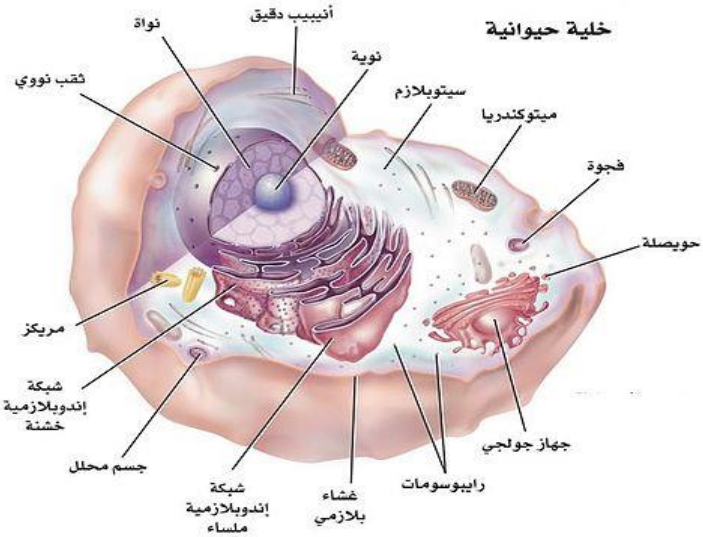
علم الفسلجة Physiology:- هو العلم الذي يهتم بدراسة وظائف اجهزة الجسم واجزائه المختلفة في الكائن السليم اضافة الى العمليات الفيزيائية والكيميائية.

فسلجة الخلية Cell physiology:- هو العلم الذي يهتم بدراسة الظواهر العلمية المتعلقة بنمو الخلايا وصيانتها ، والتنظيم الذاتي وتقسيم الخلايا ، والتفاعل بين النواة والسيتوبلازم والسلوك العام للبروتوبلازم.

١-**تركيب الخلية -** تتركب الخلية النموذجية من ثلاث تراكيب اساسية وهي :

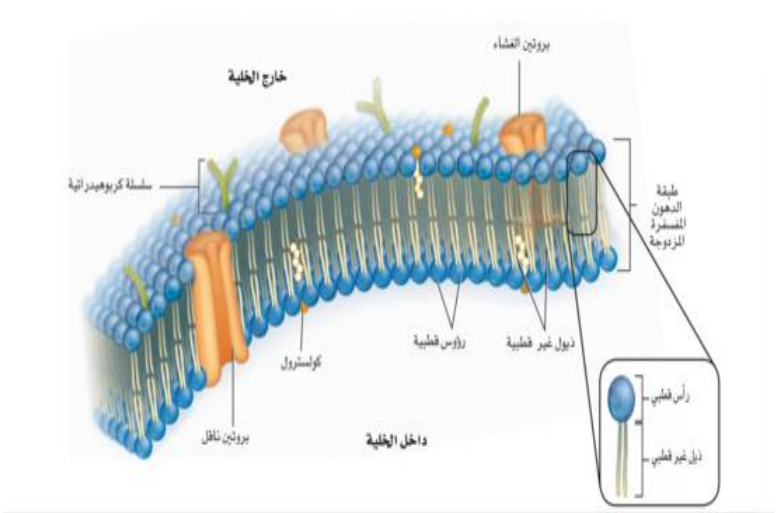


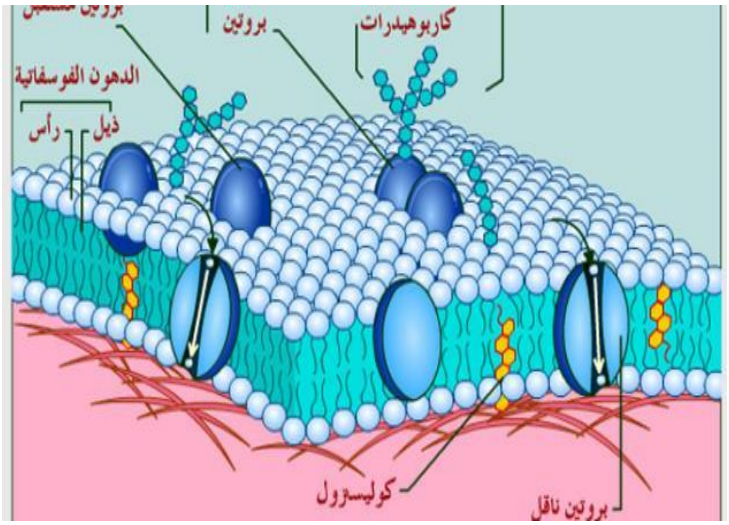
الغشاء السايتوبلازمي cell membrane

٢- السايتوبلازم (الهيولي) cytoplasm

٣- النواة nucleus

- **الغشاء السايتوبلازمي :-** عبارة عن تركيب متميز اختياري النضوحية selectively permeable يحيط بالخلية ويسمح بمرور بعض المواد من خلاله ويمنع مواد اخرى. يبلغ سمكه حوالي ٧,٥ نانوميتر يتألف بصورة رئيسية من البروتينات والدهون.





- **مكونات الغشاء السايتوبلازمي :-**

١- طبقة مزدوجة من الدهون الفسفورية phospholipids (تتكون من جزء محب للماء hydrophilic وجزء كاره للماء hydrophobic).

٢- العديد من البروتينات المختلفة الموجودة بشكل وحدات كروية منفصلة

٣- كاربوهيدرات ذات شحنة سالبة ترتبط بالسطح الخارجي للغشاء

- **وظائف الغشاء السايتوبلازمي :-**

١- يعطي الشكل الخارجي للخلية

٢- يفصل بين الوسط الداخلي والخارجي للخلية

٣- حلقة وصل مع الخلايا الاخرى

٤- قابليته للإثارة والتوصيل

٥- تنظيم مرور المواد من والى الخلية

٦- يحمل على سطحه المستقبلات الخاصة بالهرمونات المسؤولة عن اثارة وتنشيط المادة الوراثية لتصنيع البروتينات

٧- واهم وظيفة للغشاء هو نقل المواد من والى الخلية حيث يتحكم بدخول وخروج المواد

- **انواع البروتينات الموجودة في الغشاء السايتوبلازمي :-**

١- البروتينات التكاملية integral protein التي تبرز من خلال الغشاء

٢- البروتينات المحيطية peripheral protein التي ترتبط على جهة واحدة فقط من الغشاء

- **وظائف بروتينات الغشاء السايتوبلازمي :-**

١- البروتينات التركيبية structural protein

٢- البروتينات التي تعمل كمضخات pump تقوم بنقل الايونات بصورة فعالة عبر الغشاء

٣- البروتينات التي تعمل كقنوات للأيونات

٤- البروتينات التي تعمل كمستقبلات receptors ترتبط بالنواقل العصبية والهرمونات محدثة تغيرات فسلجية داخل الخلية

٥- البروتينات التي تعمل كأنزيمات تحفز التفاعلات الحاصلة على سطوح الاغشية

- **وظائف الكاربوهيدرات:-**

١- معظم الكاربوهيدرات تمتلك شحنة سالبة اذ تعطي الغشاء شحنة سالبة وبذلك يعمل الغشاء على عكس المواد ذات الشحنات السالبة

٢- تعمل على ربط الخلية مع الخلايا المجاورة

٣- معظم الكاربوهيدرات تعمل كمستقبلات لربط الهرمونات مثل هرمون الانسولين

٤- بعض انواع الكاربوهيدرات تدخل في التفاعلات المناعية

- **حركة المواد عبر الاغشية :-** يكون الغشاء الخلوي اختياري النفوذية لبعض الجزيئات والايونات وغير نفاذ لجزيئات البروتين والاحماض النووية. الدهون والمواد الذائبة في الدهون مثل الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون تدخل بشكل مباشر الى غشاء الخلية من خلال الطبقة ثنائية الدهن ، اما الجزيئات الذائبة في الماء مثل الايونات والكلوكوز تدخل من خلال القنوات البروتينية في الغشاء الخلوي **من انواع النقل هي :-**

١- النقل غير الفعال passive transport ويشمل:-

- الانتشار diffusion
- التناضح osmosis

٢- النقل بالوسائط mediated transport ويشمل :-

١- النقل بواسطة البروتينات protein – mediated transport

٢- النقل الميسر facilitated transport

٣- النقل الفعال active transport

- **الانتشار :-** هو عبارة عن حركة عشوائية للجزيئات من خلال الغشاء اما بشكل مباشر او بشكل مرتبط مع البروتينات عكس التدرج الكيميائي الكهربائي (من مناطق التركيز العالي الى مناطق التركيز الواطئ)
- **العوامل المؤثرة على عملية الانتشار :-**

١- فرق التركيز في كلا المنطقتين (التدرج التركيزي والتدرج الكيمائي)

٢- المساحة المقطعية العرضية للحاجز الذي يتم من خلاله عملية الانتشار

٣- سمك الحاجز

٤- الشحنات الكهربائية للأيونات

- **الترشيح filtration :-** هي العملية التي بواسطتها تندفع السوائل خلال الغشاء الخلوي او حاجز اخر بسبب الفرق بالضغط على كلا الجانبين وتتناسب كمية المادة المترشحة في فترة زمنية معينة مع :-

١- فرق الضغط

٢- المساحة السطحية للغشاء

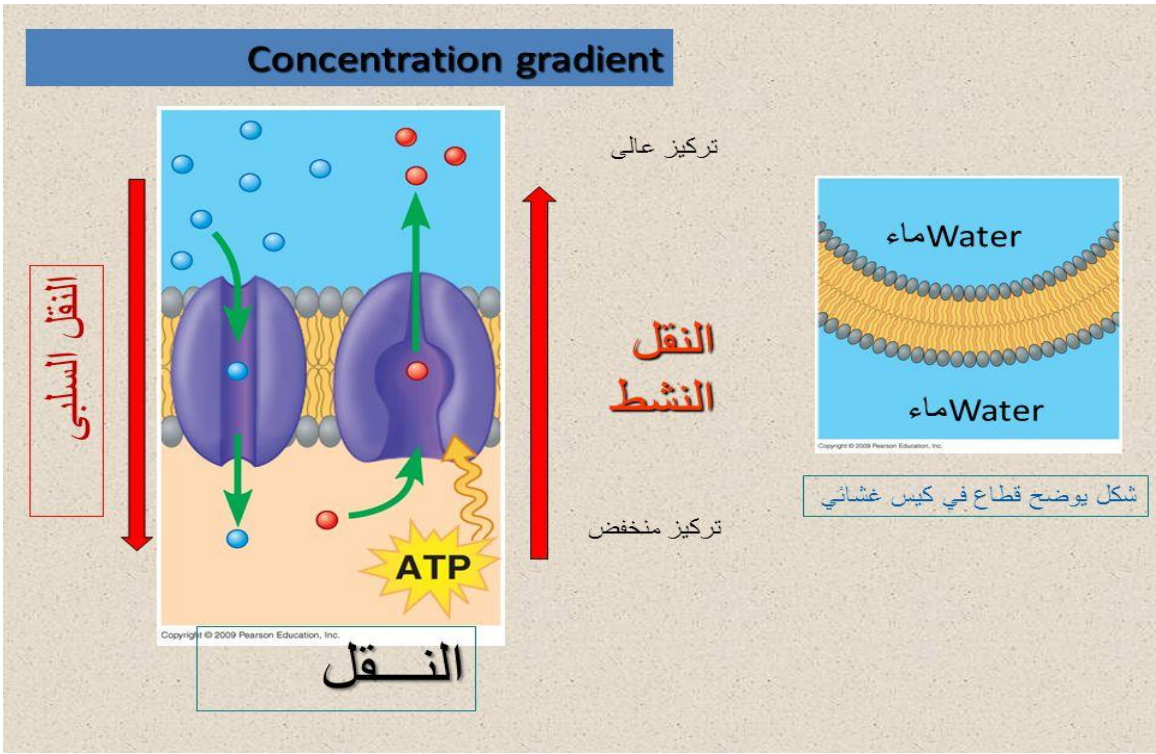
٣- نضوحية الغشاء

- **المول Mole :-** عبارة عن الوزن الجزيئي بالغرام للمادة

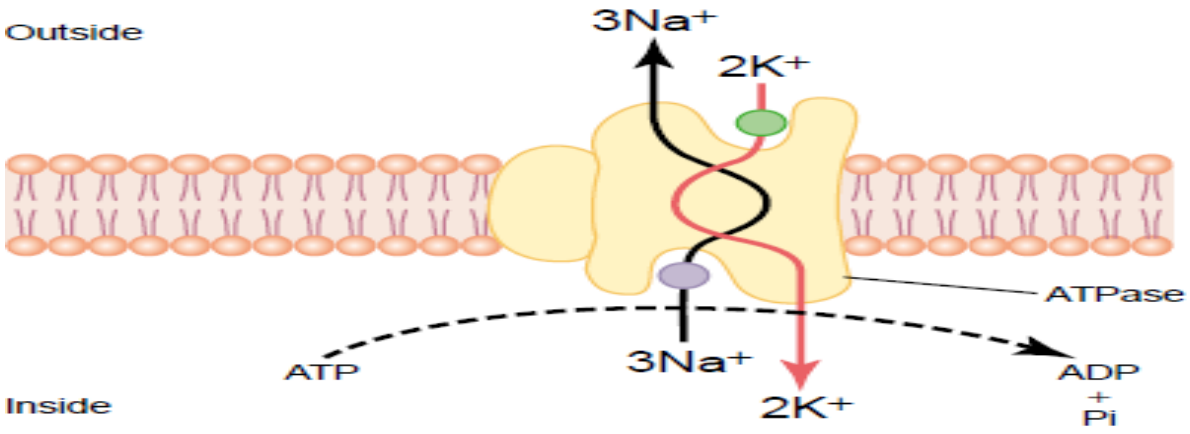
مثال / واحد مول لكلوريد الصوديوم Nacl = ٢٣+٣٥,٥= ٥٨,٥ غم

- **الملي مول Mill mole :-** عبارة عن ١/١٠٠٠ من المول
- **اوزمومول Osmole :-** واحد اوزمو مول يساوي الوزن الجزيئي بالغرام للمادة مقسمة على عدد الجزيئات الحرة المتحركة لكل جزيئة بالمحلول
- **التناضح osmosis :-** عبارة عن حركة جزيئات الماء كاستجابة للفرق بتركيز المذاب.

- **الضغط التناضحي osmotic pressure :-** هو القوة التي تحت تأثيرها يتحرك المذيب عبر غشاء اختياري النضوحية من المحلول ذي التركيز الملحي الواطئ الى المحلول ذي التركيز الملحي العالي .
- **التوترية tonicity :-** يستخدم مصطلح التوترية لوصف الضغط التناضحي الفعال لمحلول نسبة الى البلازما
- **المحاليل متساوية التوتر isotonic solution :-** هي المحاليل التي لها نفس الضغط التناضحي
- **المحاليل عالية التوتر hypertonic solution :-** هي تلك المحاليل التي يكون ضغطها التناضحي الفعال عالي
- **المحاليل واطئة التوتر hypotonic solution :-** هي تلك المحاليل التي يكون ضغطها التناضحي واطئ
- **النقل بالوسائط :-**
- **النقل الميسر :-** عبارة عن نقل الجزيئات عبر غشاء الخلية بواسطة النواقل البروتينية باتجاه التدرج الكيميائي الكهربائي (من مناطق التركيز العالي الى مناطق التركيز الواطئ) وهذا النوع من النقل لا يحتاج الى طاقة .
- **النقل الفعال :-** عبارة عن نقل الجزيئات عبر غشاء الخلية بواسطة النواقل البروتينية عكس التدرج الكيميائي الكهربائي (من مناطق التركيز الواطئ الى مناطق التركيز العالي) وهذا النوع من النقل يحتاج الى طاقة ويتم تجهيز الطاقة بواسطة مركب ثلاثي فوسفات الادينوسين ATP ويتم انجاز هذه العملية بواسطة مضخات بروتينية في اغشية الخلية .



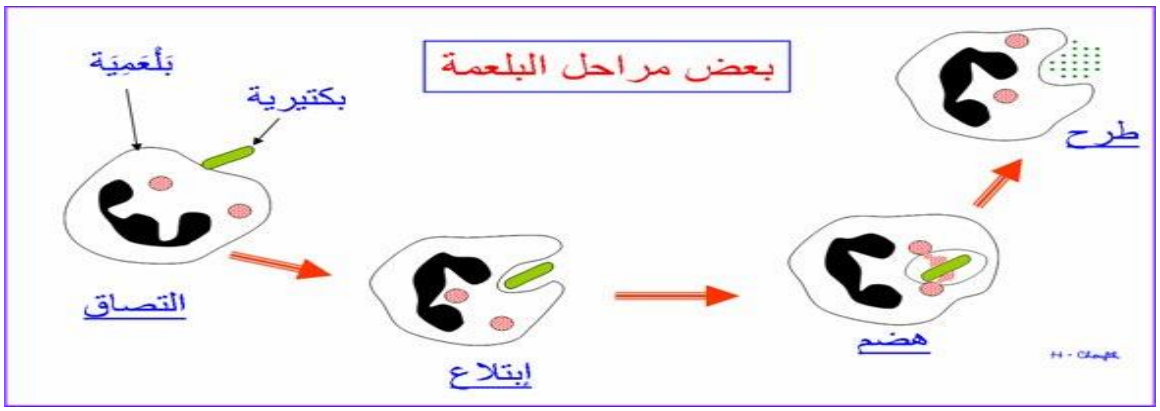
- **مضخة الصوديوم- بوتاسيوم Na-K pump :-** هي المضخة المسؤولة عن النقل الفعال المزدوج لأيونات الصوديوم الى الخارج وايونات البوتاسيوم الى الداخل الخلايا وهي عبارة عن انزيم ثلاثي فوسفات الادينوسين ATPase يعمل هذا الانزيم على تحليل ثلاثي فوسفات الادينوسين الى ثنائي فوسفات الادينوسين ADP والطاقة الناتجة من هذا التحلل تستخدم لإخراج ثلاث جزيئات من الصوديوم الى خارج الخلية مقابل ادخال جزيئتين من البوتاسيوم الى داخل الخلية



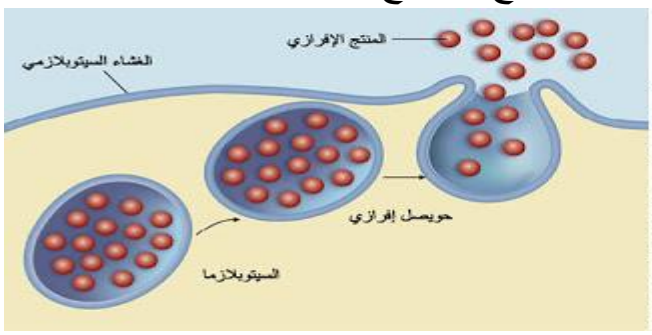
- **نقل البروتينات والجزيئات الكبيرة :-** يدخل البروتين والجزيئات الكبيرة الاخرى الى داخل الخلية عن طريق عملية تسمى الاكل الخلوي Endocytosis وتطرح خارج الخلية عن طريق عملية تسمى الطرح الخلوي Exocytosis .
- **الاكل الخلوي :- هنالك شكلين للأكل الخلوي هما :-**

١- **البلعمة الخلوية phagocytosis :-** وهي العملية التي بواسطتها تقوم الخلايا بابتلاع الجراثيم والانسجة الميتة حيث تلتصق المادة بغشاء الخلية ثم ينبعج الغشاء ليحيط بالمادة بعدها تنفصل منطقة الانبعاج فتصبح المادة داخل فجوة محاطة بغشاء ويبقى غشاء الخلية سليم .

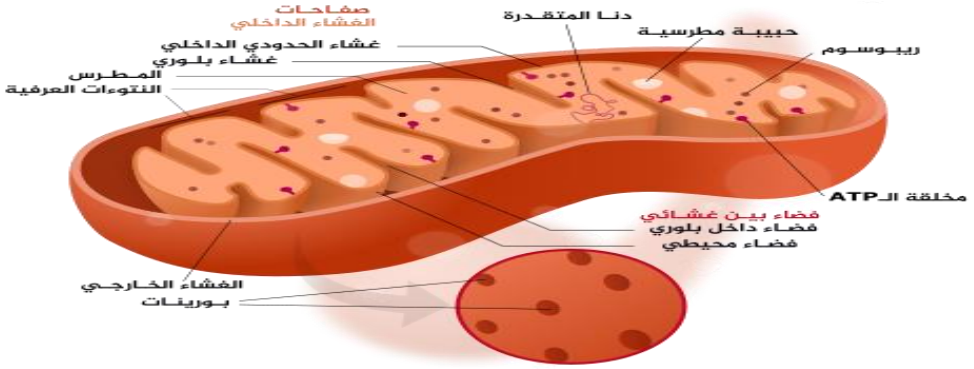
٢- **الشرب الخلوي pinocytosis :-** هي نفس عملية البلعمة ما عدا ان المواد المأخوذة تكون بشكل محلول .



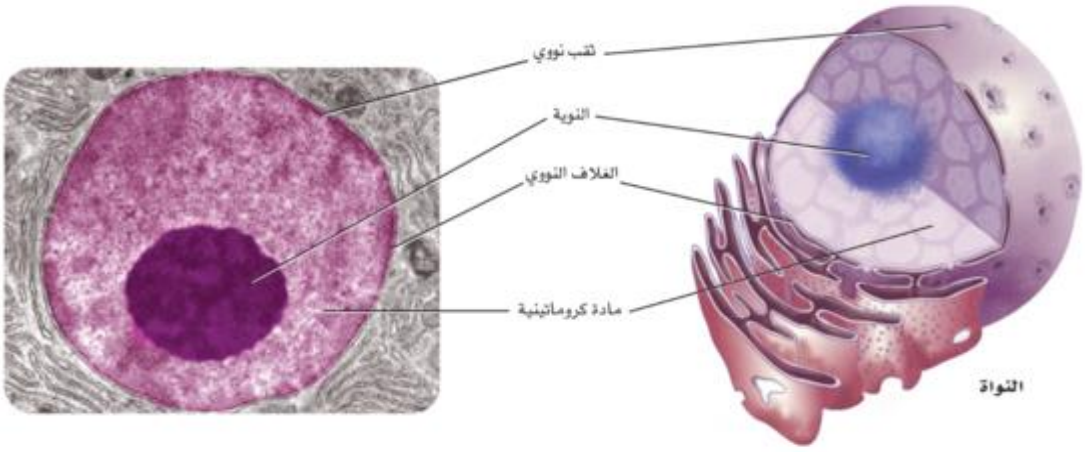
- **الطرح الخلوي :-** تنتقل البروتينات التي تفرزها الخلايا من الشبكة الهيولية الداخلية الى جهاز كولجي حيث يتم رزمها بشكل حبيبات افرازية بعدها تتحرك هذه الحبيبات باتجاه غشاء الخلية تتحد معه وتفتح الى الخارج وتطرح محتوياتها .



- كلا عمليتي الاكل الخلوي والطرح الخلوي تحتاج الى طاقة (ATP) .
- **السايتوبلازم والعضيوات الخلوية:-** يمتلئ السايتوبلازم بعضيوات وجزيئات صغيرة وكبيرة منتشرة فيه .
- **السايتوسول cytosol:-** عبارة عن سائل شفاف يمثل جزء من السايتوبلازم تنتشر فيه الجزيئات
- **المتقدرات Mitochondria :-** عبارة عن تراكيب عصوية او خيطية او كروية الشكل تتألف المتقدرات من غشاء خارجي وغشاء داخلي يمتد الى الداخل بشكل طيات او صفائح تدعى الاعراف cristae ان وجود مثل هذه الطيات يزيد من المساحة السطحية للمتقدرات الفراغ الموجود داخل الغشاء الداخلي يسمى ماتركس matrix . يتألف الغشاء الداخلي للمتقدرات من وحدات متكررة تدعى بالدقائق الاولية وتحتوي كل وحدة على قطعة قاعدية وساق وقطعة رأسية كروية تحتوي القطع القاعدية على انزيمات سلسلة نقل الالكترونات اما السيقان والقطع الراسية فتحتوي على انزيم ATPase وبقية الانزيمات التي لها علاقة بصنع وايض ال ATP . يحتوي الغشاء الخارجي للمتقدرات على الانزيمات التي لها علاقة بعملية الاكسدة الحيوية اما الجزء الداخلي لها فيحتوي على الانزيمات التي لها علاقة بدورة حامض الستريك (دورة كربس) Krebs cycle . تعد المتقدرات الوحدات المولدة للطاقة في الخلية .



- **النواة Nucleus :-** عبارة عن تركيب كروي الشكل عادة محاطة بالغشاء او الغلاف النووي nuclear membrane ويكون هذا الغشاء مزدوج التركيب وناضحا يسمح بمرور الجزيئات الكبيرة مثل RNA من النواة الى السايتوبلازم ويحتوي على ثقوب مغلقة بغشاء رقيق متجانس . توجد النواة في جميع الخلايا الحيوانية التي تنقسم وعند قطع الخلية الى نصفين فان الجزء الخالي من النواة سيموت دون ان تنقسم .تتألف النواة من الجسيمات الصبغية (الكروموسومات) التي تحمل الطابع الجيني للحيوانات وان كل جسيمة صبغية تتألف من جزيئة كبيرة من تدعى الحامض النووي منقوص الاوكسجين DNA .تحتوي النواة على **النوية nucleolus** وهي عبارة عن كتلة من الحبيبات الغنية بالحامض النووي الرايبوزي RNA وتحتوي بعض الخلايا على عدة نويات وتكون اكثر وضوحا وعددا في الخلايا النامية .



- **توجد ثلاث انواع من حامض ال RNA وهى :-**

١- الحامض النووي الرايبوزي الرسول messenger RNA (mRNA)
٢- الحامض النووي الرايبوزي الناقل transfer RNA (tRNA)
٣- الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي ribosomal RNA (rRNA)

يعمل DNA في النواة كقالب لتصنيع ال RNA الرسول والناقل وتنتقل هذه الحوامض النووية الى السايتوبلازم حيث يرتبط mRNA بالرايبوسومات ويعمل كقالب لتكوين بروتين معين ، اما tRNA فيقوم بنقل الحوامض الامينية الى mRNA .

- **معقد كولجي Golgi complex :-** هو عبارة عن تجمع لانبيبات وحويصلات غشائية ويقع عادة قرب النواة ويكون بارزا في خلايا الغدد الفعالة من الناحية الافرازية ويتغير حجمه وشكله من خلية الى اخرى. تخزن الهرمونات والانزيمات في الخلايا الفارزة للبروتينات بشكل حبيبات افرازية محاطة بغشاء وتتكون هذه الحبيبات في معقد كولجي لذا

فانه يعمل على رزم البروتينات كما يعد موقعا لتكوين الجسيمات الحالة ويضيف كاربوهيدرات معينة الى البروتينات لتكوين الكلايكوبروتينات.

- **الجسيمات الحالة lysosomes :-**عبارة عن تراكيب كبيرة غير منتظمة الشكل محاطة بغشاء وان قسما من الحبيبات الموجودة في خلايا الدم البيض الحبيبية عبارة عن جسيمات حالة. تعد الجسيمات الحالة احدى اشكال الجهاز الهضمي في الخلية فالمواد الخارجية مثل الجراثيم التي يتم ابتلاعها من قبل الخلية تصبح داخل فجوات محاطة بغشاء وان فجوة من هذا النوع (فجوة بلعمية) قد تندمج مع الجسيم الحال وبذلك تمتزج محتويات الفجوة والجسيم الحال بعد ذلك تمتص بعض نواتج هضم المواد المأخوذة من خلال جدران الفجوة اما المواد الباقية فيتم التخلص منها بعملية الطرح الخلوي كما وتبتلع الجسيمات الحالة مكونات الخلية التالفة مؤدية الى تكوين فجوات ذاتية الابتلاع وفي حالة موت الخلية تقوم انزيمات الجسيمات الحالة بتحليل بقايا الخلية.
- **الشبكة الهيولية الداخلية endoplasmic reticulum :-** وهي عبارة عن سلسلة من الانيبيبات المنتشرة في سايتوبلازم الخلية وتسمى جدران هذه الشبكة الحاوية على الحبيبات (الرايبوسومات) بالشبكة الهيولية الداخلية الحبيبية (الخشنة) اما جزء الشبكة الخالي من الحبيبات يدعى بالشبكة الهيولية الداخلية اللاحبيبية (الملساء) كما يحتوي الهيولي على رايبوسومات حرة. تقوم الرايبوسومات الملتصقة بالشبكة الهيولية الداخلية بتخليق البروتينات مثل الهرمونات التي تفرزها الخلية اما الرايبوسومات الحرة فتقوم بتخليق البروتينات الهيولية كالهيموكلوبين. تلعب الشبكة الهيولية الملساء دورا في تخليق الستيرويدات في الخلايا الفارزة لها وفي عملية ازالة السموم من الخلايا الاخرى .
- **الهيكل الخلوي cytoskeleton :-** تتقاطع في السايتوبلازم شبكة من الخيوط والانابيب البروتينية تسمى الهيكل الخلوي .
- **وظائف الهيكل الخلوي :-**

١- المحافظة على شكل الخلية
٢- ترتكز فيها عضيوات الخلية
٣- لها اهمية في حركة وانقسام الخلية

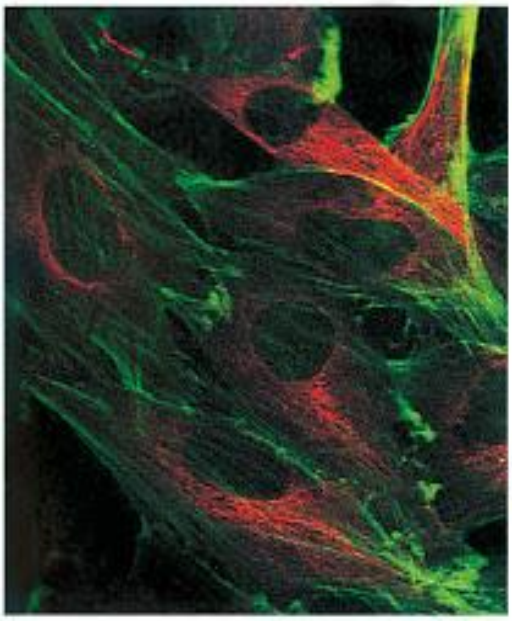
- **يتألف الهيكل الخلوي من ثلاث انواع :-**

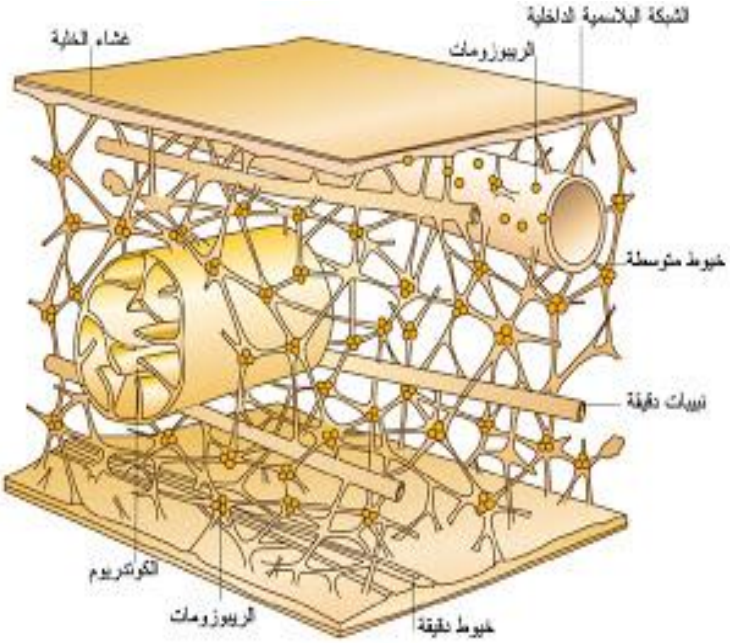
١- **الانيبيبات الدقيقة microtubules :-** تتألف من وحدتين بروتينيتين هما الفا وبيتا تيوبيلين α and β tubulin وتلعب دور مهم في الخلية وهو:-

أ- تقع الانيبيبات الدقيقة تحت الغشاء الخلوي وتساعد في المحافظة على شكل الخلية
ب- تتجمع خلال انقسام الخلية وتساهم في حركة الكروموسومات
ت- تعتبر من الاجزاء التركيبية للأهداب والاسواط

٢- **الخيوط الوسطية intermediate filaments :-** تلعب دور مهم في المحافظة على موقع العضيوات ومنها النواة

٣- **الخيوط الدقيقة microfilaments :-** عبارة عن عصي تتألف من برتين يسمى الاكتين actin وتلعب دور مهم في حركة وانقسام الخلية





- **<u>الايض metabolism :-</u>** عبارة عن تفاعلات كيميائية تحدث داخل جسم الكائن الحي ويقسم الايض الى نوعين هما :-

١- **البناء anabolism :-** وهو عملية بناء أنسجة الجسم وبناء مخزون الطاقة، ويشمل دعم نمو الخلايا وإنشاء خلايا جديدة، والحفاظ على أنسجة الجسم مثل العضلات، وفي هذه العملية يتم تحويل الجزيئات الصغيرة إلى جزيئات أكبر وأكثر تعقيدا من الكربوهيدرات والبروتينات والدهون

٢- **الهدم catabolism:-** يتم خلالها تكسير المواد الغذائية الرئيسية سوآءا كانت كربوهيدرات أو بروتينات أو دهون من خلال طرق مختلفة من التفاعلات الحيوية إلى جزيئات بسيطة، وينتج عن ذلك الحصول على الطاقة.