب fluorescent الذي يمكن من رؤية مثل هذه التراكيب بمزيد من التفاصيل.

Fluorescence: قدرة بعض المواد الكيميائية على إصدار ضوء مرئي بعد امتصاص الاشعاع.

مجموعة من التقنيات الجديدة بالاضافة الى وسم الجزيئات، أدى إلى ظهور المجهر فائق الدقة، بدقة تصل إلى **10–20 nm**.

A recently developed new type of TEM called cryo-electron microscopy (cryo-EM) allows specimens to be preserved at extremely low temperatures. This avoids the use of preservatives, allowing visualization of structures in their cellular environment. This method is increasingly used to complement X-ray crystallography in revealing protein complexes and subcellular structures like ribosomes, described later .Cryo-EM has even been used to resolve some individual proteins. The Nobel Prize for Chemistry was awarded in 2017 to the developers of this valuable technique.

Microscopes are the most important tools of cytology, the study of cell structure. Understanding the function of each structure, however, required the integration of cytology and biochemistry, the study of the chemical processes (metabolism) of cells.

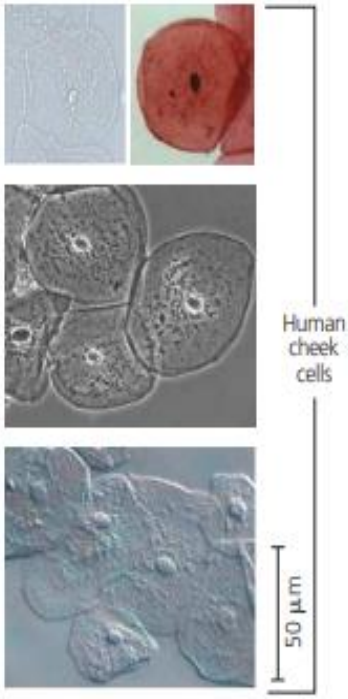
▼ Figure 6.3 Exploring Microscopy

Light Microscopy (LM)

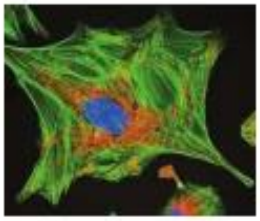
Brightfield. Light passes directly through the specimen. Unstained (left), the image has little contrast. Staining with dyes (right) enhances contrast. Most stains require cells to be preserved, which kills them.

Phase-contrast. Variations in density within the specimen are amplified to enhance contrast in unstained cells; this is especially useful for examining living, unstained cells.

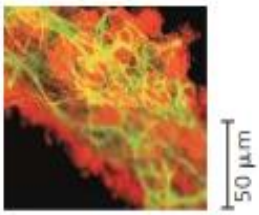
Differential interference contrast (Nomarski). As in phase-contrast microscopy, optical modifications are used to exaggerate differences in density; the image appears almost 3-D.



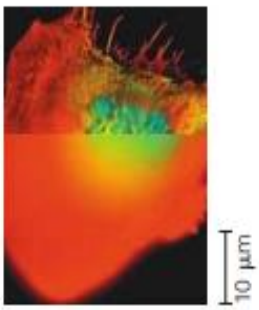
Fluorescence. Locations of specific molecules are revealed by labeling the molecules with fluorescent dyes or antibodies, which absorb ultraviolet radiation and emit visible light. In this fluorescently labeled uterine cell, DNA is blue, organelles called mitochondria are orange, and part of the cell's "skeleton" (called the *cytoskeleton*) is green.



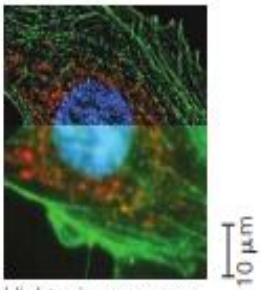
Confocal. This image shows two types of fluorescence micrographs: confocal (top) and standard (bottom). (Nerve cells are green, support cells orange, areas of overlap yellow.) In confocal microscopy, a laser is used to create a single plane of fluorescence; out-of-focus light from other planes is eliminated. By capturing sharp images at many different planes, a 3-D reconstruction can be created. A standard fluorescence micrograph is blurry because out-of-focus light is not excluded.



Deconvolution. The top of this image of a white blood cell was reconstructed from many blurry fluorescence images at different planes, each processed using deconvolution software. This process digitally removes out-of-focus light and reassigns it to its source, creating a much sharper 3-D image. The bottom is a compilation of standard fluorescent micrographs through the same cell.

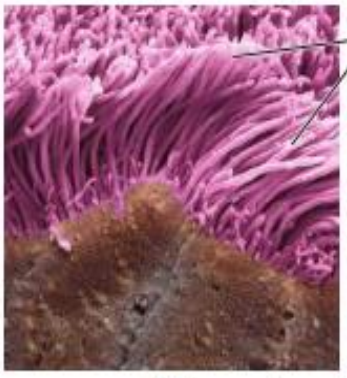


Super-resolution. To make this super-resolution image of a cow aorta cell (top), individual fluorescent molecules were excited by UV light and their position recorded. (DNA is blue, mitochondria red, and part of the cytoskeleton green.) Combining information from many molecules in different places "breaks" the resolution limit, resulting in the sharp image on top. The size of each dot is well below the 200-nm resolution of a standard light microscope, as seen in the confocal image (bottom) of the same cell.

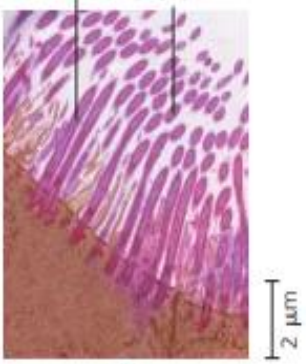


Electron Microscopy (EM)

Scanning electron microscopy (SEM). Micrographs taken with a scanning electron microscope show a 3-D image of the surface of a specimen. This SEM shows the surface of a cell from a trachea (windpipe) covered with cell projections called cilia. Electron micrographs are black and white but are often artificially colorized to highlight particular structures, as has been done with all three electron micrographs shown here.



Transmission electron microscopy (TEM). A transmission electron microscope profiles a thin section of a specimen. This TEM shows a section through a tracheal cell, revealing its internal structure. In preparing the specimen, some cilia were cut along their lengths, creating longitudinal sections, while other cilia were cut straight across, creating cross sections.



Cryo-electron microscopy (cryo-EM). Specimens of tissue or aqueous solutions of proteins are frozen rapidly at temperatures less than –160°C, locking the molecules into a rigid state. A beam of electrons is passed through the sample to visualize the molecules by electron microscopy, and software is used to merge a series of such micrographs, creating a 3-D image like the one below.

Cell Fractionation

A useful technique for studying cell structure and function is cell fractionation, which takes cells apart and separates major organelles and other subcellular structures from one another. The piece of equipment that is used for this task is the centrifuge, which spins test tubes holding mixtures of disrupted cells at a series of increasing speeds, a process called differential centrifugation. At each speed, the resulting force causes a subset of the cell components to settle to the bottom of the tube, forming a pellet. At lower speeds, the pellet consists of larger components, and higher speeds result in a pellet with smaller components. Cell fractionation enables researchers to prepare specific cell components in bulk and identify their functions, a task not usually possible with intact cells. For example, on one of the cell fractions, biochemical tests showed the presence of enzymes involved in cellular respiration, while electron microscopy revealed large numbers of the organelles called mitochondria. Together, these data helped biologists determine that mitochondria are the sites of cellular respiration.

Biochemistry and cytology thus complement each other in correlating cell function with structure.

إحدى التقنيات المفيدة في **دراسة بنية الخلية ووظيفتها** هي **تجزئة الخلايا**، والتي تفكك الخلايا وتفصل العضيات والهياكل الخلوية الفرعية عن بعضها البعض.

توضع مجموعة من الخلايا الممزقة في أنابيب اختبار وباستخدام **جهاز الطرد المركزي** الذي يدور بسلسلة من السرعات المتزايدة وتسمى هذه العملية بالطرد المركزي التفاضلي.

على كل سرعة تتسبب القوة الناتجة في ترسيب مجموعة من مكونات الخلية في قاع الأنبوب:

- على السرعات **المنخفضة**؛ تترسب المواد ذات **الحجم الأكبر**.
- على سرعات **أعلى**؛ تترسب المواد **الأصغر حجمًا**.

مكنت هذه التقنية الباحثين تحضير مكونات خلوية **بكميات كبيرة**، وفصلها لدراستها وتحديد **وظائفها**.

Summary of Concept 7.1: Biologists use microscopes and biochemistry to study cells

- **Microscopes allow visualization of cells that are too small for the unaided eye.**
- **Magnification, resolution, and contrast are key parameters in microscopy.**
- **Light microscopes (LMs) magnify images by passing visible light through the specimen and glass lenses.**
- **Electron microscopes (EMs) use beams of electrons, achieving much higher resolution than LMs.**
- **Transmission EM (TEM) profiles thin sections of specimens, showing internal structures, while Scanning EM (SEM) shows surface topography.**
- **Cell biologists can obtain pellets enriched in particular cellular components by centrifuging disrupted cells at sequential speeds, a process known as cell fractionation.**

ملخص المفهوم 7.1: يستخدم علماء الأحياء الميكروسكوبات والكيمياء الحيوية لدراسة الخلايا.

- الميكروسكوبات تُتيح رؤية الخلايا التي تكون صغيرة جدًا بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.
- **المعايير الأساسية**: التكبير، والدقة، والتباين هي عوامل مهمة في علم الميكروسكوبات.
- **الميكروسكوبات الضوئية Light Microscope**: تكبّر الصور بمرور الضوء المرئي عبر العينة وعدسات زجاجية.
- **الميكروسكوبات الإلكترونية (EM)**: تستخدم شعاع الإلكترونات لتحقيق دقة أعلى بكثير مقارنةً بالميكروسكوبات الضوئية.
- **الميكروسكوب الإلكتروني النافذ (TEM)**: يعرض مقاطع رقيقة من العينات، مما يُظهر البُنى الداخلية، بينما **الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM)**: يُظهر تفاصيل السطح.
- **تجزئة الخلايا Cell Fractionation**: يمكن لعلماء الأحياء الحصول على عينات مخصبة بمكونات خلوية محددة من خلال تدوير الخلايا المكسورة بسرعات متتالية، وهي عملية تُعرف بتجزئة الخلايا.

Past Papers

1. Which of the following types of microscopes is used to study the internal ultrastructure of a cell?

A. SEM

B. TEM

C. Light microscopy

D. Phase- contrast microscopy

E. Super-resolution microscope

—----------

2. A primary objective of cell fractionation is to

A. View the structure of cell membranes.

B. Identify the enzymes outside the organelles.

C. Determine the size of various organelles.

D. Separate the major organelles so that their particular functions can be determined.

E. Crack the cell wall so the cytoplasmic contents can be released.

—----------

3. Which of the following is a measure of clarity:

A. Magnification

B. Contrast

C. Resolution

D. Both of resolution and contrast

E. Both of magnification of contrast

—----------

4. About microscopes, choose the false statement:

A. We use TEM to study the internal structure of cells

B. We use SEM to get 3D image

C. LM uses visible light

D. In EM we use glass lenses

E. We can study living cells with LM

—----------

Answers: 1. B 2. D 3. C 4. D

—----------

الشـهيـد الدكتور عبد الرؤوف عمار العصار، 23 عامًا

كتبت ابنة خاله في رسالة لمنصتنا:

"عبد الرؤوف كان طيّب القلبِ، حسن الأخلاق، وبشوش الوجه دائمًا. كانت الابتسامة لا تفارق وجنتيه أبدًا، ولم يسمح للصلاة أن تفوته ولو لمرة واحدة في المسجد. كان يُحفّظ القرآن للأجيال ويعلمهم الطريق الصحيح للحصول على الفردوس الأعلى. كان الشمعة التي تُنير العائلة، والسند الذي يُصلح ما أفسده الآخرون فينا. شـ ،هيـ ـدنا يشبه شجرة الليمون النضرة، حين تلمح محُياه تسأله بالله أين الحـ،ـرب؟ كان عبد الرؤوف بمثابة الأخ والصديق الحنون، وكان فراقه صعبًا علينا وثقيلاً جدًا كحجر يتواجد على ورقة شجرة. رحلت وبقي أثرك الطيّب وسُمعتك العطرة والحسنة على كل لسان. منذ بداية الحـ،ـرب علمنا أننا مشروع شـ ،هـ ـداء لا نزال نتنفس، فإما نكون من السابقين أو اللاحقين، وقدّر الله أن يصطفيك شـ،هيـ ـدًا مع والدتك وشقيقاتك، كي لا تبقى تتحسر وتتلوع بنار فقدانهم".

تاريخ الاستـ،ـشهـ ـاد: 31/8/2024

اللهم نستودعك أهالي غزّة وفلسطين فانصرهم واحفظهم بعينك التي لا تنام، واربط على قلوبهم وأمدهم بجُندك وأنزل عليهم سكينتك وسخر لهم الأرض ومن عليها.

Concept 7.2: Membranes

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

*نهدي يعني شرح زيادة Extra

Cells—the basic structural and functional units of every organism—are of two distinct types: prokaryotic and eukaryotic. Organisms of the domains Bacteria and Archaea consist of prokaryotic cells. Organisms of the domain Eukarya— protists, fungi, animals, and plants—all consist of eukaryotic cells. ("Protist" is an informal term referring to a diverse group of mostly unicellular eukaryotes.)

- في البداية فلنتذكر التركيب الأساسي للخلية:

Cell ---- Tissue ---- Organ ---- System ---- Organism

خلية ---- نسيج ---- عضو ---- جهاز ---- كائن

- تعتبر **الخلية Cell** هي الوحدة التركيبية والوظيفية الأساسية في أجسام الكائنات الحية جميعها وتتكون بالأساس من عضيات تقوم بوظائف الخلية المطلوبة لاستمرار بقاء الكائن الحي.

Eukaryotic means "true nucleus" (from the Greek eu, true, and karyon, kernel, referring to the nucleus), and prokaryotic means "before nucleus" (from the Greek pro, before), reflecting the earlier evolution of prokaryotic cells.

- هناك فرق يجب معرفته بين مصطلحين مهمين وهما:
  - **خلايا بدائية النواة Prokaryotic Cells**: وهي الخلايا التي **لا تحتوي أنويتها على غشاء** يحيط بها، وتكون الخلايا أصغر وأبسط من حقيقية النواة ، وتحتوي على عضيات

أقل ، ومن أمثلة على الكائنات بدائية النواة : البكتيريا Bacteria والعتائق Archaea .

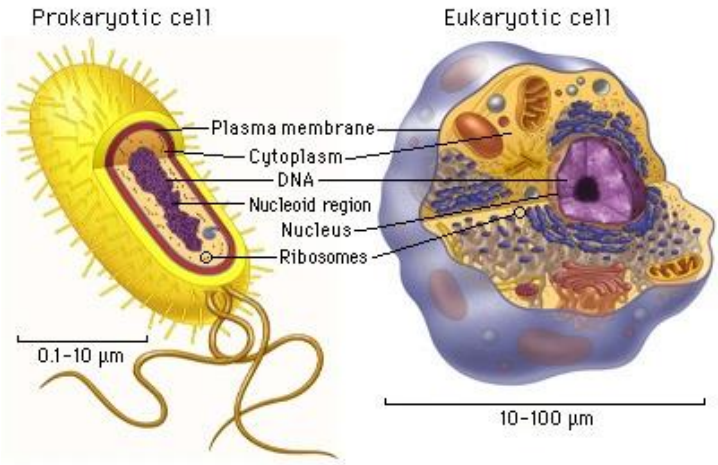
- **خلايا حقيقية النواة Eukaryotic Cells:** وهي خلايا تحتوي على **نواة محاطة بغشاء** والذي من وظيفته تقسيم عضيات الخلية الداخلية وفصلها عن بعضها البعض، وتكون الخلايا أكبر وأعقد من الخلايا بدائية النواة، وتحتوي على عضيات أكثر ، ومن أمثلة على الكائنات حقيقية النواة : كائنات وحيدة الخلية Protist والفطريات Fungi والحيوانات Animals والنباتات Plants.

Comparing Prokaryotic and Eukaryotic Cells All cells share certain basic features: They are all bounded by a selective barrier, called the plasma membrane (or the cell membrane). Inside all cells is a semifluid, jellylike substance called cytosol, in which subcellular components are suspended. All cells contain chromosomes, which carry genes in the form of DNA. And all cells have ribosomes, tiny complexes that make proteins according to instructions from the genes. A major difference between prokaryotic and eukaryotic cells is the location of their DNA. In a eukaryotic cell, most of the DNA is in an organelle called the nucleus, which is bounded by a double membrane. In a prokaryotic cell, the DNA is concentrated in a region that is not membrane-enclosed, called the nucleoid.

بالرغم من الاختلاف بين الكائنات بدائية وحقيقية النواة إلّا أنها تتشارك ببعض الخصائص ،مثل:

- **غشاء الخلية Plasma membrane / Cell membrane** حيث جميع أنواع الخلايا محاطة بهذا الغشاء الذي يمثل حاجز انتقائي يحدد المواد التي تدخل من وإلى الخلية .
- **العصارة الخلوية Cytosol** : وهو شبه سائل هلامي يوجد داخل جميع أنواع الخلايا بين مكوناتها .
- **الكروموسومات Chromosomes** : جينات تحمل الصفات الوراثية لتشكل المادة الوراثية في الخلير على شكل شريطي DNA .

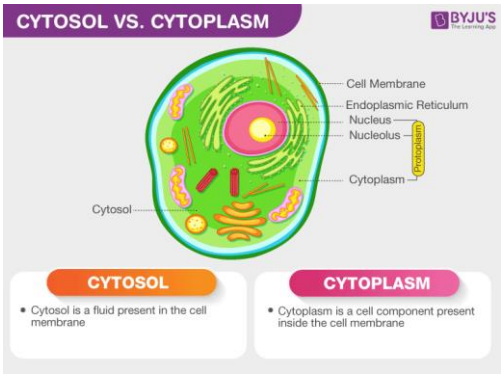
- **الرايبوسومات Ribosomes** : هي مركبات صغيرة تعمل على صناعة البروتينات حسب ترتيب الجينات خلال عملية الترجمة Transcription .
  - إنّ **الفرق** الأكبر بين الكائنات بدائية النواة Prokaryotic cells وحقيقية النواة Eukaryotic cells هو **موقع المادة الوراثية DNA** داخل الخلية، حيث في الكائنات حقيقية النواة تتواجد مادتها الوراثية داخل عُضي يُسمى النواة **nucleus** المُحاطة بغشاء ثنائي، أما في الكائنات بدائية النواة تتمركز مادتها الوراثية داخل الخلية في منطقة معينة ويسمى هذا التجمع **nucleoid** ولا تكون محاطة بأي غشاء يفصلها عن مكونات الخلية الاخرى.



The interior of either type of cell is called the cytoplasm; in eukaryotic cells, this term refers only to the region between the nucleus and the plasma membrane. Within the cytoplasm of a eukaryotic cell, suspended in cytosol, are a variety of organelles of specialized form and function. These membrane-bounded structures are absent in almost all prokaryotic cells, another distinction between prokaryotic and eukaryotic cells. In spite of the absence of organelles, though, the prokaryotic cytoplasm is not a formless soup. For example, some prokaryotes contain regions surrounded by proteins (not membranes), within which specific reactions take place.

- إن المادة التي تتواجد داخل أي نوع من أنواع الخلايا تسمى **السيتوبلازم Cytoplasm**، وفي الكائنات حقيقية النواة يمثل السيتوبلازم المنطقة المحصورة بين النواة وغشاء الخلية أي كل ما بينهما من سائل وعضيات مختلفة من حيث الشكل والوظيفة في حين تغيب الكثير من

العضيات والتركيبات محاطة الغشاء في الكائنات بدائية النواة كما ذكرنا سابقًا أنه فرق مهم للتميز بينهما وبالرغم من ذلك لا يكون السيتوبلازم داخل خلايا الكائنات البدائية عديم الشكل بسبب وجود مناطق تتجمع فيها البروتينات لتعمل تفاعلاتها المعتادة للخلية .



- ما الفرق بين **Cytoplasm & Cytosol**؟
  - **Cytosol**: هو السائل الموجود داخل الخلايا فقط دون العضيات.
  - **Cytoplasm**: يشمل المادة كلها الموجودة داخل الخلية من سائل وعضيات.

Eukaryotic cells are generally much larger than prokaryotic cells. Size is a general feature of cell structure that relates to function. The logistics of carrying out cellular metabolism sets limits on cell size. At the lower limit, the smallest cells known are bacteria called mycoplasmas, which have diameters between 0.1 and 1.0 µm. These are perhaps the smallest packages with enough DNA to program metabolism and enough enzymes and other cellular equipment to carry out the activities necessary for a cell to sustain itself and reproduce. Typical bacteria are 1–5 µm in diameter, about ten times the size of mycoplasmas. Eukaryotic cells are typically 10–100 µm in diameter.

- الحجم من **أهم الفروقات** بين الكائنات حقيقية النواة (الأكبر) وبدائية النواة (الأصغر) والذي يمثل خاصية أساسية لارتباط بنية الخلية بوظيفة الخلية (**حجم أكبر أي بنية معقدة أكثر يقابله وظائف أكثر والعكس صحيح**)، ولكن الذي يحدد حجم الخلية ويضع حدودًا له هو العمليات الخلوية (**عمليات الأيض**) (**Metabolism**) والتي تشمل البناء والهدم فبالبناء يزيد حجم الخلية نتيجة لزيادة عدد العضيات أم الهدم فيتخلص من العضيات فبالتالي هذا يقلل الحجم وهكذا يتوازن الحجم بين البناء والهدم.
- **أصغر الخلايا** المعروفة هي بكتيريا تسمى **الميكوبلازما mycoplasmas**، والتي يتراوح قطرها بين 0.1 و1.0 ميكرومتر، ربما تكون هذه هي أصغر الحزم التي تحتوي على ما يكفي من الحمض النووي DNA لبرمجة عملية التمثيل الغذائي (**Metabolism**) وما يكفي من

الإنزيمات (**Enzymes**) والمعدات الخلوية الأخرى للقيام بالأنشطة اللازمة للخلية للحفاظ على نفسها والتكاثر.

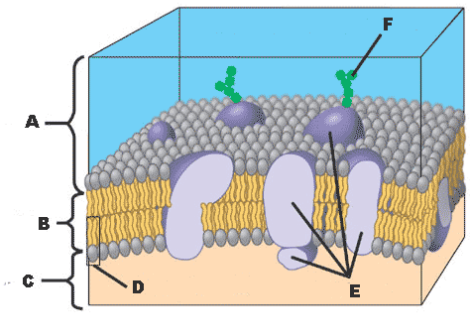
- يبلغ قطر البكتيريا النموذجية 5-1 ميكرومتر، أي حوالي عشرة أضعاف حجم الميكوبلازما.
- يبلغ قطر الخلايا حقيقية النواة عادة 100-10 ميكرومتر.
- لاحظ الفرق الهائل بين حجم خلايا بدائية النواة وحقيقية النواة!!

The plasma membrane and the membranes of organelles consist of a double layer (bilayer) of phospholipids with various proteins attached to or embedded in it. The hydrophobic parts of phospholipids and membrane proteins are found in the interior of the membrane, while the hydrophilic parts are in contact with aqueous solutions on either side. Carbohydrate side chains may be attached to proteins or lipids on the outer surface of the plasma membrane.

- يتكون الغشاء البلازمي **Plasma membrane** والأغشية المحيطات بالعضيات من طبقتين من الليبيدات المفسفرة Bilayer of Phospholipids وعدد من البروتينات المختلفة (تمثل الرمز **E** في الرسمة بالأسفل) بالإضافة إلى سلاسل الكربوهيدرات Carbohydrates (تمثل الرمز **F** في الرسمة بالأسفل) التي قد تكون مرتبطة بالبروتينات أو الليبيدات على السطح الخارجي فقط من الغشاء.
- **ينقسم** الغشاء البلازمي والأغشية المحيطة بالعضيات في تركيبها إلى قسمين:
  - الجزء المُحب للماء **Hydrophilic** part والذي يمثل الجزء الخارجي للأغشية ويكون هذا الجزء محاط بالسوائل والمحاليل.
  - الجزء الكاره للماء **Hydrophobic** part والذي يمثل الجزء الداخلي للأغشية.

TEST your knowledge:

Which parts are hydrophilic, and Which is hydrophobic??



(b) Structure of the plasma membrane

- A & C: Hydrophilic
- B: Hydrophobic

Metabolic requirements also impose theoretical upper limits on the size that is practical for a single cell. At the boundary of every cell, the plasma membrane functions as a selective barrier that allows passage of enough oxygen, nutrients, and wastes to service the entire cell. For each square micrometer of membrane, only a limited amount of a particular substance can cross per second, so the ratio of surface area to volume is critical. As a cell (or any other object) increases in size, its surface area grows proportionately less than its volume. (Area is proportional to a linear dimension squared, whereas volume is proportional to the linear dimension cubed.) Thus, a smaller cell has a greater ratio of surface area to volume: Compare the calculations for the first two "cells." The Scientific Skills Exercise gives you a chance to calculate the volumes and surface areas of two actual cells—a mature yeast cell and a cell budding from it.

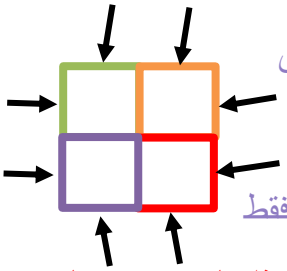
- تفرض **المتطلبات الأيضية** أيضًا حدودًا نظرية عليا للحجم العملي للخلية الواحدة.
- عند الحدود في كل خلية يوجد **غشاء بلازمي** (غشاء الخلية) والذي يعمل كجهاز انتقائي حاجز يسمح بمرور ما يكفي من الأوكسجين والمواد المغذية لداخل الخلية لإتمام العمليات الحيوية، والنفايات والمخلفات للخارج لخدمة الخلية بأكملها.
- لكل مربع ميكرومتر من الغشاء، فقط كمية محدودة من مادة معينة يمكن أن تعبر في الثانية (دخولًا وخروجًا) أي أن الأمر ليس عشوائيًا، وبالتالي فإن نسبة مساحة السطح إلى الحجم أمر بالغ الأهمية، حيث أنه العلاقة بين حجم الخلية ومساحة السطح هي علاقة عكسية (كلما زاد حجم الخلية قلت مساحة السطح والعكس صحيح)

يجب امتلاك أعداد كثيرة من الخلايا الصغيرة بدلًا من خلية واحدة كبيرة

- **Surface area**: مساحة سطح الخلية الذي يسمح من خلاله تبادل المواد
- **Surface area to volume ratio** لتوضيحها بشكل مبسط تابع المثال التالي والذي يهدف لتقريب الفكرة:

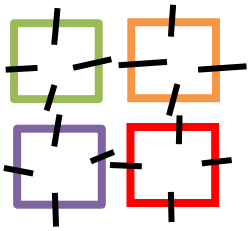
لو كان لديك مربع واحد وأردت إحاطته بخيط أزرق سنحتاج إلى **أربع** قطع من الشبر ، لكل ضلع قطعة شبر

لو جمعت أربع مربعات بهذا الشكل



سأحتاج إلى **ثماني** قطع من الشبر فقط

ولكن لو قمت بفصل هذه المربعات ذاتها عن بعضها



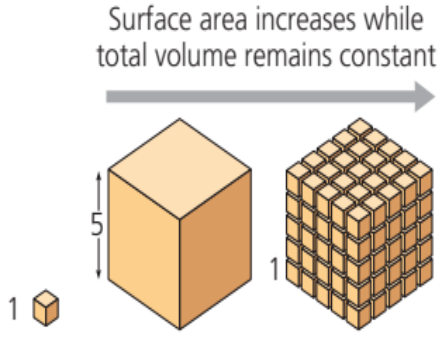
البعض فإنني سأحتاج إلى **16** قطعة شبر، انظر للأشكال للتوضيح:

في حالة **دمج** المربعات احتجت عدد أقل من القطع بسبب تلاحم الحدود الداخلية (خسرت surface area)

أما عند **الانفصال** انفصلت الحدود الأربعة لكل مربع فأعطاني عدد حدود أكثر فنكسب surface area أكثر.

- الخلاصة من هذا كله هو أنه لو كانت خلايا أجسامنا خلايا كبيرة أو خلية واحدة كبيرة (unicellular) **لخسرنا مساحة سطح** هذه الخلايا التي لو كانت بحجم ضغير وعدد كثير مما يكسبنا مساحة سطح أكبر، وهذا السبب أن خلايا جسمنا صغيرة الحجم كثيرة (multicellular) العدد لأهمية كسب مساحة سطح أكبر.
- كلما **زاد** size فبالتالي **يزداد** volume بشكل كبير مما يزيد متطلبات الخلية أما surface area لن تزيد كثيرًا فبالتالي لن يكون لدي تبادل كافٍ لمتطلبات الخلية.
- كلما زادت surface area to volume ratio كان كافيًا لتغطية تبادل المواد من وإلى الخلية.
  - هذا مثال آخر للتوضيح:

Total surface area [(height × width of 1 side) × 6 sides × number of cells]	6 units^2	150 units^2	750 units^2
Total volume [(height × width × length of 1 cell) × number of cells]	1 unit^3	125 units^3	125 units^3
Surface area-to-volume ratio [surface area ÷ volume]	6	1.2	6



The need for a surface area large enough to accommodate the volume helps explain the microscopic size of most cells and the narrow, elongated shapes of some cells, such as nerve cells. Larger organisms do not generally have larger cells than smaller organisms—they simply have more cells. A sufficiently high ratio of surface area to volume is especially important in cells that exchange a lot of material with their surroundings, such as intestinal cells. Such cells may have many long, thin projections from their surface called microvilli, which increase surface area without an appreciable increase in volume.

- إن الحاجة إلى **surface area** كبيرة بما يكفي لاستيعاب الحجم تساعد في تفسير الحجم المجهري لمعظم الخلايا والأشكال الضيقة والمستطيلة لبعض الخلايا، مثل الخلايا العصبية (**nerve cells**).
- لا تحتوي الكائنات الأكبر حجمًا بشكل عام على خلايا أكبر من حيث الحجم من الكائنات الأصغر حجمًا، بل تحتوي ببساطة على **عدد أكبر** من الخلايا.
- في الخلايا المعوية (intestinal cells) تعتبر surface to volume ratio عالية وذلك لحاجتها لتبادل مواد أكثر مع محيطها، لذلك قد تحتوي مثل هذه الخلايا على نتوءات طويلة ورفيعة تسمى **microvilli** لزيادة مساحة السطح دون زيادة ملحوظة في الحجم (أمر إيجابي).

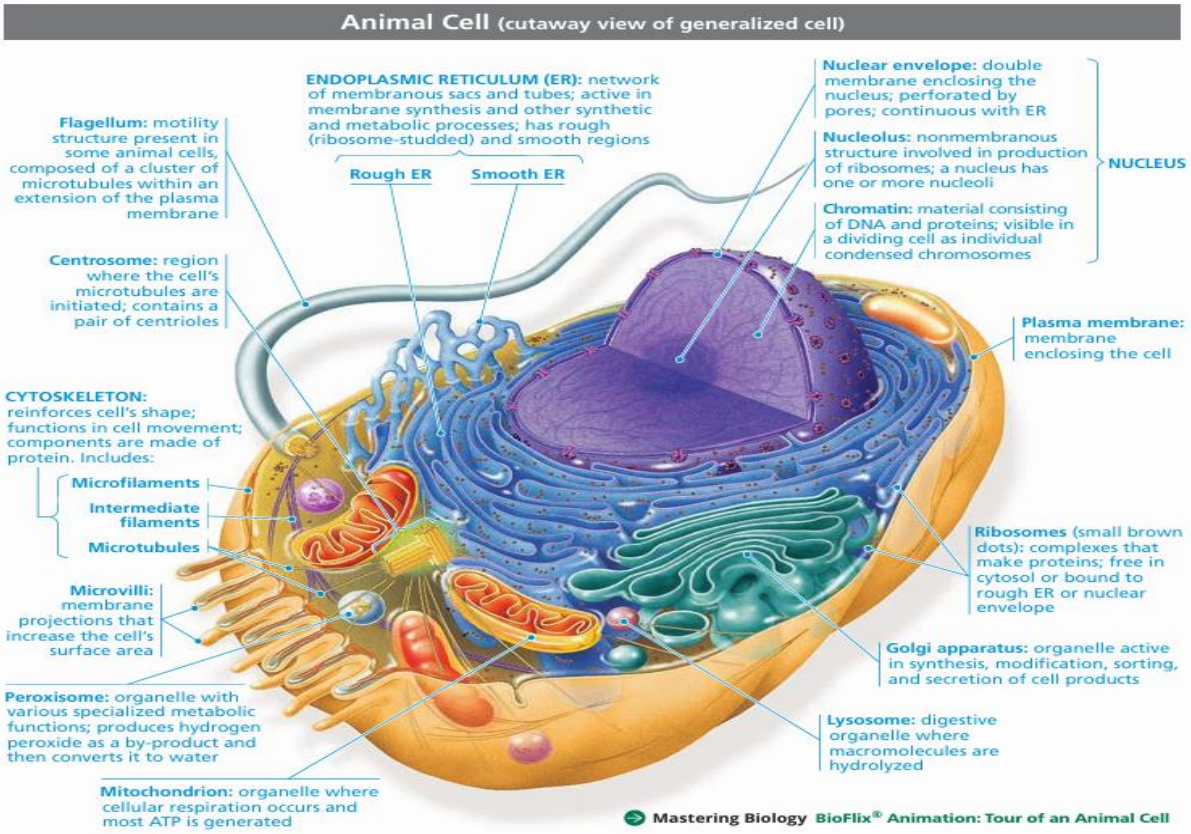
A Panoramic View of the Eukaryotic Cell

In addition to the plasma membrane at its outer surface, a eukaryotic cell has extensive, elaborately arranged internal membranes that divide the cell into compartments—the organelles mentioned earlier. The cell's compartments provide different local environments that support specific metabolic functions, so incompatible processes can occur simultaneously in a single cell. The plasma membrane and organelle membranes also participate directly in the cell's metabolism because many enzymes are built right into the membranes. The basic fabric of most biological membranes is a double layer of phospholipids and other lipids. Embedded in this lipid bilayer or attached to its

surfaces are diverse proteins. However, each type of membrane has a unique composition of lipids and proteins suited to that membrane's specific functions. For example, enzymes embedded in the membranes of the organelles called mitochondria function in cellular respiration.

- في الكائنات **حقيقية النواة** بالإضافة إلى وجود الغشاء البلازمي المحيط بالخلية ككل، يتوفر أيضًا أغشية داخلية تقسم الخلية من الداخلإلى حجرات لتوفر كل حجرة بيئة منفصلة مستقلة بوظيفتها لذلك يمكن أن تجد عدة عمليات حيوية تحدث في الخلية **في وقت واحد** دون أن يؤثر كل منها على الآخر بسبب هذه الأغشية الفاصلة.
- أهمية أخرى للأغشية المحيطة بالخلية وعضياتها هي أنها مكان لبناء **الإنزيمات** اللازمة للقيام **بالعمليات الحيوية**. لى الرغم من التشابه في النسيج العام للأغشية إلا أنها تختلف بالبروتينات والدهون الموجودة على سطحها لتتناسب مع وظيفة كل غشاء، مثلً الإنزيمات المضمنة بغشاء الميتوكنريا **mitochondria** لها أهمية في عملية التنفس الخلوي **cellular respiration**

▼ Figure 6.8 Exploring Eukaryotic Cells



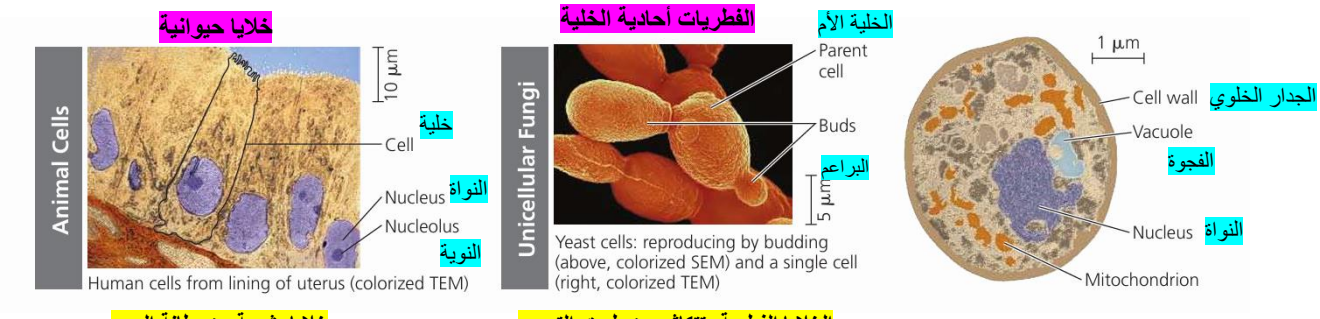
تركيب الخلايا حقيقية النواة (Eukaryotic Cells)

أولاً: خلايا حيوانية

- الغشاء البلازمي (**Plasma Membrane**): غشاء يحيط بالخلية، **وينظم** دخول وخروج المواد من وإلى الخلية
- النواة (**Nucleus**) **ويشمل**: -
  - الغلاف النووي (**Nuclear Envelope**): غشاء **مزدوج** يحيط **بالنواة**، يحتوي على **مسام** تتيح مرور المواد بين النواة والسيتوبلازم، ويتصل بالشبكة الإندوبلازمية
  - النوية (**Nucleolus**) : هيكل **غير** محاط بغشاء موجود داخل النواة، يشارك في تصنيع **الريبوسومات**، ويحتوي النواة على نوية **واحدة** أو **أكثر**
  - الكروماتين (**Chromatin**): مادة تتكون من الحمض النووي (**DNA**) **والبروتينات**، تظهر في الخلية المنقسمة على شكل كروموسومات مفردة ومكثفة
- الشبكة الإندوبلازمية :(ER – **Endoplasmic Reticulum**) شبكة من الأكياس والأنابيب الغشائية التي تشارك في تصنيع **الأغشية والعمليات التركيبية والأيضية** الأخرى، **تنقسم إلى :**
  - الشبكة الإندوبلازمية الخشنة (**Rough ER**): سميت"خشنة" لإنها تحتوي على **ريبوسومات** التي تصنع **البروتينات**
  - الشبكة الإندوبلازمية الملساء (**Smooth ER**): **خالية** من الريبوسومات وتشارك في تصنيع **الدهون** والتخلص من **السموم**

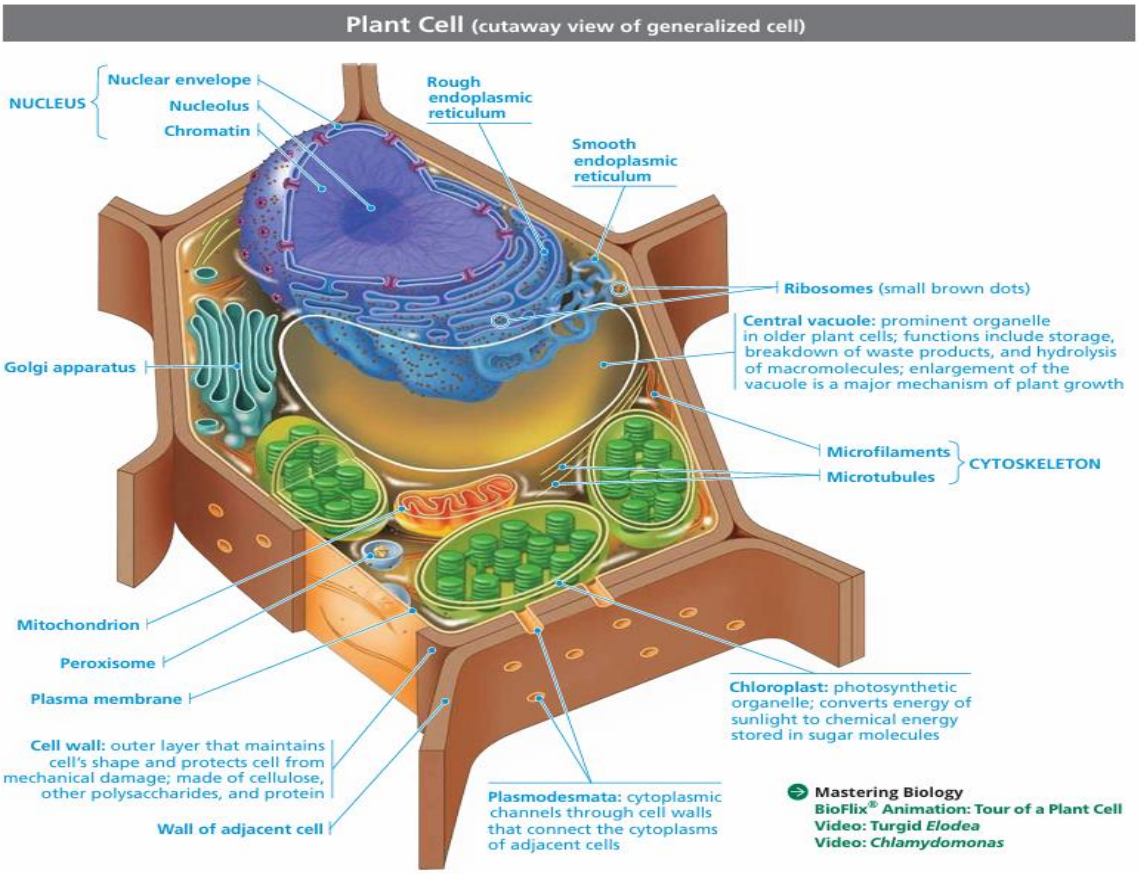
- الريبوسومات (**Ribosomes**): هياكل صغيرة مسؤولة عن **تصنيع البروتينات**، توجد حرة في السيتوبلازم أو مرتبطة بالشبكة الإندوبلازمية الخشنة أو الغلاف النووي
- جهاز غولجي (**Golgi Apparatus**): عضية مسؤولة عن **تصنيع وتعديل وفرز وإفراز** المنتجات الخلوية، مثل البروتينات
- الجسيم الحال (**Lysosome**): عضية هضمية تقوم بتحليل (**التحلل المائي**) الجزيئات **الكبيرة** مثل البروتينات والدهون
- الميتوكوندريا (**Mitochondrion**): عضية تحدث فيها عملية **التنفس الخلوي**، وهي المسؤولة عن إنتاج معظم
  جزيئات الطاقة (**ATP**) اللازمة لعمل الخلية
- البيروكسيسوم (**Peroxisome**): عضية تقوم **بعمليات استقلابية** متخصصة، وتنتج بيروكسيد الهيدروجين (**hydrogen peroxide**) كمنتج ثانوي، ثم تقوم بتحويله إلى **ماء**

- الزغابات الدقيقة (**Microvilli**): بروزات غشائية صغيرة **تزيد** من مساحة سطح الخلية، مما يسهل عملية **الامتصاص**
- الهيكل الخلوي (**Cytoskeleton**): يشكل إطارًا **يدعم** شكل الخلية ويساهم في **حركته** ويتكون من عدة مكونات بروتينية، **منها**:
  - الخيوط الدقيقة (**Microfilaments**)
  - الخيوط المتوسطة (**Intermediate filaments**)
  - الأنابيب الدقيقة (**Microtubules**)
- السوط (**Flagellum**):عبارة عن هيكل **حركي** يوجد في **بعض** الخلايا الحيوانية، يتكون من مجموعة من الأنابيب الدقيقة (**microtubules**) المجمعة ضمن امتداد لغشاء الخلية، وظيفته الأساسية هي المساعدة في **حركة** الخلية
- الجسم المركزي (**Centrosome**): منطقة في الخلية يتم فيها تشكيل الأنابيب الدقيقة، ويحتوي على زوج من المريكزات (**centrioles**)، ويساهم في تنظيم **انقسام الخلية**



خلايا بشرية من بطانة الرحم
(الميكروسكوب الإلكتروني النافذ الملون)

الخلايا الفطرية: تتكاثر عن طريق التبرعم
(أعلى، الميكروسكوب الإلكتروني الماسح الملون) وخلية واحدة
(يمين، الميكروسكوب الإلكتروني النافذ الملون)

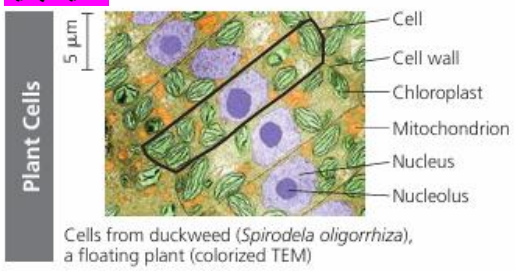


جدار الخلية المجاورة

ثانياً: خلايا نباتية

- الجدار الخلوي (**Cell Wall**): الطبقة الخارجية التي تحافظ على **شكل الخلية وتحميها** من الأضرار الميكانيكية؛ يتكون من **السليلوز، وسكريات متعددة أخرى، وبروتينات**
- البلسموديسما (**Plasmodesmata**): قنوات سيتوبلازمية عبر الجدران الخلوية التي **تربط السيتوبلازما** للخلايا المجاورة
- الفجوة المركزية (**Central Vacuole**): عضو **بارز** في خلايا النباتات القديمة (**المتقدمة في العمر**)؛ تشمل وظائفها **التخزين، وتحلل الفضلات، والتحلل المائي للجزيئات الكبيرة**؛ وتعد زيادة حجم الفجوة آلية رئيسية في **نمو النبات**
- البلاستيدات الخضراء (**Chloroplast**): عضية **فوتوسنتيكية** تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية مخزنة في جزيئات **السكر**

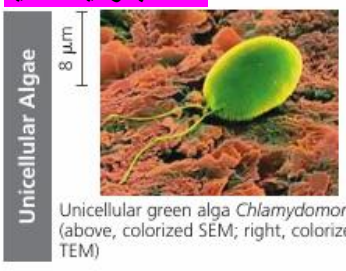
خلايا نباتية



Cells from duckweed (*Spirodela oligorrhiza*), a floating plant (colorized TEM)

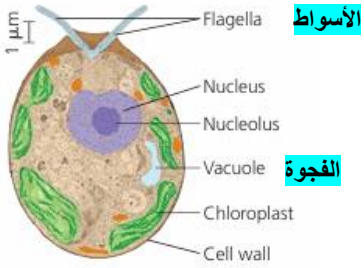
خلايا من نبات الطحلب المائي، نبات عائم

الطحالب وحيدة الخلية



Unicellular green alga *Chlamydomonas* (above, colorized SEM; right, colorized TEM)

الطحلب الأخضر وحيد الخلية



الجدار الخلوي

Summary of Concept 7.2: Eukaryotic cells have internal membranes that compartmentalize their functions

- **All cells are bounded by a plasma membrane.**
- **Prokaryotic cells lack nuclei and other membrane-enclosed organelles, while eukaryotic cells have internal membranes that compartmentalize cellular functions.**
- **The surface-to-volume ratio is an important parameter affecting cell size and shape.**
- **The surface-to-volume ratio limits cell size; larger cells often have specialized projections to increase surface area.**
- **Plant and animal cells have most of the same organelles: a nucleus, endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, and mitochondria.**
- **Chloroplasts are present only in cells of photosynthetic eukaryotes.**

ملخص المفهوم 7.2: تمتلك الخلايا حقيقية النواة أغشية داخلية تقوم بتقسيم وظائفها

- جميع الخلايا محاطة **بغشاء البلازما**
- **الخلايا بدائية النواة تفتقر** إلى النوى وأعضاء خلوية مغطاة بأغشية، بينما **الخلايا حقيقية النواة تحتوي** على أغشية داخلية تقسم الوظائف الخلوية
- نسبة **السطح إلى الحجم** تعتبر معلمة **هامة** تؤثر على حجم وشكل الخلايا
- **حدود حجم الخلية تحد** من حجمها؛ حيث تحتوي الخلايا الكبيرة غالبًا على بروزات متخصصة لزيادة مساحة السطح

- **الخلايا النباتية والحيوانية** تحتوي على معظم الأعضاء الخلوية **نفسها** مثل النواة، والشبكة الإندوبلازمية، وجهاز جولجي، والميتوكوندريا
- **الكلوروبلاست** موجود **فقط** في خلايا الكائنات حقيقية النواة التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي

Past Papers

1. Which organelle or structure is absent in plant cell:

A. Mitochondria

B. Golgi vesicles

C. Peroxisomes

D. Microtubules

E. Centrosomes

---

2. Which of the following organelles contains hydrolytic enzymes in animal cells?

A. Glyoxysomes

B. Central vacuole

C. Peroxisomes

D. Chloroplasts

E. Lysosomes

---

3. Which structure is common to plant and animal cells?

A. Chloroplast

B. Wall made of cellulose

C. Central vacuole

D. Mitochondrion

E. Centriole

—----------

4. Which of the following is a compartment that often takes up much of the volume of a plant cell?

A. Lysosome

B. Vacuole

C. Mitochondrion

D. Golgi apparatus

E. Peroxisome

—----------

Answers:

1.E 2.E 3.D 4. B

—----------

الشّـهيـدة سندس زياد أبو ناموس

درست سندس تخصص التمريض في جامعة الإسراء في غـزة، وتخرجت من الجامعة ثمّ تزوجت في دبي، ورزقها الله بطفل جميل.
قامت بزيارة مدينة غـزّة قبل الحـرب بأيام معدودة، واستـشـهدت مع جميع أفراد عائلتها في قصـف صـ8ـيونيّ على منزلهم في حي تل الزعتر شمال غـزّة.

تاريخ الاستـشـهاد: 23/10/2023

اللهم إنا نسألك باسمك القّهار أنْ تقهر من قهر إخواننا في غزة وفلسطين، ونسألك أن تنصرهم على القوم المجرمين، اللهم بارك جهاد المجاهدين في غزة وفلسطين، وأيدهم بجنودك ونصرك يا قوي يا كريم.

CONCEPT 7.3:
Cell's Genetic Instructions

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

*نهدي يعني شرح زيادةExtra

The eukaryotic cell's genetic instructions are housed in the nucleus and carried out by the ribosomes. Let us look at two cellular components involved in the genetic control of the cell: the nucleus, which houses most of the cell's DNA, and the ribosomes, which use information from the DNA to make proteins.

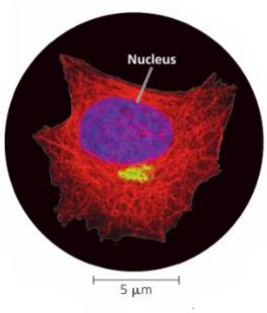
التعليمات الجينية للخلية حقيقية النواة توجد في النواة ويتم تنفيذها بواسطة الريبوسومات.

سوف نلقي نظرة على مكونين خلويين يشاركان في التحكم الجيني للخلية: النواة، التي تحتوي على معظم الحمض النووي (DNA) في الخلية، والريبوسومات، التي تستخدم المعلومات من الحمض النووي لصنع البروتينات.

The Nucleus: Information Central

The nucleus contains most of the genes in the eukaryotic cell. (Some genes are located in mitochondria and chloroplasts.) It is usually the most conspicuous organelle (see the purple structure in the fluorescence micrograph), averaging about 5 µm in diameter. The nuclear envelope encloses the nucleus, separating its contents from the cytoplasm.

مركز المعلومات: النواة



تحتوي النواة على معظم الجينات في الخلية حقيقية النواة (توجد بعض الجينات في الميتوكوندريا والكلوروبلاست). عادةً ما تكون النواة أكثر العضيات وضوحًا، حيث يبلغ متوسط قطرها حوالي 5 ميكرومتر. الغشاء النووي يحيط بالنواة، ويفصل محتوياتها عن السيتوبلازم

The nuclear envelope is a double membrane. The two membranes, each a lipid bilayer with associated proteins, are separated by a space of 20–40 nm. The envelope is perforated by pore structures that are about 100 nm in diameter. At the lip of each pore, the inner and outer membranes of the nuclear envelope are continuous. An intricate protein structure called a pore complex line each pore and plays an important role in the cell by regulating the entry and exit of proteins and RNAs, as well as large complexes of macromolecules.

Except at the pores, the nuclear side of the envelope is lined by the nuclear lamina, a netlike array of protein filaments (in animal cells, called intermediate filaments) that maintains the shape of the nucleus by mechanically supporting the nuclear envelope. There is also much evidence for a nuclear matrix, a framework of protein fibers extending throughout the nuclear interior. The nuclear lamina and matrix may help organize the genetic material, so it functions efficiently

يتكون الغلاف النووي من غشائين (داخلي وخارجي)، كل منهما عبارة عن طبقة ثنائية من الدهون مدمجة مع بروتينات، وبينهما مساحة تتراوح بين 20-40 نانومتر. يحتوي الغلاف على مسام يبلغ قطرها حوالي 100 نانومتر، وفي كل مسام، يتصل الغشاء الداخلي والخارجي مع بعضهما البعض. يغطي كل مسام مركب بروتيني معقد يسمى "المعقد الثقبيPore Complex "، ويلعب دورًا مهمًا في تنظيم دخول وخروج البروتينات والـ RNAوالمركبات الكبيرة الأخرى.

باستثناء المسام، يُبطن الجانب النووي من الغلاف بشبكة بروتينية تُسمى "الصفيحة النوويةNuclear Lamina "، وهي شبكة من الخيوط البروتينية (تُسمى الخيوط المتوسطةintermediate filaments في الخلايا الحيوانية) التي تدعم شكل النواة ميكانيكيًا من خلال دعم الغشاء النووي. هناك أيضًا أدلة قوية على وجود "مصفوفة نووية Nuclear

Matrix "، وهي إطار من الألياف البروتينية التي تمتد في داخل النواة وقد تساعد الصفيحة النووية والمصفوفة النووية في تنظيم المادة الجينية لتعمل بكفاءة.

Within the nucleus, the DNA is organized into discrete units called chromosomes, structures that carry the genetic information. Each chromosome contains one long DNA molecule associated with many proteins, including small basic proteins called histones. Some of the proteins help coil the DNA molecule of each chromosome, reducing its length and allowing it to fit into the nucleus. The complex of DNA and proteins making up chromosomes is called chromatin.

When a cell is not dividing, stained chromatin appears as a diffuse mass in micrographs, and the chromosomes cannot be distinguished from one another, even though discrete chromosomes are present. As a cell prepares to divide, however, the chromosomes form loops and coil, condensing and becoming thick enough to be distinguished under a microscope as separate structures. Each eukaryotic species has a characteristic number of chromosomes. For example, a typical human cell has 46 chromosomes in its nucleus; the exceptions are human sex cells (eggs and sperm), which have only 23 chromosomes. A fruit fly cell has 8 chromosomes in most cells and 4 in the sex cells.

داخل النواة، يتم تنظيم الحمض النووي في وحدات منفصلة تسمى الكروموسومات، وهي الهياكل التي تحمل المعلومات الجينية. يحتوي كل كروموسوم على جزيء DNA طويل مرتبط بعدة بروتينات، بما في ذلك بروتينات قاعدية صغيرة تُسمى الهستونات. تساعد بعض هذه البروتينات في لف جزيء الـ DNA لكل كروموسوم، مما يقلل من طوله ويسمح له بأن يستوعب داخل النواة. المركب المكون من الـ DNA والبروتينات يُعرف باسم الكروماتين.

عندما لا تكون الخلية في مرحلة الانقسام، يظهر الكروماتين ككتلة منتشرة تحت المجهر، ولا يمكن تمييز الكروموسومات بشكل فردي، على الرغم من أنها موجودة ككروموسومات منفصلة. لكن عندما تستعد الخلية للانقسام، تلتف الكروموسومات وتتجمع، وتصبح كثيفة بما يكفي لتُرى تحت المجهر كهيكل منفصل. لكل نوع من الكائنات حقيقية النواة عدد محدد من الكروموسومات. على سبيل المثال، تحتوي الخلية البشرية النموذجية على 46 كروموسومًا داخل النواة، باستثناء الخلايا الجنسية (البويضات والحيوانات المنوية)، التي تحتوي على 23

كروموسومًا فقط. تحتوي خلايا ذبابة الفاكهة على 8 كروموسومات في معظم الخلايا و4 كروموسومات في الخلايا الجنسية.

A prominent structure within the nondividing nucleus is the nucleolus (plural, nucleoli), which appears through the electron microscope as a mass of densely stained granules and fibers adjoining part of the chromatin. Here a type of RNA called ribosomal RNA (rRNA) is synthesized from genes in the DNA. Also in the nucleolus, proteins imported from the cytoplasm are assembled with rRNA into large and small subunits of ribosomes. These subunits then exit the nucleus through the nuclear pores to the cytoplasm, where a large and a small subunit can assemble into a ribosome.

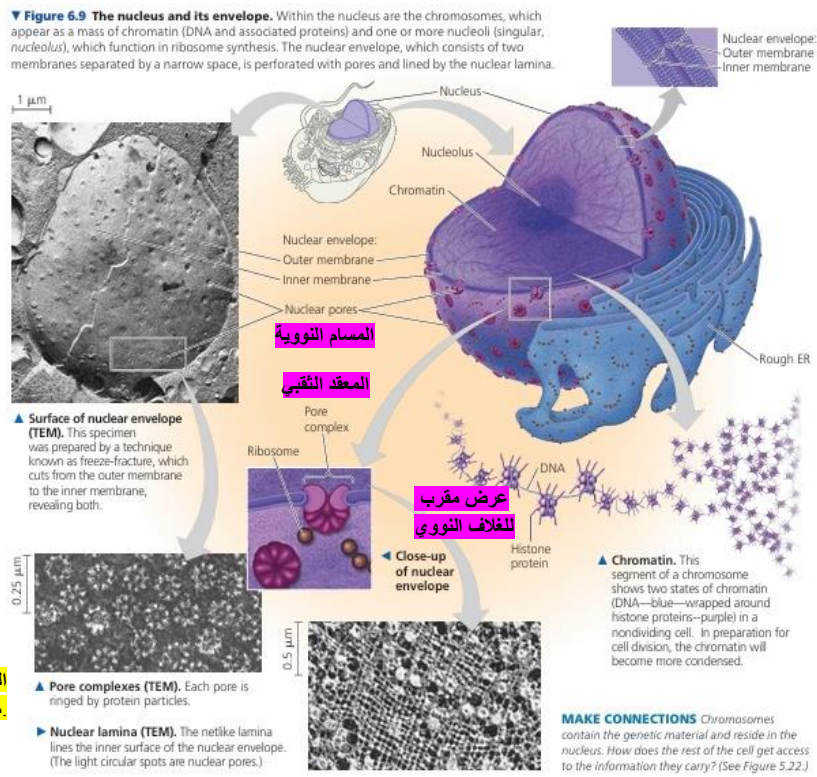
Sometimes there are two or more nucleoli; the number depends on the species and the stage in the cell's reproductive cycle. Nucleoli may also play a role in controlling cell division and the life span of a cell. The nucleus directs protein synthesis by synthesizing messenger RNA (mRNA) that carries information from the DNA. The mRNA is then transported to the cytoplasm via nuclear pores. Once an mRNA molecule reaches the cytoplasm, ribosomes translate the mRNA's genetic message into the primary structure of a specific polypeptide .

إحدى الهياكل البارزة داخل النواة غير المنقسمة هي النوية Nucleolus (جمع: النويات Nucleoli)، وتظهر تحت المجهر الإلكتروني ككتلة من الحبيبات والخيوط الكثيفة بجوار جزء من الكروماتين. وفي النوية، يتم تصنيع نوع من RNA يُسمى RNA الريبوسومي (rRNA) من الجينات الموجودة في الحمض النووي. كما تُجمع البروتينات المستوردة من السيتوبلازم مع الـ rRNA داخل النوية لتشكيل الوحدات الكبيرة والصغيرة من الريبوسومات. تخرج هذه الوحدات بعد ذلك من النواة عبر الثقوب النووية إلى السيتوبلازم، حيث يمكن للوحدة الكبيرة أن تتحد مع الوحدة الصغيرة لتكوين ريبوسوم.

أحيانًا تحتوي النواة على أكثر من نوية واحدة، ويعتمد العدد على نوع الكائن الحي والمرحلة في دورة حياة الخلية. قد تلعب النويات أيضًا دورًا في تنظيم انقسام الخلايا ومدة حياة الخلايا. تقوم النواة بتوجيه عملية تصنيع البروتينات من خلال تصنيع الحمض النووي الريبوزي المرسال (mRNA) الذي يحمل المعلومات من الـ DNA. يتم نقل الـ mRNAإلى السيتوبلازم عبر المسام النووية. عند وصول الـ mRNA إلى السيتوبلازم، تقوم الريبوسومات بترجمة الرسالة الجينية

الموجودة فيه إلى التركيب الأساسي لبيتيد محدد. (سيتم شرح هذه العملية بالتفصيل في الفصلول القادمة).

تحتوي النواة على الكروموسومات، التي تظهر كمجموعة من **الكروماتين** (الـ DNA والبروتينات المرتبطة به)، وواحدة أو أكثر من **النويات Nucleoli** (مفردها: **النوية Nucleolus**)، التي تعمل في تصنيع الريبوسومات. يتكون الغلاف النووي من غشائين يفصل بينهما مساحة ضيقة، ويحتوي على فتحات ويغطى بشبكة **اللامينا النووية Nuclear Lamina**



الغلاف النووي يتكون من: **الغشاء الخارجي** و**الغشاء الداخلي**

الكروماتين: يُظهر هذا المقطع من الكروموسوم حالتين من الكروماتين(الـDNA باللون الأزرق ملفوف حول بروتينات الهيستون باللون البنفسجي) في خلية غير منقسمة. واستعدادًا لانقسام الخلية، سيصبح الكروماتين أكثر تكاثفًا.

سطح الغلاف النووي تم تحضير هذا العينة باستخدام تقنية تُعرف باسم **التمزق بالتجميد freeze fracture**، التي تقطع من الغشاء الخارجي إلى الغشاء الداخلي، مما يكشف عن كلا الغشائين.

المسام النووية

المعقد الثقبي

عرض مقرب للغلاف النووي

المعقدات الثقبية: كل فتحة محاطة بجزيئات بروتينية

Nuclear Lamina اللامينا النووية: الشبكة اللامية تغطي السطح الداخلي للغلاف النووي. (البقع الدائرية الفاتحة هي الفتحات النووية).

Ribosomes: protein factories

Ribosomes, which are complexes made of ribosomal RNAs and proteins, are the cellular components that carry out protein synthesis. (Note that ribosomes are not membrane bounded and thus are not considered organelles.)

الريبوسومات هي معقد يتكون من rRNAs وبروتين، وظيفتها تصنيع البروتينات ولا تعتبر الرايبوسومات عضيات، لأنها غير مرتبطة بغشاء الخلية.

Cells with high rates of protein synthesis have particularly large numbers of ribosomes as well as prominent nucleoli, which makes sense, given the role of nucleoli in ribosome assembly. For example, a human pancreas cell, which makes many digestive enzymes, has a few million ribosomes

الخلايا التي لديها معدل تصنيع بروتينات مرتفع؛ تحتوي أعداد كبيرة من الرايبوسومات، وتكون النويات فيها بارزة؛ لأن النويات هي المسؤولة عن تجميع الرايبوسومات.

Ribosomes build proteins in two cytoplasmic regions: At any given time, free ribosomes are suspended in the cytosol, while bound ribosomes are attached to the outside of the endoplasmic reticulum or nuclear envelope. Bound and free ribosomes are structurally identical, and ribosomes can play either role at different times.

Most of the proteins made on free ribosomes function within the cytosol; examples are enzymes that catalyze the first steps of sugar breakdown. Bound ribosomes generally make proteins that are destined for insertion into membranes, for packaging within certain organelles such as lysosomes or for export from the cell (secretion). Cells that specialize in protein secretion—for instance, the cells of the pancreas that secrete digestive enzymes—frequently have a high proportion of bound ribosomes.

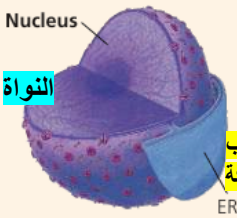
تكون الرايبوسومات إما حرّة في سايتوسول الخليّة، أو مرتبطة بالشبكة الإندوبلازمية. لا يوجد فرق بالتركيب بين الرايبوسومات الحرّة أو المرتبطة، ويمكن للرايبوسوم الواحد أن يلعب الدّورين في أوقات مختلفة (بمعنى أن يكون حرًا في وقت ومرتبطًا في وقت آخر). معظم البروتينات تُصنع بواسطة الرايبوسومات الحرّة، أما الرايبوسومات المرتبطة فهي تصنع البروتينات التي توضع على الأغشية، أو تُعبأ بداخل العضّيات، أو للتصدير خارج الخلية (الإفراز).

Summary of Concept 7.3: The eukaryotic cell's genetic instructions are housed in the nucleus and carried out by the ribosomes

- **Chromosomes** become visible during cell division as chromatin condenses.

ملخص المفهوم 7.3: التعليمات الوراثية للخلية حقيقية النواة توجد في النواة ويتم تنفيذها بواسطة الريبوسومات

- تصبح **الكروموسومات** مرئية أثناء انقسام الخلية عندما تتكثف **الكروماتين**

المكون الخلوي	البنية	الوظيفة
Cell Component	Structure	Function
Nucleus النواة  ER	Surrounded by nuclear envelope (double membrane) perforated by nuclear pores; nuclear envelope is continuous with endoplasmic reticulum (ER) محيط **بالغلاف النووي** (غشاء مزدوج) المثقوب **بالثقوب النووية**؛ الغلاف النووي متصل بشكل مستمر مع **الشبكة الإندوبلازمية(ER)**	Houses chromosomes, which are made of chromatin (DNA and proteins); contains nucleoli, where ribosomal subunits are made; pores regulate entry and exit of materials يحتوي على **الكروموسومات**، التي تتكون من **الكروماتين** (الحمض النووي والبروتينات)؛ يحتوي على **النوية**، حيث يتم تصنيع وحدات الريبوسوم؛ **والثقوب** تنظم دخول وخروج المواد
Ribosome الريبوسومات 	Two subunits made of ribosomal RNAs and proteins; can be free in cytosol or bound to ER	Protein synthesis تصنيع البروتينات

الريبوسومات تتكون من وحدتين فرعيتين، كل منهما تتكون من نوعين من الجزيئات: **RNA الريبوسوم** والبروتينات. يمكن أن تكون هذه الريبوسومات إما حرة في السيتوسول أو مرتبطة **بالشبكة الإندوبلازمية**.

Past Papers

1 .Recent evidence shows that individual chromosomes occupy fairly defined territories within the nucleus. Given the structure and location of the following parts of the nucleus, which would be more probably involved in chromosome location?

A) Nuclear pores

B) Nucleolus

C) Outer lipid bilayer

D) Nuclear lamina

E) Nuclear matrix

—----------

2. The nuclear lamina is an array of filaments on the inner side of the nuclear membrane. If a method were found that could cause the lamina to fall into disarray, what would you expect to be the most likely consequence?

A) Loss of all nuclear function

B) Inability of the cell to withstand enzymatic digestion

C) Change in the shape of the nucleus

—----------

3 .The fact that the outer membrane of the nuclear envelope has bound ribosomes allows one to most reliably conclude that:

A) At least some of the proteins that function in the nuclear envelope are made by the ribosomes on the nuclear envelope

B) Nuclear envelope is not part of the endomembrane system

C) Nuclear envelope is physically continuous with the endoplasmic reticulum

—----------

Answers: 1. E 2. C 3. A

—----------

الشـهيـد عادل صالح الإسي

كتب صديقه في رسالة لمنصتنا:"عادل بلغ من العمر 20 سنة، منذ نشأتنا في الصغر ونحن في مقاعد الدراسة مع بعضنا البعض، إلى أن كبرنا ووصلنا إلى الجامعة، كان عادل بالنسبة لي أكثر من صديق، كان الأخُ والسند، كنا أنا وعادل وصديقٌ ثالث معنا -ما زال على قيد الحياة-، كنا الثلاثةُ الأكثر عنادًا، كانوا يلقبوننا بالثلاثي المرح؛ كان طيبًا."

تاريخ الاستـشهـاد: 7/7/2024

Concept 7.4:
The Endomembrane System

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

*نهدي يعني شرح زيادة Extra

Many of the different membrane-bounded organelles of the eukaryotic cell are part of the endomembrane system, which includes:

1. **Nuclear envelope.**
2. **Endoplasmic reticulum.**
3. **Golgi apparatus.**
4. **Lysosomes**
5. **Various kinds of vesicles and vacuoles**
6. **Plasma membrane.**

This system carries out a variety of tasks in the cell, including

- **Synthesis of proteins.**
- **Transport of proteins into membranes and organelles or out of the cell.**
- **Metabolism and movement of lipids.**
- **Detoxification of poisons.**

Endomembrane system هو نظام مكون من مجموعة من العضيات ذات الأغشية، ويقوم بالعديد من الوظائف داخل الخلية، مثل؛ تصنيع البروتينات ونقلها بين أجزاء الخليّة، استقلاب (أيض) الليبيدات ونقلها، وإزالة السموم.

The membranes of this system are related either through direct physical continuity or by the transfer of membrane segments as tiny vesicles (sacs made of membrane). Despite these

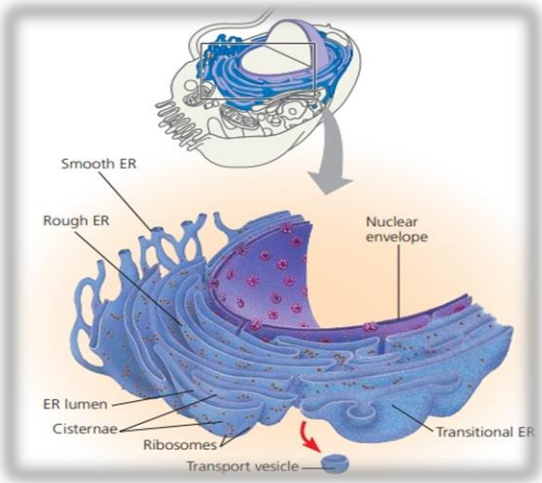
relationships, the various membranes are not identical in structure and function. Moreover, the thickness, molecular composition, and types of chemical reactions carried out in a given membrane are not fixed but may be modified several times during the membrane's life.

ترتبط أغشية النظام مع بعضها البعض إما **باتصال فيزيائي مباشر**، أو **عن طريق نقل أجزاء من الغشاء على شكل حويصلات صغيرة (vesicles)**، على الرّغم من هذه العلاقات فإن أغشية النظّام تختلف عن بعضها في التركيب والوظيفة.

The Endoplasmic Reticulum: Biosynthetic Factory

The endoplasmic reticulum (ER) is such an extensive network of membranes that it accounts for more than half the total membrane in many eukaryotic cells. (The word endoplasmic means "within the cytoplasm," and reticulum is Latin for "little net.")

الشبكة الإندوبلازمية هي شبكة واسعة من الأغشية، تمثل أكثر من نصف الغشاء الإجمالي في معظم الخلايا حقيقية النوى.



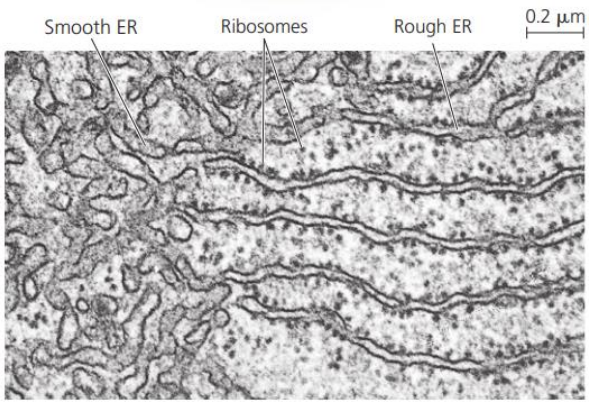
The ER consists of a network of membranous tubules and sacs called cisternae (from the Latin cisterna, a reservoir for a liquid). The ER membrane separates the internal compartment of the ER, called the ER lumen (cavity) or cisternal space, from the cytosol. And because the ER membrane is continuous with the nuclear envelope, the space between the two membranes of the envelope is continuous with the lumen of the ER.

تتكون الشبكة الإندوبلازمية من شبكة من الأنابيب الغشائية، وأكياس تسمى cisternae. يفصل غشاء الشبكة الإندوبلازمية الجزء الداخلي منها

(cisternal space or ER lumen) عن سيتوسول الخلية. يتصل غشاء الشبكة الإندوبلازمية مع الغلاف النووي، لذلك فالمساحة بين غشائي الغلاف النووي، متصلة مع تجويف الشبكة الإندوبلازمية كما في الشكل المجاور.

There are two distinct, though connected, regions of the ER that differ in structure and function: smooth ER and rough ER. Smooth ER is so named because its outer surface lacks ribosomes. Rough ER is studded with ribosomes on the outer surface of the membrane and thus appears rough through the electron microscope. As already mentioned, ribosomes are also attached to the cytoplasmic side of the nuclear envelope's outer membrane, which is continuous with rough ER.

يوجد نوعين من مختلفين بالتركيب والوظيفة من الشبكة الإندوبلازمية:



1) **Smooth ER**

2) **Rough ER**

سميت الخشنة بهذا الاسم بسبب **ارتباط الرايبوسومات على سطحها الخارجي**، فتظهر خشنة عند النظر اليها بالميكروسكوب الالكتروني، أما **الملساء فتفتقر لوجود الرايبوسومات**، كما في الصورة المجاورة.

Functions of Smooth ER

The smooth ER functions in diverse metabolic processes, which vary with cell type. These processes include:

1. Synthesis of lipids.

Enzymes of the smooth ER are important in the synthesis of lipids, including oils, steroids, and new membrane phospholipids. Among the steroids produced by the smooth ER in animal cells are the sex hormones of vertebrates and the various steroid hormones secreted by the adrenal glands. The cells that synthesize and secrete these hormones—in the testes and

ovaries, for example—are rich in smooth ER, a structural feature that fits the function of these cells.

انزيمات الشبكة الإندوبلازمية الملساء مهمّة في تصنيع الدهون؛ مثل(**الزيوت والستيرويدات والدهون المفسفرة التي تدخل في تصنيع الغشاء**). من الستيرويدات التي تُصنع بداخل الشبكة الملساء؛ **هرمونات الغدّة الكظرية، والهرمونات الجنسية**، في الخصيتين لدى الذكور، والمبيضين لدى الإناث.

"Structure fits function" بمعنى أنّ التركيب يناسب الوظيفة، بالتالي فالخلايا التي تصنع الهرمونات التي ذكرناها من الطبيعي أن تحتوي كمية كبيرة من الشبكة الإندوبلازميّة.

2. Metabolism of carbohydrates

3. Detoxification of drugs and poisons

Other enzymes of the smooth ER help detoxify drugs and poisons, especially in liver cells. Detoxification usually involves adding hydroxyl groups to drug molecules, making them more water-soluble and easier to flush from the body .

DetoxificatioN هي عملية **إزالة السموم من الجسم**.

درسنا سابقا في شابتر 3 (water) أن الجزيئات المتشابهة تذيب بعضها، لذلك حتى نتخلص من المركبات السّامة يجب أن نحولها إلى مركبات قطبية ذائبة في الماء (وذلك بإضافة مجموعة هيدروكسيل OH^- حتى يتخلص منها الجسم.

The sedative phenobarbital and other barbiturates are examples of drugs metabolized in this manner by smooth ER in liver cells. In fact, barbiturates, alcohol, and many other drugs induce the proliferation of smooth ER and its associated detoxification enzymes, thus increasing the rate of detoxification. This, in turn, increases tolerance to the drugs, meaning that higher doses are required to achieve a particular effect, such as sedation. Also, because some of the detoxification enzymes have relatively broad action, the proliferation of smooth ER in response to one drug can increase the need for higher dosages of other drugs as well. Barbiturate abuse, for instance, can decrease the effectiveness of certain antibiotics and other useful drugs.

عند زيادة السموم في الجسد مثل (الأدوية أو الكحول) فنحتاج إلى زيادة معدل الdetoxification وذلك عن طريق تكاثر الشبكة الإندوبلازمية الملساء وانزيماتها التي تقوم بهذه العملية.

تكاثر الشبكة الإندوبلازمية الملساء استجابة لدواء معين يؤدي إلى (tolerance)، ويمكن أن يكون التأثير واسعا؛ بمعنى تكاثر الشبكة اللإندوبلازمية الملساء لدواء محدد يؤدي إلى (tolerance) في دواء آخر مثل؛ **الbarbiturate الذي يقلل من فعالية بعض المضادات الحيوية وأدوية أخرى مهمة.**

Tolerance تعني التّعود؛ أي يقل تأثير الدواء في الجسم فنحتاج إما لزيادة الجرعة للحصول على الأثر المطلوب، أو تغيير الدواء، ويحدث ذلك عند استخدام الدواء بكثرة أو لمدة طويلة فيقوم الجسم بزيادة معدل ال detoxification ويتخلص من الأدوية بشكل أسرع.

4. Storage of calcium ions

The smooth ER also stores calcium ions. In muscle cells, for example, the smooth ER membrane pumps calcium ions from the cytosol into the ER lumen. When a muscle cell is stimulated by a nerve impulse, calcium ions rush back across the ER membrane into the cytosol and trigger contraction of the muscle cell. In other cell types, release of calcium ions from the smooth ER triggers different responses, such as secretion of vesicles carrying newly synthesized proteins.

تعمل الشبكة الإندوبلازمية الملساء على **تخزين أيونات الكالسيوم**، في الخلايا العضلية على سبيل المثال يقوم غشاؤها بضخ أيونات الكالسيوم من سايتوسول الخلية إلى تجويف الشبكة، ويخزنها إلى حين وصول منبه عصبي للخلية، فتخرج أيونات الكالسيوم إلى سايتوسول الخلية و تؤدي إلى **انقباض الخليّة العضليّة**.

في الخلايا الأخرى، يؤدي خروج أيونات الكالسيوم إلى استجابات مختلفة مثل؛ **إفراز حويصلات تحتوي بروتينات**.

Functions of Rough ER

Many cells secrete proteins that are produced by ribosomes attached to rough ER. For instance, certain pancreatic cells synthesize the protein insulin in the ER and secrete this hormone

into the bloodstream. As a polypeptide chain grows from a bound ribosome, the chain is threaded into the ER lumen through a pore formed by a protein complex in the ER membrane. The new polypeptide folds into its functional shape as it enters the ER lumen. Most secretory proteins are glycoproteins, proteins with carbohydrates covalently bonded to them. The carbohydrates are attached to the proteins in the ER lumen by enzymes built into the ER membrane.

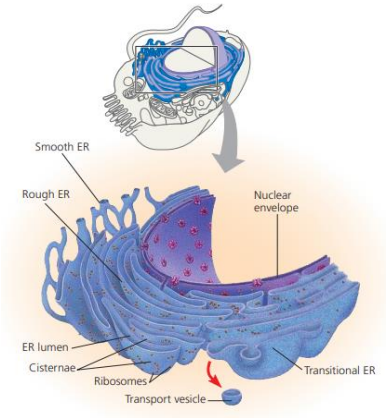
العديد من الخلايا تفرز (بمعنى تخرجها إلى خارج الخلية) البروتينات التي تصنع بواسطة الرايبوسومات المرتبطة بالشبكة الإندوبلازمية، بينما تنمو سلسلة عديد الببتيد من الريبوسوم المرتبط بالشبكة فإن السلسة تمتد إلى داخل تجويف الشبكة الإندوبلازمية من خلال ثقب مكون في غشاء الشبكة، **تنطوي سلسلة عديد الببتيد الى شكلها الوظيفي في تجويف الشبكة الإندو بلازمية**، ومن الممكن تحويلها إلى جلايكوبروتين عن طريق بروتينات بداخل الشبكة تقوم بإضافة جزيء كاربوهيدرات.

(ببساطة فكرة الشبكة الإندوبلازمية الخشنة أن مصنع البروتينات(الرايبوسومات) يوجد على مكان التعديل (الشبكة الإندوبلازمية) بحيث يخرج البروتين من الرايبوسوم إلى تجويف الشبكة مباشرة دون أن يتم فقدانه في السيتوسول وبعدها يتم تعديله وتغليفه بغشاء وتصديره إلى خارج الخليّة على شكل حويصلة ناقلة).

After secretory proteins are formed, the ER membrane keeps them separate from proteins in the cytosol, which are produced by free ribosomes. Secretory proteins depart from the ER wrapped in the membranes of vesicles that bud like bubbles from a specialized region called transitional ER. Vesicles in transit from one part of the cell to another are called transport vesicles; we will examine their fate shortly.

بعد تكوبن البروتينات الإفرازية، يبقيها غشاء الشبكة منفصلة عن البروتينات في السيتوسول والتي تكونت بواسطة الرايبوسومات الحرة، ثم يقوم باحاطتها بغشاء وارسالها على شكل حويصلة من منطقة متخصصة تسمى **الشبكة الإندوبلازمية الانتقالية** كما في الصورة المجاورة.

In addition to making secretory proteins, rough ER is a membrane factory for the cell; it grows in place by adding membrane proteins



and phospholipids to its own membrane. As polypeptides destined to be membrane proteins grow from the ribosomes, they are inserted into the ER membrane itself and anchored there by their hydrophobic portions. Like the smooth ER, the rough ER also makes membrane phospholipids; enzymes built into the ER membrane assemble phospholipids from precursors in the cytosol. The ER membrane expands, and portions of it are transferred in the form of transport vesicles to other components of the endomembrane system.

تعد الشبكة الإندوبلازمية الخشنة **مصنع الأغشية للخلية**، حيث تنمو في مكانها بواسطة إضافة بروتينات غشائية ودهون مفسفرة فيزداد حجم غشائها، ثم تنقل الأجزاء الغشائية على شكل حويصلات ناقلة إلى مكونات أخرى من نظام الغشاء الداخلي (endomembrane system).

The Golgi Apparatus: Shipping and Receiving Center

After leaving the ER, many transport vehicles travel to the Golgi apparatus. We can think of the Golgi as a warehouse for receiving, sorting, shipping, and even some manufacturing. Here, products of the ER, such as proteins, are modified and stored and then sent to other destinations. Not surprisingly, the Golgi apparatus is especially extensive in cells specialized for secretion.

بعد أن تغادر الحويصلات الناقلة الشبكة الإندوبلازمية، يذهب العديد منها إلى جهاز غولجي، الذي يعتبر **كالمستودع؛ للاستقبال، والفرز، والشحن، وبعض التصنيع، يتم تعديل منتجات الشبكة الإندوبلازمية مثل البروتينات في جهاز غولجي وتخزن فيه، ثم يتم إرسالها إلى وجهتها.**

الخلايا المتخصصة بالإفراز تحتوي كميات كبيرة من جهاز غولجي، كما ذكرنا سابقًا "structure fits function".

The Golgi apparatus consists of a group of associated, flattened membranous sacs—cisternae—looking like a stack of pita bread

A cell may have many, even hundreds, of these stacks. The membrane of each cisterna in a stack separates its internal space from the cytosol. Vesicles concentrated in the vicinity of the Golgi apparatus are engaged in the transfer of material between parts of the Golgi and other structures.

يتكون جهاز غولجي من أكياس غشائية مسطحة، تسمى (cisternae) و تتميز عن الموجودة في الشبكة الإندوبلازمية بأنها غير متصلة ماديًا كما في الصورة.

يفصل غشاء كل من الأكياس تجويفها الداخلي عن سايتوسول الخلية وتقوم الحويصلات بنقل المواد بين أجزاء جهاز غولجي وتراكيب الخلية المختلفة.

A Golgi stack has a distinct structural directionality, with the membranes of cisternae on opposite sides of the stack differing in thickness and molecular composition. The two sides of a Golgi stack are referred to as the cis face and the trans face; these act, respectively, as the receiving and shipping departments of the Golgi apparatus. The term cis means "on the same side," and the cis face is usually located near the ER. Transport vesicles move material from the ER to the Golgi apparatus. A vesicle that buds from the ER can add its membrane and the contents of its lumen to the cis face by fusing with a Golgi membrane on that side. The trans face ("on the opposite side") gives rise to vesicles that pinch off and travel to other sites.

مجموعة صفوف غولجي تمتلك اتجاه بنائي مميز، حيث تختلف الأغشية بين الجانبين المتقابلين في السمك والمكونات.

يوجد جانبين لصفوف غولجي:

- **Cis(استقبال) و هي الجهة المقابلة للشبكة الإندوبلازمية.**
- **Trans(شحن) الجهة البعيدة عن الشبكة الإندوبلازمية.**

الحويصلات الناقلة؛ تنقل المواد من الشبكة الإندوبلازمية حيث تندمج الحويصلة بغشاء غولجي من الجانب cis ويصبح غشاؤها جزءً منه و تضيف مكوناتها إلى تجويفه، ومن الجانب trans تظهر حويصلات ناقلة، تنفصل و تذهب إلى مواقع مختلفة.

Products of the endoplasmic reticulum are usually modified during their transit from the cis region to the trans region of the Golgi apparatus. For example, glycoproteins formed in the ER

have their carbohydrates modified, first in the ER itself, and then as they pass through the Golgi. The Golgi removes some sugar monomers and substitutes others, producing a large variety of carbohydrates. Membrane phospholipids may also be altered in the Golgi

يتم تعديل منتجات الشبكة الإندوبلازمية في جهاز غولجي أثناء انتقالها من الجانب cis إلى الجانب trans.

In addition to its finishing work, the Golgi apparatus also manufactures some macromolecules. Many polysaccharides secreted by cells are Golgi products. For example, pectins and certain other noncellulose polysaccharides are made in the Golgi of plant cells and then incorporated along with cellulose into their cell walls. Like secretory proteins, nonprotein Golgi products that will be secreted depart from the trans face of the Golgi inside transport vesicles that eventually fuse with the plasma membrane. The contents are released, and the vesicle membrane is incorporated into the plasma membrane, adding to the surface area.

بالإضافة إلى تعديل منتجات الشبكة الإندوبلازمية، يقوم جهاز غولجي بتصنيع بعض الجزيئات مثل الpolysaccharides.

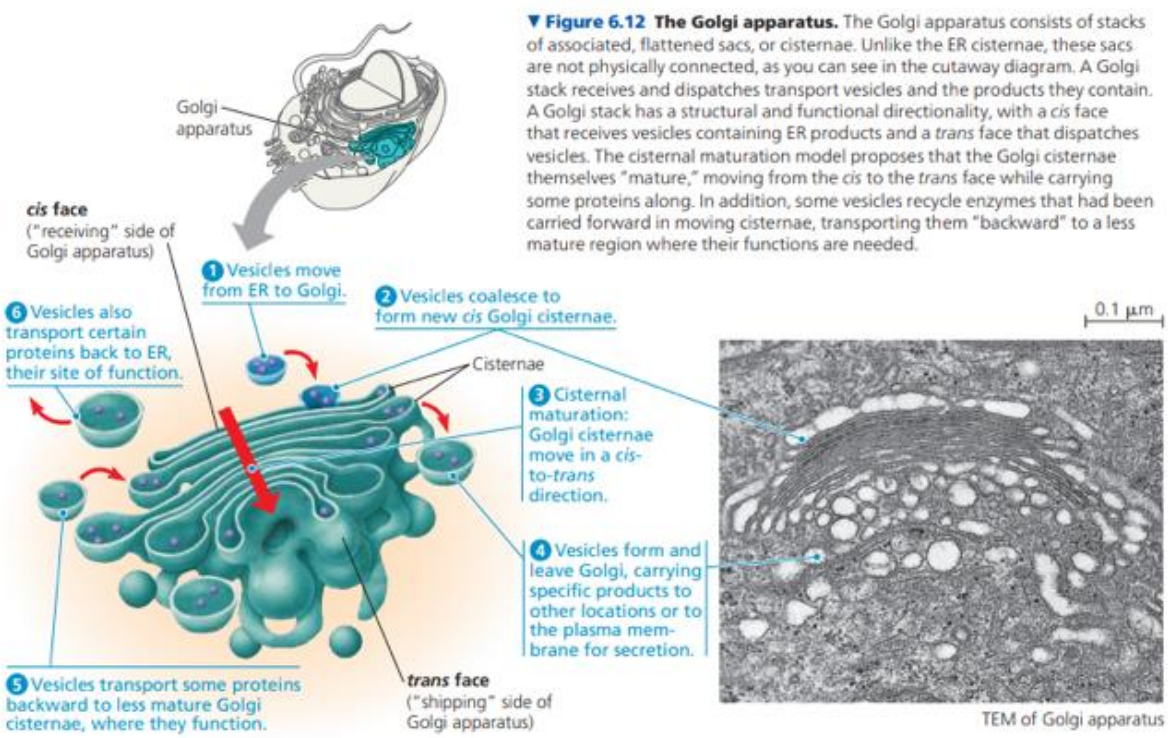
The Golgi manufactures and refines its products in stages, with different cisternae containing unique teams of enzymes. Until recently, biologists viewed the Golgi as a static structure, with products in various stages of processing transferred from one cisterna to the next by vesicles. While this may occur, research from several labs has given rise to a new model of the Golgi as a more dynamic structure. According to the cisternal maturation model, the cisternae of the Golgi actually progress forward from the cis to the trans face, carrying and modifying their cargo as they move. The reality probably lies somewhere between the two models; recent research suggests the central regions of the cisternae may remain in place, while the outer ends are more dynamic.

حتى وقت قريب، كان علماء الأحياء ينظرون إلى جهاز غولجي كبنية ثابتة، (بمعنى كلcisterna تبقى في مكانها والمواد تنتقل من واحدة إلى أخرى بواسطة الحويصلات)، و رغم أن هذا قد يحدث، فإن الأبحاث أدت إلى ظهور نموذج جديد لغولجي باعتباره **بنية أكثر ديناميكية (حركية)**. نظرية cisternal maturation تشير إلى أن صفوف (cisternae) جهازغولجي تتقدم إلى الأمام، من الجانب cis إلى الجانب trans، حاملة حمولتها التي تقوم بتعديلها أثناء تحركها. الحقيقة ممكن أن تكون بين النموذجين، بمعنى أن المناطق الحديثة من cisternae تبقى في مكانها، أما الأطراف المركزية تكون أكثر ديناميكية.

Before a Golgi stack dispatches its products by budding vesicles from the trans face, it sorts these products and targets them for various parts of the cell. Molecular identification tags, such as phosphate groups added to the Golgi products, aid in sorting by acting like zip codes on mailing labels. Finally, transport vesicles budded from the Golgi may have external molecules on their membranes that recognize "docking sites" on the surface of specific organelles or on the plasma membrane, thus targeting the vesicles appropriately.

يقوم جهاز غولجي **بفرز** منتجاته و **تحديد وجهتها** في الخلية قبل **إرسالها**، تعمل بعض الجزيئات مثل (مجموعة الفوسفات) المضافة إلى منتجات غولجي **كعلامة تعريفية** تساعد في الفرز (مثل الرموز البريدية على ملصقات البريد).

تتبرعم حويصلات ناقلة تحمل منتجات غولجي لنقلها، وعلى غشاء الحويصلة يوجد جزيء خارجي يتعرف على (**مواقع الالتحام**) على سطح الغشاء البلازمي أو العضيات الأخرى، وبالتالي ينقل المواد التي يحملها إلى الوجهة المطلوبة.



▼ **Figure 6.12 The Golgi apparatus.** The Golgi apparatus consists of stacks of associated, flattened sacs, or cisternae. Unlike the ER cisternae, these sacs are not physically connected, as you can see in the cutaway diagram. A Golgi stack receives and dispatches transport vesicles and the products they contain. A Golgi stack has a structural and functional directionality, with a *cis* face that receives vesicles containing ER products and a *trans* face that dispatches vesicles. The cisternal maturation model proposes that the Golgi cisternae themselves "mature," moving from the *cis* to the *trans* face while carrying some proteins along. In addition, some vesicles recycle enzymes that had been carried forward in moving cisternae, transporting them "backward" to a less mature region where their functions are needed.

Lysosomes: Digestive Compartments

A lysosome is a membranous sac of hydrolytic enzymes that many eukaryotic cells use to digest (hydrolyze) macromolecules. Lysosomal enzymes work best in the acidic environment found in lysosomes. If a lysosome breaks open or leaks its contents, the released enzymes are not very active because the cytosol has a near-neutral pH. However, excessive leakage from a large number of lysosomes can destroy a cell by self-digestion.

الليزوزوم هو كيس غشائي يحتوي انزيمات محللة، تستخدمه الخلايا حقيقية النوى في هضم الجزيئات الكبيرة (التي تعرفنا إليها سابقًا).

تعمل انزيمات الليزوزوم بشكل أفضل في البيئة الحمضية، لذلك في حال تسربت محتويات الليزوزوم فإن انزيماته لن تكون نشطة للغاية، لأن درجة حموضة السيتوسول متعادلة تقريبا، مع ذلك فالتسرب المفرط بانزيمات الليزوزوم من الممكن أن يؤدي إلى تدمير الخلية عن طريق الهضم الذاتي.

Hydrolytic enzymes and lysosomal membrane are made by rough ER and then transferred to the Golgi apparatus for further

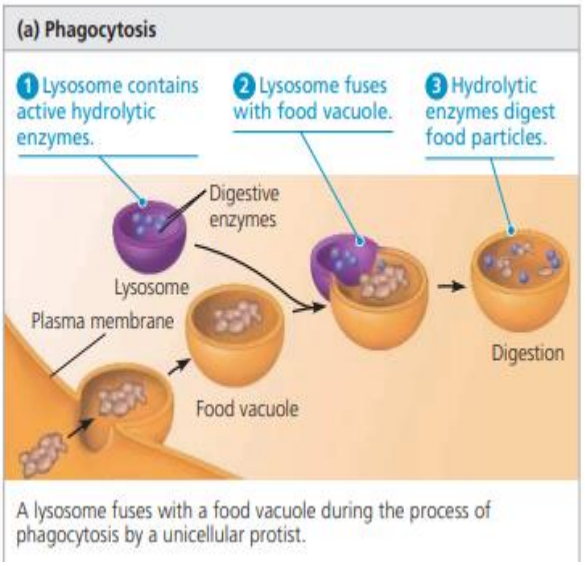
processing. At least some lysosomes probably arise by budding from the trans face of the Golgi apparatus.

الانزيمات المحللة وغشاء الليزوزوم يتم صناعتهم في الشبكة الإندوبلازمية الخشنة، ثم يتم إرسالهم إلى جهاز غولجي لمزيد من المعالجة.

How are the proteins of the inner surface of the lysosomal membrane and the digestive enzymes themselves spared from destruction? Apparently, the three-dimensional shapes of these proteins protect vulnerable bonds from enzymatic attack.

كيف تحمي البروتينات الموجودة على السطح الداخلي لغشاء الليزوزوم والانزيمات الهاضمة نفسها من التدمير؟ **الشكل ثلاثي الأبعاد لهذه البروتينات يقوم بحماية الروابط الضعيفة المعرضة للتدمير** (تترتب جزيئات البروتين بشكل يجعل الروابط الضعيفة غير معرضة للانزيمات المحللة).

Lysosomes carry out intracellular digestion in a variety of circumstances. Amoebas and many other unicellular protists eat by engulfing smaller organisms or food particles, a process called phagocytosis (from the Greek phagein, to eat, and kytos, vessel, referring here to the cell). The food vacuole formed in this way then fuses with a lysosome, whose enzymes digest the food.

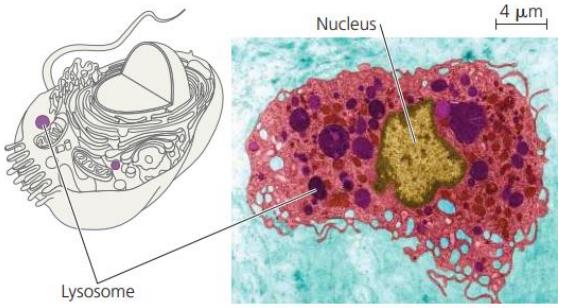


A lysosome fuses with a food vacuole during the process of phagocytosis by a unicellular protist.

تقوم العديد من الكائنات الحية وحيدة الخلية بالتهام جزيئات الطعام بعملية تسمى **البلعمة**، ثم تندمج الفجوة الغذائية مع الليزوزوم و تختلط الانزيمات بجزيئات الطعام و تقوم بهضمها، كما في الصورة المجاورة.

Digestion products, including simple sugars, amino acids, and other monomers, pass into the cytosol and become nutrients for the cell. Some human cells also carry out phagocytosis. Among them are macrophages, a type of white blood cell that helps

defend the body by engulfing and destroying bacteria and other invaders.

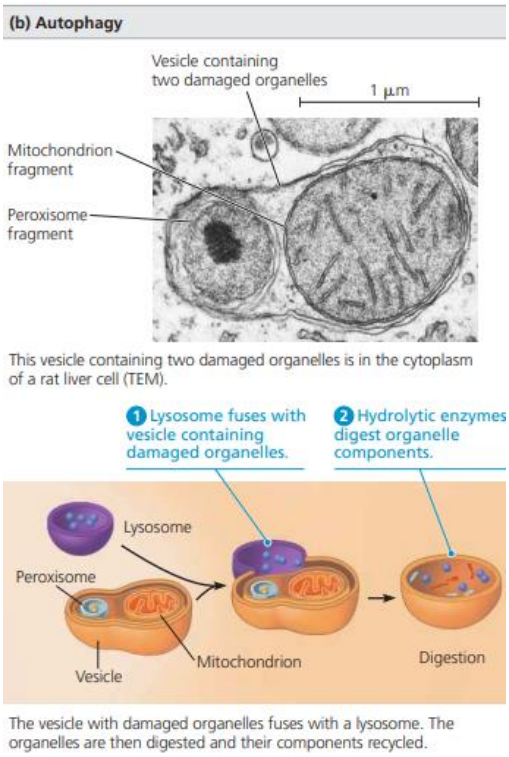


In this colorized TEM of a macrophage (a type of white blood cell), lysosomes are purple. They contain enzymes that digest foreign particles such as bacteria and pollen.

كما ذكرنا سابقًا، تقوم الليزوزومات بتحليل الجزيئات الكبيرة، لذلك فإن **نواتج عملية الهضم** تتضمن جزيئات الأصغر حجمًا، مثل السكريات البسيطة والأحماض الأمينية والتي تصبح غذاءً للخلية.

تقوم بعض خلايا الإنسان بعملية البلعمة التي ذكرناها، من بينهم (**الخلايا الأكولة الكبيرة macrophages**) وهي نوع من **خلايا الدّم البيضاء**، التي تساعد في الدفاع عن الجسم من خلال بلعمة وتدمير البكتيريا والأجسام الغريبة.

Lysosomes also use their hydrolytic enzymes to recycle the cell's own organic material, a process called autophagy. During autophagy, a damaged organelle or small amount of cytosol becomes surrounded by a double membrane (of unknown origin), and a lysosome fuses with the outer membrane of this vesicle.



تقوم الليزوزومات أيضا بعملية **إعادة تدوير المواد العضوية في الخلية**، بعملية تسمى **(الالتهام الذاتي autophagy)** حيث تصبح العضية التالفة محاطة بغشاء مزدوج (من أصل غير معروف) و تندمج الحويصلة التي تحتوي المادة التالفة مع الليزوزوم الذي يقوم بهضم محتوياتها.

The lysosomal enzymes dismantle the inner membrane and the enclosed material, and the resulting small organic compounds are released to the cytosol for reuse. With the help of lysosomes, the cell continually renews itself. A human liver cell, for example, recycles half of its macromolecules each week.

يتم إطلاق المركبات العضوية الناتجة إلى سيتوسول الخلية وإعادة استخدامها، بمعنى **تقوم الخلية بتجديد نفسها بمساعدة الليزوزومات.**

The cells of people with inherited lysosomal storage diseases lack a functioning hydrolytic enzyme normally present in lysosomes. The lysosomes become engorged with indigestible material, which begins to interfere with other cellular activities. In Tay-Sachs disease, for example, a lipid-digesting enzyme is missing or inactive, and the brain becomes impaired by an accumulation of lipids in the cells. Fortunately, lysosomal storage diseases are rare in the general population.

يفتقر الأشخاص المصابين بالأمراض الوراثية المتعلقة بتخزين الليزوزومات إلى الانزيمات المحللة الفعالة الموجودة بشكل طبيعي في الليزوزومات، فيصبح الليزوزوم ممتلئ بالمواد غير المهضومة، ما يؤثر في أنشطة الخلية الأخرى.

في مرض Tay-Sachs، **الانزيم المسؤول عن هضم الدهون يكون مفقود أو غير فعّال، ويصاب الدماغ بتلف أو ضعف بسبب تراكم الدهون في خلاياه**.

Vacuoles: Diverse Maintenance Compartments

Vacuoles are large vesicles derived from the endoplasmic reticulum and Golgi apparatus. Thus, vacuoles are an integral part of a cell's endomembrane system. Like all cellular membranes, the vacuolar membrane is selective in transporting solutes; as a result, the solution inside a vacuole differs in composition from the cytosol.

الفجوات هي عبارة عن حويصلة كبيرة مشتقة من الشبكة اللاإندوبلازمية وجهاز غولجي، **غشاؤها انتقائي** (لا يسمح بمرور كلّ المواد المذابة) بالتالي فالمحلول الذي بداخل الفجوة يختلف في تركيبه عن سيتوسول الخليّة.

Vacuoles perform a variety of functions in different kinds of cells. Food vacuoles, formed by phagocytosis, have already been mentioned. Many unicellular protists living in fresh water have contractile vacuoles that pump excess water out of the cell, thereby maintaining a suitable concentration of ions and molecules inside the cell (see Figure 7.13)

تتكون الفجوات التي تخزن الغذاء بعد عملية البلعمة التي ذكرناها سابقًا.

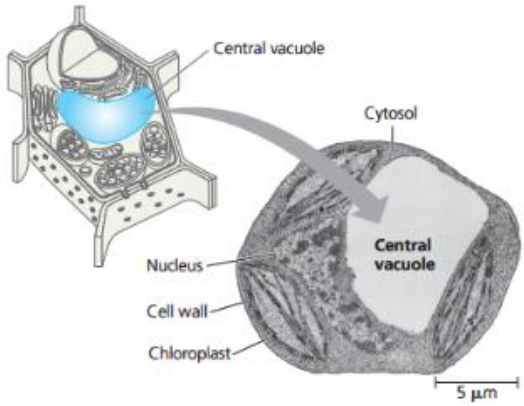
تمتلك العديد من الكائنات الحية **فجوة انقباضية**، تقوم بضخّ الماء الزائد خارج الخلية حتى تحافظ على تركيز مناسب من الأيونات والجزيئات بداخل الخلية.

In plants and fungi, certain vacuoles carry out enzymatic hydrolysis, a function shared by lysosomes in animal cells. (In fact, some biologists consider these hydrolytic vacuoles to be a type of lysosome.) In plants, small vacuoles can hold reserves of important organic compounds, such as the proteins stockpiled in the storage cells in seeds. Vacuoles may also help protect the plant against herbivores by storing compounds that are poisonous or unpalatable to animals. Some plant vacuoles contain pigments, such as the red and blue pigments of petals that help attract pollinating insects to flowers.

في النباتات والفطريات، تقوم بعض الفجوات **بالتحليل** بواسطى الانزيمات، والتي تعد وظيفة مشتركة مع الليزوزومات في الخلايا الحيوانية (يعتبر بعض علماء الأحياء هذه الفجوات المحللة نوعًا من الليزوزومات).

تقوم الفجوات الصغيرة في النباتات **بالاحتفاظ بمخزون من المركبات العضوية المهمة** مثل البروتينات في خلايا التخزين بداخل البذور، من الممكن أن تساعد أيضا في حماية النباتات من الحيوانات عن طريق تخزين مركبات سامّة أو غير مستساغة، وفي بعض النباتات تقوم بتخزين الصبغات الحمراء والزرقاء للبتلات، التي تساعد في جذب الحشرات للزهور حتى تقوم بتلقيحها.

Mature plant cells generally contain a large central vacuole, which develops by the coalescence of smaller vacuoles. The solution inside the central vacuole, called cell sap, is the plant cell's main repository of inorganic ions, including potassium and chloride. The central vacuole plays a major role in the growth of plant cells, which enlarge as the vacuole absorbs water, enabling the cell to become larger with a minimal investment in new cytoplasm. The cytosol often occupies only a thin layer between the central vacuole and the plasma membrane, so the ratio of plasma membrane surface to cytosolic volume is sufficient, even for a large plant cell.

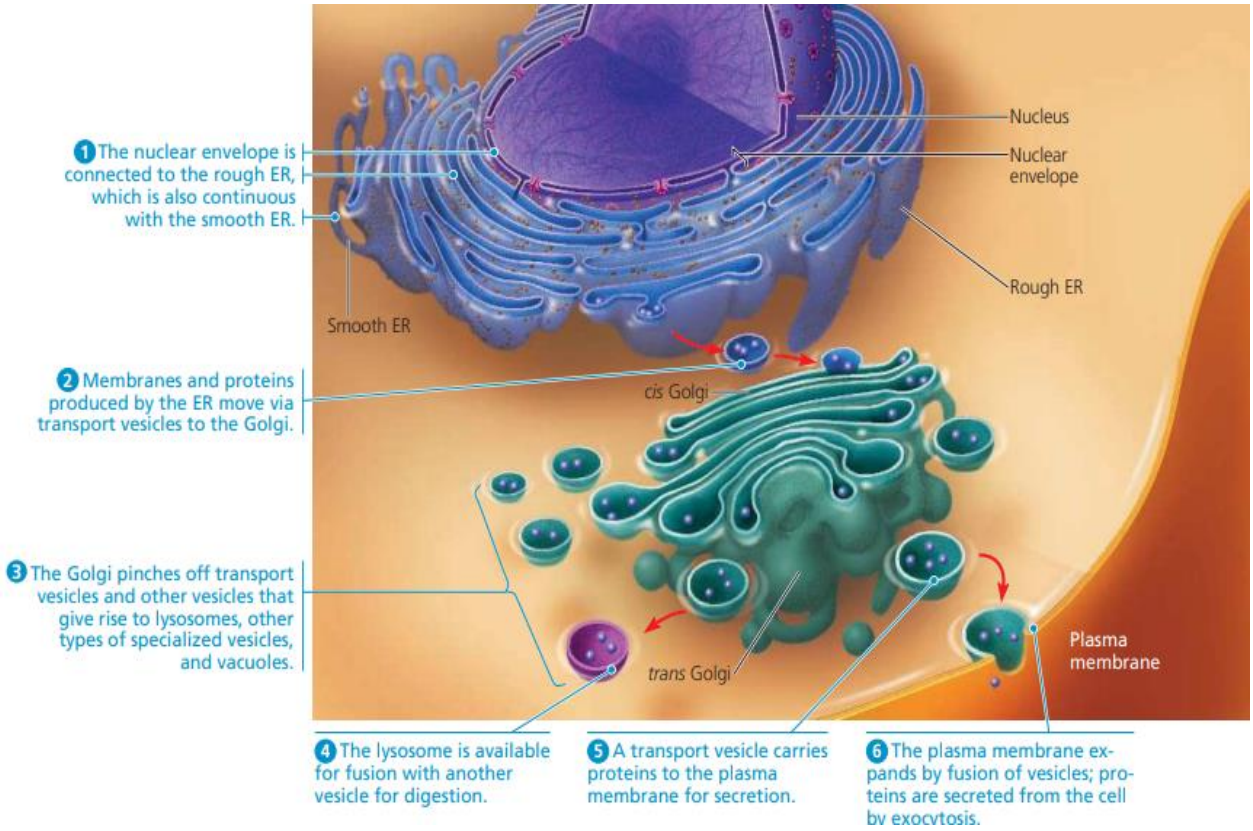


تحتوي الخلايا النباتية الناضجة على **فجوة كبيرة مركزية** تتكون بواسطة تجمع مجموعة من الفجوات الصغيرة، يسمى المحلول بداخلها **عصارة الخلية** ويعد المستودع الرئيسي في الخلية النباتية للأيونات مثل **البوتاسيوم و الكلوريد**.

تلعب الفجوة المركزية دورًا رئيسيا في نمو الخلية النباتية حيث تصبح الخلية أكبر بامتصاص الفجوة للماء، بدون الحاجة لزيادة كمية كبيرة من السيتوبلازم.

The Endomembrane System: A Review

Figure below reviews the endomembrane system, showing the flow of membrane lipids and proteins through the various organelles. As the membrane moves from the ER to the Golgi and then elsewhere, its molecular composition and metabolic functions are modified, along with those of its contents. The endomembrane system is a complex and dynamic player in the cell's compartmental organization.



Summary of Concept 7.4: The endomembrane system regulates protein traffic and performs metabolic functions

• The endomembrane system consists of several **membrane-bound organelles**, including the nuclear envelope, endoplasmic reticulum (ER), Golgi apparatus, lysosomes, vesicles, vacuoles, and the plasma membrane.

• This system is responsible for the **synthesis and transport of proteins, metabolism and transport of lipids, and detoxification of harmful substances.**

• The membranes are **interconnected** either by direct physical continuity or through the transfer of vesicles, but they differ in structure and function.

• The ER consists of two parts: **Smooth ER**, which is involved in lipid synthesis, detoxification, and calcium ion storage, and **Rough ER**,

which is studded with ribosomes and involved in the production of secretory proteins.

• The Golgi apparatus acts as a **center for receiving, modifying, and shipping proteins from the ER to their destinations.**

• Lysosomes contain **digestive enzymes** used to break down macromolecules and recycle cellular material through processes like phagocytosis and autophagy.

• يتكون نظام الأغشية الداخلية من مجموعة من **العضيات ذات الأغشية** مثل الغلاف النووي، الشبكة الإندوبلازمية، جهاز جولجي، الليسوسومات، الحويصلات، الفجوات، والغشاء البلازمي.

• هذا النظام مسؤول عن **تصنيع البروتينات ونقلها، أيض ونقل الدهون، وإزالة السموم**.

• **ترتبط الأغشية في النظام** إما عن طريق اتصال فيزيائي مباشر أو عبر نقل الحويصلات، لكنها تختلف في التركيب والوظيفة.

• تتكون الشبكة الإندوبلازمية من نوعين: **الشبكة الملساء**، التي تساهم في تصنيع الدهون، إزالة السموم، وتخزين أيونات الكالسيوم، **والشبكة الخشنة** التي تحتوي على الرايبوسومات وتساهم في إنتاج البروتينات الإفرازية.

• يعمل جهاز جولجي **كمركز لاستقبال، تعديل، وتوزيع البروتينات القادمة من الشبكة الإندوبلازمية إلى وجهاتها**.

• تحتوي الليسوسومات على **إنزيمات هاضمة** تساعد في تحليل الجزيئات الكبيرة وإعادة تدوير المواد الخلوية من خلال عمليات مثل البلعمة والالتهام الذاتي.

Past Papers

1.The ————acts as protein packaging and processing center in the cell?

A. Smooth Endoplasmic reticulum
B. Peroxisomes
C. Golgi apparatus
D. Nucleus
E. Nucleolus

—----------

2. Which of the following is concerned with the synthesis of phospholipids and steroids in the cell?

A. Rough Endoplasmic reticulum
B. Smooth Endoplasmic reticulum
C. Golgi apparatus
D. Lysosome
E. Plasma membrane

—----------

3. Which of the following contains cisternae:

A. Rough ER
B. Mitochondria
C. Golgi apparatus
D. Only A and C
E. All of them

—----------

4. What types of proteins are not synthesized in the rough ER?

A. Extracellular matrix proteins
B. Plasma membrane proteins
C. Endoplasmic reticulum proteins
D. Mitochondrial proteins
E. Secretion proteins

—----------

5. What mechanisms do plants use to transport sucrose produced by: photosynthesis into specialized cells in leaves against its concentration gradient?

A. Diffusion
B. Sucrose pumping
C. Cotransport
D. Receptor mediated endocytosis
E. Phagocytosis

Answers: 1.C 2.B 3.D 4.D 5.C

الشـهيـد محمد يوسف الحداد، 19 عامًا

كانت أمنيته أن يستـشـهد، كان راضي ومرضي الوالدين، كان من المحافظين على صلاة الفجر، محبوب من أخواته وأصحابه، يُلقبُ بـ "أبو العبد"، حتى مُدرّسِي المدرسة كانوا ينادونه بأبو العبد، صغيرُ السن كبيرُ المقام.

تاريخ الاستـشهـاد: 9/6/2024

Concept 7.5:
Mitochondria and chloroplasts

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

*نهدي يعني شرح زيادةExtra

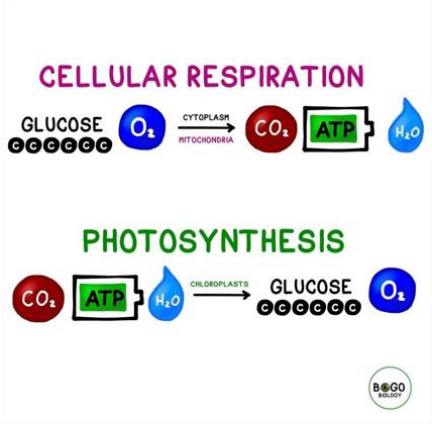
Mitochondria and chloroplasts

Organisms transform the energy they acquire from their surroundings. In eukaryotic cells, mitochondria and chloroplasts are the organelles that convert energy to forms that cells can use for work.

الكائنات الحية تحتاج للطاقة لكي تنمو وتعيش. تستمد الطاقة من البيئة المحيطة مثل **glucose** و **الطاقة الشمسية** و لكن هذه الكائنات لا يمكنها الاستفادة من مصادر الطاقة دون تحويلها الى شكل اخر حسب نوعها سواء كانت حيوان أم نبات وهنا يمكن دور العضيات مثل: **mitochondria** **chloroplasts**

Mitochondria (singular, mitochondrion) are the sites of cellular respiration, the metabolic process that uses oxygen to drive the generation of ATP by extracting energy from sugars, fats, and other fuels.

الميتوكندريا هي موقع حصول عملية **التنفس الخلوي** (cellular respiration) وهي عملية حيوية التي تحتاج وجود الأكسجين لتقوم بتوليد جزيئات الطاقة ATP من السكريات والدهون



Chloroplasts, found in plants and algae, are the sites of photosynthesis. This process in chloroplasts converts solar energy to chemical energy by absorbing sunlight and using it to drive the synthesis of organic compounds such as sugars from carbon dioxide and water .

الكلوروبلاست تتواجد في النباتات و الطحالب و هي موقع حصول عملية **البناء الضوئي** **"photosynthesis"** وهي عملية حيوية تحتاج أشعة الشمس لتقوم بإنتاج **السكريات** من CO_2 و **الماء** .

In addition to having related functions, mitochondria and chloroplasts share similar evolutionary origins, which we'll look at briefly before examining their structures.

The Evolutionary Origins

Mitochondria and chloroplasts display similarities with bacteria that led to the endosymbiont theory. This theory states that an early ancestor of eukaryotic cells (a host cell) engulfed an oxygen-using non photosynthetic prokaryotic cell.

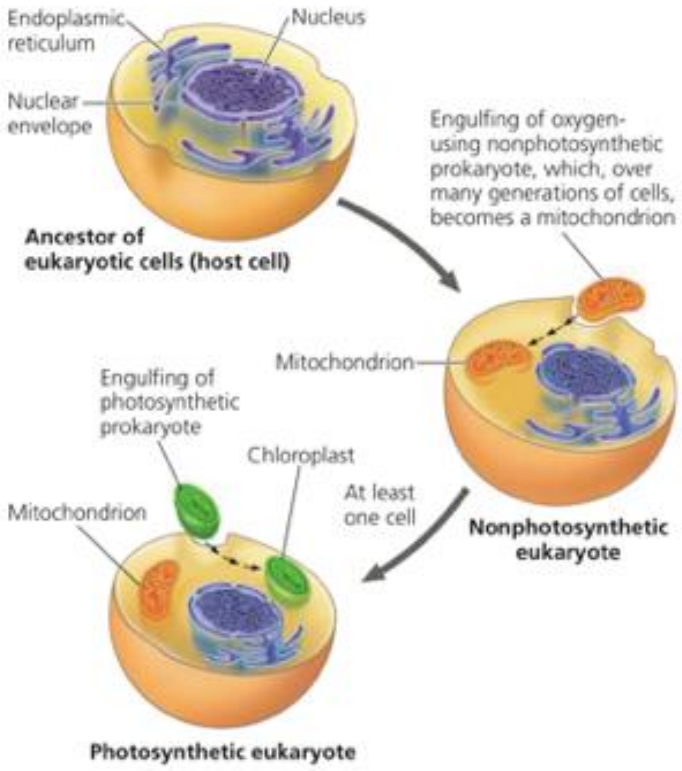
تم وضع **نظرية التعايش الداخلي** لمحاولة فهم أصل و نشأة الـ **Mitochondria** and **chloroplasts** حيث أن هناك تشابهات بينهم و بين البكتيريا، نبدأ بشرح أصل الميتوكندريا : خلية **حقيقة النواة** ابتلعت **خلية بدائية النواة** غير قادرة على القيام بالبناء الضوئي و لكنها تستعمل الأوكسجين.

Eventually, the engulfed cell formed a relationship with the host cell in which it was enclosed, becoming an endosymbiont (a cell living within another cell). Indeed, over the course of evolution, the host cell and its endosymbiont merged into a single organism, a eukaryotic cell with the endosymbiont having become a mitochondrion.

ثم **الخلية المبتلعة و الخلية المُضيفة** نشأت بينهما علاقة تعايش **endosymbiont** و مع مرور الزمن أصبحا كينونة واحدة ألا وهي الـ **mitochondria**.

At least one of these cells may have then taken up a photosynthetic prokaryote, becoming the ancestor of eukaryotic cells that contain chloroplasts.

بعض هذه الخلايا **حقيقية** النواة تبتلع خلية **بدائية** النواة قادرة على القيام بعملية البناء الضوئي
وهكذا ينتج لدينا خلية **حقيقية** النواة فيتكون **chloroplasts**



▼ **Figure 6.16 The endosymbiont theory of the origins of mitochondria and chloroplasts in eukaryotic cells.** According to this theory, the proposed ancestors of mitochondria were oxygen-using nonphotosynthetic prokaryotes that were taken into host cells, while the proposed ancestors of chloroplasts were photosynthetic prokaryotes. The large arrows represent change over evolutionary time; the small arrows inside the cells show the process of the endosymbiont becoming an organelle, also over long periods of time.

This theory is consistent with many structural features of mitochondria and chloroplasts. First, rather than being bounded by a single membrane like organelles of the endomembrane system, mitochondria and typical chloroplasts have two membranes surrounding them. (Chloroplasts also have an internal system of membranous sacs.) There is evidence that the ancestral engulfed prokaryotes had two outer membranes, which membranes of mitochondria and chloroplasts became the double.

هذه النظرية جدا **مقبولة** وموافق عليها لعدة أسباب:
أولاً: العضيات التي نتحدث عنها لديها **غلافين** محيطين بهم

Second, like prokaryotes, mitochondria and chloroplasts contain ribosomes, as well as circular DNA molecules—like bacterial chromosomes—associated with their inner membranes. The DNA in these organelles programs the synthesis of some organelle

proteins on ribosomes that have been synthesized and assembled there as well.

ثانيًا: هذه العضيات تحتوي **رايبوسومات** و **circular DNA** مثل البكتيريا و تكمن أهميتها في تصنيع **البروتينات**.

Third, also consistent with their probable evolutionary origins as cells, mitochondria and chloroplasts are **autonomous** (somewhat independent) organelles that grow and reproduce within the cell.

ثالثًا: هذه العضيات تعتبر بشكل مجازي **مستقلة** و تتكاثر **دون** الاعتماد على الخلية .

Chemical Energy Conversion

Mitochondria are found in nearly all **eukaryotic cells**, including those of plants, animals, fungi, and most protists.

انتبه مهم جدًا: تتواجد الميتوكندريا في جميع خلايا حقيقيه النواة كالنبات والحيوان و الفطريات

Some cells have a **single large** mitochondrion, but more often a cell has **hundreds or even thousands** of mitochondria; the number correlates with the cell's level of metabolic activity. For example, cells that move or contract have proportionally more mitochondria per volume than less active cells.

عدد الميتوكندريا في الخلية الواحدة يتناسب مع مقدار الطاقة اللازم للقيام بوظيفة هذه الخلية يعني الخلايا **العضلية** تمتلك نسبة **أكبر**.

Structure of mitochondria

Each of the **two** membranes enclosing the mitochondrion is a **phospholipid bilayer** with a unique collection of embedded **proteins**. The outer membrane is smooth, but the inner membrane is convoluted, with infoldings called **cristae** the cristae give the inner mitochondrial membrane a large surface area, thus enhancing the productivity of **cellular respiration**. This is another example of structure fitting function.

كما ذكرنا سابقا فالميتوكوندريا محاطة **بغلافين**، كل واحد منهما يتكون من **طبقتين من الليبيدات المفسفرة بالإضافة الى بروتينات**. الغلاف **الخارجي أملس ناعم**، ولكن الداخلي يحتوي **انثناءات**

و تشكل ما يسمى **cristae** و هذا لحكمة لان هذه الانثناءات تزيد من المساحة الممكن استغلالها لتكوين **ATP**

انتبه: مثال مهم على تناسب شكل العضيّ والوظيفة

The inner membrane divides the mitochondrion into two internal compartments. The first is the intermembrane space, the narrow region between the inner and outer membranes. The second compartment, the mitochondrial matrix, is enclosed by the inner membrane. The matrix contains many different enzymes as well as the mitochondrial DNA and ribosomes. Enzymes in the matrix catalyse some of the steps of cellular respiration. Other proteins that function in respiration, including the enzyme that makes ATP, are built into the inner membrane. As highly folded surfaces Circular DNA molecules are associated with the inner mitochondrial membrane.

يقوم الغلاف الداخلي بتقسيم الميتوكوندريا إلى جزئين:

١) منطقة ما بين الغلافين **Intermembrane Space**

٢) المنطقة الداخلية التي يحيط بها الغلاف الداخلي بشكل مباشر **Mitochondrial Matrix** و الذي يحتوي أشياء مهمة مثل:

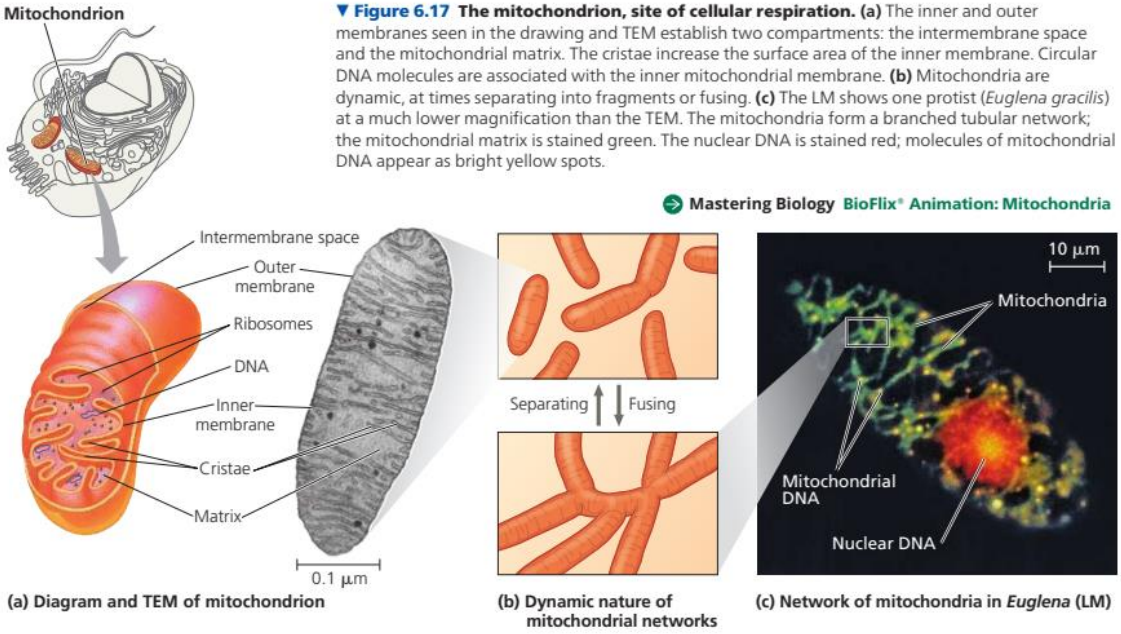
- المادة الوراثية والرايبوسومات (حتى تصنع بروتينات)
- إنزيمات وبروتينات مهمة لعملية التنفس الخلوي وبعضها يكون مغروس في الغلاف الداخلي

Motion and shape

Mitochondria are generally in the range of 1–10 μm long. Time-lapse films of living cells reveal mitochondria moving around, changing their shapes, and fusing or dividing into separate fragments, unlike the static structures seen in most diagrams and electron micrographs. These studies helped cell biologists understand that mitochondria in a living cell form a branched tubular network that is in a dynamic state of flux (In skeletal

muscle, this network has been referred to by researchers as a "power grid"(

على عكس العضيات الأخرى، الميتوكندريا **لا تبقى ثابتة** تتحرك وتندمج مع بعضها و قد تنفصل و على سبيل المثال فانها تندمج و تكون شبكة نسميها **power grid** في الخلايا العضلية



▼ **Figure 6.17 The mitochondrion, site of cellular respiration.** **(a)** The inner and outer membranes seen in the drawing and TEM establish two compartments: the intermembrane space and the mitochondrial matrix. The cristae increase the surface area of the inner membrane. Circular DNA molecules are associated with the inner mitochondrial membrane. **(b)** Mitochondria are dynamic, at times separating into fragments or fusing. **(c)** The LM shows one protist (*Euglena gracilis*) at a much lower magnification than the TEM. The mitochondria form a branched tubular network; the mitochondrial matrix is stained green. The nuclear DNA is stained red; molecules of mitochondrial DNA appear as bright yellow spots.

Mastering Biology BioFlix® Animation: Mitochondria

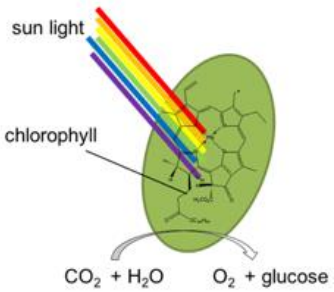
(a) Diagram and TEM of mitochondrion

(b) Dynamic nature of mitochondrial networks

(c) Network of mitochondria in *Euglena* (LM)

Capture of Light Energy

Chloroplasts contain the green pigment chlorophyll, along with enzymes and other molecules that function in the photosynthetic production of sugar. These lens-shaped organelles, about 3–6 µm in length, are found in leaves and other green organs of plants and in algae .



الكلوروبلاست تحتوي صبغة خضراء **"الكلوروفيل"** بالإضافة الى **انزيمات و جزيئات مهمة لعملية البناء الضوئي**. توصف بأنها على شكل **عدسات** تتواجد في الأوراق و الأجزاء **الخضراء** في النبات و الطحالب .

The contents of a chloroplast are partitioned from the cytosol by an envelope consisting of two membranes separated by a very narrow intermembrane space. Inside the chloroplast is another membranous system in the form of flattened, interconnected sacs

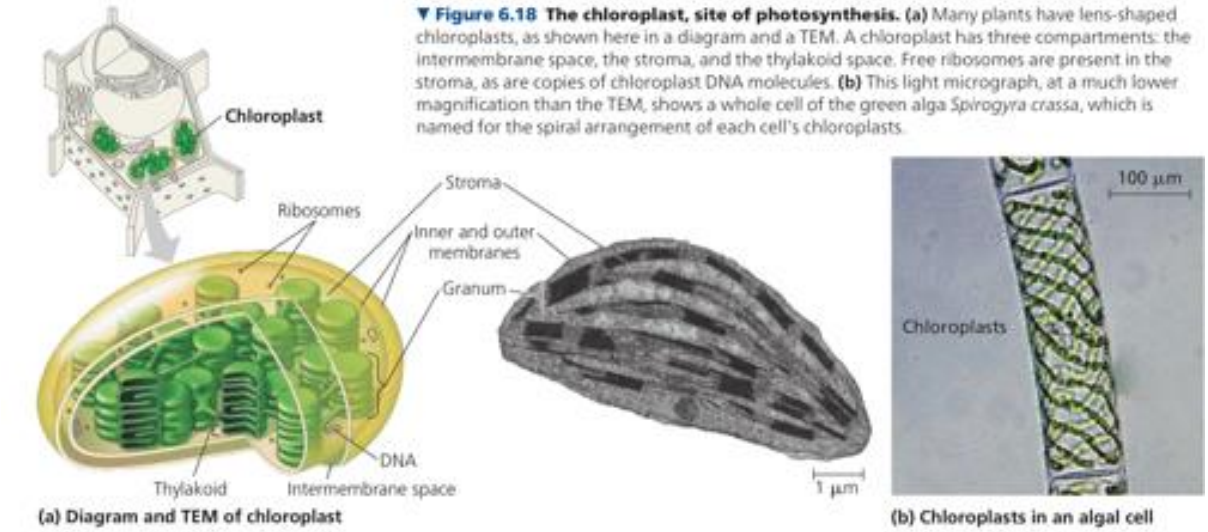
called **thylakoids**. In some regions, thylakoids are stacked like poker chips; each stack is called a **granum** (plural, grana). The fluid outside the thylakoids is the **stroma**, which contains the chloroplast **DNA and ribosomes** as well as many **enzymes**.

بيد انه يوجد غلافين خارجين يحيطان بالكلوروبلاست ف انه يوجد نظام اغلفة داخلي يتمثل بـ **thylakoids** و تسمى مجموعة منها ب **granum** و أمًا الذي يقع خارجها يسم **stroma** والذي يحتوي **DNA و بروتينات و انزيمات** مهمة للبناء الضوئي

The membranes of the chloroplast divide the chloroplast space into three compartments: the **intermembrane space, the stroma, and the thylakoid space**. This compartmental organization enables the chloroplast to convert light energy to chemical energy during photosynthesis.

Motion and shape

As with mitochondria, the static and rigid appearance of chloroplasts in micrographs or schematic diagrams cannot accurately depict their dynamic behaviour in the living cell. Their shape is **changeable**, and they grow and occasionally pinch in two, reproducing themselves. They are **mobile** and, with mitochondria and other organelles, move around the cell along tracks of the cytoskeleton.



▼ **Figure 6.18 The chloroplast, site of photosynthesis. (a)** Many plants have lens-shaped chloroplasts, as shown here in a diagram and a TEM. A chloroplast has three compartments: the intermembrane space, the stroma, and the thylakoid space. Free ribosomes are present in the stroma, as are copies of chloroplast DNA molecules. **(b)** This light micrograph, at a much lower magnification than the TEM, shows a whole cell of the green alga *Spirogyra crassa*, which is named for the spiral arrangement of each cell's chloroplasts.

(a) Diagram and TEM of chloroplast

(b) Chloroplasts in an algal cell

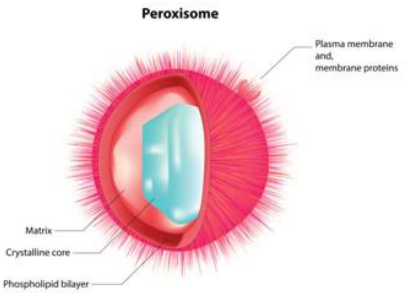
Plastids

The chloroplast is a specialized member of a family of closely related plant organelles called plastids. One type of plastid, the amyloplast, is a colourless organelle that stores starch (amylose), particularly in roots and tubers. Another is the chromoplast, which has pigments that give fruits and flowers their orange and yellow hues.

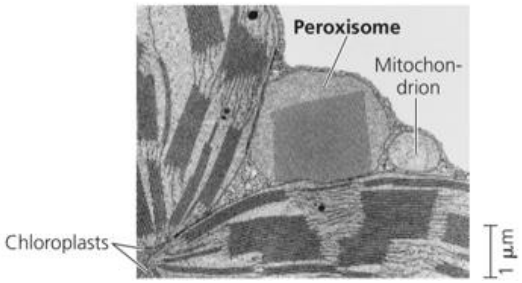
عائلة الPlastids تحتوي عدة أنواع **مثل**:

- **Chloroplasts**
- **Amyloplast**: ليس لها لون تقوم بتخزين سكر الاميلوز
- **Chromoplast**: سبب اللون البرتقالي و الأصفر في الفاكهة و النبات

Peroxisome

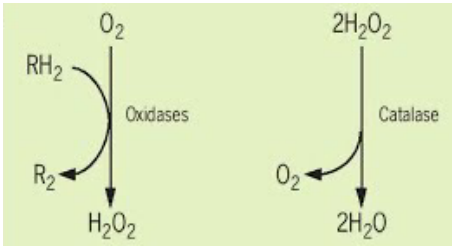


Peroxisomes are roughly spherical and often have a granular or crystalline core that is thought to be a dense collection of enzyme molecules. Chloroplasts and mitochondria cooperate with peroxisomes in certain metabolic functions.



Oxidation

The peroxisome is a specialized metabolic compartment bounded by a single membrane. Peroxisomes contain enzymes that remove hydrogen atoms from various substrates and transfer them to oxygen (O_2), producing hydrogen peroxide (H_2O_2) as a by-product (from which the organelle derives its name)



هو عضيّ متخصص محاط بغلاف واحد يحتوي إنزيمات تستخلص الهيدروجين من مواد مختلفة ثم يحولها إلى أوكسجين والذي يستعمله لإنتاج بيروكسيد الهيدروجين

The H_2O_2 formed by peroxisomes is itself toxic, but the organelle also contains an enzyme that converts H_2O_2 to water.

لكن بيروكسيد الهيدروجين هو مادة سامة وبالتالي تحتوي الخلية إنزيمات للتخلص منه

This is an excellent example of how the cell's compartmental structure is crucial to its functions: The enzymes that produce H_2O_2 and those that dispose of this toxic compound are sequestered away from other cellular components that could be damaged.

انتبه مهم: مثال على توافق الشكل والوظيفة ان هذه الانزيمات والمواد السامة بعيدة عن خلايا الكائن الحي وتبقى داخل الـ **peroxisomes تحديدا تفاعل صنع بيروكسيد الهيدروجين**

Benefits of the reactions:

These reactions have many different functions. Some peroxisomes use oxygen to break fatty acids down into smaller molecules that are transported to mitochondria and used as fuel for cellular respiration. Peroxisomes in the liver detoxify alcohol and other harmful compounds by transferring hydrogen from the poisonous compounds to oxygen.

أولا الاوكسجين الناتج يستغل في تحطيم الدهون، ثانيا يتم تخليص الجسم من سمومه في الكبد عن طريق إزالة الهيدروجين منها

Specialized Peroxisomes

Specialized peroxisomes called glyoxysomes are found in the fat-storing tissues of plant seeds. These organelles contain enzymes that initiate the conversion of fatty acids to sugar, which the emerging seedling uses as a source of energy and carbon until it can produce its own sugar by photosynthesis.

هذا النوع المتخصص موجود في مخازن الدهون في بذور النبات وله دور أساسي وأولي من أجل تحويل الدهون الى سكريات في الفترة التي تكون النبات بذورًا و غير قادرة على القيام بعملية **البناء الضوئي**

Peroxisomes grow larger by incorporating proteins made in the cytosol and ER, as well as lipids made in the ER and within the peroxisome itself.

Summary of Concept 7.5: Mitochondria and Chloroplasts Change Energy from One Form to Another

- **Mitochondria and chloroplasts** are responsible for converting energy into forms usable by cells.
- Mitochondria are involved in **cellular respiration**, using oxygen to extract energy from sugars, fats, and other fuels to generate ATP.
- Chloroplasts, found in plant cells, convert solar energy into chemical energy stored in sugars through **photosynthesis**.

- **الميتوكوندريا والبلاستيدات** الخضراء هما المسؤولتان عن تحويل الطاقة إلى أشكال يمكن للخلايا استخدامها.
- تشارك الميتوكوندريا في **التنفس الخلوي**، حيث تستخدم الأكسجين لاستخراج الطاقة من السكريات والدهون لتولي.
- توجد البلاستيدات الخضراء في الخلايا النباتية وتعمل على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية مخزنة في السكريات عبر عملية **التمثيل الضوئي**.

Past Papers

1. Rough ER consists of continuous membranes and sacs called:
A) Cristae
B) Cisternae

---

2. Animal cells could not convert light energy to chemical energy because it lacks:
A) Mitochondria
B) Chloroplast

—----------

3. Responsible for energy conversion:

—----------

4. Infoldings in the inner mitochondrial membrane are called:

A) Cristae

B) Cisternae

C) Stroma

D) Thylakoid

E) Chloroplast

—----------

Answers: 1. A 2. B 3.Ans: mitochondria and chloroplast 4.A

الشـهيـد رشاد أبو سخيلة

وُلد في 10 أغسطس 2001 في مخيم جباليا بقطاع غـزة، ونشأ في بيئة مليئة بالتحديات والصعوبات، حيث درس الابتدائية والإعدادية والثانوية وتخرج من القسم العلمي في مدارس مخيم جباليا وبيت لاهيا. وبعدها التحق بجامعة الأقصى لدراسة الصحافة والإعلام.

بدأ كتابة الشعر في المرحلة الإعدادية وتطور في هذا المجال خلال الثانوية والجامعة. وأصدر أول ديوان شعري له بعنوان "حروف التراب" في سن 18، الذي تضمن 27 قصيدة تناولت الكثير من المواضيع المتنوعة، وفي مجال التمثيل كانت أول أعماله التلفزيونية مثل "قـاهـر الدوفـدوفـان" حيث لعب دور "البطـولة. وشارك أيضًا في بطولة مسلسل "قبضة الأحـرار.

استـشـهد عن عمر يناهز **23 عامًا**، في غـارة استـهـدفت بوابة لمركز إيواء.

تاريخ الاستـشهـاد: 2/9/2024

اللهم نستودعك أهالي غزّة وفلسطين فانصرهم واحفظهم بعينك التي لا تنام، واربط على قلوبهم وأمدهم بجُندك وأنزل عليهم سكينتك وسخر لهم الأرض ومن عليها.

Concept 7.6: Cytoskeleton

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

*نهدي يعني شرح زيادةExtra

The cytoskeleton is a network of fibers that organizes structures and activities in the cell

هيكل الخلية عبارة عن شبكة من **الألياف** التي تنظم هيكل وأنشطة الخلية.

In the early days of electron microscopy, biologists thought that the organelles of a eukaryotic cell floated freely in the cytosol. But improvements in both light microscopy and electron microscopy have related the cytoskeleton, a network of fibers extending throughout the cytoplasm.

في بداية اكتشاف المجهر الإلكتروني اعتقد العلماء أن عضيات الخلية الحقيقية النواة تسبح في سائل الخلية (cytosol). لكن التطور في كل من المجهر الضوئي والالكتروني كشف عن هيكل الخلية وهو عبارة عن شبكة من **الألياف** تمتد في جميع أنحاء السيتوبلازم.

Bacterial cells also have fibers that form a type of cytoskeleton, constructed of proteins similar to eukaryotic ones, but here we will concentrate on eukaryotes. The eukaryotic cytoskeleton plays a major role in organizing the structures and activities of the cell.

الخلايا البكتيرية تحتوي أيضا على ألياف تشكل نوعا من الهيكل الخلوي، مبنية من **بروتينات** مشابهة لتلك حقيقية النواة، ولكن هنا سنركز على حقيقيات النواة.يلعب الهيكل الخلوي في حقيقيات النواة دورا رئيسيا في تنظيم هياكل وأنشطة الخلية.

Roles of the cytoskeleton: Support and Motility

The most obvious function of the cytoskeleton is to give mechanical support to the cell and maintain its shape. This is especially important for animal cells, which lack walls.

الوظيفة الأكثر وضوحا لهيكل الخلية هي إعطاء **الدعم** للخلية والحفاظ على شكلها. هذا مهم للخلايا **الحيوانية** التي تفتقر إلى الجدران.

The remarkable strength and resilience of the cytoskeleton as a whole are based on its architecture. Like a dome tent, the cytoskeleton is stabilized by a balance between opposing forces exerted by its elements.

القوة والمرونة الملحوظة لهيكل الخلية تأتي نتيجة لبنائها. يتم تثبيت هيكل الخلية من خلال التوازن بين القوى المتعاكسة التي تمارسها عناصر هذا الهيكل.

تختلف الخلية بدائية النواة (**Prokaryotic cell**) والخلية حقيقية النواة (**eukaryotic cell**) في عدة جوانب أهمها:

Prokaryotic cell	Eukaryotic cell
تفتقر الى النواة (تتواجد المادة الوراثية في السيتوبلازم)	تحتوي على أنوية حقيقة
لا يوجد غشاء نووي	يوجد غشاء نووي حول النواة

The Cytoplasm & The Cytosol

Cytosol is the fluid contained in the cell cytoplasm; cytoplasm is the entire content within the cell membrane.

السيتوسول هو السائل الموجود في سيتوبلازم الخلية، **السيتوبلازم هو المحتوى** الكامل داخل غشاء الخلية.

And just as the skeleton of an animal helps fix the positions of other body parts, the cytoskeleton provides anchorage for many organelles and even cytosolic enzyme molecules.

مثل **الهيكل العظمي** يساعد على إبقاء هيئة وثبات أجزاء الجسم، يوفر هيكل الخلية دعم للعديد من العضيات وحتى جزيئات الانزيمات.

The cytoskeleton is more dynamic than an animal skeleton, however. It can be quickly dismantled in one part of the cell and reassembled in a new location, changing the shape of the cell.

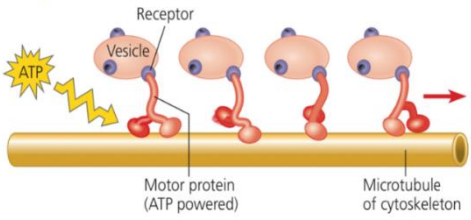
الهيكل الخلوي هو أكثر حرجة من الهيكل العظمي الحيواني، ولكن يمكن تفكيكها بسرعة في مكان من الخلية وإعادة تجميعها في مكان جديد ، وتغيير شكل الخلية.

Some types of cell motility (movement) also involve the cytoskeleton. The term cell motility includes both changes in cell location and movements of cell parts. Cell motility generally requires interaction of the cytoskeleton with motor proteins.

بعض **أنواع حركية الخلية** أيضا تتضمن هيكل الخلية. يشمل مصطلح حركة الخلية كلا من التغيرات في موقع الخلية وحركات أجزاء الخلية. تتطلب حركة الخلية عموما تفاعل الهيكل الخلوي مع البروتينات الحركية.

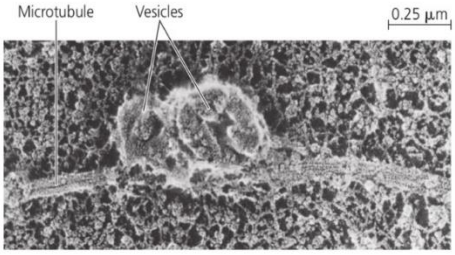
There are many such examples: Cytoskeletal elements and motor proteins work together with plasma membrane molecules to allow whole cells to move along fibers outside the cell.

هناك العديد من هذه الأمثلة: تعمل عناصر هيكل الخلية والبروتينات الحركية مع جزيئات الغشاء البلازمي للسماح للخلايا بأكملها بالتحرك على طول الخلايا خارج الخلية.



▼ **Figure 6.21** Motor proteins and the cytoskeleton.

(a) A motor protein that attaches to a receptor on a vesicle can "walk" the vesicle along a microtubule or microfilament.



(b) Two vesicles containing neurotransmitters move along a microtubule toward the tip of a nerve cell extension called an axon (SEM).

Motor protein "feet" to "walk" to their destinations along a track provided by the cytoskeleton.

داخل الخلية، غالبا ما تستخدم الحويصلات والعضيات الأخرى **البروتينات الحركية** "القدمين" ل"المشي" إلى وجهتها على طول مسار يوفره الهيكل الخلوي.

For example, this is how vesicles containing neurotransmitter molecules migrate to the tips of axons, the long extensions of nerve cells that release these molecules as chemical signals to adjacent nerve cells.

مثال: هذه هي الطريقة التي تهاجر بها **الحويصلات** التي تحتوي على جزيئات الناقل العصبي إلى أطراف المحاور العصبية، وهي الامتدادات الطويلة للخلايا العصبية التي تطلق هذه الجزيئات كإشارات كيميائية للخلايا العصبية.

The cytoskeleton also manipulates the plasma membrane, bending it inward to form food vacuoles or other phagocytic vesicles.

يعالج الهيكل الخلوي أيضا الغشاء البلازمي، ويثنيه إلى الداخل لتكوين فجوات غذائية أو حويصلات بلعمية أخرى.

Components of the Cytoskeleton

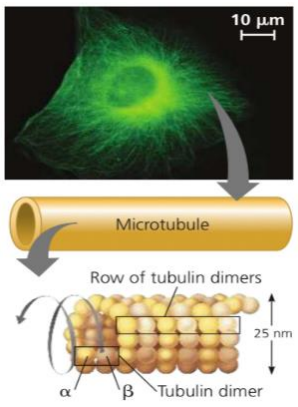
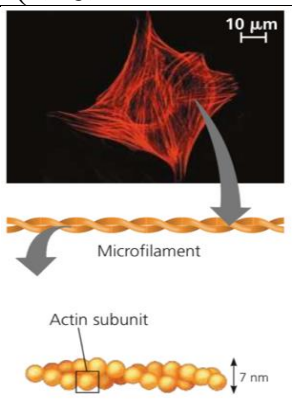
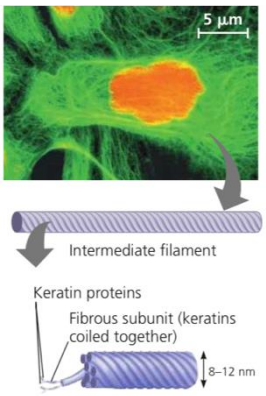
Now let's look more closely at the three main types of fibers that make up the cytoskeleton.

الآن لنلقي نظرة على الأنواع الثلاثة الرئيسية للألياف التي تشكل الهيكل الخلوي

Microtubules are the thickest of the three types; microfilaments (also called actin filaments) are the thinnest; and intermediate filaments are fibers with diameters in a middle range.

- الأنابيب الدقيقة (Microtubules) هي **الأكثر سمكًا**، microfilament هي **الاقل سمكًا**، intermediate filament **متوسطة السمك**.

Property	**Microtubules (Tubulin Polymers) أنابيب دقيقة**	**Microfilaments (Actin Filaments)**	**Intermediate Filaments**
Structure الهيكل/ التركيب	Hollow tubes أنابيب مجوفة	Two intertwined strands of actin خيطين متشابكين من الأكتين	Fibrous proteins coiled into cables
Diameter قطر	25 nm with 15-nm lumen(التجويف)	7 nm	8–12 nm
Protein subunits المكونات البروتينية	Tubulin, a dimer consisting of an α-tubulin and a β-tubulin	Actin	One of several different proteins (including keratins)

Main functions **الوظيفة الأساسية**	Maintenance of cell shape; cell motility; chromosome movements in cell division; organelle movements الحفاظ على شكل الخلية؛ حركة الخلية؛ حركة الكروموسوم في انقسام الخلية؛حركة العضيات	Maintenance of cell shape; changes in cell shape; muscle contraction; cytoplasmic streaming (plant cells); cell motility; cell division (animal cells) الحفاظ على شكل الخلية؛ التغييرات في شكل الخلية؛ تقلص العضلات؛ تدفق السيتوبلازم؛(الخلايا النباتية)؛ حركة الخلية؛ انقسام الخلية (الخلايا الحيوانية)	Maintenance of cell shape; anchorage of nucleus and certain other organelles; formation of nuclear lamina الحفاظ على شكل الخلية؛ دعم النواة وبعض العضيات الأخرى؛ تشكيل الصفيحة النووية
Fluorescence micrographs of fibroblasts.			

All eukaryotic cells have microtubules, hollow rods constructed from globular proteins called tubulins. Each tubulin protein is a dimer, a molecule made up of two components.

تحتوي جميع الخلايا الحقيقية النواة على أنابيب دقيقة وهي قضبان مجوفة مصنوعة من بروتينات كروية تسمى (tubulins). كل (tubulin) هو عبارة عن (dimer) أي مكون من مكونين.

A tubulin dimer consists of two slightly different polypeptides, α-tubulin and β-tubulin.

يتكون (tubulin) من عديد ببتيد مختلف قليلا، **الفا وبيتا**.

Microtubules grow in length by adding tubulin dimers; they can also be disassembled and their tubulins used to build microtubules elsewhere in the cell.

تنمو الأنابيب الدقيقة في الطول عن طريق إضافة ثنائيات (tubulin). يمكن أيضا تفكيكها واستخدامها لبناء الأنابيب الدقيقة في مكان آخر في الخلية.

Because of the orientation of tubulin dimers, the two ends of a microtubule are slightly different.

بسبب اتجاه tubulin dimers، يختلف طرفا الأنيبيب الصغير اختلافا طفيفا.

One end can accumulate or release tubulin dimers at a much higher rate than the other, thus growing and shrinking significantly during cellular activities. (This is called the "plus end," not because it can only add tubulin proteins but because it's the end where both "on" and "off" rates are much higher)

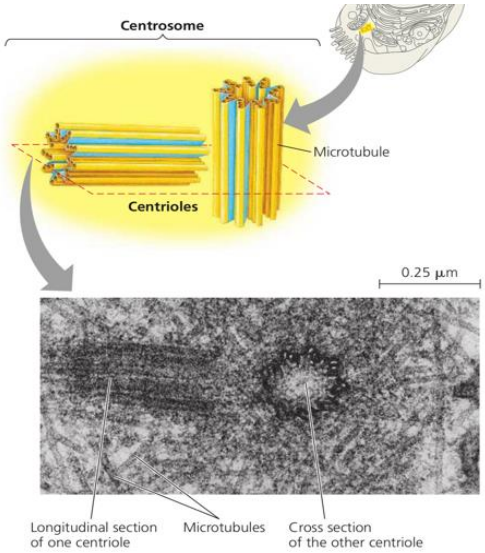
بمعدل أعلى بكثير من الطرف tubulin dimers يمكن لأحد طرفيه أن يتراكم أو يطلق الآخر، وبالتالي ينمو ويتقلص بشكل كبير أثناء الأنشطة الخلوية.(وهذا ما يسمى "النهاية الزائدة" ولكن لأنه النهاية التي تكون فيها معدلات tubulin proteins، ليس لأنه يمكن أن يضيف فقط "التشغيل" و "الإيقاف" أعلى بكثير.

Microtubules shape and support the cell and serve as tracks along which organelles equipped with motor proteins can move.

تشكل الأنابيب الدقيقة الخلية وتدعمها وتعمل أيضا كمسارات يمكن أن تتحرك عبرها عضيات مجهزة ببروتينات حركية.

Microtubules guide vesicles from the ER to the Golgi apparatus and from the Golgi to the plasma membrane.

توجه الأنابيب الدقيقة الحويصلات من **الشبكة الاندوبلازمية** إلى **جهاز جولجي** و من جولجي إلى **الغشاء البلازمي**.



Microtubules are also involved in the separation of chromosomes during cell division.

وتشارك الأنابيب الدقيقة أيضا **في فصل الكروموسومات أثناء انقسام الخلية.**

Centrosome containing a pair of centrioles.

Cilia and Flagella

Some eukaryotic cells have flagella (singular, flagellum) and cilia (singular, cilium), cellular extensions that contain microtubules. A specialized arrangement of the microtubules is responsible for the beating of these structures. The bacterial flagellum has a completely different structure .

بعض الخلايا حقيقية النواة تمتلك وسائل تساعدها على **الحركة والتنقل** ومنها: **الأسواط flagella والأهداب cilia**، وهذه الأجزاء هي عبارة عن امتداد من سطح الخلية وتتكون من أنابيب دقيقة (وهي عبارة عن **بروتينات ال tubulins**) التي تترتب بطريقة معينة لتعطي هذه الأهداب والأسواط القدرة على الحركة في طريقة معينة وبالتالي تصبح الخلية قادرة على الحركة.
من الجدير بالذكر أن السوط البكتيري له تركيب مختلف تمامًا عن الأسواط الخاصة بحقيقيات النواة.

Many unicellular protists are propelled through water by cilia or flagella that act as locomotor appendages, and the sperm of animals, algae, and some plants have flagella. When cilia or flagella extend from cells that are attached tightly together in a sheet that is part of a tissue layer, they can move fluid over the surface of the tissue. For example, the ciliated lining of the

trachea (windpipe) sweeps mucus containing trapped debris out of the lungs . In a woman's reproductive tract, the cilia lining the oviducts help move an egg toward the uterus.

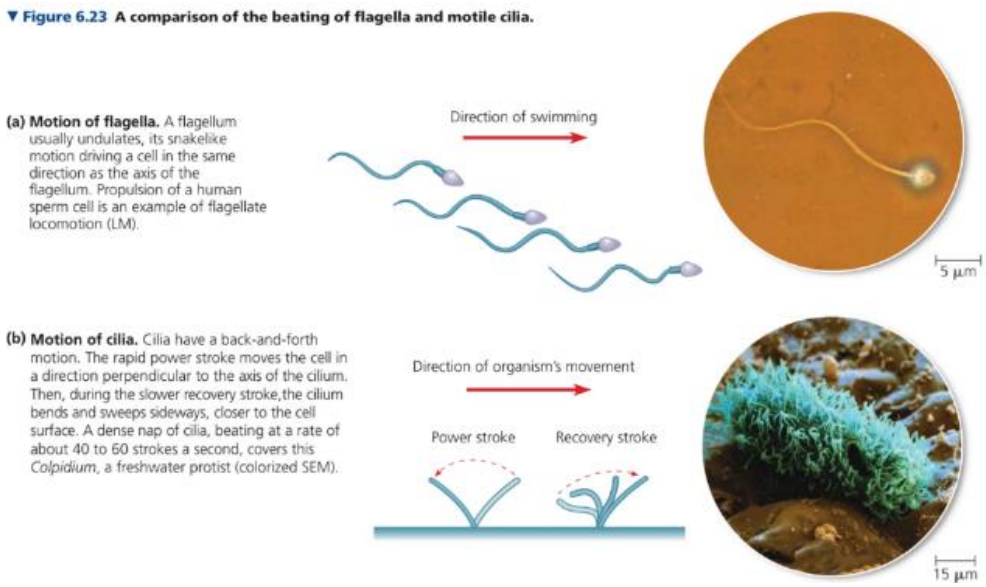
الآن أين توجد هذه الأهداب والأسواط وما أهميتها في أماكن تواجدها؟
تتواجد في العديد من **الطلائعيات وحيدة الخلية** وتساعدها على الحركة عبر الماء، كما أن بعض النباتات والحيوانات والطحالب تمتلك خلايا منوية تحتوي على أسواط تساعدها على الزحف باتجاه البويضة **للإخصاب** والتكاثر.
عندما تكون الأهداب والأسواط ممتدة من خلايا مترابطة مع بعضها البعض بحيث تكوّن نسيج، عندها تعمل بشكل جماعي لتحريك السوائل على سطح ذلك النسيج. ومن الأمثلة على ذلك:
الأهداب المبطنة **للقصبة الهوائية** (أنبوب التنفس) تعمل لتحريك ودفع المخاط من الرئتين إلى الفم للتخلص منه ، وأيضًا هناك الأهداب الموجودة في **قناة فالوب في الجهاز التناسلي للمرأة** تعمل على نقل البويضة نحو الرحم من أجل الإخصاب مع الحيوان المنوي وإذا لم يتم الإخصاب تحدث الدورة الشهرية عند المرأة.

Motile cilia usually occur in large numbers on the cell surface. Flagella are usually limited to just one or a few per cell, and they are longer than cilia. Flagella and cilia differ in their beating patterns. A flagellum has an undulating motion like the tail of a fish. In contrast, cilia have alternating power and recovery strokes, much like the oars of a racing crew boat.

على الرغم من التشابه في التركيب بين الأهداب والأسواط إلا أنه توجد بعض **الفروقات المميزة** بينهما ومنها:

- عادة تتواجد الأهداب المتحركة cilia بأعداد **كبيرة** على سطح الخلية أما الأسواط flagella تكون واحدة أو متواجدة بأعداد **قليلة** على سطح الخلية الواحدة.
- تختلف الأهداب والأسواط بنمط الحركة أيضًا فالأسواط تتحرك حركة **متموجة** تشبه حركة ذيل السمكة وحركة الثعبان (مثل حركة الحيوان المنوي عند الذكر) أما الأهداب تتحرك بشكل تناوبي فتتحرك **حركة قوية** يتبعها فترة راحة مثل حركة التجديف (مثل حركة نوع من أنواع الطلائعيات وحيدة الخلية التي تعيش في المياه العذبة Colpidium)
- تختلف أيضًا في الطول، حيث أن الأسواط تكون **أطول** من الأهداب.

الشكل يوضح الفرق في حركة كل من الأهداب والأسواط



A cilium may also act as a signal-receiving "antenna" for the cell. Cilia that have this function are generally nonmotile, and there is only one per cell. (In fact, in vertebrate animals, it appears that almost all cells have such a cilium, which is called a primary cilium.) Membrane proteins on this kind of cilium transmit molecular signals from the cell's environment to its interior, triggering signalling pathways that may lead to changes in the cell's activities. Cilium-based signalling appears to be crucial to brain function and to embryonic development.

من الوظائف الأخرى للأهداب هو عملها **كمستقبلات للإشارة** في الخلايا (**كهوائي**) وعادة ما يكون هذا النوع من الأهداب **غير متحرك** ويوجد واحد منها في كل خلية. في **الحيوانات الفقرية** كل الخلايا تقريبًا تحتوي على هذا النوع من الأهداب ويسمى بالهدب الأساسي. هذا النوع من الأهداب مغطى بغشاء يحتوي على بروتينات تعمل عند ارتباط جزيئات الإشارة بالمستقبلات على الهدب على نقل الإشارات من محيط الخلية أي من الخارج إلى الداخل عن طريق سلسلة من التفاعلات الكيميائية وبالاعتماد على هذه الإشارات تتخذ الخلية القرار بإجراء بعض التغييرات في داخلها وفي أنشطتها عن طريق تفعيل مسار إشارات ويمكن أن يشمل التغيير: تغيير التعبير الجيني لبروتين معين، إيقاف تكوين مركب معين، تنظيم نمو الخلية . وهذه الإشارات المعتمدة على الأهداب لها دور مهم في وظائف الدماغ وتطور الجنين. الإشارات الناتجة عن الأهداب تعمل على تنظيم أنشطة الخلية ولها دور مهم في وظيفة الدماغ بحيث تساعد على تواصل الخلايا

العصبية مع بعضها البعض وأيضًا خلال نمو الدماغ في المرحلة الجنينة تساعد هذه الإشارات على نمو وتمايز الخلايا العصبية الجذعية. كما لها دور في المرحلة الجنينة بحيث تساعد على توجيه نمو وتمايز الخلايا وانقسامها لتنمو في التسلسل الصحيح.

Though different in length, number per cell, and beating pattern, motile cilia and flagella share a common structure. Each motile cilium or flagellum has a group of microtubules sheathed in an extension of the plasma membrane (Figure 6.24a). Nine doublets of microtubules are arranged in a ring with two single microtubules in its center (Figure 6.24b). This arrangement, referred to as the "9 + 2" pattern, is found in nearly all eukaryotic flagella and motile cilia. (Nonmotile primary cilia have a "9 + 0" pattern, lacking the central pair of microtubules.) The microtubule assembly of a cilium or flagellum is anchored in the cell by a basal body, which is structurally very similar to a centriole, with microtubule triplets in a "9 + 0" pattern (Figure6.24c). In fact, in many animals (including humans), the basal body of the fertilizing sperm's flagellum enters the egg and becomes a centriole.

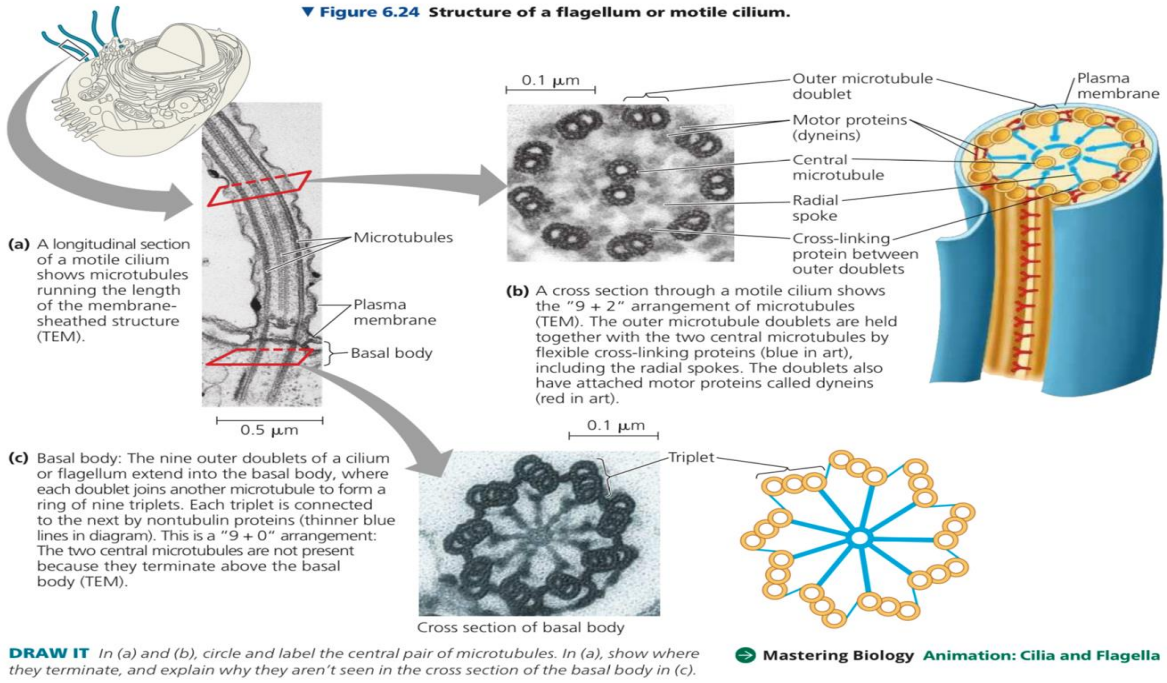
على الرغم من الاختلاف في بعض الخصائص التي تم ذكرها مسبقًا، تتشابه الأهداب المتحركة والأسواط بالتركيب. كل هدب أو سوط يحتوي على مجموعة من الأنابيب الدقيقة وهي عبارة عن مجموعة من البروتينات وتكون هذه الأنابيب محاطة بامتداد من الغشاء البلازمي. تكون هذه الأنيبيبات الدقيقة مرتبة بنمط 9+2 بحيث يرمز الرقم 9 إلى **تسعة أزواج مزدوجة** على الأطراف (يعني زوج من الحلقات مكرر 9 مرات على الأطراف) ويرمز الرقم 2 إلى أنبوبين دقيقين فرديين في المركز، وهذا الترتيب موجود تقريبًا في جميع الأسواط والأهداب المتحركة (الشكل 6.24b يوضح تركيبهما)) ، أما الأهداب غيير المتحركة فتترتب بنمط 9+0 حيث يشير الرقم 9 إلى التسعة أزواج المزدوجة على الأطراف والرقم 0 يشير إلى عدم وجود الأنبوبين الفرديين في المركز.

يتم تثبيت الأهداب والأسواط بسطح الخلية عن طريق ما يسمى بأل **basal body** يوجد تحت مستوى غشاء الخلية البلازمي (الشكل 6.24a يوضح مكانه) والذي يشبه في تركيبه ال **centrioles** حيث تترتب الأنابيب الدقيقة بنمط 9+0 ولكن الرقم 9 هنا يمثل 3 حلقات معًا مكررة 9 مرات على الأطراف (انتبهوا!! ليس حلقتين بل ثلاث حلقات في كل مجموعة أو تكرار) والرقم 0 يمثل عدم وجود أزواج في المركز (الشكل 6.24c يوضح تركيبه)

ملخص سريع لترتيب الأنابيب الدقيقة:

- **الأهداب المتحركة والأسواط** : نمط 9+2 ويكون على الأطراف زوج مكون من حلقتين بتكرار 9 مرات وزوج أنابيب دقيقة في المركز
- **الأهداب غير المتحركة** : نمط 9+0 ويكون على الأطراف زوج مكون من حلقتين بتكرار 9 مرات مع عدم وجود زوج أنابيب في المركز
- **السنترومير وال basal body** : تترتب بنمط 9+0 بحيث يكون 3 حلقات معًا مكررة 9 مرات على الأطراف مع عدم وجود أزواج في المركز.

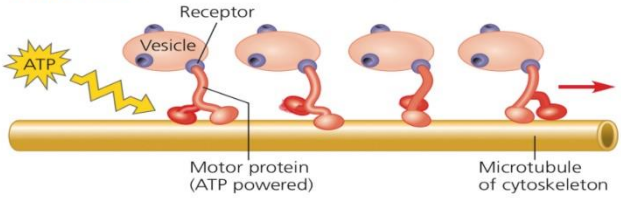
في الحيوانات (بما في ذلك البشر) عند اختراق الحيوان المنوي للبويضة من أجل التخصيب يتحول **الجسم القاعدي** basal body الخاص بالسوط إلى سنتريول عند دخوله السايتوبلازم الخاص بالبويضة ليصبح له دورًا مهمًا في انقسام الخلية حيث يساهم بتكوين الخيوط المغزلية التي بدورها تعمل على توزيع الكروموسومات توزيعًا صحيحًا للخلايا الناتجة من أجل الانقسام والنمو.



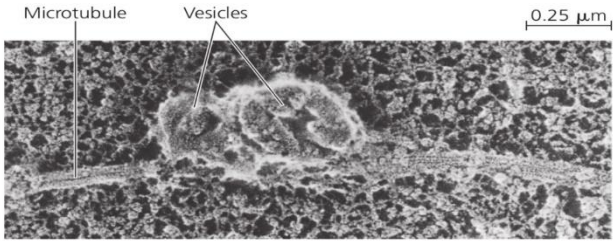
How does the microtubule assembly produce the bending movements of flagella and motile cilia? Bending involves large motor proteins called dyneins (red in the diagram in Figure 6.24) that are attached along each outer microtubule doublet. A typical dynein protein has two "feet" that "walk" along the microtubule of the adjacent doublet, using ATP for energy. One foot maintains

contact, while the other releases and reattaches one step farther along the microtubule (see Figure 6.21). The outer doublets and two central microtubules are held together by flexible cross-linking proteins (blue in the diagram in Figure 6.24), and the walking movement is coordinated so that it happens on one side of the circle at a time. If the doublets were not held in place, the walking action would make them slide past each other. Instead, the movements of the dynein feet cause the microtubules—and the organelle as a whole—to bend.

▼ **Figure 6.21 Motor proteins and the cytoskeleton.**



(a) A motor protein that attaches to a receptor on a vesicle can "walk" the vesicle along a microtubule or microfilament.



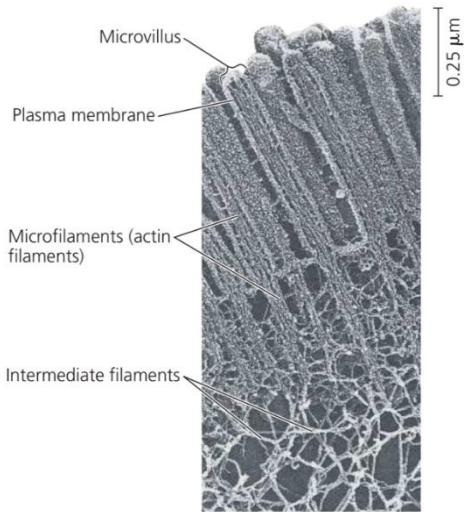
(b) Two vesicles containing neurotransmitters move along a microtubule toward the tip of a nerve cell extension called an axon (SEM).

كيف تقوم الأنابيب الدقيقة microtubules بإنتاج الحركة الإنحنائية في الأهداب والأسواط؟
هناك **بروتينات حركية كبيرة** تسمى **dynein** والتي توجد على طول كل زوج مزدوج من الأنابيب الدقيقة من الخارج (حيث يكون الترتيب لربط الحلقات معًا كالتالي : زوج حلقات ثم dynein ثم الزوج المجاور، انظر الشكل 6.24)، تمتلك هذه البروتينات ذراعين أحدهما ثابت على زوج من الحلقات والآخر يتحرك على الزوج المجاور بحيث تبقى الذراع الأولى ثابتة والأخرى تتصل ثم تنفصل وهكذا لإنتاج الحركة باستخدام جزيئات ال ATP (الشكل 6.21)
يتم تثبيت أزواج الأنابيب الطرفية مع الزوج المركزي عن طريق بروتينات مرنة تربط بينهما (انظر الشكل 6.24)، وتكمن **أهمية هذه البروتينات** بمنع الإنزلاق التام لل microtubules بالإضافة أنه يتم تنظيم حركة الأسواط والأهداب عن طريق تفعيل الحركة على جهة من الحلقة وتثبيطها على الجهة المعاكسة لإنتاج الحركة الانحنائية المطلوبة. بمعنى آخر لولا وجود هذه البروتينات المرنة التي تربط بين الأنابيب الدقيقة لحدث انزلاق تام للإنزلاق بدلاً من الإنحناء.

Microfilaments (Actin Filaments)

Microfilaments are thin solid rods. They are also called actin filaments because they are built from molecules of actin, a globular protein. A microfilament is a twisted double chain of actin subunits (see Table 6.1). Besides occur- ring as linear

filaments, microfilaments can form structural networks when certain proteins bind along the side of such a filament and allow a new filament to extend as a branch. Like microtubules, microfilaments seem to be present in all **eukaryotic** cells. In contrast to the compression-resisting role of microtubules, the structural role of microfilaments in the cytoskeleton is to bear tension **(pulling forces)**. A three-dimensional network formed by microfilaments just to the inside of the plasma membrane **(cortical microfilaments)** helps support the cell's shape (see Figure 6.8). This network gives the outer cytoplasmic layer of a cell, called the cortex, the semisolid consistency of a gel, in contrast with the more fluid state of the interior cytoplasm. In some kinds of animal cells, such as nutrient-absorbing intestinal cells, bundles of microfilaments make up the core of microvilli, delicate projections that increase the cell's surface area (Figure 6.25).



▶ **Figure 6.25 A structural role of microfilaments.** The surface area of this nutrient-absorbing intestinal cell is increased by its many microvilli (singular, *microvillus*), cellular extensions reinforced by bundles of microfilaments. These actin filaments are anchored to a network of intermediate filaments (TEM).

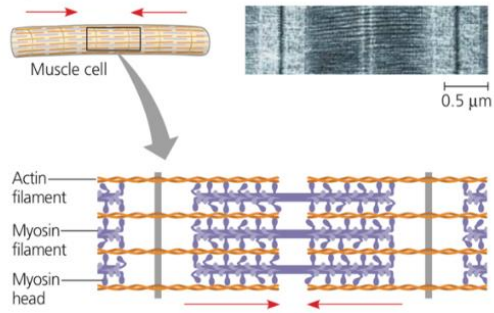
الألياف الدقيقة (**microfilaments**) هي عبارة عن عصي صلبة ورفيعة وتسمى خيوط الأكتين لأنها تتكون من بروتين كروي يسمى الأكتين. الليف الواحد يتكون من سلسلتين ملتويتين على بعضهما يتكونان من بروتين الأكتين (جدول 6.1). تتواجد الألياف الدقيقة على شكل خيوط خطية كما أنها تستطيع تكوين شبكات هيكلية عندما ترتبط ببروتينات معينة بجوانب الخيط وتسمح بتمديد خيط جديد على شكل فرع.

تتواجد الألياف الدقيقة (**microfilaments**) في جميع الخلايا حقيقة النواة كما هو الحال في الأنابيب الدقيقة (**microfilaments**). وعلى عكس الأنابيب الدقيقة التي تقاوم الانضغاط فإن الألياف الدقيقة تعمل على تحمل الشد (قوى السحب) في الهيكل الخلوي. تتشكل شبكة ثلاثية الأبعاد من الألياف الدقيقة وتستقر أسفل الغشاء البلازمي لإعطاء الدعامة اللازمة لشكل الخلية وتسمى هذه الألياف ب (الألياف القشرية)، وهذه الطبقة تعطي الطبقة الخارجية من السلايتوبلازم (تسمى القشرة) قوام شبه صلب مقارنةً بالحالة الأكثر سيولة للسايتوبلازم الداخلي.

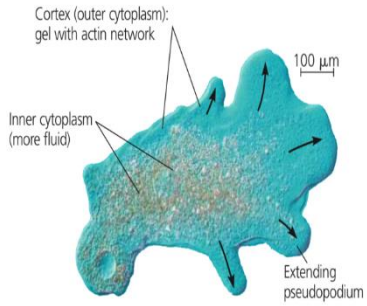
في بعض أنواع الخلايا الحيوانية، مثل الخلايا المعوية المسؤولة عن امتصاص المواد الغذائية، تُشكل حزم من الألياف الدقيقة النواة الأساسية للزُغيبات الدقيقة (microvilli)، وهي نتوءات رقيقة تزيد من مساحة سطح الخلية. هذه النتوءات تساعد الخلية في امتصاص المواد الغذائية بكفاءة أكبر. (انظر الشكل 6.25)

Microfilaments are well known for their role in cell motility. Thousands of actin filaments and thicker filaments made of a protein called myosin interact to cause contraction of muscle cells (Figure 6.26a); muscle contraction is described in detail in Concept 50.5. In the unicellular protist Amoeba and some of our white blood cells, localized contractions brought about by actin and myosin are involved in the amoeboid (crawling) movement of the cells. The cell crawls along a surface by extending cellular extensions called pseudopodia (from the Greek pseudes, false, and pod, foot) and moving toward them (Figure 6.26b). In plant cells, actin-protein interactions contribute to cytoplasmic streaming, a circular flow of cytoplasm within cells (Figure 6.26c). This movement, which is especially common in large plant cells, speeds the movement of organelles and the distribution of materials within the cell.

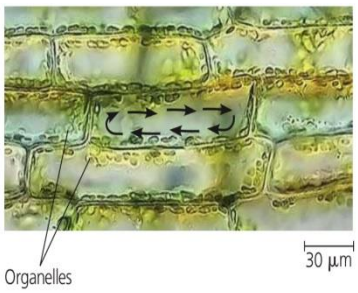
▼ **Figure 6.26 Microfilaments and motility.** In these three examples, interactions between actin filaments and motor proteins bring about cell movement.



(a) Myosin motors in muscle cell contraction. The "walking" of myosin projections (the so-called heads) drives the parallel myosin and actin filaments past each other so that the actin filaments approach each other in the middle (red arrows). This shortens the muscle cell. Muscle contraction involves the shortening of many muscle cells at the same time (TEM).



(b) Amoeboid movement. Interaction of actin filaments with myosin causes contraction of the cell, pulling the cell's trailing end (at left) forward (to the right) (LM).



(c) Cytoplasmic streaming in plant cells. A layer of cytoplasm cycles around the cell, moving over tracks of actin filaments. Myosin motors attached to some organelles drive the streaming by interacting with the actin (LM).

كما تساهم الألياف الدقيقة في **دعم شكل الخلية فإنها تساهم أيضًا في حركة الخلية**. الآلاف من خيوط الأكتين وخيوط أكثر سماكة مكونة من بروتين الميوسين تتداخل مع بعضها البعض لتسبب **انقباض الخلية العضلية** (مفصل في مفهوم 50.5)(الشكل 6.26a).

في الكائنات الحية وحيدة الخلية مثل الأميبا وبعض خلايا الدم البيضاء في جسم الإنسان، تتسبب الانقباضات الموضعية التي تحدث بواسطة الأكتين والميوسين في حركة تشبه الزحف تُعرف بـ الحركة الأميبية (الشكل 6.26b).

وهناك وسيلة أخرى للحركة باستخدام ما يعرف **بالأقدام الكاذبة** (pseudopodia) وكلمة (pseudo) تعني كاذب وكلمة (pod) تعني قدم، وهذه الأقدام عبارة عن امتدادات خلوية تظهر من الخلية نفسها لتمكنها من التحرك في اتجاهات معينة لتحقيق وظائفها.

في الخلايا النباتية، تساهم التفاعلات بين بروتين الأكتين والبروتينات الأخرى في عملية تُسمى التدفق السيتوبلازمي، وهو عبارة عن تدفق دائري للسيتوبلازم داخل الخلايا وهو شائع بشكل خاص في الخلايا النباتية الكبيرة، ويعمل على تسريع حركة العضيات وتوزيع المواد داخل الخلية بشكل أسرع وأكثر كفاءة (الشكل 6.26c).

Intermediate Filaments

Intermediate filaments are named for their diameter, which is larger than the diameter of microfilaments but smaller than that of microtubules (see Table 6.1). While microtubules and microfilaments are found in all eukaryotic cells, intermediate filaments are only found in the cells of some animals, including vertebrates. Specialized for bearing tension (like microfilaments), intermediate filaments are a diverse class of cytoskeletal elements. Each type is constructed from a particular molecular subunit belonging to a family of proteins whose members include the keratins. Microtubules and microfilaments, in contrast, are consistent in diameter and composition in all eukaryotic cells.

الألياف المتوسطة وسميت بذلك لأن قطرها أقل من الأنابيب الدقيقة وأكبر من الألياف الدقيقة. على عكس الألياف الدقيقة والأنابيب الدقيقة فإن الألياف المتوسطة لا تتواجد في جميع الخلايا حقيقية النواة بل توجد فقط في خلايا بعض الحيوانات، بما في ذلك الفقاريات. كما تختلف الألياف المتوسطة عن الألياف الدقيقة والأنابيب الدقيقة في أنها ليست ثابتة في القطر أو التركيب في جميع الخلايا حقيقية النواة.

تتخصص الألياف المتوسطة في تحمل الشد (مثل الألياف الدقيقة)، وتُعتبر فئة متنوعة من مكونات الهيكل الخلوي. تتكون الألياف المتوسطة من وحدات جزيئية محددة تنتمي إلى عائلة من البروتينات، مثل الكيراتينات، التي تُشكل بعض الأنواع المتنوعة من الألياف المتوسطة.

Intermediate filaments are more permanent fixtures of cells than are microfilaments and microtubules, which are often disassembled and reassembled in various parts of a cell. Even after cells die, intermediate filament networks often persist; for example, the outer layer of our skin consists of dead skin cells full of keratin filaments. Intermediate filaments are especially sturdy and play an important role in reinforcing the shape of a cell and fixing the position of certain organelles. For instance, the nucleus typically sits within a cage made of intermediate filaments. Other intermediate filaments make up the nuclear lamina, which lines the interior of the nuclear envelope (see Figure 6.9). In general, the various kinds of intermediate filaments seem to function together as the permanent framework of the entire cell.

تعد الألياف المتوسطة من الهياكل الدائمة في الخلايا مقارنة بالألياف الدقيقة والأنابيب الدقيقة التي يتم تفكيكها وإعادة تركيبها في أجزاء مختلفة من الخلية وحتى بعد موت الخلايا فإن شبكات الألياف المتوسطة تظل قائمة كما هو الحال في الطبقة الخارجية من بشرتنا التي تتكون من خلايا جلد ميتة مليئة بخيوط الكيراتين.

الخيوط المتوسطة تلعب دورًا حيويًا في دعم النواة وحمايتها داخل الخلية. تُعد هذه الخيوط جزءًا أساسيًا من الهيكل الخلوي الذي يعزز استقرار النواة. واحدة من وظائف الخيوط المتوسطة المهمة هي تشكيل قفص حول النواة، مما يساعد في الحفاظ على موقع النواة ثابتًا داخل الخلية.، كما أنها تساهم في تعزيز شكل الخلية.

بالإضافة إلى ذلك، تشكل خيوط متوسطة أخرى الصفائح النووية (nuclear lamina) التي تبطن الجزء الداخلي من الغلاف النووي (nuclear envelope) هذه الصفائح تُعطي النواة دعمًا هيكليًا.(الشكل 6.9 في الكتاب)

بشكل عام، يبدو أن الأنواع المختلفة من الخيوط المتوسطة تعمل معًا كإطار دائم لهيكل الخلية بالكامل.

Summary of Concept 7.6: The cytoskeleton is a network of fibers that organizes structures and activities in the cell

- Flagella and cilia are composed of **microtubules** which is composed of tubulin proteins.
- Bacterial flagellum has a distinct structure.
- Flagella and cilia are different in 3 features:

	Number	Beating patterns	Length
Flagella	One or few per cell	undulating motion like the tail of a fish	Longer
Cilia	Large numbers	alternating power and recovery strokes, much like the oars of a racing crew boat	Shorter

- The **non-motile cilia** work as signal-receiving "antenna" for the cell. Cilium-based signalling appears to be crucial to brain function and to embryonic development.
- **The flagella and motile cilia** are arranged in 9+2 pattern (one pair*9)
- The non-motile cilia and arranged in 9+0 pattern (one pair*9)
- The centromere and basal body are arranged in 9+0 pattern (3 circles *9)
- Bending involves large motor proteins called **dyneins** that are attached along each outer microtubule doublet.
- A microfilament is a **twisted double** chain of actin subunits.
- Intermediate filaments are **more permanent** fixtures of cells than are microfilaments and microtubules.
- intermediate filaments make up the **nuclear lamina**, which lines the interior of the nuclear envelope.

—----------

Past Papers

1. Which of the following the thicker:

A. **Microfiliment**
B. **Mictotubules**
C. **Intermediate filament**

—----------

2. Which cytoskeletal elements are responsible for the formation of pseudopodia?

A. Intermediate filaments
B. Microfilaments
C. Microtubules
D. Motor proteins
E. All choices are correct

—----------

3. Microtubules control the beating of cilia and flagella which aid in cell motility in some unicellular organisms:

A. False
B. True

—----------

4. Compression-resisting girders that maintain cell shape are:

A. ntermediate filaments.
B. All the options are correct.
C. Microtubules.
D. Kertins.
E. Microfilaments.

—----------

5. Which of the following maintains the shape of the nucleus?

A. Nuclear lamina.
B. Nuclear envelope.
C. Nucleolus.
D. Chromosomes.
E. Pore complex.

—----------

6. Microtubules are not involved in which of the following?

A. Cilia.
B. Flagella.
C. Spindle fiber.
D. Basel body.
E. Pseudopodia.

—----------

7. Which cytoskeletal element is involved in cytoplasmic streaming?

A. Intermediate filaments
B. Microfilaments
C. Microtubules
D. Motor proteins
E. All choices are correct

—----------

8. Motor proteins interact with what structures to achieve organelle movement in cells?

A. Plasmodesmata
B. Integrins
C. Ribosomes
D. Microtubules
E. Fibronectins

—----------

Answers: 1.B 2.B 3.B 4.C 5.A 6.E 7.C 8.D

—----------

الشـهيـد أحمد دياب أبو ندى

كتبت ابنته في رسالة لمنصتنا:
"كان من أحسن الناس خلقًا وأدبًا، ومحبوبًا من الجميع، ومقبولًا في الأرض. كان إنسانًا ملتزمًا جدًا بالصلاة، يحب الخير للجميع وربانا على ذلك الحمد لله، والله من حنيته وإنسانيته كان يذهب إلى السوق ليشتري للقطط والكلاب في منطقتنا طعامًا. تخيل كم كانت القطط والكلاب أعداء، وكان عندما يأتي بالطعام يجمعهم معًا ويطعمهم معًا، فكانوا يتآلفون بين قلوبهم، لدرجة أنه بعد استشهاده، تفاجأنا بوجود بعض الكلاب في منطقتنا، متواجدة عند باب بيتنا وكأنها تنتظره".

تاريخ الاستشهاد: 27/12/2023

اللهم نستودعك أهالي غزّة وفلسطين فانصرهم واحفظهم بعينك التي لا تنام، واربط على قلوبهم وأمدهم بجُندك وأنزل عليهم سكينتك وسخر لهم الأرض ومن عليها.

Concept 7.7:
Extracellular components

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

*نهدي يعني شرح زيادةExtra

The plasma membrane is usually regarded as the boundary of the living cell, but most cells synthesize and secrete materials extracellularly (to the outside of the cell). Although these materials and the structures they form are outside the cell, their study is important because they are involved in a great many essential cellular functions.

يُعتبر الغشاء البلازمي (Plasma Membrane) عادةً حدود الخلية الحية، ولكن معظم الخلايا تقوم بتصنيع وإفراز مواد إلى الخارج (خارج الخلية). على الرغم من أن هذه المواد والهياكل التي تشكلها تكون خارج الخلية، فإن دراستها مهمة لأنها تشارك في العديد من الوظائف الخلوية الأساسية.

Cell Walls of Plants

The cell wall is an extracellular structure of plant cells (Figure 6.27). This is one of the features that distinguishes plant cells from animal cells. The wall protects the plant cell, maintains its shape, and prevents excessive uptake of water. At the level of the whole plant, the strong walls of specialized cells hold the plant up against the force of gravity. Prokaryotes, some protists, and fungi also have cell walls.

جدران خلايا النباتات

الجدار الخلوي هو هيكل خارجي **مميز في خلايا النباتات**، ويُعتبر **أحد الفروقات الرئيسية بين خلايا النباتات وخلايا الحيوانات**. يعمل الجدار على حماية الخلية النباتية، الحفاظ على شكلها، ومنع امتصاص الماء بشكل زائد. على مستوى النبات ككل، تساهم الجدران القوية في دعم الخلايا المتخصصة وتساعد النبات على مقاومة قوة الجاذبية. بالإضافة إلى النباتات، تمتلك بعض الكائنات الحية مثل البدائيات Prokaryotes والأوليات Protists والفطريات Fungi جدران خلوية.

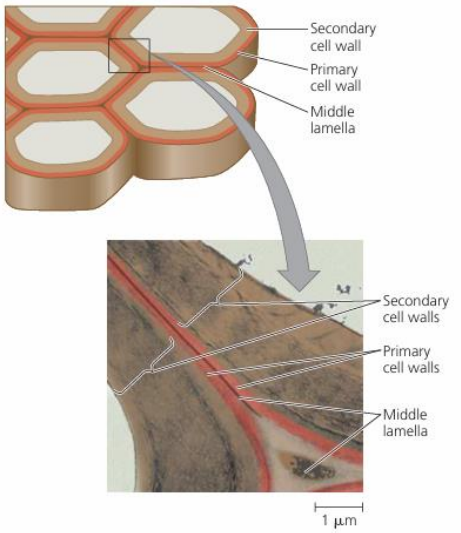
Plant cell walls are much thicker than the plasma membrane, ranging from 0.1 µm to several micrometers. The exact chemical composition of the wall varies from species to species and even from one cell type to another in the same plant, but the basic design of the wall is consistent. Microfibrils made of the polysaccharide cellulose are synthesized by an enzyme called cellulose synthase and secreted to the extracellular space, where they become embedded in a matrix of other polysaccharides and proteins. This combination of materials, strong fibers in a "ground substance" (matrix), is the same basic architectural design found in steel-reinforced concrete and in fiberglass.

جدران خلايا النباتات تكون أكثر سمكًا بكثير من الغشاء البلازمي، حيث تتراوح سماكتها من 0.1 ميكرومتر إلى عدة ميكرومترات. يختلف التركيب الكيميائي للجدار من نوع نبات إلى آخر، وحتى بين أنواع الخلايا المختلفة في نفس النبات، لكن التصميم الأساسي للجدار يبقى متشابهًا. تُصنع الألياف الدقيقة من السكريات المتعددة مثل السليلوز بواسطة إنزيم يسمى **سليلوز سينثاز**، وتُفرز إلى خارج الخلية، حيث تندمج في مصفوفة من سكريات متعددة أخرى وبروتينات. هذه التركيبة من المواد، التي تشبه الألياف القوية في **"المادة الأساسية Ground Substance"** (**المصفوفة Matrix**)، هي نفس التصميم الأساسي المستخدم في الخرسانة المسلحة بالفولاذ وألياف الزجاج!!

A young plant cell first secretes a relatively thin and flexible wall called the primary cell wall (see the micrograph in Figure 6.27). Between primary walls of adjacent cells is the middle lamella, a thin layer rich in sticky polysaccharides called pectins. The middle lamella glues adjacent cells together. (Pectin is used in cooking as a thickening agent in jams and jellies.) When the cell matures and stops growing, it strengthens its wall. Some plant cells do this simply by secreting hardening substances into the primary wall. Other cells add a secondary cell wall between the plasma membrane and the primary wall. The secondary wall, often deposited in several laminated layers, has a strong and durable matrix that affords the cell protection and support. Wood, for example, consists mainly of secondary walls

تبدأ خلية النبات الشابة بإفراز جدار رقيق ومرن نسبيًا يُعرف بالجدار الخلوي الأساسي Primary Cell Wall. بين الجدران الأساسية للخلايا المتجاورة توجد **اللاميلا** الوسطى Middle Lamella، وهي طبقة رقيقة غنية بالسكريات المتعددة اللاصقة المعروفة بالـ **بكتين** Pectins. تقوم اللاميلا الوسطى بلصق الخلايا المتجاورة معًا (يُستخدم البكتين في الطهي كعامل تثخين في المربى والهلام). عندما تنضج الخلية وتتوقف عن النمو، تقوي جدارها. بعض خلايا النباتات تقوم بذلك ببساطة عن طريق إفراز مواد تجعل الجدار الأساسي أكثر صلابة وخلايا أخرى تضيف جدارًا خلويًا ثانويًا بين الغشاء البلازمي والجدار الأساسي. **الجدار الثانوي Secondary Wall**، الذي يُودع غالبًا في عدة طبقات، يحتوي على مصفوفة قوية ودائمة توفر الحماية والدعم للخلية. على سبيل المثال، يتكون الخشب أساسًا من جدران ثانوية.

▼ **Figure 6.27 Plant cell walls.** The drawing shows the relationship between primary and secondary cell walls in several mature plant cells. (Organelles aren't shown because many cells with secondary walls, such as the water-conducting cells, lack organelles.) The TEM shows the cell walls where two cells come together. The multilayered partition between plant cells consists of adjoining walls individually secreted by the cells. Adjacent cells are glued together by a very thin layer called the middle lamella.



The Extracellular Matrix (ECM) of Animal Cells

Although animal cells lack walls akin to those of plant cells, they do have an elaborate extracellular matrix (ECM). The main ingredients of the ECM are glycoproteins and other carbohydrate-containing molecules secreted by the cells. (Recall that glycoproteins are proteins with covalently bonded carbohydrates)

The most abundant glycoprotein in the ECM of most animal cells is collagen, which forms strong fibers outside the cells. In fact, collagen accounts for about 40% of the total protein in the human body. The collagen fibers are embedded in a network woven out of proteoglycans secreted by cells (Figure 6.28). A proteoglycan molecule consists of a small core protein with many carbohydrate chains covalently attached, so that it may be up to 95% carbohydrate. Large proteoglycan complexes can form when hundreds of proteoglycan molecules become noncovalently attached to a single long polysaccharide molecule, as shown in Figure 6.28. Some cells are attached to the ECM by ECM glycoproteins such as fibronectin. Fibronectin and other ECM proteins bind to cell-surface receptor proteins called integrins that are built into the plasma membrane. Integrins span the membrane and bind on their cytoplasmic side to associated proteins attached to microfilaments of the cytoskeleton. The name integrin is based on the word integrate: Integrins are in a position to transmit signals between the ECM and the cytoskeleton and thus to integrate changes occurring outside and inside the cell.

المصفوفة خارج الخلوية (ECM) في خلايا الحيوانات

على الرغم من أن خلايا الحيوانات تفتقر إلى الجدران الخلوية مثل تلك الموجودة في خلايا النباتات، إلا أنها تمتلك مصفوفة خارج خلوية معقدة (Extracellular Matrix ECM). المكونات الرئيسية في الـ ECM هي الجليكوبروتينات وجزيئات أخرى تحتوي على الكربوهيدرات، والتي تفرزها الخلايا. تُعرف الجليكوبروتينات بأنها بروتينات تحتوي على كربوهيدرات مرتبطة **تساهميًا (Covalently)**. أكثر الجليكوبروتينات وفرة في الـ ECM لمعظم خلايا الحيوانات هو الكولاجين، الذي يشكل ألياقًا قوية خارج الخلايا. في الواقع، يشكل الكولاجين حوالي 40% من إجمالي البروتين في جسم الإنسان. تكون ألياف الكولاجين مدمجة في شبكة تُنسج من البروتيوغليكانات التي تفرزها الخلايا. يتكون جزيء **البروتيوغليكان Proteoglycan** من بروتين أساسي صغير مع العديد من سلاسل الكربوهيدرات المرتبطة تساهميًا، بحيث يمكن أن يكون مكونًا بنسبة تصل إلى 95% من الكربوهيدرات. يمكن أن تتشكل مجمعات بروتيوغليكان كبيرة عندما يرتبط مئات من جزيئات البروتيوغليكان غير تساهميًا بجزيء واحد طويل من السكريات المتعددة. بعض الخلايا ترتبط بالـ

ECM بواسطة جليكوبروتينات مثل **الفبرونكتين (Fibronectin)**. يرتبط الفبرونكتين وبروتينات الـ ECM الأخرى ببروتينات مستقبلات على سطح الخلية تُعرف **بالإنتغرينات (Integrins)**، والتي تكون مدمجة في الغشاء البلازمي.

تمتد الإنتغرينات عبر الغشاء وترتبط على جانبها السيتوبلازمي بالبروتينات المرتبطة بألياف الميكروفيلمنس في الهيكل الخلوي. اسم "إنتغرين" مستمد من كلمة "**integrate دمج**": حيث أن الإنتغرينات في وضع يمكنها من نقل الإشارات بين الـ ECM والهيكل الخلوي، وبالتالي دمج التغييرات التي تحدث خارج وداخل الخلية.

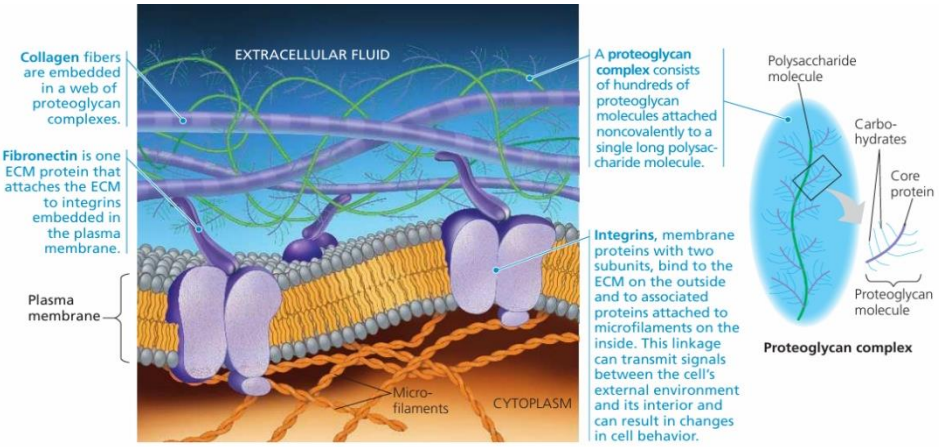
Current research on fibronectin, other ECM molecules, and integrins reveals the influential role of the ECM in the lives of cells. By communicating with a cell through integrins, the ECM can regulate a cell's behavior. For example, some cells in a developing embryo migrate along specific pathways by matching the orientation of their microfilaments to the "grain" of fibers in the extracellular matrix. Researchers have also learned that the extracellular matrix around a cell can influence the activity of genes in the nucleus. Information about the ECM probably reaches the nucleus by a combination of mechanical and chemical signaling pathways. Mechanical signaling involves fibronectin, integrins, and microfilaments of the cytoskeleton. Changes in the cytoskeleton may in turn trigger signaling pathways inside the cell, leading to changes in the set of proteins being made by the cell and therefore changes in the cell's function. In this way, the extracellular matrix of a particular tissue may help coordinate the behavior of all the cells of that tissue. Direct connections between cells also function in this coordination, as we'll explore next.

تشير الأبحاث الحالية حول الفبرونكتين وجزيئات الـ ECM الأخرى والإنتغرينات إلى الدور المؤثر للـ ECM في حياة الخلايا. من خلال التواصل مع الخلية عبر الإنتغرينات، يمكن للـ ECM تنظيم سلوك الخلية. على سبيل المثال، بعض الخلايا في الجنين النامي تهاجر على طول مسارات معينة عن طريق مطابقة اتجاه أليافها الدقيقة مع "حبوب" الألياف في الECM كما أن الباحثين اكتشفوا أن الECM حول الخلية يمكن أن تؤثر على نشاط الجينات في النواة. من المحتمل أن تصل المعلومات حول الـ ECM إلى النواة عبر مزيج من مسارات الإشارات الميكانيكية والكيميائية. تشمل الإشارات الميكانيكية الفبرونكتين والإنتغرينات وألياف

الميكروفيلمنتس في **الهيكل الخلوي Cytoskeleton**. قد تؤدي التغيرات في الهيكل الخلوي إلى تفعيل **مسارات الإشارات Signaling Pathways** داخل الخلية، مما يؤدي إلى تغييرات في مجموعة البروتينات التي تُنتجها الخلية وبالتالي تغييرات في وظيفة الخلية. بهذه الطريقة، قد تساعد الECM في تنسيق سلوك جميع خلايا الأنسجة المحددة. كما أن الروابط المباشرة بين الخلايا تلعب دورًا في هذا التنسيق، كما سندرس لاحقًا.

ألياف الكولاجين مدمجة في شبكة من مجمعات البروتيوغليكان

الفبرونكتين هو أحد البروتينات في المصفوفة خارج الخلوية (ECM) التي تربط الـ ECM بالإنتغرينات المدمجة في الغشاء البلازمي.



▲ **Figure 6.28 Extracellular matrix (ECM) of an animal cell.** The molecular composition and structure of the ECM vary from one cell type to another. In this example, three different types of ECM molecules are present: collagen, fibronectin, and proteoglycans.

مجمع البروتيوغليكان يتكون من مئات من جزيئات البروتيوغليكان الملتصقة بشكل غير تساهمي بجزيء واحد طويل من السكريات المتعددة.

الإنتغرينات، وهي بروتينات غشائية تتكون من وحدتين فرعيتين، ترتبط بالـ ECM من الخارج وبالبروتينات المرتبطة بألياف الميكروفيلمنتس من الداخل. يمكن أن ينقل هذا الربط الإشارات بين البيئة الخارجية للخلية وداخلها، مما قد يؤدي

المصفوفة خارج الخلوية (ECM) في خلية حيوانية. يختلف التركيب الجزيئي والبنية للـ ECM من نوع خلية إلى آخر. في هذا المثال، تتواجد ثلاثة أنواع مختلفة من جزيئات الـ ECM: الكولاجين، الفبرونكتين، والبروتيوغليكانات.

Cell Junctions

Cells in an animal or plant are organized into tissues, organs, and organ systems. Neighboring cells often adhere, interact, and communicate via sites of direct physical contact

وصلات الخلايا

تُنظم الخلايا في الحيوانات أو النباتات إلى أنسجة وأعضاء وأنظمة عضوية. غالباً ما تلتصق الخلايا المجاورة ببعضها البعض، وتتفاعل، وتواصل عبر نقاط الاتصال المادي المباشر.

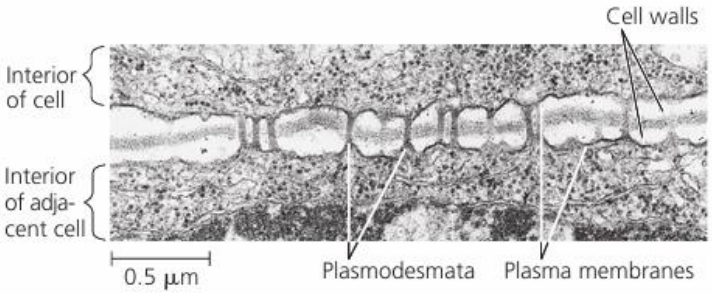
Plasmodesmata in Plant Cells

It might seem that the nonliving cell walls of plants would isolate plant cells from one another. But in fact, as shown in Figure 6.29, many plant cell walls are perforated with plasmodesmata (singular, plasmodesma; from the Greek desma, bond), channels that connect cells. The plasma membranes of adjacent cells line the channel of each plasmodesma and thus are continuous. Because the channels are filled with cytosol, the cells share the same internal chemical environment. By joining adjacent cells, plasmodesmata unify most of the plant into one living continuum. Water and small solutes can pass freely from cell to cell, and several experiments have shown that in some circumstances, certain proteins and RNA molecules can do this as well. The macromolecules transported to neigh boring cells appear to reach the plasmodesmata by moving along fibers of the cytoskeleton.

القنوات البلازمودية في خلايا النباتات

قد يبدو أن الجدران الخلوية غير الحية في النباتات ستعزل الخلايا النباتية عن بعضها البعض. ولكن في الواقع، كما هو موضح في الشكل 6.29، فإن العديد من جدران الخلايا النباتية تحتوي على قنوات بلازمودية Plasmodesmata (مفرد: بلازموديزما Plasmodesma؛ من اليونانية "ديسما" وتعني "رابطة")، وهي قنوات تربط بين الخلايا. تغطي أغشية البلازما للخلايا المجاورة القناة في كل بلازموديزما، وبالتالي تكون مستمرة. بما أن القنوات مملوءة بالسيتوسول، فإن الخلايا تشترك في نفس البيئة الكيميائية الداخلية. من خلال توصيل الخلايا المجاورة، توحد البلازموديزما معظم النبات في كيان حي واحد. يمكن للماء والذوائب الصغيرة الانتقال بحرية من خلية إلى أخرى، وقد أظهرت العديد من التجارب أنه في بعض الحالات، يمكن لبعض البروتينات وجزيئات RNA القيام بذلك أيضًا. يبدو أن الجزيئات الكبيرة التي تُنقل إلى الخلايا المجاورة تصل إلى البلازموديزما عن طريق التحرك على طول ألياف الcytoskeleton.

▼ **Figure 6.29 Plasmodesmata between plant cells.** The cytoplasm of one plant cell is continuous with the cytoplasm of its neighbors via plasmodesmata, cytoplasmic channels through the cell walls (TEM).



القنوات البلازمودية بين خلايا النباتات

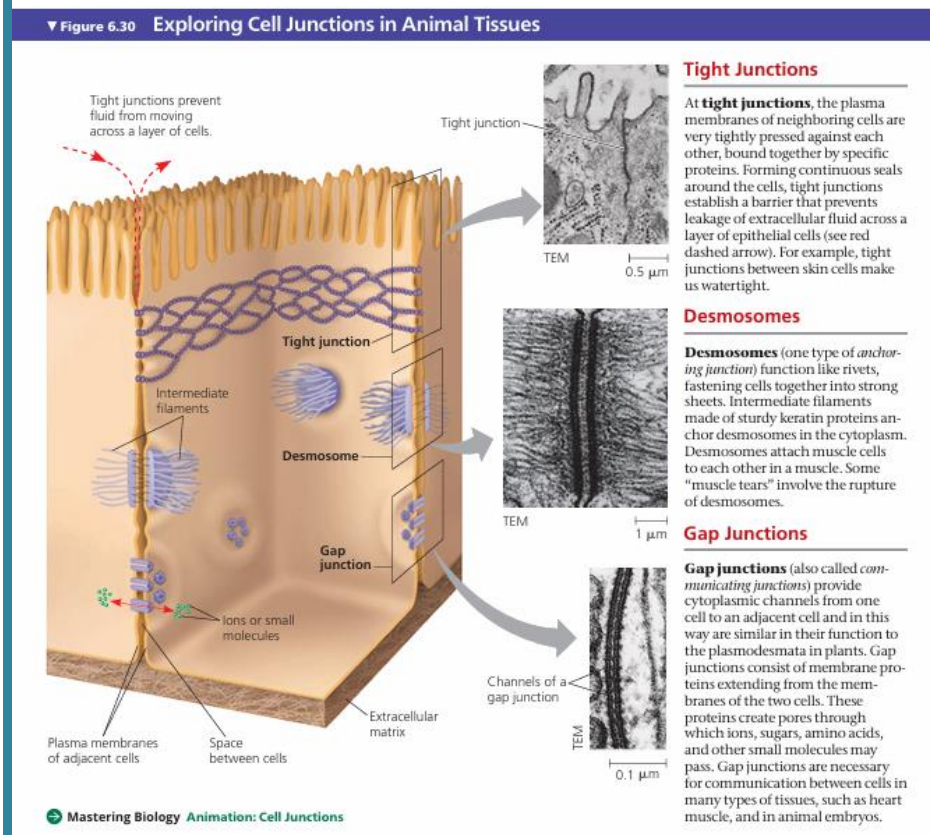
يكون السيتوبلازم في خلية نباتية مستمرًا مع سيتوبلازم الخلايا المجاورة من خلال القنوات البلازمودية، وهي قنوات سيتوبلازمية تمر عبر الجدران الخلوية(TEM)

Tight Junctions, Desmosomes, and Gap Junctions in Animal Cells

In animals, there are three main types of cell junctions: tight junctions, desmosomes, and gap junctions. (Gap junctions are most like the plasmodesmata of plants, although gap junction pores are not lined with membrane—rather, they consist of proteins extending from each cell's membrane that form a connecting pore.) All three types of cell junctions are especially common in epithelial tissue, which lines the external and internal surfaces of the body. Figure 6.30 uses epithelial cells of the intestinal lining to illustrate these junctions

الوصلات المحكمة، الديسموسومات، والموصلات الفجوية في خلايا الحيوانات

في الحيوانات، توجد ثلاثة أنواع رئيسية من وصلات الخلايا: الوصلات المحكمة، الديسموسومات، والموصلات الفجوية. (تعتبر الموصلات الفجوية أكثر تشابهًا مع البلازموديزما في النباتات، على الرغم من أن المسام في الموصلات الفجوية ليست مبطنة بالغشاء—بل تتكون من بروتينات تمتد من غشاء كل خلية لتشكل قناة موصلة.) جميع الأنواع الثلاثة من وصلات الخلايا شائعة بشكل خاص في **الأنسجة الظهارية Epithelial Tissue**، التي تبطن الأسطح الخارجية والداخلية للجسم.



وصلات الخلايا في الأنسجة الحيوانية: الوصلات المحكمة، الديسموسومات، والموصلات الفجوية في خلايا الحيوانات

في **الوصلات المحكمة Tight Junctions**، تكون أغشية البلازما في الخلايا المجاورة مضغوطة بشدة ضد بعضها البعض، حيث ترتبط ببعضها البعض بواسطة بروتينات محددة. تشكل هذه الوصلات حاجزًا مستمرًا حول الخلايا، مما يمنع تسرب السوائل خارج الخلايا عبر طبقة من الخلايا الظهارية (انظر السهم الأحمر المتقطع). على سبيل المثال، تمنع الوصلات المحكمة بين خلايا الجلد تسرب الماء، مما يجعل جلدنا مقاومًا للماء

تعمل **الديسموسومات Desmosomes** (نوع من الوصلات الداعمة) كالمسامير، حيث تربط الخلايا ببعضها لتشكل أوراقًا قوية. تثبت الخيوط المتوسطة المصنوعة من بروتينات الكيراتين المتينة الديسموسومات في السيتوبلازم. تقوم الديسموسومات بربط خلايا العضلات ببعضها البعض داخل العضلة. بعض "تمزقات العضلات" تتضمن تمزقًا في الديسموسومات

تقدم **الموصلات الفجوية Gap Junctions** (المعروفة أيضا بالوصلات التواصلية Municating Junctions) قنوات سيتوبلازمية من خلية إلى خلية مجاورة، وبالتالي تشبه في وظيفتها البلازموديزما في النباتات. تتكون الموصلات الفجوية من بروتينات غشائية تمتد من أغشية الخلايا المختلفة، مكونة مسامًا يمكن أن تمر من خلالها الأيونات، السكريات، الأحماض الأمينية، وجزيئات صغيرة أخرى. تعتبر الموصلات الفجوية ضرورية للتواصل بين الخلايا في أنواع متعددة من الأنسجة، مثل عضلة القلب، وفي الأجنة الحيوانية

Summary Concept 7.7: Extracellular components and connections between cells help coordinate cellular activities

- **Plant cell** walls are made of **cellulose** fibers embedded in other polysaccharides and proteins, providing protection and maintaining shape.
- Animal cells secrete **glycoproteins** (like collagen) and **proteoglycans** that form the extracellular matrix (ECM), which functions in support, adhesion, movement, and regulation.
- **Cell junctions** connect neighboring cells.
- Plants have **plasmodesmata** that pass through adjoining cell walls, allowing communication between adjacent cells.

- **Tight junctions**, **desmosomes**, and **gap junctions** connect animal cells and enable communication.
- These structures enable the passage of small molecules and ions, coordinating cellular activities.

جدران خلايا النباتات مصنوعة من ألياف **السليلوز** المدمجة في سكريات متعددة الأخرى والبروتينات، مما يوفر الحماية ويحافظ على الشكل.

- خلايا الحيوانات تفرز **جليكوبروتينات** (مثل الكولاجين) **وبروتيوغليكانات** التي تشكل المصفوفة خارج الخلوية(ECM) ، والتي تعمل في الدعم، الالتصاق، الحركة، والتنظيم.
- **الروابط الخلوية** تربط الخلايا المجاورة.
- النباتات تحتوي على **البلازموديزما** التي تمر عبر جدران الخلايا المتجاورة، مما يسمح بالتواصل بين الخلايا المجاورة.
- **الروابط المحكمة، اللاصقات، والروابط الفجوية** تربط خلايا الحيوانات وتتيح التواصل.
- هذه الهياكل تمكّن مرور الجزيئات الصغيرة والأيونات، مما يساعد في تنسيق الأنشطة الخلوية.

Past Papers

1. What type of carbohydrates do plant cells secret to hold (cement) the primary cell walls of adjacent cells together?

A. Glycogen
B. Amylose
C. Pectin
D. Amylopectin
E. None of the above

---

2. Animal muscle cells adhere together strongly through ---------- which are supported by intermediate filaments

A. Plasmodesmata
B. Tight junctions
C. Gap junctions
D. Desmosomes

E. Cellulose fibers

—----------

3. Plasmodesmata in plant cells are most similar in function to which of the following structures in animal cells?

A. Peroxisomes
B. Gap junctions
C. Desmosomes
D. Extracellular matrix
E. Tight junctions

—----------

4. Which of the following is not part of extracellular matrix (ECM)?

A. Cellulose and pectin
B. Collagen and integrin
C. Integrin and fibronectin
D. Collagen and proteoglycan
E. None of the above

—----------

Answers: 1.C 2.D 3.B 4. A

—----------

نهاد رمضان المغاري

عانت نهاد في حياتها فكانت تربي أبناءها المرضى بأشفار عيونها حتى يقضي الله ويتوفاهم، كانت تعاني من مرارة الفقر وصعوبته، فتحت مشروع "كعك الفاخر" وكان مصدر دخل لها، وكانت تلاقي إقبالا شديدا من حلاوة الكعك، كانت تعمل لتؤمّن مصاريف الجامعة لابنها محمد حتى يتمكن من دراسة الطب.

تاريخ الاستشهاد: 17/10/2023

اللهم نسألك لأهل غزة النصر على من عاداهم، عاجلا غير آجل يا رب العالمين

Concept 7.8:
Cellular functions

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

كل شيء بالأسود هو شرح، كل شيء بالأزرق من الكتاب.

*نهدي يعني شرح زيادة Extra

Cellular functions arise from cellular order: The cell is a living unit greater than the sum of its parts

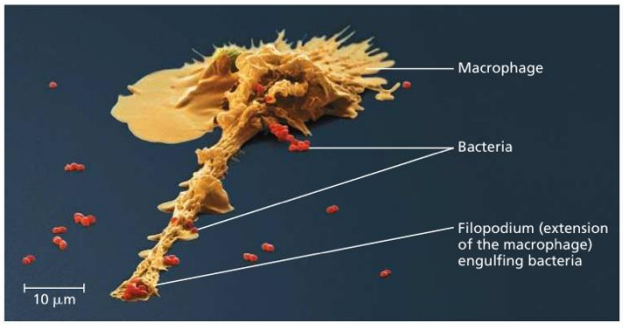
This overview of the cell highlights how its structure and function are closely related. Each component of a cell plays a specific role, but none operates in isolation. For instance, consider a macrophage, a type of immune cell shown in Figure 6.31. It defends the body by engulfing bacteria using phagocytic vesicles. The macrophage moves towards bacteria with thin projections called pseudopodia, with actin filaments interacting with other cytoskeletal elements to facilitate this movement. Once the bacteria are engulfed, lysosomes—produced by the endomembrane system—destroy them. Ribosomes, which produce the digestive enzymes in lysosomes and the proteins of the cytoskeleton, are directed by genetic instructions from DNA in the nucleus. Mitochondria provide the energy required for these processes in the form of ATP. This example illustrates how cellular functions emerge from the coordinated order of its parts, demonstrating that a cell is a complex, integrated unit. The internal organization of a cell is crucial for understanding how cellular processes work together.

الخلية أكبر من مجموع أجزائها

يعرض هذا العرض الشامل للخلية كيفية ارتباط هيكلها بوظائفها. كل مكون في الخلية يلعب دوراً محدداً، ولكن لا يعمل أي منها بشكل منفصل. على سبيل المثال، خذ الخلية الكبيرة المعروفة بالبلعميات الكبيرة، كما هو موضح في الشكل 6.31. هذه الخلية تساهم في حماية الجسم عن طريق ابتلاع البكتيريا في حويصلات بلعمية. تتحرك البلعميات الكبيرة نحو البكتيريا باستخدام بروزات رقيقة تُعرف بالزوائد الكاذبة، حيث تتفاعل خيوط الأكتين مع عناصر أخرى من الهيكل الخلوي لتسهيل الحركة. بعد ابتلاع البكتيريا، يتم تدميرها بواسطة الحويصلات الليموزومية، التي تُنتج من النظام الغشائي المعقد للخلية. تُنتج الريبوسومات الإنزيمات الهضمية في الحويصلات الليموزومية وبروتينات الهيكل الخلوي، تحت توجيه الرسائل الجينية من الحمض النووي في النواة. وتوفر الميتوكوندريا الطاقة اللازمة لهذه العمليات على شكل ATP

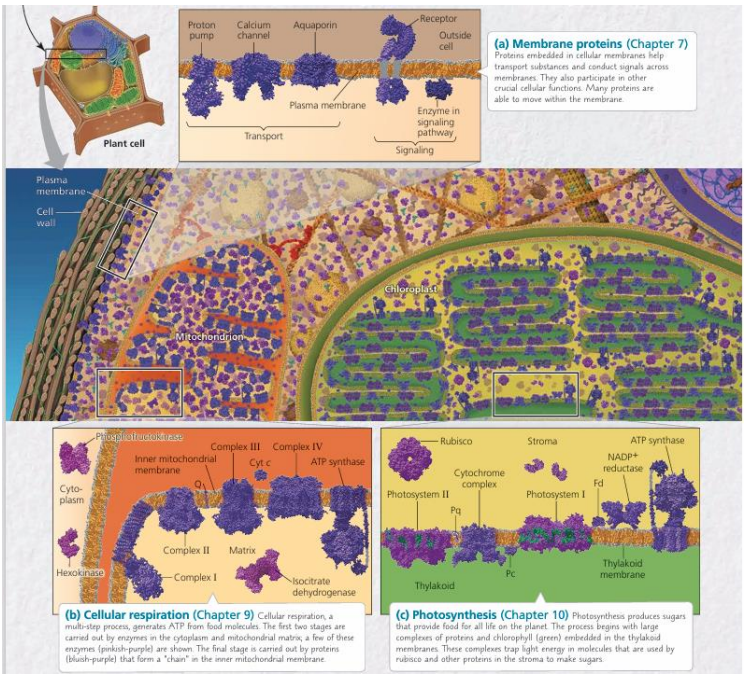
هذا المثال يوضح كيف أن الوظائف الخلوية تنبثق من التنسيق بين أجزائها، مما يظهر أن الخلية هي وحدة معقدة ومتكاملة. فهم التنظيم الداخلي للخلية ضروري لفهم كيفية تفاعل العمليات الخلوية معاً

▼ **Figure 6.31 Coordination of activities in a cell.** The ability of this macrophage to recognize, apprehend, and destroy bacteria involves coordination among components such as the cytoskeleton, lysosomes, and plasma membrane (colorized SEM).



تنسيق الأنشطة في الخلية

إن قدرة هذا الماكروفاج على التعرف على البكتيريا والقبض عليها وتدميرها تتطلب تنسيقاً بين مكونات مختلفة مثل الهيكل الخلوي، والليسوزومات، والغشاء البلازمي



Membrane Proteins
بروتينات الغشاء
البروتينات الموجودة في الأغشية الخلوية تساعد في نقل المواد وإيصال الإشارات عبر الأغشية. كما أنها تشارك في وظائف خلوية أخرى حيوية. العديد من هذه البروتينات قادرة على التحرك داخل الغشاء

Photosynthesis التركيب الضوئي
التركيب الضوئي ينتج السكريات التي توفر الغذاء لجميع أشكال الحياة على كوكب الأرض. تبدأ هذه العملية بمركبات كبيرة ومعقدة من البروتينات والكلوروفيل (الأخضر) المدمجة في أغشية الثايلاكويد. تقوم هذه المركبات بحجز الطاقة الضوئية في جزيئات تُستخدم بواسطة الريبسكو وبروتينات أخرى في السدى لإنتاج السكريات.

Cellular Respiration
التنفس الخلوي
التنفس الخلوي هو عملية متعددة الخطوات تولد جزيئات ATP من جزيئات الغذاء. يتم تنفيذ المرحلتين الأوليتين بواسطة إنزيمات في السيتوبلازم والمصفوفة الميتوكوندرية؛ يُظهر الشكل بعضاً من هذه الإنزيمات (الوردية-البنفسجية). المرحلة الأخيرة تُنفذ بواسطة بروتينات (الزرقاء-البنفسجية) التي تشكل "سلسلة" في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا.

Translation الترجمة

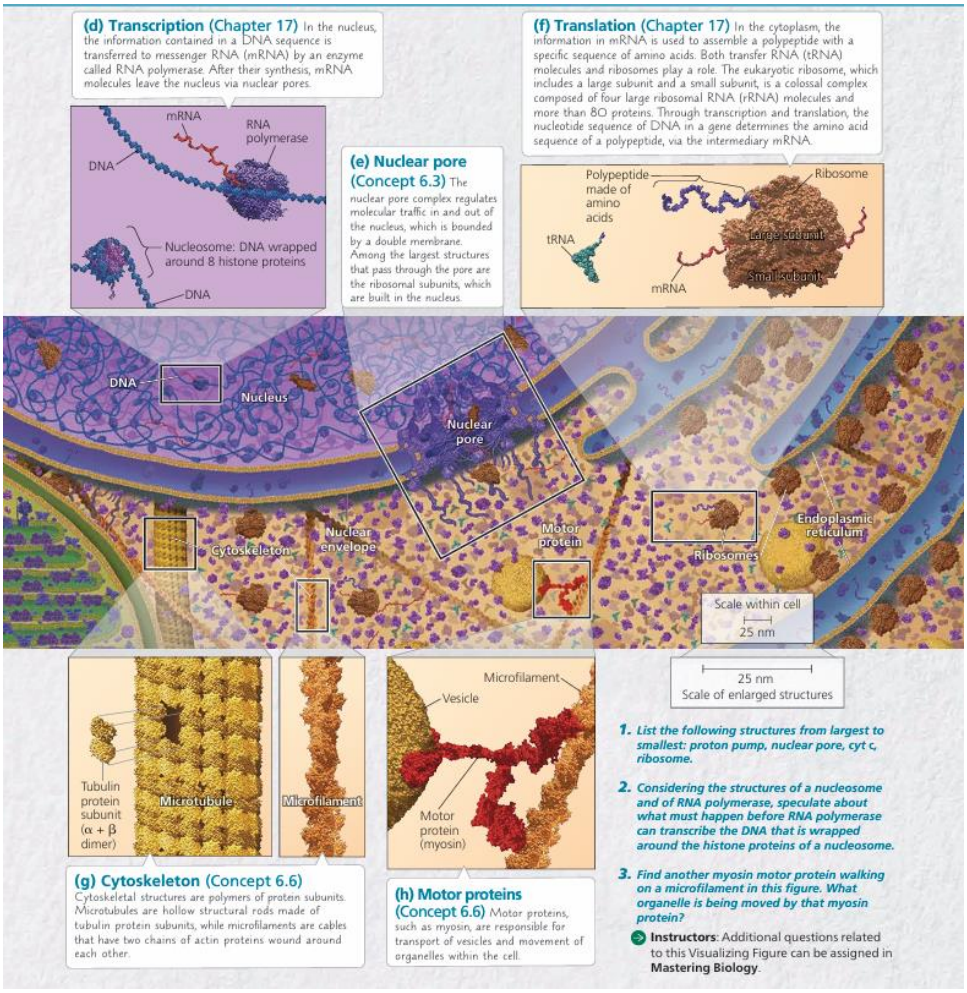
في السيتوبلازم، تُستخدم المعلومات الموجودة في الرنا المرسال (mRNA) لتجميع بولي ببتيد بتسلسل محدد من الأحماض الأمينية. تلعب جزيئات الرنا الناقل (tRNA) والريبوسومات دورًا في هذه العملية. الريبوسوم في الخلايا حقيقية النواة، الذي يتألف من وحدة كبيرة وأخرى صغيرة، هو مركب ضخم يتكون من أربع جزيئات رنا ريبوسومي (rRNA) وأكثر من 80 بروتينًا. من خلال التنسخ والترجمة، يحدد تسلسل النيوكليوتيدات في الحمض النووي (DNA) في الجين تسلسل الأحماض الأمينية في البوليببتيد، عبر الرنا المرسال (mRNA) كوسيط

Nuclear Pore الثقب النووي

تنظم معقدات الثقوب النووية حركة الجزيئات داخل وخارج النواة، التي يحيط بها غشاء مزدوج. من بين أكبر الهياكل التي تمر عبر المسام هي الوحدات الفرعية للريبوسومات، التي تُبنى في النواة.

Transcription النسخ

في النواة، يتم نقل المعلومات الموجودة في تسلسل الحمض النووي (DNA) إلى الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA) بواسطة إنزيم يُدعى بوليميراز RNA. بعد تصنيعه، تخرج جزيئات mRNA من النواة عبر الثقوب النووية



Cytoskeleton الهياكل

الهيكلية الخلوية هي بوليمرات من وحدات البروتين. الأنابيب الدقيقة هي قضبان هيكلية مجوفة مصنوعة من وحدات بروتين التوبولين، بينما الألياف الدقيقة هي كابلات تتكون من سلسلتين من بروتين الأكتين ملتفتتين حول بعضهما البعض

Motor Proteins البروتينات الحركية

البروتينات الحركية، مثل الميوسين، مسؤولة عن نقل الحويصلات وحركة العضيات داخل الخلية.

Summary of Concept 7.8: A cell is greater than the sum of its parts

- Many components work together in a functioning cell.
- The cell's structure and function are **interconnected**; each component relies on others.
- Cellular functions arise from the coordinated interaction of cell parts, illustrating the cell as a complex, integrated unit.

ملخص المفهوم 7.8: الخلية أكثر من مجرد مجموعة أجزائها

- العديد من المكونات تعمل معًا في الخلية التي تؤدي وظيفتها.
- هيكل الخلية ووظيفتها مترابطان؛ كل مكون يعتمد على الآخرين.
- الوظائف الخلوية تنبثق من التفاعل المنسق بين أجزاء الخلية، مما يوضح الخلية كوحدة معقدة ومتكاملة.

الشهيد عايدي ياسر وافي

صاحب ال 18 سنة، كان هدفه في الحياة أن يكون سندا لأهله. حنون طيب القلب، يحب أخوه أسامة كثيرا وصاحبه سعيد وإبراهيم

تاريخ الاستشهاد: 20/8/2024

اللهم يا قاضي الحاجات ويا مجيب الدعوات ويا مفرج الكربات اجعل لأهلنا في غزة من كل ضيق مخرجا ومنة كل هم فرجا وكن لهم وليا ونصيرا يا رب العالمين.

Thank you