

التركيب العام للخلية الحية (1)

General structure of the Cell (1)

1- أهمية الخلية:

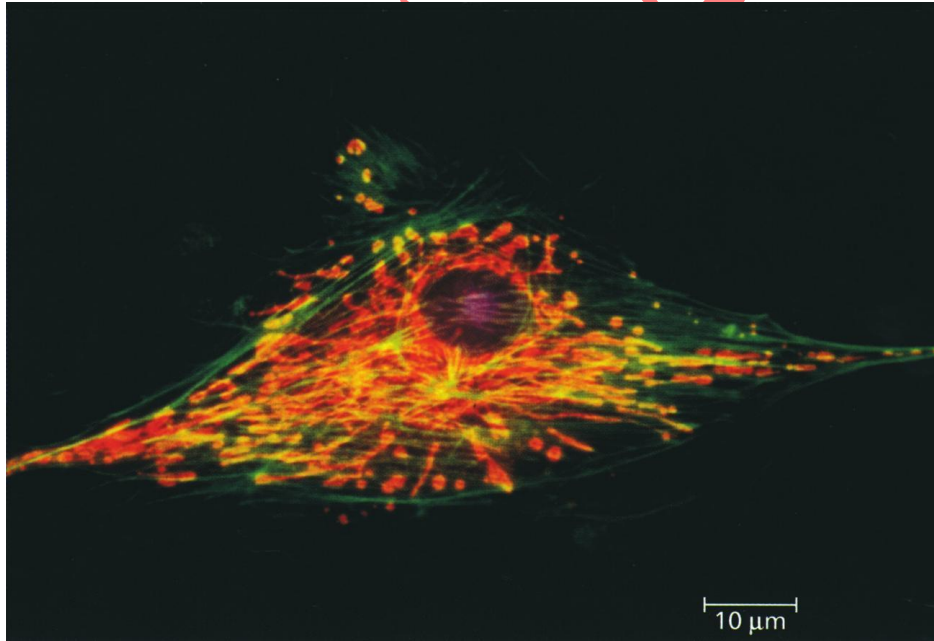
تعتبر الخلية الحية أساسية للبيولوجيا مثلما هي الذرة للكيمياء، فالخلية هي لبنة بناء كل المتعضيات الحية organisms و الخلية في تراتبية التعضي البيولوجي هي أصغر تجمع لمادة قابلة للحياة. فالخلية Cellule بالتعريف هي: الوحدة البنوية والوظيفية في الكائنات الحية سواء أكانت حيوانية أم نباتية، أو كائنات وحيدة الخلية، و تقوم بجميع الوظائف الحيوية اللازمة لاستمرارها و بقائها على قيد الحياة، و يتراوح قطر الخلية بشكل عام بين واحد ميكرومتر مثل البكتريا، و عدة سنتيمترات كما في بيضة الدواجن. و في الحقيقة هناك أشكال متنوعة للحياة، و تقسم الكائنات الحية بحسب عدد الخلايا المكونة لأجسامها إلى مجموعتين هما :

- 1- كائنات وحيدة الخلية تسمى الحيوانات الأولية Protozoa : و تتألف أجسامها من خلية واحدة مثل البارامسيوم، المتحولات و وحيدات الخلية الأخرى.
- 2- كائنات عديدة الخلايا و تسمى الحيوانات التوالي Metazoa : و هي كائنات أكثر تعقيدا كالحيوانات التي تتألف أجسامها من مجموعة كبيرة من الخلايا تنشأ جميعها من خلية واحدة، هي البيضة الملقحة التي تنقسم انقسامات عديدة لتعطي خلال مراحل التشكل الجنيني جميع أنسجة الجسم. وتكون هذه الخلايا متخصصة بحيث يستحيل لنوع منها أن يحيا دون سواه.

عندما تنتظم الخلايا في الكائنات كثرات الخلايا في مستويات أعلى من التعضي، كالنسيج و الأعضاء، فإنها تبقى لبنات بناء الكائن الحي كيانا و وظيفة، فمثلا إن تقلص الخلايا العضلية يحرك عينيك و أنت تقرأ هذه الجملة و إذا انتقلت إلى صفحة أخرى، نقلت خلاياك العصبية ذلك القرار من دماغك إلى

الخلايا العضلية في يدك. إن كل شيء تفعله المتعضية إنما يحدث بشكل أساسي على المستوى الخلوي.

إن الخلية بنية مجهرية، حيث تنشأ الحياة على المستوى الخلوي من أمر بنيوي يعزز موضوع التخصص لدى و الخلايا و الارتباط بين البنية و الوظيفة. فعلى سبيل المثال، تعتمد حركة الخلية الحيوانية على التفاعل المعقد للبنىات التي تؤلف الهيكل الخلوي Cellular skeleton (الشكل 15). كما أن تفاعل المتعضيات الحية مع بيئتها هو موضوع آخر مطروق في البيولوجيا. فالخلايا تستشعر تقلبات البيئة و تستجيب لها. كذلك التطور، فمع أن الخلايا بكليتها تنتسب في أصلها إلى خلية سليفة لها، إلا أنها تحورت بطرائق مختلفة خلال التاريخ الطويل لتطور الحياة على الأرض.



الشكل (15): الخلية و هيكلها كما يريده المجهر المفلور

2- دراسة الخلايا باستعمال المجاهر و أدوات الكيمياء الحيوية:

إن الفهم الدقيق للتركيب العام للخلية و تعقيده قد يكون صعبا، فهي أصغر من أن تراها العين المجردة،

وبالتالي كان لابد للباحثين و البيولوجيين من إيجاد وسائل و أدوات تساعد في دراسة الخلية و التعرف على مكوناتها الداخلية بشكل دقيق.

أ- المجهر: Microscopy:

إن التقدم في أي حقل من العلوم يواكبه اختراع أدوات و أجهزة تجعل الإنسان قادرا على التعرف على نواح جديدة ذات حدود لا تدركها الحواس بشكل مجرد. فلولا اختراع المجهر سنة 1590 لما أمكن من اكتشاف الخلية و دراستها بشكل مفصل. و لا تزال المجاهر بأنواعها المختلفة أدوات لا غنى عنها في دراسة الخلية.

إن أولى المجاهر التي استخدمها العلماء، و كذلك المجاهر المستخدمة في المختبرات عادة ، جميعها مجاهر ضوئية. يمر الضوء المرئي من خلال عدساتها العينية إلى عدسات زجاجية فتعكس الضوء بطريقة يتم فيها تكبير صورة العينة حين ترسم داخل العين.

في الواقع ، للمجهر ثابتان أساسيان هما:

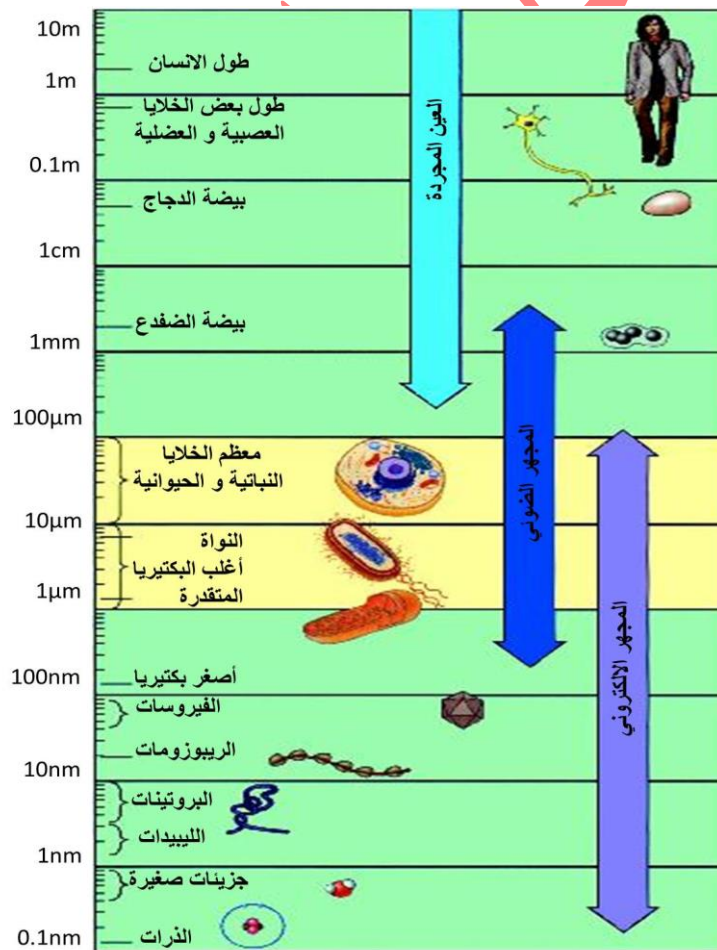
- التكبير magnification: و هو نسبة الصورة إلى حجمها الحقيقي.

- القوة الفاصلة أو الدقة (الميز) resolution: و هي قياس صفاء الصورة، و أدنى مسافة بين نقطتين يمكنه الفصل بينهما لتبقيا متميزتين كنقطتين مختلفتين.

إن المجهر الضوئي عاجز عن رؤية الأشياء التي تكون أصغر من 0.2 ميكرومتر أو 200 نانومتر أي ما يعادل حجم بكتيريا صغيرة (الشكل 16). إن معظم الطرائق التحسينات التي لقيها المجهر الضوئي منذ بدايات القرن العشرين تضمنت طرائق جديدة لتحسين التباين، الأمر الذي يوضح التفاصيل التي يمكن

رؤيتها و تمييزها (الشكل 17). و كذلك طور العلماء طرائق تلوين أو وسم مكونات خلوية معينة لتتسنى رؤيتها.

لقد تم اكتشاف الخلية في العام 1665 على يد العالم روبرت هوك، غير أنه لم يتم التعرف على مكوناتها و تركيبها حتى منتصف القرن الماضي (القرن العشرين). حيث أن المجهر الضوئي لم يكن متطورا بشكل كافي يجعله قادرا على تمييز البنى تحت خلوية أو ما يسمى بالعضيات Organelles. و مع اكتشاف المجهر الإلكتروني في الخمسينيات من القرن العشرين، تسارع التقدم في مجال البيولوجيا الخلوية. إن المبدأ الأساسي في عمل هذا المجهر هو أنه يرسل عبر العينة أو على سطحها حزمة مركزة من الإلكترونات بدلا من الضوء.



الشكل (16): حدود حجم الخلايا. تتراوح أقطار الخلايا بين 1 و 100 ميكرومتر. و بذلك لا يتسنى رؤيتها بدون مجهر.

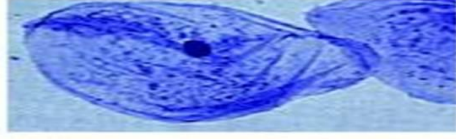
إن القوة الفاصلة في المجهر الضوئي ترتبط عكسيا بطول موجة الإشعاع المستخدمة للتصوير، لكن طول موجات الحزم الالكترونية أقل بكثير من طول موجات الضوء المرئي. و تستطيع المجاهر الإلكترونية الحديثة نظريا تحقيق قوة فاصلة في حدود 0.002 نانومتر، غير أن الحد العملي للبنى البيولوجية Biological structures يتعدى 2 نانومتر. و هذا يبقى تحسنا يفوق المجهر الضوئي بمائة مرة. و نشير إلى أن البيولوجيين يستخدمون مصطلح البنية الفائقة Ultrastructure للتعبير عن تشريح الخلية حسبما يبدي المجهر الالكتروني.

- طريقة البحث باستخدام المجاهر الضوئية

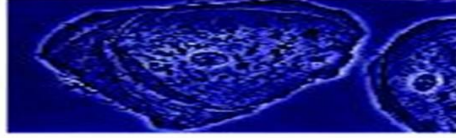
أ- **ساحة مضاءة** (عينة غير ملونة). يعبر الضوء العينة مباشرة. و ما لم تكن الخلية ذات صبغة طبيعية أو صناعية. فان تباينها يكون ضئيلا. (تبدي صورتان أ و ب خلية ظهارية لشدة إنسان) Human cheek



ب- **ساحة مضاءة** (عينة ملونة). يحسن التلوين بالصبغات المختلفة من التباين، لكن معظم عمليات التلوين تتطلب تثبيتا للخلايا (بمعنى الحفظ).



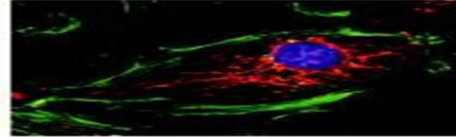
ت- **تباين الأطوار** : انه يعزز التباين في الخلايا غير الملونة بتضخيم الاختلافات في الكثافة داخل العينة، و هو نافع لفحص الخلايا الحية غير المصبوغة بشكل خاص.



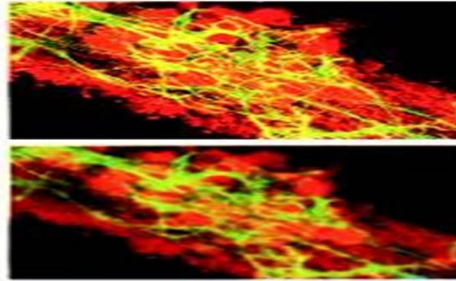
ث- **التباين التفاضلي المتداخل**: على غرار المجاهر المتباينة الأطوار، فإنها تستخدم تحويلات بصرية للمبالغة في فروق الكثافة، بحيث تجعل الصورة تبدو وكأنها ثلاثية الأبعاد.



ج- **الفلورة**: إنها تبين مواضع جزيئات معينة في الخلية بوسمها بأصبغة أو أضداد مفلورة. تمتص هذه المواد المتفلورة الأشعة فوق البنفسجية، و تصدر ضوءا مرئيا، حسبما يظهر هنا في خلية من شريان.



ح- **المبائر**: انه يستخدم الليزر و عدسات خاصة للتقطيع الضوئي للعينات المصبوغة فلوريا. و هنا تتم إنارة مستوى واحد من البؤرة. أما ما هو خارج البؤرة فوق المستوى و تحته فانه يشتت بواسطة حاسوب. تظهر الصورة عالية الدقة كما تراها في نسيج عصبي ملون. في العلى الخلايا العصبية خضراء، و الخلايا الداعمة حمراء و مناطق التراكم صفراء. في الأسفل صورة مكروية مفلورة معيارية لهذا النسيج السميك نسبيا حيث تبدو مشوشة.



الشكل (17): طريقة البحث باستخدام المجاهر الضوئية

- طريقة البحث باستخدام المجاهر الإلكترونية

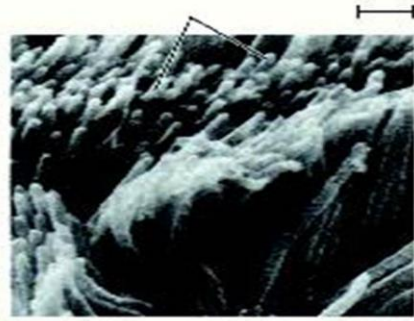
هناك نوعان رئيسيان من المجاهر الإلكترونية و هما:

- **المجهر الإلكتروني الماسح**: يستخدم بشكل خاص لدراسة مفصلة لسطح العينة (الشكل 18-أ)

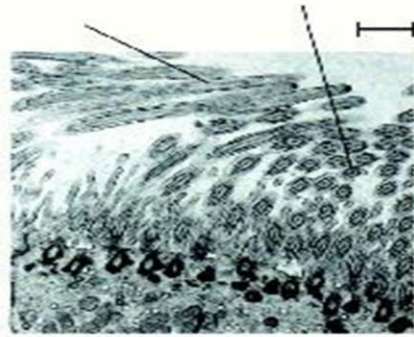
حيث تسمح الحزمة الإلكترونية سطح العينة و التي غالبا ما تكون مطلية بطبقة رقيقة من الذهب.

- المجهر الالكتروني النافذ: يستخدم هذا النوع بشكل أساسي لدراسة البنية الفائقة الداخلية للخلايا بشكل رئيسي (الشكل 18-ب). حيث يصوب هذا المجهر حزمة الكترونية نحو مقطع في غاية الرقة من العينة.

ب- تبدي الصورة المأخوذة بالمجهر الالكتروني الماسح الأبعاد الثلاثة لسطح العينة. تبين هذه الصورة سطح خلية من رغامي أرنب مغطاة بعضيات متحركة تسمى الأهداب



أ- يبين المجهر الالكتروني النافذ مقطعاً رقيقاً من العينة، يمثل هذا المقطع خلية رغامية، حيث تتجلى بنيتها الفائقة. أثناء تحضير هذا المحضر، تقطعت بعض الأهداب طولاً، فظهرت مقاطعها الطولية. و في حين تقطعت بعض الأهداب عرضاً، فظهرت مقاطعها العرضية



الشكل (أ +ب 18): طريقة البحث باستخدام المجاهر الالكترونية

أ- المجاهر الالكترونية الماسحة: تبدي الصورة المأخوذة بالمجهر الالكتروني الماسح الأبعاد الثلاثة لسطح العينة. تبين هذه الصورة سطح خلية من رغامي أرنب مغطاة بعضيات متحركة تسمى الأهداب، و يفيد ضرب الأهداب هذه بدفع المخلفات المستنشقة إلى الحلق.

ب- المجاهر الالكترونية النافذة: يبين المجهر الالكتروني النافذ مقطعاً رقيقاً من العينة، يمثل هذا المقطع خلية رغامية، حيث تتجلى بنيتها الفائقة. أثناء تحضير هذا المحضر، تقطعت بعض الأهداب طولاً، فظهرت مقاطعها الطولية. و في حين تقطعت بعض الأهداب عرضاً، فظهرت مقاطعها العرضية.

ب- عزل العضيات بواسطة التجزئة الخلوية

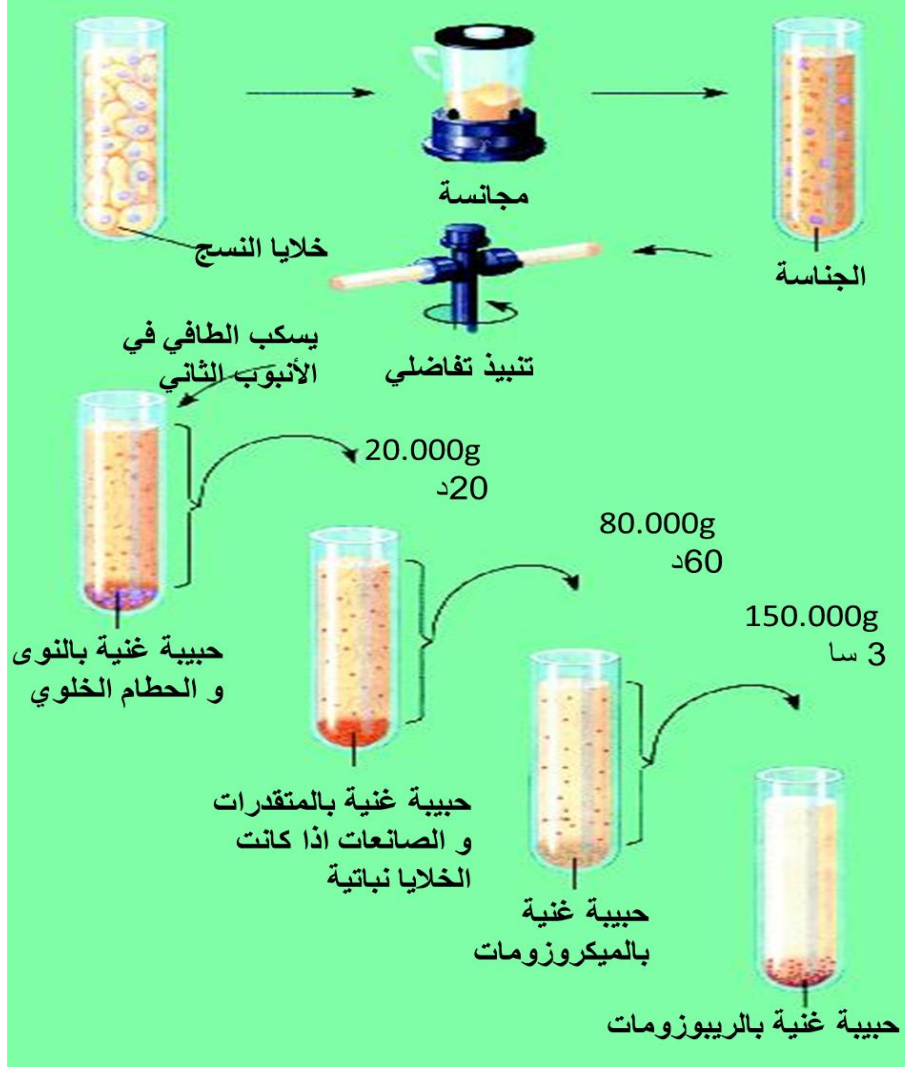
تستهدف التجزئة الخلوية إلى عزل الخلايا و فصل العضيات الكبيرة بعضها عن بعض (الشكل 19) . و تستخدم المثفلة لهذه المهمة ، و هي أداة تستطيع تدوير أنابيب اختبار تحتوي على مزائج غير متجانسة من الخلايا بسرعات مختلفة. تفصل القوة النابذة مكونات الخلية حسب أحجامها و كثافتها. و يمكن لأقوى آلاتها المسماة المنابذ الفائقة أن تدور 130 ألف دورة في الدقيقة، و أن تطبق على الجسيمات قوى تفوق قوى الجاذبية الأرضية بمليون مرة.

تتيح التجزئة الخلوية للباحث تحضير مكونات معينة من الخلايا بكمية تسمح بدراسة تركيبها ووظائفها. و باتباع هذه المقاربة، أصبح البيولوجيون قادرين على أن ينسبوا الوظائف المختلفة للخلية إلى عضياتها المختلفة، و هي مهمة يصعب تحقيقها في الخلايا السليمة.

3- التعضي العام للخلايا حقيقيات النوى

تتمثل اللبنة الأساسية الوظيفية البنوية لكل متعضية حية في واحدة من نمطين من الخلايا هما:

- الخلايا بدائية النواة Prokaryotic : و هي تشتمل على البكتيريا و الأركيا فقط.
- الخلايا حقيقية النواة Eukaryotic : و هي تشتمل على النباتات و الحيوانات و الفطريات و الأولانيات Protists.



الشكل (19): طريقة البحث باستخدام التجزئة الخلوية. عزل المكونات الخلوية على أساس الحجم و الكثافة.

مقارنة بين الخلايا حقيقية النوى و الخلايا بدائيات النوى

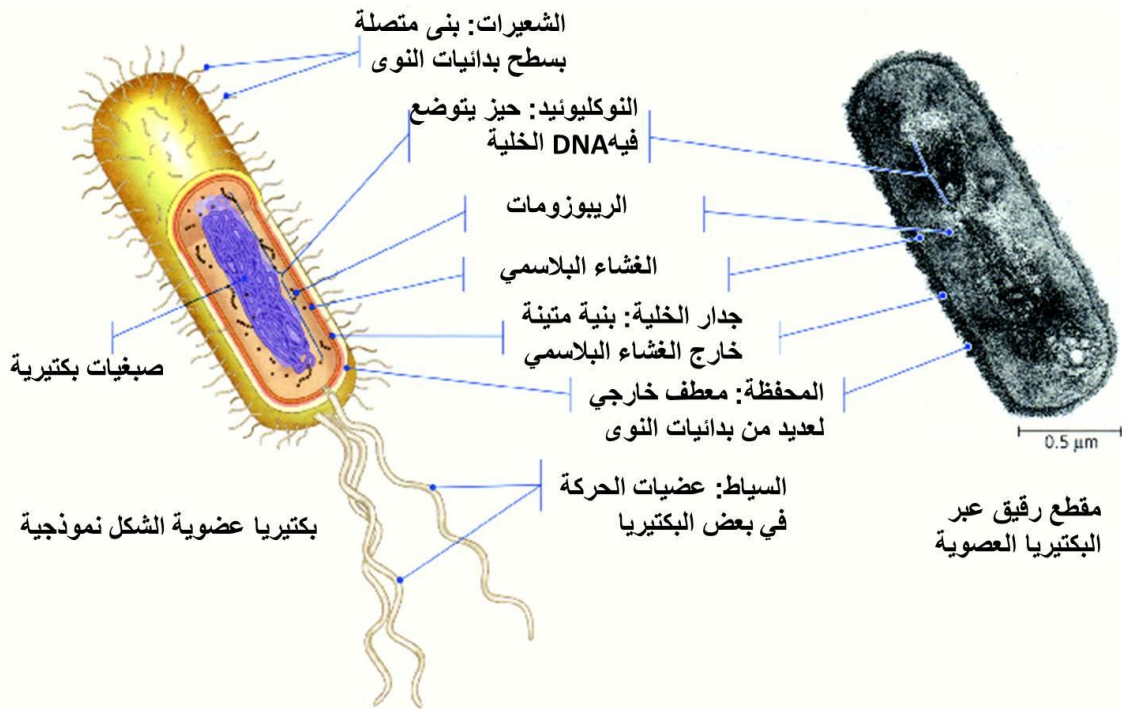
تشارك جميع الخلايا بنمطيهما بدائي و حقيقي النواة بمعالم أساسية عديدة و هي:

- إن جميع الخلايا محاطة بغشاء سيتوبلازمي Plasma membrane.
- وجود مادة نصف سائلة داخل الغشاء السيتوبلازمي تدعى العصارة الخلوية تجتمع فيها العضيات.
- تحتوي جميع الخلايا على خيوط تحمل جينات على شكل دنا DNA.

- تمتلك جميع الخلايا جسيمات ريبية و هي عضيات دقيق تصنع البروتينات و وفق تعليمات من الجينات.

إن الفرق الكبير بين حقيقيات النوى و بدائيات النوى يستدل عليه من تسمية هذه الخلايا و يمكن توضيح الفروق الأساسية بين هذين النمطين من الخلايا بالنقاط التالية:

- 1- تتوضع صبغيات الخلايا حقيقيات النوى في عضية يكتنفها غشاء تسمى النواة، أما في الخلايا بدائية النواة (الشكل 20) ، يتركز ال DNA في منطقة نووية دون غشاء يفصلها عن بقية الخلية، في المقابل تمتلك الخلية حقيقية النواة نواة حقيقية .



الشكل (20): خلية بدائية النواة. تفتقر إلى النواة الحقيقية و إلى العضيات الأخرى المحاطة بأغشية و الموجودة في الخلية حقيقية النواة.

- 2- تحتوي سيتوبلازما الخلايا حقيقيات النوى عضيات متنوعة ذات أشكال ووظائف متخصصة، محاطة بأغشية، و معلقة في العصارة الخلوية، الأمر الذي تفتقد إليه الخلايا بدائية النوى.

3- تكون الخلايا حقيقيات النوى عموماً أكبر قليلاً من نظيراتها بدائيات النوى. و يعد الحجم معياراً للبنية الخلوية يتعلق بوظيفتها.

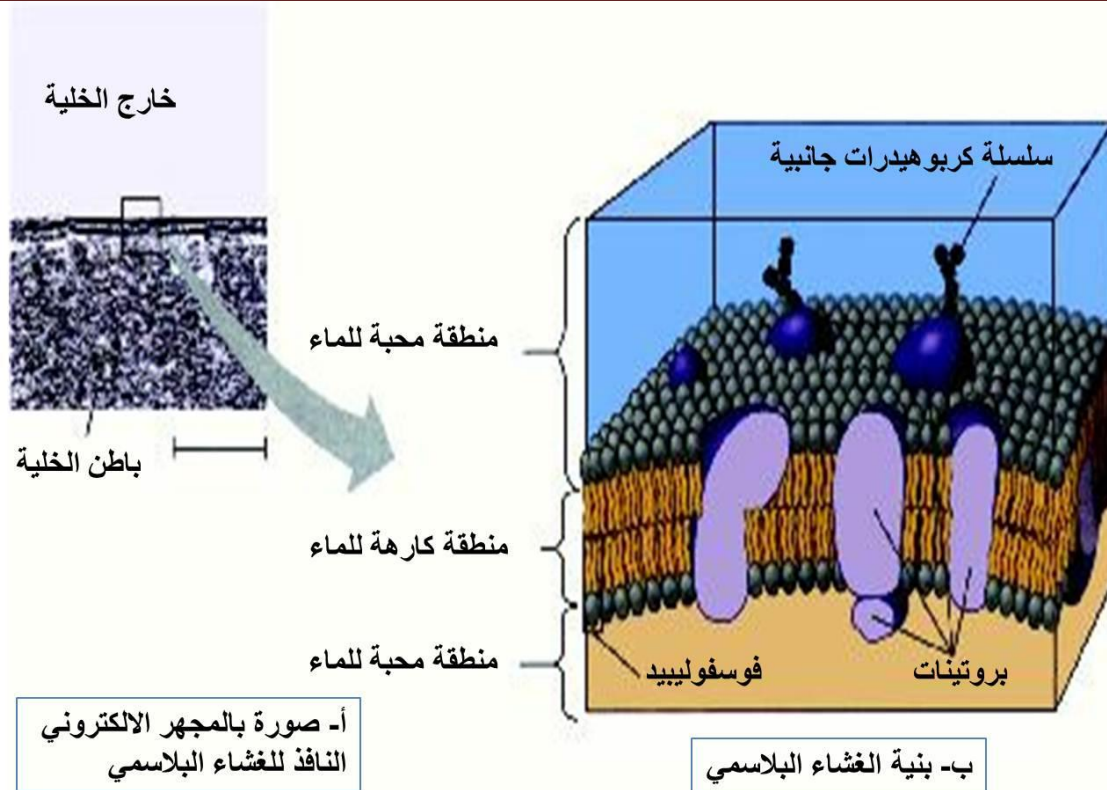
4- الجسيمات الريبية كبيرة حرة و مرتبطة إلى قنات الشبكة البلاسمية الداخلية عند الخلايا حقيقيات النوى. و تتألف من تحت وحدتين: 60 S و 40 S بينما تكون الجسيمات الريبية صغيرة و حرة في الخلايا بدائيات النوى. و تتألف من تحت وحدتين: 50 S و 30 S.

5- تتراوح أبعاد الخلايا حقيقيات النوى ما بين 10-100 ميكرون و يمكن أن تصل إلى عدة سنتمترات. بينما تتراوح أبعاد الخلايا بدائيات النوى ما بين 1-10 ميكرون.

4- نظرة بانورامية على الخلية حقيقية النواة:

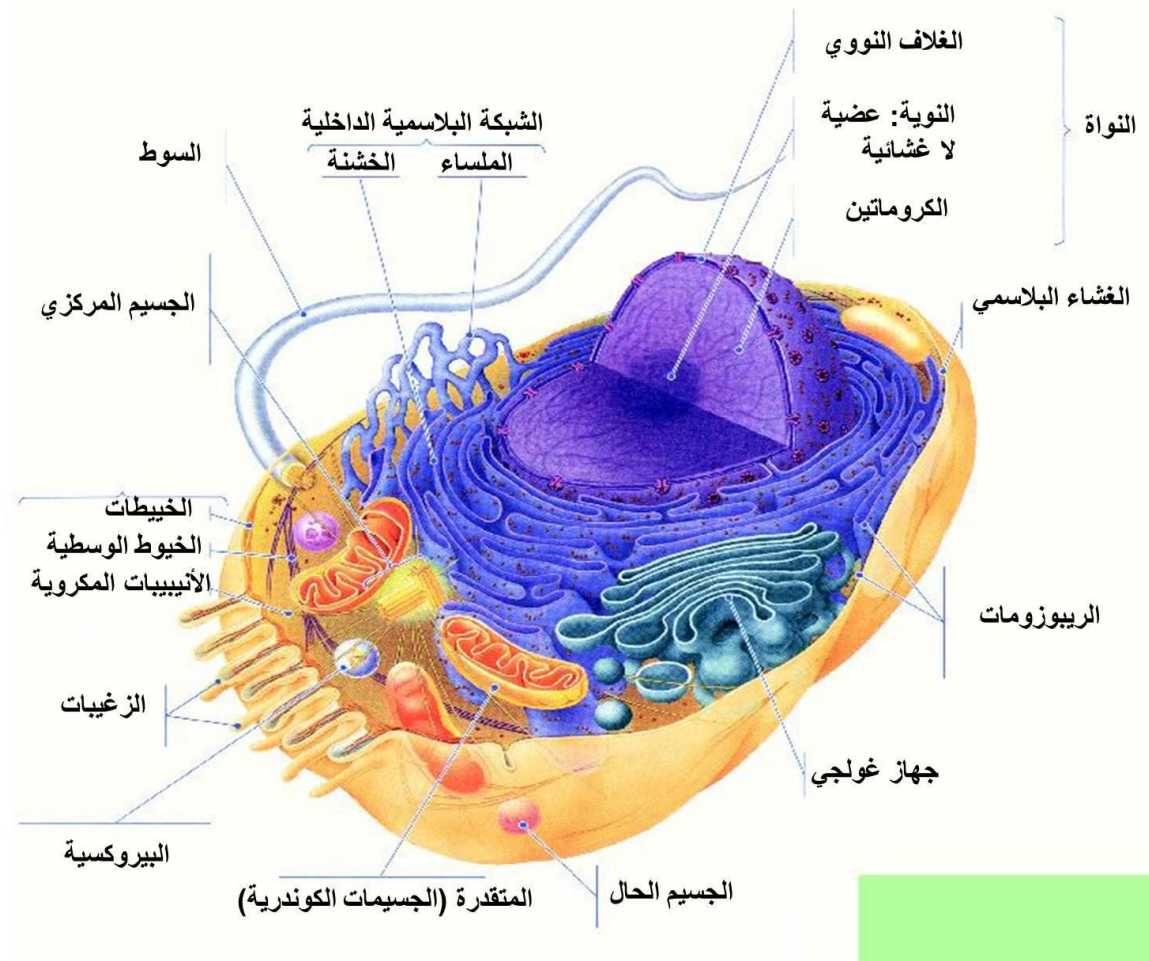
فضلاً عن الغشاء البلاسمي كسطح خارجي، تشتمل الخلية حقيقية النواة على أغشية داخلية واسعة و متقنة الترتيب، تقسم الخلية إلى مقصورات هي العضيات الغشائية Membranous organelles. تشترك هذه الأغشية مباشرة في استقلاب الخلية، إذ أن الكثير من الأنزيمات يتم اصطناعها داخل الأغشية. و علاوة على ذلك، توفر مقصورات الخلية أوساطاً محلية مختلفة تسهل القيام بوظائف استقلابية نوعية، و بذلك تجري في داخل الخلية نفسها عمليات متباينة قائمة في آن واحد.

تعد الأغشية باختلاف أنواعها أساسية في تعضي الخلية. تتألف الغشائية البيولوجية عموماً من طبقة مضاعفة من الفسفوليبيدات و ليبيدات أخرى، ينغمس في هذه الطبقة الليبيدية المضاعفة أو يتصل بسطحها بروتينات مختلفة، انظر الشكل (21). و لكن يمتلك كل نوع من الأغشية تركيباً فريداً من ليبيدات و بروتينات تلائم الوظائف النوعية لتلك الأغشية. فعلى سبيل المثال، تشغل الأنزيمات المنظمرة في أغشية العضيات التي تسمى الجسيمات الكوندرية (المتقدرات) بوظائف التنفس الخلوي.



الشكل (21): الغشاء البلازمي: يتكون من طبقة مزدوجة من الفوسفوليبيدات و بروتينات متنوعة متصلة أو منغوسة فيها.

إن المخطط العام للخلية الحيوانية حقيقية النواة يقدم العضيات المختلفة و يوفر خريطة للخلية سندرستها بالتفصيل (الشكل 22)،



الشكل (22) : المخطط العام للخلية الحيوانية حقيقية النواة يقدم العضيات المختلفة و يوفر خريطة للخلية. توجد في خلايا الحيوان و ليس النبات : - جسيمات حالة و مريكزات و سيات.

و كذلك فان الشكل (23) يظهر مخططا عاما للخلية النباتية و أهم العضيات فيها مما يسمح بالمقارنة بين الخلايا الحيوانية و الخلايا النباتية. و لكونهما خلايا حقيقيات نوى فإنهما تمتلكان صفات مشتركة تفوق م لي منهما مع خلية بدائية النواة. و لكن هناك اختلافات مهمة بين الخلايا النباتية و الخلايا الحيوانية و هي:

1- الجدار الخلوي: تفتقر الخلايا الحيوانية للجدار الخلوي الموجود في الخلايا النباتية و الذي

يقابل بالغشاء السيتوبلازمي، و يتألف من ألياف السيللوز و مطرق من البكتين و الخشبيين

ويحتوي على ثقب قنوية تدعى بالرباطات البلاسمية.



الشكل (23) : المخطط العام للخلية النباتية حقيقية النواة يقدم العضيات المختلفة و يوفر خريطة للخلية. توجد في خلايا النبات و ليس الحيوان : - صانعات خضراء و الفجوة المركزية و التونوبلاست و جدار الخلية و الرباطات البلاسمية.

2- الصانعات الخضراء التي توجد حصرا في الخلايا النباتية و تحتوي على اليخضور، و تقوم بعملية

التركيب الضوئي لاصطناع الغذاء، لذلك فان الخلايا النباتية ذاتية التغذية، أما الخلايا الحيوانية

فهي غيرية التغذية.

3- الفجوات تكون كبيرة و مركزية و غالبا وحيدة في الخلايا النباتية، و أصغر بكثير و متعددة أو كثيرة في الخلايا الحيوانية.

د. حسان حسن