

### تعريف علم الخلية :-

يعرف علم الخلية **cytology** بأنه العلم الذي يهتم بدراسة تركيب الخلية ووظيفتها وتكاثرها والتركيب الجزيئي لها ويهتم أيضاً بوراثة الخلية ويعرف أيضاً بأنه العلم الذي يهتم بدراسة انواع الخلايا وتخصصاتها ووظائفها وتركيبها وان علم الخلية والذي يعرف حالياً بعلم حياة الخلية (بايولوجية الخلية **Cell Biology**) هو احد الفروع الفتيية لعلوم الحياة يتناول دراسة تركيب ووظيفة العضيات الخلوية **Organelles** ودورها في وحدة بناء الكائن الحي وان الخلية **Cell** هي الوحدة الأساسية للكائن الحي والتي لها القدرة وبشكل مستقل على التكاثر او الانتاج **Reproduction** والتي تتكون من الساييتوبلازم والنواة او منطقة نووية ومحاطة بغشاء خلوي .

### الخلية the cell

الخلية هي الوحدة التركيبية والوظيفية في الكائنات الحية، فكل الكائنات الحية تتركب من خلية واحدة أو أكثر، وتنتج الخلايا من انقسام خلية بعد عملية نموها. وتقسم الخلايا عادة إلى خلايا نباتية وخلايا حيوانية، وهناك تقسيمات أخرى؛ وتسمى مجموعة الخلايا المتشابهة في التركيب والتي تؤدي معاً وظيفة معينة في الكائن الحي عديد الخلايا بالنسيج. وتحتوي الخلية على أجسام أصغر منها تسمى عضيات، مثل أجسام جولجي، وهناك أيضاً النواة التي تحمل في داخلها الشيفرة الوراثية الذي أن (إيه) حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين . (كما يحيط بالخلية غشاء يسمى بالغشاء الخلوي، ولدى الخلايا النباتية، جدار من السليلوز يسمى غشاء بلازمي، وهو غير مرن كالغشاء الخلوي.

و تمثل كل خلية من المئة تريليون خلية أو أكثر في جسم الإنسان بنية حية يمكنها أن تبقى على قيد الحياة إلى الأبد، وفي بعض الحالات يمكنها أن تعيد توليد نفسها إذا ما توفرت لها في السوائل المحيطة بها مواد مغذية مناسبة.

### مكونات الخلايا الحية

لدراسة وظائف أعضاء الجسم وبنياته الأخرى لا بد من دراسة أولاً التنظيم الأساسي للخلية ووظائف كل مكوناتها. تتكون الخلايا حقيقية النواة من أربعة أجزاء رئيسية كما تشاهد بالمجهر الضوئي هي:

الغشاء الخلوي.

النواة.

السييتوبلازم.

الهيكل الخلوي.

القسمان الرئيسيان في الخلية هما النواة **nucleus** والسييتوبلازم ( الهيولي **cytoplasm** ) ويفصل النواة عن السييتوبلازم غشاء النواة كما يفصل غشاء الخلية السييتوبلازم عن السائل المحيط الخارجي. في الأجزاء الأخرى في داخل الخلية والتي تكون عادة معلقة في الجبلة فيما يعرف باسم البنية الفيزيائية للخلية؛ وتشمل:

غشاء الخلية.

غشاء النواة.

المتقدرات والجسيمات الحالة lysosomes والمريكزات centrioles

الشبيكة بلازمية.

أجسام جولجي.

الجسيمات الحالة

الميتوكوندريا

(البلاستيدات الخضراء) بالنسبة الخلايا النباتية

فالخلية ليست مجرد محفظة للسوائل والإنزيمات والمواد الكيميائية بل إنها تحوي أيضا بنيات فيزيائية منتظمة يسمى العديد منها العضيات **organelles** و تعطي الخواص الفيزيائية لهذه المواد بمجموعها أهمية وظيفية مهمة للخلية لا تقل عن أهمية مكوناتها الكيميائية؛ فمثلاً بدون إحدى أنواع هذه العضيات - وهي الميتوكوندريا - **mitochondria** يتوقف أكثر من ٩٥ ٪ من إمداد الخلية من الطاقة و تسمى المواد المختلفة التي تكون الخلية بمجموعها الجبلة **protoplasm** التي تتكون بصورة رئيسية من خمس مواد أساسية، وهي : الماء والكهارل **electrolytes** والبروتينات والشحوم والسكريات .

- **الماء :** يكون الماء الوسط السائل الرئيسي للخلية. وهو يكون بنسبة تتراوح بين ٧٠ و ٨٥ ٪ وتوجد مذابة فيه الكثير من المواد الكيميائية في الخلية. كما يوجد البعض الآخر من المواد معلقة فيه بشكل دقائق صغيرة. وتتم العمليات الكيميائية في الخلية بين المواد الكيميائية المذابة في السائل أو عند حدود سطوح الجسيمات المعلقة والأغشية والماء.

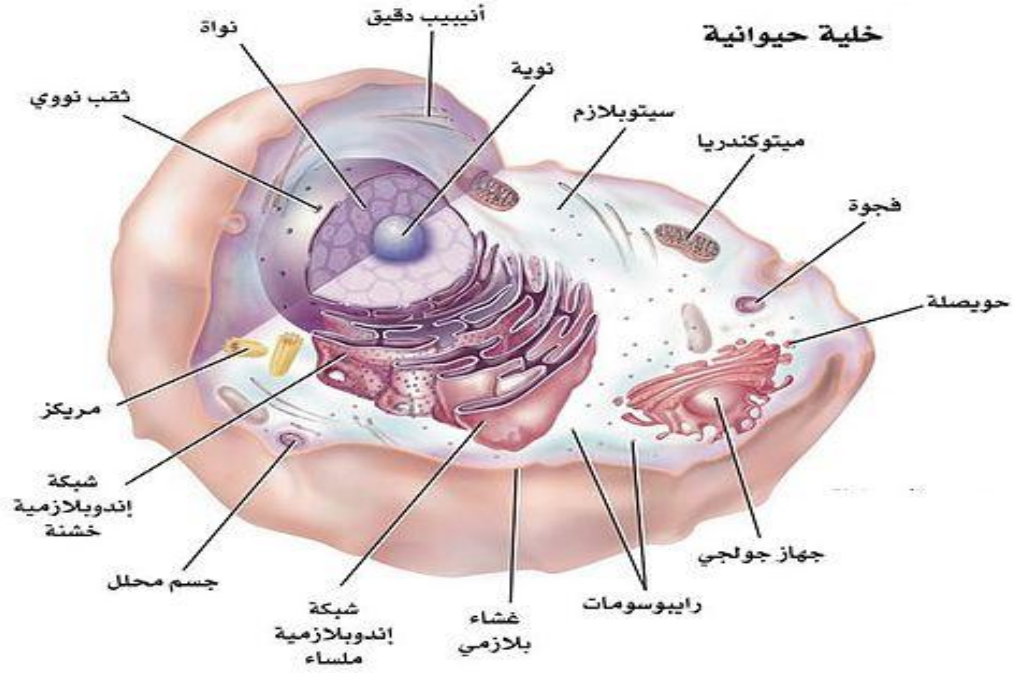
- **الكهارل :** أهم الكهارل **electrolytes** الخلية هي البوتاسيوم والمغنيسيوم والفوسفات والسلفات والبيكربونات وكميات صغيرة من الصوديوم والكلوريد والكالسيوم؛ مما يحفظ العلاقة المتبادلة بين السائلين داخل الخلية وخارجها. توفر الكهارل المواد الكيميائية اللاعضوية الضرورية للتفاعلات الخلوية؛ فمثلاً تساعد كهارل غشاء الخلية في انتقال الدفعات الكهركيميائية في الألياف العصبية والعضلية؛ كما تعين كهارل داخل الخلية العمليات المختلفة المحفزة إنزيمياً والضرورية لاستقلاب الخلية.

- **البروتينات :** هذه هي أكثر المواد وفرة في معظم الخلايا بعد الماء؛ فهي تكون ١٠ - ٢٠ ٪ من كتلة الخلية. ومن الممكن تقسيم البروتينات هذه إلى بروتينات كروية **globular proteins** وهي التي تكون الإنزيمات بصورة رئيسية، وبروتينات بنبوية **structural proteins** ؛ وكمثال هام على البروتينات البنبوية يلاحظ بأن الجلد يتكون بصورة رئيسية من بروتينات بنبوية

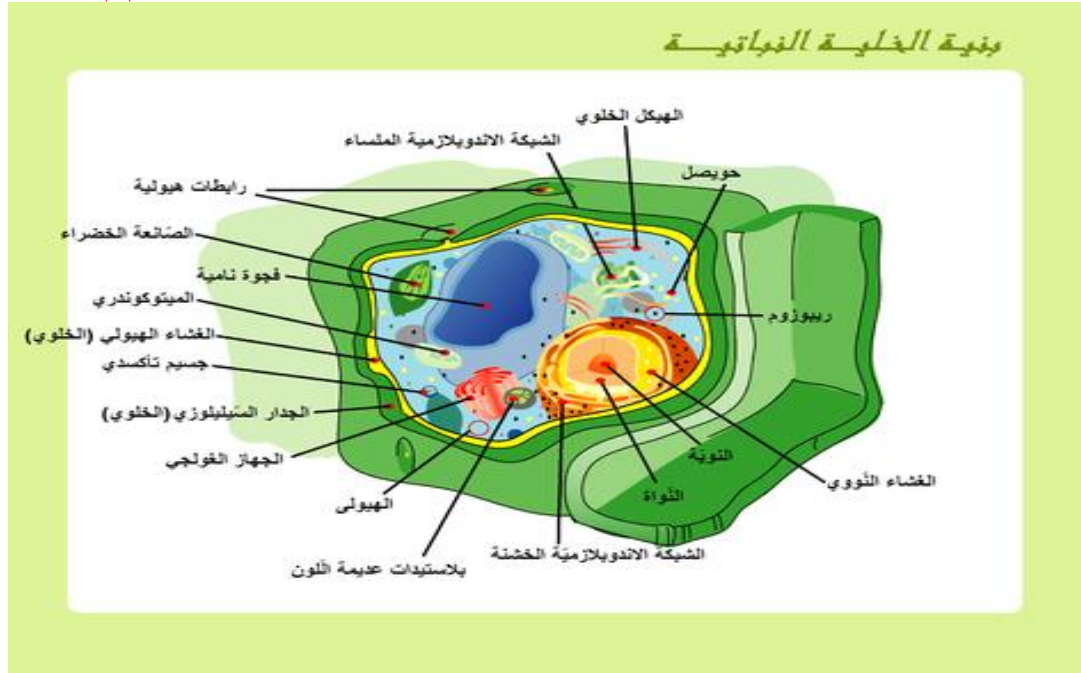
- **الشحوم :** وهي على أنواع متعددة ومختلفة تبحث كلها سوية بسبب خاصيتها العامة بكونها ذؤوبة في المذيبات الدهنية. وأهم الشحوم **lipids** الموجودة في معظم الخلايا الشحوم الفسفورية والكوليستيرول، وتكون هذه حوالي ٢ ٪ من الكتلة الكلية للخلية. وتبرز الأهمية الخاصة للشحوم الفسفورية والكوليستيرول في الخلية لأنها بصورة عامة غير ذؤوبة بالماء ولذلك فإنها تكون حواجز غشائية تفصل مختلف الأحياء داخل الخلية. و بالإضافة للشحوم الفسفورية والكوليستيرول تحتوي بعض الخلايا كميات كبيرة من ثلاثيات الجليسيريد **triglycerides** التي تسمى شحماً متعادلاً. وتصل نسبة ثلاثيات الجليسيريد في الخلايا الدهنية حوالي ٩٥ ٪ من كتلتها. ويمثل الدهن المخزون في هذه الخلايا المخزن الرئيسي للجسم للمغذيات المولدة للطاقة حيث يمكن تحليلها واستعمالها عندما يحتاج الجسم للطاقة.

- **السكريات** : للسكريات **carbohydrates** بصورة عامة وظائف ابتنائية قليلة في الخلية، فيما عدا كونه جزء من جزيئات البروتين السكري **glycoprotein**. ولكنها تقوم بدور رئيسي في تغذية الخلية. ومعظم خلايا الجسم في الإنسان لا تحتفظ بمخزون كبير من السكريات؛ فقد يصل مخزون السكريات فيها إلى ١ % فقط من مجموع كتلتها، ولكن هذا المخزون يزداد إلى ٣ % في خلايا العضلات، وأحياناً يصل هذا المخزون إلى ٦ % في خلايا الكبد. ومع ذلك توجد السكريات دائماً بصورة جلوكوز في السائل خارج الخلايا المحيط بالخلايا وبصورة ميسرة لاستعمالها في الخلايا. وفي العادة تخزن كمية صغيرة من السكريات في الخلايا بشكل جليكوجين **glycogen**، وهو مكثور غير ذؤوب من الجلوكوز ومن الممكن أن يستعمل في الخلية لتوليد الطاقة فيها.

شكل توضيحي للخلية الحيوانية

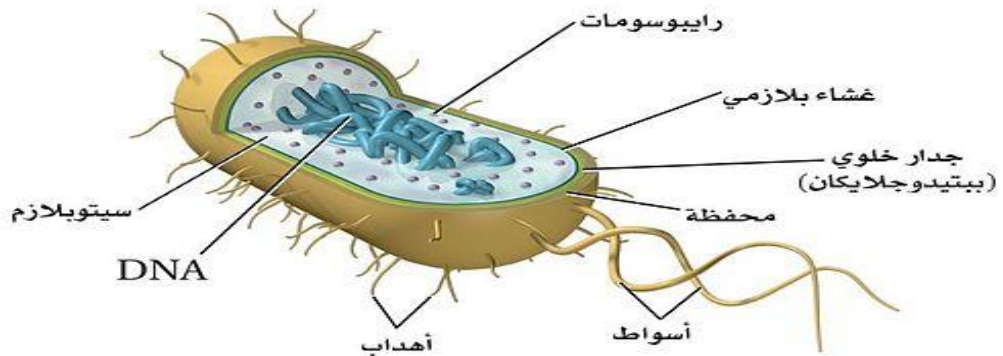


الخلية النباتية



خلية بدائية النواة

خلية بدائية النواة



يضم هذا التقسيم الجراثيم (البكتيريا) والطحالب الزرقاء المخضرة وتنقسم الخلية الغير حقيقية النواة إلى جزئين رئيسيين هما الهيولى (السيتوبلازم) وشبيه النواة ويسمى بعض الأحيان المنطقة النووية، ويحيط بهذين الجزئين الغشاء الخلوي ويكون هذا الغشاء محاطاً أحياناً (كما في بعض الجراثيم، وفي الطحالب) بجدار خلوي صلب أو شبه صلب يحافظ على الخلية ويؤمن لها الدعم يتراوح معدل حجم الخلية غير حقيقية النواة بين 1 - 10 ميكرومتر والخلية لا تستطيع الاستمرار في الحياة إذا تلف غشاؤها وينطوي الغشاء البلازمي في بعض غير حقيقيات النواة مكوناً طيات وثنايا، لكن هذه لا تكون منفصلة عن الغشاء البلازمي، لذلك لا تعتبر تراكيب داخلية بعض هذه الطيات الجسيمات المتوسطة وتكون حاوية على الأنزيمات الأساسية الضرورية لعملية التنفس الهوائي والتي تحدث في المتقدرة (الميتوكوندريا) المنتمية للخلايا حقيقية النواة، ولكن عدم وجود أغشية داخلية دائمة يعني عدم وجود

## محاضرات حياتية الخلية عملي

جامعة تكريت  
كلية التربية للبنات  
قسم علوم الحياة  
م.م شيرين عادل علي

تركيز موضعي للفعاليات والنشاطات محدداً بغشاء وهذا هو الاختلاف الرئيسي بين النوعين كما تختلف الريباسات (الرايبوزومات) في غير حقيقية النواة حيث تكون أصغر حجماً ويتراوح قطرها بين ١٥٠-٢٠٠ انجستروم وتكون حرة في السيتوبلازم وتوجد في غير حقيقية النواة، إضافة إلى السيتوبلازم، مناطق كثيفة ذات شكل غير منتظم، وهي المناطق النووية ويشكل فقدان غشاء فاصل بين المادة الوراثية والسيتوبلازم فرقاً أساسياً بين هذين النوعين من الخلايا (غير حقيقية النواة وحقيقية النواة).

### مقارنة بين خصائص الخلايا حقيقية النواة وبدائية النواة

الانواع	حقيقية النوى	غير حقيقية النوى
	مثل أوليات، فطريات، نباتات، حيوانات	مثل جراثيم، الفايروسات
النواة	نواة حقيقية ذات غشاء مضاعف	منطقة شبيهة بالنواة و لا وجود لنواة حقيقية
DNA	دي إن إي DNA جزيئات خطية (صبغيات) مع هستونات بروتينية	دائرية (عادة)
وصنع RNA البروتين	RNA آر إن إي- /اصطناع البروتين يتم تصنيع ال (RNA) في النواة اصطناع البروتين في السيتوبلازم	يتم في سيتوبلازم
ريبوسومات	وحدتين ريبوسيتين 60S و 40S	وحدتين ريبوسيتين 50S+30S
البنية السيتوبلاسمية	بنية متينة مزودة بأغشية داخلية وهيكل خلوي	بنيات قليلة العدد
حركة خلوية	سياط وأهداب مكونة من نبيبات دقيقة	سوط مكون من الفلاجيلين
مصورات حيوية	من بضعة إلى آلاف الميتوكوندريا	لا يوجد
صانعات يخضورية	في أشنيات ونباتات	لا يوجد
التشكل	خلية وحيدة، مستعمرات، متعدد خلايا مع وجود تمايز خلوي	عادة تكون بشكل خلوية مفردة
الانقسام الخلوي	انقسام متساو وانقسام منصف	انقسام ثنائي (انقسام بسيط)

## الأنواع الأساسية للخلايا

تعد الخلايا الوحدات الأساسية للمخلوقات الحية جميعها. وتوجد بأشكال وحجوم مختلفة. كما تختلف بناءً على الوظيفة التي تؤديها في المخلوقات الحية. تشترك جميع الخلايا في صفة شكلية هي الغشاء الخلوي كما في الشكل الآتي:

والغشاء الخلوي، هو حاجز خاص يساعد على ضبط ما يدخل إلى الخلية وما يخرج منها. وللخلايا عادةً عدد من الوظائف المشتركة. فمثلاً تحوي جميع الخلايا مادة وراثية تعطي معلومات وتعليمات للخلية لإنتاج مواد تحتاج إليها. كما تحلل الخلايا الجزيئات لإنتاج الطاقة اللازمة لعمليات الأيض. وقد قسم العلماء الخلايا إلى مجموعتين، هما: الخلايا البدائية النواة و الخلايا الحقيقية النواة أكبر من الخلايا البدائية النواة، بل قد يزيد حجمها عليها مئة مرة. إن العلماء وضعوا الخلايا في مجموعتين؛ بناءً على تراكيبهما الداخلية. فكلتاها تحوي غشاء خلويًا، إلا أن إحداها تحوي تراكيب داخلية مميزة تسمى العضيات وهي تراكيب خاصة تقوم بوظائف محددة.

تحوي الخلايا الحقيقية النواة نواة وعضيات أخرى محاطة بأغشية؛ أما النواة فهي عضوية مركزية مميزة تحوي المادة الوراثية على شكل الحمض النووي الريبوزي المنقوص الأكسجين DNA . تسمح العضيات للخلية بالقيام بوظائفها في أجزاء مختلفة من الخلية في الوقت نفسه. وتتكون معظم المخلوقات الحية من الخلايا الحقيقية النواة. كما أن بعض المخلوقات الحية الوحيدة الخلية - ومنها بعض الطحالب والخميرة - من المخلوقات الحقيقية النواة. أما الخلايا البدائية النواة فهي خلايا ليس لها نواة أو عضيات محاطة بغشاء. ومعظم المخلوقات الحية الوحيدة الخلية - ومنها البكتيريا - خلايا بدائية النواة؛ لذا سميت الخلايا البدائية النواة.

## تراكيب الغشائية للخلية

تتضمن كل عضيات الخلية أساساً بأغشية تتكون مبدئياً من الشحوم والبروتينات. وتشمل هذه الغشية كلاً من غشاء الخلية، وغشاء النواة، وغشاء الشبكة الهيولية الباطنة، وأغشية المتقدرات والجسيمات الحالة، وجهاز جولجي، بالإضافة لغيرها من الأغشية. وتوفر شحميات الأغشية حاجزاً يمنع حركة المياه الحرة والمواد الذائبة فيه من حيز خلوي لحيز خلوي آخر. ومن الناحية الأخرى تخترق جزيئات بروتينات الغشاء خلال سمكه كله فتقطع بذلك استمرارية الحاجز الشحمي وتوفر بذلك ممرات على هيئة قنوات لعبور المواد الخاصة خلال الغشاء. كما أن العديد من بروتينات الغشاء هي إنزيمات تحفز العديد من مختلف التفاعلات الكيميائية

## غشاء الخلية (الغشاء البلازمي) Plasma membrane

يشكل الغشاء البلازمي حدود الخلية الذي يفصل المحتوى الداخلي للخلية عن محيطها الخارجي حيث أن جميع المواد الداخلة أو الخارجة من الخلية يجب أن تمر عبر الغشاء البلازمي . وقد تمر المواد أحياناً عبر الغشاء البلازمي عن طريق النقل السلبي passive transport .

ويسمى الغشاء البلازمي أيضاً بالغشاء الخلوي Cell membrane أو يسمى كذلك الاكثوبلاست Ectoplast وهو غشاء نفاذ Permeable يعمل عمل غشاء نصف ناضج وفي نفس الوقت له القابلية الاختيارية للمواد الداخلة والخارجة من خلاله كما تساهم في حالات كثيرة جزيئات ناقلة موجودة ضمن الغشاء البلازمي في عملية نقل المواد عبر الغشاء وتتم هذه العملية بصرف كميات كبيرة من الطاقة الكيميائية. وبالنظر لكون الغشاء البلازمي رقيق جداً لذلك لا يمكن تمييزه بسهولة باستخدام المجهر الضوئي ويلاحظ في بعض الخلايا أن الغشاء البلازمي محاط بطبقات واقية أكثر سمكاً بحيث يمكن تمييزها بالمجهر فمثلاً معظم الخلايا النباتية تمتلك جداراً سليولوزياً سميكاً يغطي ويدعم الغشاء



البلازمي والذي يطلق عليه اسم الجدار الخلوي Cell Wall اما خلايا الحيوانات فبعضها محاط بمواد قوية . ان للجدار الخلوي الوظائف المهمة للخلية غير انه لايلعب أي دور في عملية عبور المواد وانتقالها من وإلى الخلية.

### التركيب الكيميائي Chemical structure

يتألف الغشاء البلازمي من البروتين Protein والدهن Lipid التي تكون مرتبة مع بعضها البعض بشكل طبقة رقيقة بواسطة اواصر غير تساهمية وتعتمد نسبة الدهن الى البروتين على نوع الغشاء الخلوي بالنسبة للغشاء البلازمي والعضيات الخلوية الاخرى كما ويؤثر نوع الكائن الحي فيما اذا كان حقيقي النواة او بدائي النواة على هذه النسبة.

### الدهون غشائية Membrane Lipid

يلاحظ وجود الكوليسترول ودهون سكرية Glycolipids وتختلف نسبة هذه الانواع من الدهون الغشائية باختلاف انواع الاغشية البلازمية وقد بينت نتائج الدراسات الحديثة على اغشية كريات الدم الحمراء ان هنالك تباين في توزيع هذه الانواع من الدهون وحتى الدهن الواحد على طبقتي الغشاء فمثلاً يوجد Choline Phospholipids والدهون السكرية على الطبقة الخارجية اكثر من وجودها على الطبقة الداخلية للغشاء المواجهة للسايتوبلازم والتي يكثر وجود Amino Phospholipids عليها وقد اقترح الباحثون ان هذا التباين يكون ثابتاً حيث لا يحدث تبديلاً (تبادل) بين طبقتي الدهن ويمكن ان يعزى ذلك الى ان المجاميع القطبية الكارهة للماء Hydrophobic لطبقة الدهن الثانية تتطلب طاقة عالية اذا ما ارادت الحركة خلال المركز .  
ان جزيئة الدهن تتألف من جزئين هما :-

- 1- الجزء القطبي ((Polar Portion)) وهذا الجزء محب او اليف للماء. Hydrophilic
- 2- الجزء غير القطبي ((Nonpolar Portion)) وهذا الجزء كاره او غير أليف للماء drophobic

### الكاربوهيدرات الغشائية Membrane Carbohydrates

توجد الكاربوهيدرات بنسبة قليلة جداً في الاغشية البلازمية بصورة سلاسل قصيرة او متفرعة في بعض الاحيان من جزيئات السكر المتصلة بالبروتينات المحيطية peripheral protein الخارجية مكونة بروتينات سكرية او تتفرع من النهايات القطبية لجزيئات الدهن المفسفرة في طبقة الدهن الخارجية (مكونة الدهون السكرية). (Glycolipids) ولا توجد الكاربوهيدرات الغشائية على السطح الداخلي للاغشية البلازمية .

### البروتينات الغشائية Membrane proteins

تشكل البروتينات المكونات الرئيسية لمعظم الاغشية البايولوجية ولها وظائف متعددة فهي تدخل في التركيب الميكانيكي وتعمل ايضاً كجزيئات نقل Carriers وتكون كذلك قنوات تساعد في عملية النقل. كما يوجد ايضاً في الاغشية انزيمات عديدة ومستضدات متنوعة Antigens واعداد كثيرة من جزيئات الاستقبال Receptor molecules والبروتينات الغشائية نوعان هما :-

أ- البروتينات السطحية او المحيطية Peripheral (extrinsic) Proteins تشمل البروتينات التي تغطي مناطق معينة من طبقة الدهن الثنائية ولا تخترقها وتشكل نسبة تقل عن ٣٠% من مجموعة البروتينات الغشائية وتتميز بما يلي :

- 1- تكون مرتبطة ارتباطاً ضعيفاً بالغشاء البلازمي بحيث يمكن فصلها بسهولة .
- 2- تذوب في المحاليل المائية .
- 3- تكون غنية بحوامض امينية تمتلك سلاسل جانبية محبة للماء (Hydrophilic) التي تسمح بالتفاعل مع الماء المحيط بها ومن السطح القطبي لطبقة الدهن الثنائية الجزيئات .

ب- البروتينات البينية Integral Proteins وهذه البروتينات يكون اجزاء منها مغمورة في طبقة الدهن الثنائية واجزاء اخرى مواجهة لاحد السطحين (الخارجي او الداخلي) او كليهما ويشكل هذا النوع من البروتينات الغشائية نسبة تزيد على ٧٠% وتتميز بما يلي:

- 1 - تكون مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالغشاء البلازمي لذلك تتطلب طرقاً معقدة لعزلها ويستعمل لهذا الغرض مواد صابونية Detergent.
- 2- لا تذوب في المحاليل المائية .
- 3- الاجزاء البارزة منها على السطح الخارجي للغشاء ترتبط مع الكربوهيدرات لتكون البروتينات السكرية.

### النشاط الوظيفي لغشاء البلازمي Functional Activity of Plasma Membrane

يعمل غشاء الخلية على تنظيم مجرى المواد الى داخل وخارج الخلية ويعتمد هذا التنظيم على نفاذية الغشاء وان هذا الغشاء يسمح بحركة الاجسام الصغيرة خاصة، لذا نرى ان الماء يمر بسهولة الى داخل وخارج الخلية بينما لا يسمح بمرور جزيئات كبيرة من خلاله ومع ذلك يلاحظ ان بعض الجزيئات الكبيرة لها القابلية على اختراق الغشاء في وقت محدد من عمر الخلية. وعلى هذا الاساس فانه يمكن وصف غشاء البلازما بانه غشاء اختياري النفاذية الذي يختار الاجسام لتمر خلاله وهناك عدة طرق يعبر بواسطتها الماء والمواد الاخرى الحواجز الغشائية وهي:

### اولاً: النقل عن طريق تكوين الحويصلات

لأغشية بعض الخلايا القدرة على احاطة بعض المواد وتكوين حويصلات غشائية حيث عن طريقها يتم ادخال واخراج هذه المواد من والى الخلية.

#### 1- الادخال الخلوي Endocytosis

يتم اخذ الاجسام الى داخل الخلية عن طريق غشاء البلازما بعدة بطرق منها:

#### أ- الالتهم الخلوي (او البلعمة Phagocytosis )

يمثل الالتهم الخلوي هضم الاجسام الصلبة من الخلية بواسطة الفعالية الطبيعية لغشاء البلازما. هذه الظاهرة يمكن ملاحظتها في الاميبا حيث تعمل على مد اقدام كاذبة حول الدقائق المطلوب هضمها ثم تحتوي هذه الدقائق في داخل الخلية وتتكون فجوة كبيرة نسبياً تنطلق الى داخل الخلية وان عمل بعض خلايا الدم البيضاء يكون مشابهاً لعمل الاميبا والتي تساعد الجسم في الوقوف ضد المواد الغريبة حيث ان كريات الدم البيضاء Leucocytes لها القابلية لهضم البكتيريا بواسطة الاكياس الملتزمة وكذلك فضلات الخلية واجسام كبيرة اخرى .

#### ب- الشرب الخلوي Pinocytosis

يمثل الشرب الخلوي احتواء المواد السائلة الى داخل الخلية بطريقة تشبه البلعمة وقد يدخل البروتين بهذه الطريقة ايضاً حيث تمتاز المواد Adsorbed عند سطح البلازما ثم يحدث لف داخلي Infolding للغشاء ناتجاً في تكوين كيس يحتوي على الدقائق المطلوب هضمها وبعدها فأن هذه المواد تتحرر بطريقة ما



من الكيس الى داخل الخلية وان الغشاء الذي كان محيطاً للدقيقة قد يصبح جزءاً من الشبكة الاندوبلازمية ويمكن تلخيص العملية وذلك بتكوين اصابع غشائية خارجية تتحني بعدها الى الخلف لتلتحم في النهاية بغشاء الخلية ومرة ثانية مكونة بذلك فجوة غذائية تحتوي بداخلها على المادة الغذائية.

### ثانياً- الاخراج الخلوي Exocytosis

ويمكن تقسيم هذه العملية الى عدة اقسام هي:

#### أ- الافراز الكلي Holocrine Secretion

ويتضمن هذا الافراز ملئ الخلية بالناتج الافرازي ثم تحرر الخلية برمتها كجسم افرازي وبعدها تضمحل الخلية محررة محتوياتها وتمثل الغدد الدهنية لجلد اللبائن انموذجاً لهذا النوع من الافراز .

#### ب- الافراز الجزئي Eccrine Secretion

وهو عكس الافراز الكلي اذ تبدأ العملية ببناء البروتينات السكرية بواسطة الشبكة الاندوبلازمية الخشنة (المحببة Granular Endoplasmic Reticulum) ثم ترزم بهيئة اجسام محددة باغشية ثم تحرر محتوياتها داخل تجويف بواسطة التحام الغشاء الموجود حول الجسم بالغشاء الخلوي وتنتج عن هذه العملية انخفاضات مؤقتة تنشأ عند سطح الخلية وفي حالة الافراز الشديد ينشأ خيط من فجوات مرتبطة مع بعضها البعض وبواسطة هذه الوسائل ينبذ الافراز الى الخارج ومن الامثلة لهذا النوع كثير من الغدد ذات الافراز الخارجي والداخلي كالبنكرياس والخلايا الامامية للغدة النخامية والخلايا الدرقية. وان التحام غشاء الجسم الافرازي بالغشاء البلازمي يؤدي الى ان يصبح غشاء الجسم الافرازي جزءاً من الغشاء البلازمي .

#### ج- الافراز القمي Apocrine Secretion

ان هذا الافراز يلاحظ في الغدد تحت الفك للارنب Submandibular sweet gland ولقد لوحظت عمليات مختلفة من الافراز حيث يندفع التجويف السطحي للخلية الى الخارج ليكون برزوات ثانوية واشكال كروية متصلة بالخلية بواسطة سويق رفيع بعدها تكون طبقة كثيفة من الساييتوبلازم على عرض الساق تفصل تدريجياً الجسم المخزون ويصبح طليفاً في التجويف ويمكن مشاهدة هذه العملية ايضاً في الغدد اللبينية حيث يفرز الدهن بواسطة الية الافراز القمي.

#### د- الافراز الثنائي Diacrine Secretion

في هذا النوع من الافراز تتكون اجسام افرازية محاطة باغشية كما في الافراز الجزئي ولكن بدلاً من تحررها بالتحامها بالغشاء البلازمي فان الناتج الافرازي اما ينتشر اولاً عبر غشاء الجسم الافرازي ثم عبر الغشاء البلازمي او تنتشر اجزاء غشاء الجسم الافرازي والافراز المتحرر عبر الساييتوبلازم القمي وغشاء البلازما ان هذه العملية لاتتضمن زيادة او نقصان في محيط سطح الخلية كما انها نادرة الحدوث نسبياً.

### عمليات النقل عبر الغشاء الخلوي

#### ١- النقل السلبي Passive transport: وتتم بطريقتان

أ - الإنتشار البسيط diffusion Simple الحركة العشوائية لذرات وجزئيات المادة ذات التركيز العالي إلى المنطقة ذات التركيز المنخفض . ومن هذه المواد الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون والمواد التي تذوب في الليبيدات

ب - الخاصية الإسموزية: diffusion Osmosis عملية انتقال جزيئات الماء ( المذيب ) من المحلول ذي التركيز الأقل في المادة المذابة إلى المحلول الأكثر تركيزاً فيها عبر غشاء شبه منفذ.

٢- النقل النشط أو الفعال: transport Active يتم بواسطته نقل الجزيئات الكبيرة مثل السكريات، والأحماض الأمينية والدهنية من الوسط الأقل تركيزاً إلى الوسط الأكثر تركيزاً و يتم فيه صرف طاقة من مركب ATP

٣- الاختياري النقل Selective transport وجود المستقبلات receptors على السطح الخارجي للغشاء الخلوي حيث يسمح بالتعرف واختيار المواد الداخلة أو الخارجة من الخلية وهذا يفسر كيفية تأثير الأدوية، الهرمونات، البكتيريا والفيروسات فقط على الخلايا المستهدفة .cell Target

### السيتوبلازم او العصارة الخلوية: cytoplasim

السيتوبلازم هو مادة هلامية سميقة مثل السائل الموجود داخل كل أنواع من الخلايا. وجدت في كل من خلايا بدائية النواة وحقيقية النواة. السيتوبلازم داخل نواة منفصلة وكما هو معروف باسم العصير النووي.

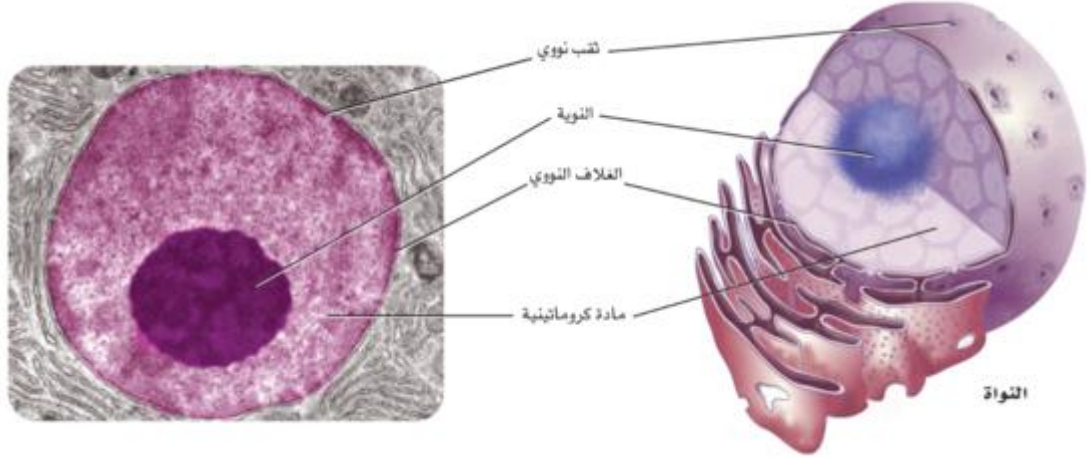
السيتوبلازم مهمة للغاية لعمل الخلية النباتية والحيوانية على حد سواء. كل خلية لديها العديد من العضيات الصغيرة مثل الميتوكوندريا، جهاز جولجي، نوية الخ تقع داخلها. يتم تعليق هذه العضيات في السيتوبلازم الموجودة في الخلية. يتكون السيتوبلازم من الماء والملح وقليل من العناصر الغذائية الذائبة. هو عديم اللون وشفاف ويعرف أيضا باسم العصارة الخلوية. السيتوبلازم أو العصارة الخلوية يحتوي على العديد من الإنزيمات التي تساعد على حل لكسر الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر، بحيث يمكن استخدامها من قبل العضيات. على سبيل المثال جزيء الجلوكوز كبير جدا لدخول الميتوكوندريا عن التنفس الداخلي. بحيث يتم تقسيمها إلى جزيء أصغر داخل السيتوبلازم ثم تمتصه الميتوكوندريا لاستخدامها مرة أخرى. وبالمثل غيرها من البروتينات والكاربوهيدرات والدهون أيضا يتم هضمها جزئيا في السيتوبلازم قبل أن يتم استيعابها من قبل العضيات الأخرى. وحلت منتجات النفايات من النشاط الأيضي في السيتوبلازم.

يساعد السيتوبلازم أيضا في حركة المواد الغذائية داخل الخلية. ومن المعروف أن حركة كما تدفق حشوية. يمنع السيتوبلازم أيضا العضيات من الانهيار معا من خلال إبقائها بعيدا. السيتوبلازم يعطي الخلايا النباتية والحيوانية شكل. وهو يعمل أيضا على امتصاص الصدمات عندما تصطدم خليتين. لأنه يحمي عضيات تشكل الداخلية وكذلك الهزات الخارجية. تحدث العديد من الأنشطة الخلوية مثل تحلل، انقسام الخلايا ووظائف الأيضية الأخرى تحدث في السيتوبلازم. عندما ينظر الخلية والسيتوبلازم كهيكل ثلاثي الأبعاد، ويسمى الداخلية، كتلة الحبيبية في الهيولى الباطنة وتسمى الطبقة الخارجية، واضحة والزجاجية القشرة خلية أو الجلبة الخارجية. خلال أي نشاط الخلوي حركة أيونات الكالسيوم يحدث بين السيتوبلازم الخلوي والسائل الخلوي الخارجي.

## تركييب الخلية :-

### ١ - النواة

تحتاج الخلية إلى عضوية لتنظيم عملياتها ؛ النواة كما في الشكل الآتي:



تعدّ النواة مركز الخلية والتي توجد في جميع أنواع الخلايا في الكائنات الحية باستثناء البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة، ويتم فصل النواة عن باقي أجزاء الخلية من خلال طبقة مزدوجة تسمى الغشاء النووي، وتعد النواة مركز الخلية فهي تحتوي على معظم المادة الوراثية الموجودة في الخلية، وتحتوي الخلية عادةً على نواة واحدة فقط ولكن في خلايا الدم الحمراء تفقد الخلايا النواة لتوفير مساحة أكبر لحمل الأكسجين، كما أنّ هناك بعض الخلايا التي تحتوي على أكثر من نواة مثل الخلايا العضلية،

### مكونات النواة في الخلية :

تعد النواة مركز الخلية وأكبر أجزاءها فهو يشكل ما يقارب ١٠٪ من حجم الخلية، وهي تتكون من أجزاء عدة وأبرزها:

- **الغشاء النووي nuclear membrane:** وهو عبارة عن طبقة غشائية دهنية مزدوجة تفصل محتويات الخلية عن باقي محتويات الخلية وسائل السيتوبلازم، وهو موجود في جميع الخلايا النباتية والحيوانية أي حقيقية النواة، وتكمن أهميته بأنه يحمي المادة الوراثية الموجودة في النواة من التفاعلات الكيميائية التي تحدث خارج النواة، كما أنه ينظم دخول وخروج المواد من النواة.
- **المادة الوراثية:** فالنواة تحتوي على غالبية DNA والذي يتجمع على شكل كروموسوم مربوط مع بروتين يسمى **الهستامين**، ومن المادة الوراثية يتم ترجمة الجينات وتحويلها إلى البروتينات عبر عملية تسمى التعبير الجيني Gene expression.
- **النوية Nucleolus:** وهي من أهم تراكيب النواة في الخلية وهي عبارة عن عضوي كروي الشكل يقع داخل النواة، وتتكون النوية من: البروتينات والحمض النووي وتشارك في عملية تصنيع البروتينات من الجينات.
- **السائل النووي Nuclear Sap:** وهو عبارة عن سائل يحيط بجميع محتويات النواة، وبه يوجد المواد اللازمة والتي تدخل في تكوين الحمض النووي DNA والأنواع المختلفة من RNA، ويتكون معظم السائل النووي من الماء.

### وظائف النواة في الخلية :

- تعدّ النواة مركز الخلية وهي المسؤولة عن القيام بوظائف عدة وأبرزها:
- تعد النواة العضوي المسؤول عن تخليق البروتين وانقسام الخلية ونموها وتكاثرها وتمايزها.

- في الخلية يتم تخزين الحمض النووي على شكل DNA، كما تعد مخزنًا للبروتين والمادة الوراثية RNA.
- تعد النواة المكان الذي يتم به نسخ ال DNA لينتج عن هذه العملية جزيء RNA ليتم تصنيع البروتينات المختلفة بعملية تخليق البروتين بحسب وظيفة الخلية.
- التحكم في انقسامات الخلية من خلال تحكمها بالجينات.
- النقل النووي، فيتم نقل البروتينات والمادة الوراثية من خلال المسام الموجود في الغلاف النووي.

### الشبكة الاندوبلازمية : Endoplasmic reticulum.

لقد اشتق اسم الشبكة الاندوبلازمية من الحقيقة التالية وهي ان النظر بواسطة المجهر الضوئي يظهر وكأن هناك شبكة داخل الساييتوبلازم .  
يوجد تنوع كبير جداً في الشكل والتركيب الدقيق للشبكة الاندوبلازمية وذلك يعتمد على نوع الخلية ووظيفتها بالإضافة الى تخصصها. ان الشبكة الاندوبلازمية قد وجدت في جميع انواع الخلايا التي درست باستثناء خلايا الدم الحمراء البالغة للبائن.

### انواع الشبكة الاندوبلازمية Types of endoplasmic reticulum

يمكن تقسيم الشبكة الاندوبلازمية الى نوعين هما :

#### 1- الشبكة الاندوبلازمية الخشنة Rough endoplasmic reticulum :

وتسمى بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة أو المحببة (Granular) نتيجة لكون سطحها الخارجي مرصع بحبيبات من الرايبوسومات (او حبيبات بالاد نسبة الى مكتشفها Palade سنة ١٩٥٥) والرايبوسومات تعرف بانها عبارة عن دقائق يمكن رؤيتها بالمجهر الالكتروني حيث تتألف من ٦٠% من البروتين و ٤٠% من الحامض النووي الرايبوزي RNA ويتراوح حجم الرايبوسومات بين ١٠٠-١٥٠ انكستروم وان اهمية الرايبوسوم المرتبط بالشبكة الاندوبلازمية انها تسهم في عملية بناء البروتين Protein Synthesis. تصطبغ الشبكة الاندوبلازمية الخشنة بالصبغات القاعدية وان السبب في ذلك يعود الى وجود RNA في الرايبوسومات.

#### 2- الشبكة الاندوبلازمية الملساء او غير المحببة Agrnular or smooth endoplasmic reticulum

وهي الشبكة التي يفتقر سطحها الخارجي الى حبيبات الرايبوسوم وبذلك تظهر سطوحها ملساء او غير محببة وتكثر عناصر السطح الاملس في المادة الاولى لبعض الخلايا مثل الخلايا البيضاء الناضجة والسيبرماتوسايت Spermatocyte والخلايا الدهنية adipose cells والخلايا البينية Interstitial cells والخلايا الخازنة للكلايكوجين في الكبد تظهر عناصر الشبكة الاندوبلازمية الملساء تركيباً اما تكون شبيهة بالكيسات او الحويصلات التي يتراوح قطرها بين ٢٥-٥٠٠ نانوميتر او على شكل انبوبي والذي يتراوح قطره بين ٥٠-١٠٠ نانوميتر ويمكن ان نلاحظ نوعي الشبكة الاندوبلازمية في الخلية نفسها وفي وقت واحد او في اوقات متفاوتة خلال دورة حياة هذه الخلية ويلاحظ غالباً النوعان نظاماً واحداً مستمراً بحيث لا تكون الفروق اساسية الى الحد الذي يمنع احد الشكليين من تحوله الى الشكل الاخر هذا بالإضافة الى ان الشبكة الاندوبلازمية الملساء تختلف في نوع الانزيمات الموجودة والوظائف التي تقوم بها..

### وظائف الشبكة الاندوبلازمية Functions of endoplasmic reticulum

- 1- الاسناد الميكانيكي : يقسم الساييتوبلازم الى غرف او مخادع بواسطة الشبكة الاندوبلازمية ويعتقد بانه يعمل كسند اضافي للحالة الغروية للساييتوبلازم .
- 2- التبادل : تبادل المواد بين الساييتوبلازم وغشاء الخلية .
- 3- خزن المواد المفترزة او المصدرة: لا يوجد هناك شك بان تخليق او بناء البروتين هو وظيفة الرايبوسومات الملتصقة بالشبكة الاندوبلازمية وعند اكتمال تكوينها تطلق في العادة الى ارضية الساييتوبلازم وتخترق الشبكة الاندوبلازمية حيث تخزن فيها وعند ذلك تنتقل بواسطة القنوات المختلفة للشبكة الى جهاز كولجي في الغالب ثم الى غشاء الخلية وبعدها الى الخارج ويعتقد ان الشبكة الاندوبلازمية الملساء مشتركة في تخليق وخزن الدهون حيث لوحظ انها واسعة ومعقدة في الخلايا الخاصة بتخليق الدهون وخزنها وان الشبكة الملساء والخشنة لها علاقة وثيقة في تخزين الكلايكونجين او تشترك في تكوين الجدار السليلوزي في النباتات .
- 4- ازالة السموم: يعتقد ان خلايا الكبد وعند تعرض الجسم لمواد سامة فأن ذلك يؤدي الى زيادة الشبكة الاندوبلازمية داخل الخلايا وخاصة الشبكة الاندوبلازمية الملساء منها بالاضافة الى تحفيزها لعمل الانزيم المعادل للسمية الموجود في الكبد لازالة التأثير السام .
- 5- ان احتواء اغشية الشبكة الاندوبلازمية للعديد من الانزيمات ذات الانشطة الايضية والتخليقية يعني انها توفر سطوح واسعة للتفاعلات الانزيمية.
- 6- تعمل اغشية الشبكة الاندوبلازمية على تكوين الغلاف النووي الجديد بعد كل انقسام.
- 7- تعمل الشبكة الاندوبلازمية الملساء على تخليق الدهون مثل الدهون المفسفرة والكوليسترول والبروتينات الدهنية.

### منشأ الشبكة الاندوبلازمية Origin of Endoplasmic Reticulum

لقد بينت اغلب الدراسات عن منشأ الشبكة الاندوبلازمية امكانية تكونها من جدار النواة فمن جملة الدراسات التي قام بها كاي Gay عام ١٩٥٦ وقد لاحظ وجود فقاعات blebs تتكون من جدار النواة متجهة نحو الساييتوبلازم وبانفصالها عن جدار النواة تتحول الى اغشية شبيهة بالاكياس المسطحة وقد اشار الباحثان Seikevitz و Palade عام ١٩٦٠ الى ان الشبكة الاندوبلازمية الخشنة RER تتكون اولاً من الغلاف النووي وبعدها تتكون الشبكة الاندوبلازمية الملساء SER اما الاحتمال الاخر فيعزى الى نوع من التضاعف الذي يحصل للشبكة الاندوبلازمية.

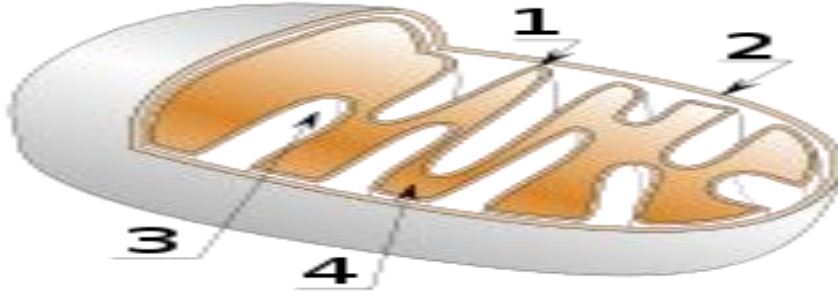
### الرايبوسومات Ribosomes :

الرايبوسومات هي عضيات توجد حرة في السيتوبلازم، أو مرتبطة بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة، وهي مكونة من وحدتين بنائيتين؛ وحدة بنائية كبيرة، وأخرى صغيرة الحجم. تُصنع الوحدات المكونة للرايبوسومات داخل النوية، إلا أنها تعبر الغشاء النووي حتى تصل إلى السيتوبلازم، وهناك تتحد الوحدتان معاً عندما يرتبط الرايبوسوم مع الحمض النووي الرايبوزي الرسول

(messenger RNA) أثناء عملية تصنيع البروتينات

### الميتوكوندريا :

تسمى الميتوكوندريا mitochondria محطات توليد الطاقة للخلية. وبدونها لا تتمكن الخلايا من استخلاص كميات مناسبة من الطاقة من الغذيات والأكسجين ؛ وكننتيجة لذلك تتوقف كل الوظائف الخلوية الأساسية. تتركز الميتوكوندريا في أقسام الخلية المسؤولة عن أكبر جزء من استقلاب الطاقة في الخلية . كما أنها تختلف في أشكالها وأحجامها إذ يبلغ طول قطر بعضها بضع مئات من النانومترات ؛ وهي كروية الشكل بينما يكون بعضها كبيراً ويبلغ قطره ١ - ٧ ميكرومترات ويكون متفرعاً أو خيطي الشكل.



شكل تخطيطي لبنية الميتوكوندريا:

- (1) الغشاء الداخلي
- (2) الغشاء الخارجي
- (3) الأعراف
- (4) المترس

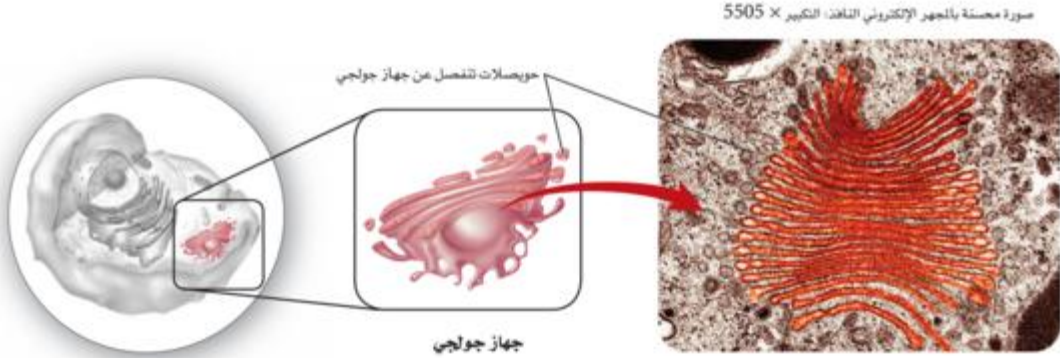
و يبين الشكل البنية الأساسية للميتوكوندريا ويظهر بأنها تتكون بصورة رئيسية من غشائين بروتينيين مزدوجي الطبقة الشحمية، أحدهما داخلي والآخر خارجي. وتكون عدة طيات من الغشاء الداخلي رفوفاً تلتصق عليها الإنزيمات المؤكسدة.

### وظيفة الميتوكوندريا :

تعتبر الوظيفة الرئيسية للميتوكوندريا هي استخلاص الطاقة من المواد الغذائية الرئيسية التي تستخلص الخلايا طاقتها منها، وهي الأكسجين وواحد أو أكثر من المواد الغذائية كالسكريات والدهون والبروتينات. وتتحول كل السكريات في جسم الإنسان بصورة أساسية إلى جلوكوز قبل وصولها إلى الخلية، وتتحول البروتينات إلى أحماض أمينية، وتتحول الدهون إلى أحماض دهنية .



## جهاز جولجي :

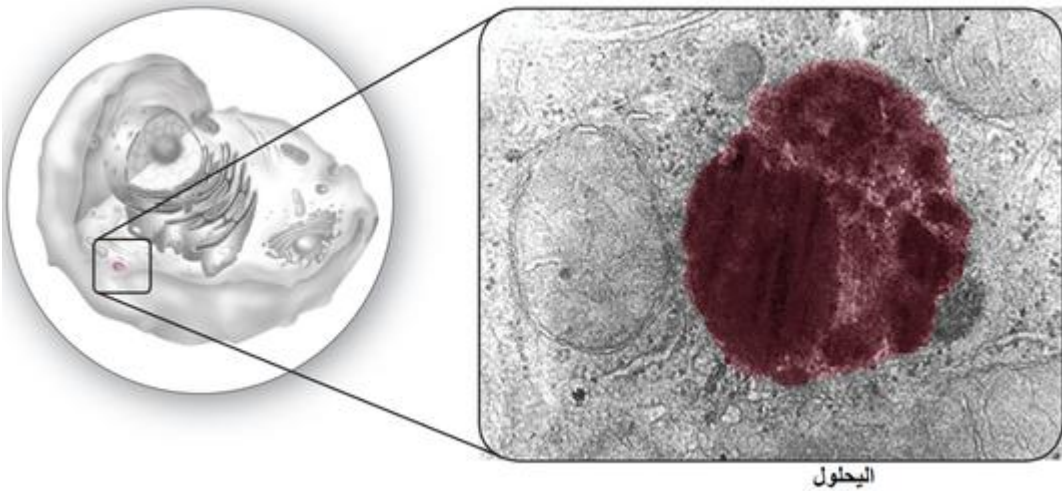


بعد بناء بعض البروتينات بواسطة الرايبوسومات على سطح الشبكة الهيولية الباطنة ينتقل بعضه بواسطة حويصلات تنفصل عن الشبكة الهيولية الباطنة لتصل إلى جهاز جولجي Golgi apparatus ؛ حيث يتعلق جهاز جولجي بصورة وثيقة بالشبكة الهيولية الباطنة وله أغشية شبيهة بأغشية الشبكة الهيولية الباطنة اللاحبيبية. كما في الشكل اعلاه .

إن جهاز جولجي مكوّن من مجموعة من الأغشية المتراسة في أربع طبقات أو أكثر تعدّل البروتينات وترتبها وتغلفها داخل أكياس تسمى الحويصلات تنبثق عن جهاز جولجي، ثم تلتحم الحويصلات بالغشاء الخلوي لتحرر البروتينات إلى بيئة الخلية الخارجية. حيث تكون هذه الحويصلات رقيقة ومسطحة ومكدسة قرب النواة. ويكون هذا الجهاز بارزاً في الخلايا الإفرازية حيث يتوضع على جهة الخلية التي تقذف منها المواد الإفرازية.

## الأجسام الحالة:

يوجد في الخلية حويصلات تحوي مواد تهضم، أو تحلل العضيات وجزيئات المواد المغذية الزائدة، تُسمّى الجسيمات الحالة lysosomes ، وهي عضيات حويصلية يولدها جهاز جولجي، وتنتشر خلال الهيولى. وتوفر هذه الجسيمات جهاز هضم داخل الخلايا يمكنه هضم البنيات والمواد غير المرغوبة خصوصاً الأجسام المعطوبة أو الغريبة عن الخلية مثل الجراثيم للتخلص منها. انظر الشكل الآتي:



## محاضرات حياتية الخلية عملي

جامعة تكريت  
كلية التربية للبنات  
قسم علوم الحياة  
م.م شيرين عادل علي

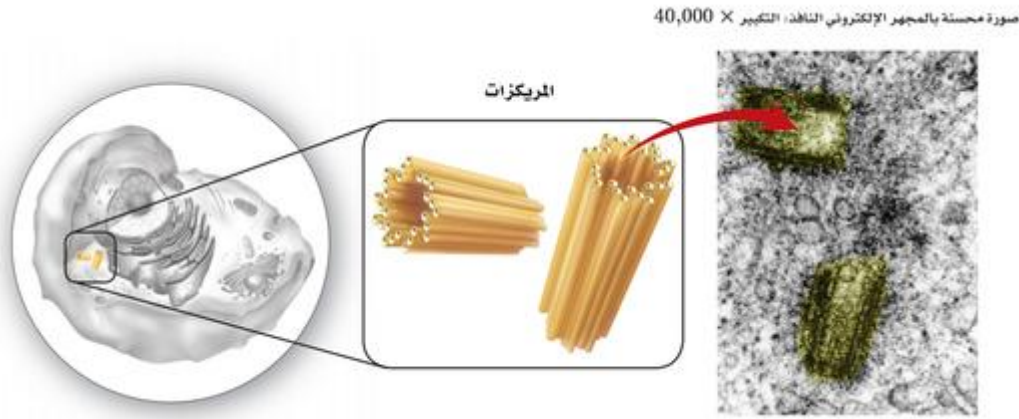
يهضم اليطول أيضاً البكتيريا والفيروسات التي تدخل الخلية. ويمنع الغشاء المحيط باليطول الإنزيمات الهاضمة داخلها من تحليل الخلية. وقد يلتحم اليطول مع الفجوات، ثم تطرح إنزيماتها في هذه الفجوات لتهضم الفضلات داخلها.

### الجسيمات البيروكسيدية :

الجسيمات البيروكسيدية peroxisomes هي جسيمات شبيهة فيزيائياً بالجسيمات الحالة، ولكنها تختلف عنها في أمرين مهمين : أولهما أنها تتكون بالتبرعم من الشبكة الاندبلازمية الباطنة الملساء وليس من جهاز جولجي كما في حالة الأجسام الحالة ؛ وثانيهما أنها تحوي إنزيم الأكسيداز بدلاً من الهيدرولاز ( hydrolase الإنزيم الحال ).

### المريكزات

يتكوّن المُرِيكَز من مجموعة من الأنابيب الدقيقة، كما في الشكل الآتي:



تعمل في أثناء انقسام الخلية. وتوجد المُرِيكَزات في سايٲوبلازم الخلايا الحيوانية ومعظم الطلائعيات، وهي قريبة من النواة.

### الأهداب والأسواط

يغطي سطوح بعض الخلايا الحقيقية النواة تراكيب خاصة تُسمّى الأهداب والأسواط، تمتد خارج الغشاء الخلوي وكما في الشكل الآتي:



أهداب في أنف الإنسان



بكتيريا لها أسواط

فالأهداب زوائد قصيرة كثيرة العدد تُشبه الشعر وحركتها تُشبه حركة المجاديف في القارب أما الأسواط فهي أطول من الأهداب وأقل عددًا. وتتكوّن الأهداب والأسواط من الأنابيبات الدقيقة؛ حيث تترتب في صورة محيط دائرة، أي أن تسعة مجموعات مزدوجة من الأنابيبات تحيط بأنابيبين منفردين في المركز. وعادة ما يكون للخلية سوط أو اثنان فقط.

وتحتوي الهدبيات والأسواط في الخلايا البدائية النواة سايتوبلازم محاطة بغشاء خلوي. ويتكوّن كل منها من وحدات بنائية من البروتين. وعلى الرغم من أن الأهداب والأسواط تُستخدم في حركة الخلية إلا أن الأهداب تُوجد أيضًا في خلايا ثابتة وغير متحركة، ومنها الخلايا المبطنّة للجهاز التنفسي في الإنسان والتي تغطيها الأهداب كما في الشكل السابق.

### الأحماض النووية Nucleic Acid

الأحماض النووية هي عبارة عن جزيئات جسيمة توجد في جميع الخلايا الحية في صورة طليقة أو متحدة مع البروتين ، وبدأ علماء (الكيمياء الحيوية) أبحاثهم على الأحماض النووية منذ حوالي مائة عام مضت حين إستطاعوا فصلها من أنوية الخلايا فالأحماض النووية توجد في كل الخلايا الحية حيث أنها ليست فقط مسؤولة عن حمل وانتقال التعليمات الجينية (الصفات الوراثية) ولكنها تتحكم أيضاً في ترجمة هذه التعليمات عند تكوين البروتينات المختلفة بالخلايا وذلك بتحكمها في ترتيب وتتابع الأحماض الأمينية لكل بروتين يتكون بكل خلية والأحماض النووية لها وزن جزيئي مرتفع وهي عبارة عن نيوكلييدات (بولي نيوكلييدات) وحداتها البنائية هي النيوكلييدات.

وكانت الدراسات الكيميائية في بادئ الأمر تجري على أحماض النيوكليك من مصدرين : أحدهما الخميرة، ووجد أنها تحتوي على سكر ريبوز ولذلك سميت بأحماض الريبو نيوكليك (RNA) والثاني من الغدة التيموسية بالعجول ووجد أنها تحتوي على سكر دي - أوكسي - ريبوز ، ولذلك سميت بأحماض الدي - أوكسي - ريبونيوكليك (DNA) مما أدى إلى الاعتقاد لبعض الوقت بأن الحمض الأول خاص بالنباتات والثاني خاص بالحيوانات ، ثم اتضح أن (DNA) موجود بالنواة وأن (RNA) موجود في السيتوبلازم. ونتيجة للدراسات الحديثة بطرق التحليل المحسنة أمكن العثور على كميات صغيرة من (DNA) في الميتوكوندريات والبلاستيدات الخضراء كما أمكن التعرف على (RNA) في النواة متصلاً بالنوية.

### أنواع الأحماض النووية:

يوجد نوعين من الأحماض النووية كما تقدم..هما:

### أ. الحمض الرايبونيوكلتيدي (RNA) Ribonucleic Acid

### ب. الحمض الديوكسي رايبونيوكلتيدي (DNA) Deoxyribonucleic Acid

ويتكون البناء الأساسي لهذه الأحماض من سلاسل بها جزيئات حمض فسفوريك وسكر بالتبادل ويتصل بكل جزيء من جزيئات السكر قاعدة نيتروجينية إما من نوع البورين أو البيريميدين ، والسكر الموجود بجزيء الحمض الرايبونيوكلتيدي (RNA) هو سكر الرايبوز بينما في جزيء الحمض الديوكسي رايبونيوكلتيدي (DNA) فهو سكر الديوكسي رايبوز

#### مكونات الأحماض النووية :

يتكون حمض النووي من ثلاثة أنواع من المركبات كما ذكرنا:

- حمض الفسفوريك.
- سكر خماسي الكربون وهو سكر الرايبوز أو دي - أوكسي - رايبوز.
- قواعد نيتروجينية تتبع البورينات أو البيريميديات

### البورينات والبيريميديات Prunes & Pyrimidine

#### ١/ قواعد بيورينية :

- أدنين Adenine
- جوانين Guanine

#### ٢/ قواعد بيريميدينية : وهذه القواعد مشتقة من البيريميدين بإستبدال ذرات الهيدروجين

- سيتوزين Cytosine
- يوراسيل Uracil
- ثايمين Thymine

ويحتوي كلاً من الحمضيين النوويين DNA و RNA على البورين وهما الأدينين Adenine والجوانين Guanine ونجد أيضاً أن كلاً من الحمضيين النوويين DNA و RNA يحتوي على قاعدة نيتروجينية من نوع البيريميدين وهي سايتوزين Cytosine ولكنهما يختلفان في القاعدة النيتروجينية الثانية من نوع البيريميدين فبينما يحتوي الحمض النووي RNA على القاعدة النيتروجينية يوراسيل Uracil يحتوي الحمض النووي DNA على القاعدة النيتروجينية ثايمين.

### مجموعة الفوسفات Phosphate Group

ترتبط مجموعة الفوسفات بين مجموعات السكر الخماسية في سلاسل كل من الحمضيين (DNA) و (RNA) .

### انقسام الخلية :

يتكون جسم اغلب الكائنات من عدد كبير من الخلايا، وان كان ينشأ اصلا من خلية واحدة هي البويضة المخصبة او الزيجوت. وينقسم هذا الزيجوت عدة انقسامات متتالية ليكون فردا كاملا.

ويعرف طريقتان لانقسام الخلية في الكائنات المتقدمة، هما الانقسام الميتوزي والانقسام الميوزي. وهناك طريقة ثالثة للانقسام تسمى الانقسام غير الميتوزي. وهو يحدث في النواة الكبيرة في الاوليات الهدبية وكذلك في بعض انواع الحيوانات المتقدمة في بعض الحالات المرضية. وفي هذا الانقسام تنقسم النواة انقساما مباشرا الى قسمين بطريقة عشوائية، ويكون كل جزء نواة مستقلة، ويتبع ذلك انقسام الخلية بأكملها الى خليتين تحتوي كل منها على احدى النواتين الناتجتين.

### الانقسام الميتوزي ( غير المباشر) MITOSIS

الانقسام الميتوزي هو النوع الشائع في كل الخلايا الجسمية، يجب ان ينظر الى عملية انقسام الخلية الميتوزي على انها عملية مستمرة متواصلة وليست سلسلة من الاحداث المنفصلة. وعندما تكون الخلية في غير حالة الانقسام يقال انها في المرحلة البينية وتتميز هذه الحالة بان النواة تكون محددة العوامل محاطة بغشاء واضح وبها نوية او نويتان بارزتان. وعلى العكس من ذلك فإن الكروموسومات لا تكون واضحة او متميزة خلال هذه المرحلة وذلك لأنها تكون على هيئة خطوط متداخلة بالغة الدقة لا يمكن التعرف عليها كوحدات محددة. وعلى ذلك فإنها تبدو بصورة عامة على هيئة جسيمات غير منتظمة الشكل من المواد الكروماتينية.

وبجانب ذلك تحتوي الخلية في هذه الحالة على عضي او عضيين دقيق الحجم بجوار النواة وهي الحبيبات المركزية .

### اهمية الانقسام الميتوزي:

أهمية الانقسام المتساوي في إنه يساهم في نمو الكائنات الحية وتعويض أنسجتها التالفة، كما يساهم في نقل الجينات الموجودة على الكروموسومات من الخلية الأصلية إلى الخليتين الجديدتين.

فإن الانقسام الميتوزي يختلف في الخلية النباتية عنه في الخلية الحيوانية، فالخلية النباتية لا تحتوي على جسم مركزي (حيث يلعب الجسم المركزي دوراً في انقسام الخلية الحيوانية، حيث ينقسم إلى قسمين، ويهاجر كل قسم إلى أحد قطبي الخلية. ويبدأ في هذا الدور تكثف خيوط سيتوبلازمية بين الجسمين المركزيين وتبدو هذه الخيوط بالمغزل)، اما في الخلية النباتية تشكل انتفاخات غشائية من جهاز كولجي على الخط الاستوائي للخلية وتمتد هذه الانتفاخات حتى تشكل حاجزاً يسمى بالصفحة الوسطى والتي تقسم الخلية إلى خليتين.

### خطوات الانقسام :

#### ١ - المرحلة التمهيديّة: Prophase

تأتي المرحلة التمهيديّة في بداية الانقسام، وفي هذه المرحلة تبدأ الكروموسومات غير المتميزة في التكسد على هيئة اجسام خيطية تأخذ في القصر والتغلظ تدريجياً وتزداد قابليتها للصبغة.

ويبدو ان تكسد الكروموسومات يحدث نتيجة لتقارب لفاتها بجوار بعضها.



وعند فحص احدى الكروموسومات في نهاية المرحلة التمهيديّة بقوة ميكروسكوبية مكبرة يظهر على انه متكون من خيوط متصلة هي الكروموتيدات Chromatids ترتبط ببعضها بواسطة ما يسمى القطعة المركزية او السنترومير Centro mere .

واثناء ذلك ينقسم الجسم او الحبيبة المركزية، اذ كانت في الاصل مفردة، الى حبيبتين تنفصلان عن بعضهما البعض، وتتحركان تجاه قطبين متقابلين من اقطاب الخلية.

وتتحور السيتوبلازما المحيطة بكل حبيبة مركزية مكونة عددا من الخيوط الشعاعية القصيرة تسمى بالاشعة النجمية astral rays. كما تتحور السيتوبلازما الموجودة بين الحبيبتين المركزيتين لتكون مجموعة من الخيوط او اللييفات تنتظم في شكل مغزلي ولذا تعرف بالالياف او الخيوط المغزلية spindle fibres. ويسمى التركيب بأكمله المغزل spindle .

## ٢ - المرحلة الاستوائية Metaphase

تتركب الكروموسومات وتنظم اثنا هذه المرحلة في صف يمتد على الخط الاستوائي equatorial plane للخلية.

## ٣ - المرحلة الانفصالية Anaphase

يبدأ هذه المرحلة بانقسام السنترومير الذي يربط بين كل كروماتيدين متماثلين، وبذلك ينفصلان تماما عن بعضهما البعض، ويصبح كل منهما كروموسوما مستقلا. ويتباعد الكروموسومان عن بعضهما او يتحركان في اتجاهين متعاكسين بحيث يتجه احدهما الى احد قطبي الخلية ويتجه نظيره الى القطب المقابل، ويعتقد ان هذه الحركة تحدث بتأثير قوتين، قوة تنافر بين كل كروموسومين متماثلين وقبل جذب من قبل الحبيبة المركزية المقابلة لكل كروموسوم.

## ٤ - المرحلة الانتهائية Telophase

عندما تصل كل مجموعة كروموسومية الى قطب الخلية الخاص بها، تبدأ الكروموسومات في العودة الى شكلها الاصلي، فتتحول الى خيوط رفيعة تتداخل فيما بينها وتفقد قابليتها للصبغة بصورة تدريجية. ويتكون حول كل مجموعة كروموسومات عند كل قطب غشاء نووي، وبذلك تتكون نواتان في الخلية تسمى كل منهما النواة البنوية daughter nucleus ، وتظهر في كل منها نوية او اكثر حسب نوع الخلية.

ويصاحب هذه العملية عملية انشطار السيتوبلازما cytokinesis ، فيظهر اختناق في وسط الخلية يزداد عمقا بالتدريج. حتى يتم انشطار الخلية الى خليتين تحتوي كل منهما على احدى النويتين البنويتين.

وجدير بالملاحظة هنا انه في الانقسام الميتوزي ينشق كل كروموسوم الى كروموسومين متساويين متماثلين تماما. ولما كان كل كروموسوم يحمل عددا معيناً من العوامل الوراثية او الجينات، فإن الكروموسومين الناتجين بمثابة نسختين مطابقتين تماما لبعضهما البعض وللكروموسوم الاصلي من حيث ما يحملانه من جنيات.



ويتوقف معدل حدوث الانقسام الميتوزي على حالة الخلايا، فيكثر بدرجة ملحوظة في الخلايا الجنينية وفي حالة تعويض الانسجة التالفة وفي الخلايا السرطانية....  
والمدة التي يستغرقها الانقسام الميتوزي ثابتة تقريبا بالنسبة لكل نوع من الخلايا، فمثلا يستغرق هذا الانقسام ٩ دقائق في خلايا ذبابة الفاكهة، بينما يستغرق ١٠٠-٣٠٠ دقيقة في خلايا جنين الكتوت.  
وكذلك تختلف الخلايا الجسمية في الحيوانات البالغة فيما بينها بالنسبة لقابليتها للانقسام الميتوزي.  
ويمكن تصنيف الخلايا بالنسبة لهذه القابلية في ٣ انواع كما يلي:

- أ - خلايا تنقسم بصورة مستمرة طوال حياة الكائن، مثل خلايا طبقة مليجي في بشرة الجلد.
- ب - خلايا تتوقف عن الانقسام عندما يبلغ الكائن مرحلة البلوغ، مثل الخلايا الكبدية، ولكنها قد تستعيد قدرتها على الانقسام تحت ظروف معينة، كما في حالة استئصال قطعة من الكبد.
- ج- خلايا فقدت قدرتها على النقسام بصورة كاملة ولا يمكن لها استعادتها تحت اي ظرف من الظروف، كالخلايا العصبية.

### الانقسام الميوزي ( الاختزالي ) MEIOSIS

يحدث هذا النوع من الانقسام في الحيوانات اثناء تكوين الامشاج التناسلية فقط، وهو انقسام ذو طبيعة خاصة يتضمن انقسام الكروموسومات مرة واحدة بينما تنقسم النواة مرتين. ويختلف هذا الانقسام عن الانقسام الميتوزي في ان كل خلية ناتجة عنه تحتوى على نصف العدد المزدوج للكروموسومات، اي مجموعة فردية واحدة، ومن ثم يعرف ايضا بالانقسام الاختزالي reduction division . ويشتمل الانقسام الميوزي في الواقع، على انقسامين متتاليين يشار اليهما بالانقسام الميوزي الاول والانقسام الميوزي الثاني.

هذا الانقسام شبيه الى حد كبير بالانقسام الميتوزي ولكن المرحلة التمهيدية فيه اكثر تعقيدا.

### الانقسام الميوزي الاول First Meiotic Division

هذا الانقسام شبيه الى حد كبير بالانقسام الميتوزي ولكن المرحلة التمهيدية فيه اكثر تعقيدا.

١ - المرحلة التمهيدية الاولى Prophase1  
وتتضمن الاطوار الاتية:

- أ - الطور القلادي Leptotene stage، تبدأ الكروموسومات في الظهور على هيئة خيوط طويلة محبة تشبه حبات السبحة.
- ب -الطور الازدواجي Zygotene stage، يقترب فيه كل كروموسومين متماثلين من بعضهما البعض ويتشابكان في عملية تعرف بالتشابك او الارتفاق synapsis. وتبدأ هذه العملية عند

منطقة السنترومير ثم تمتد بطول الكروموسومين، وهكذا تتكون أزواج من الكروموسومات المتماثلة.

ج- الطور الانضمامي Pachytene stage ، بعد ان تتم عملية الارتفاق تنكمش الكروموسومات طويلا فتظهر أزواج الكروموسومات على هيئة قضبان صغيرة غليظة، وحينئذ تبدو النواة وكأنها تحتوي على نصف العدد الاصلي للكروموسومات، لأن كل كروموسومين متماثلين يكونان قد اقتربا جدا من بعضهما حتى انهما يظهران ككروموسوم واحد، وتسمى الكروموسومات في هذه المرحلة بالكروموسومات الثنائية bivalent chromosomes . ولما كان لكل كروموسوم اصلا سنترومير واحد، فإن كل كروموسوم ثنائي يكون له سنتروميرين قريبين جدا من بعضهما البعض. ويلتف فردا كل كروموسوم ثنائي حلزونيا حول بعضهما.

وقرب منتصف هذا الطور تقريبا، يبدو كل كروموسوم منشقا طويلا الى كروماتيدين يربطهما السنترومير، وعلى ذلك يبدو كل كروموسوم ثنائي مكونا من 4 كروماتيدات. وقرب نهاية هذا الطور تظهر كل الكروموسومات في النواة في صورة مجموعات رباعية tetrads . وقد تحدث بعض الكسور العرضية في الكروماتيدين الداخليين المتماثلين في اي مجموعة رباعية. وتحدث هذه الكسور عادة عند نفس المستوى وعلى نفس المسافة في الكروماتيديت المتماثلين، ويلي ذلك تبادل القطع المكسورة بين الكروماتيدين، وتعرف هذه الظاهرة بالعبور crossing over، وهي ذات اهمية بالغة في عملية تبادل العوامل الوراثية.

د- الطور الانفراجي Diplotene stage، بعد ان يتم تبادل القطع بين الكروماتيدات المتماثلة في كل المجموعات الرباعية يبدأ كل كروموسومين متماثلين في كل مجموعة في فك الالتفاف الحلزوني والابتعاد عن بعضهما البعض، الا ان هذا الانفصال لا يكون كاملا في البداية، ولذا يبقى فردا كل زوج على اتصال ببعضهما في مناطق تسمى التصالب chiasmata . وتأخذ نقاط التصالب في النقصان تدريجيا مع استمرار انفصال الكروموسومين المتماثلين عن بعضهما، وهي عملية تعرف بالانزلاق terminalization .

هـ- الطور التشبتي (الابتعادي) Diakinesis، تستمر عملية الانزلاق حتى تختفي كل عملية التصالب وينفصل كل كروموسومين متماثلين عن بعضهما تماما. وعند هذا الحد يبدو كل كروموسوم مكونا من كروماتيدين احدهما نقي ( لم يحدث به تبادل كروموسومي) والاخر خليط ( حدث به تبادل كروموسومي) ويشاهد كل سنترومير وقد انشق الى اثنين، ويظهر المغزل كما يختفي الغشاء النووي وتتعلق الكروموسومات بألياف المغزل.

## ٢ - المرحلة الاستوائية الاولى Metaphase 1

تترتب مجموعات الكروموسومات الثنائية على خط استواء الخلية، بحيث يكون احد الكروموسومين في مستوى اعلى قليلا من خط الاستواء ومثيله اسفل قليلا عن هذا المستوى. ويلاحظ ان كل كروموسوم يتكون من كروماتيدين يربطهما سنترومير واحد.

## ٣ - المرحلة الانفصالية الاولى Anaphase 1

يبتعد كل كروموسومين متماثلين عن بعضهما البعض، اذ يتحرك كل منهما في اتجاه قطب الخلية المقابل له.

٤ - المرحلة الانتهائية الاولى Telophase 1  
بعد ان تصل كل مجموعة كروموسومية الى احد اقطاب الخلية يتكون حولها غشاء نووي، وبذلك تتكون نواتان بنويتان تحتوي كل منها على نصف العدد الاصلي للكروموسومات ( ن).  
ويلي ذلك مرحلة انتقالية او بينية Interphase قصيرة، يتبعها الانقسام الميوزي الثاني.

### الانقسام الميوزي الثاني Second Meiotic Division

تتم هذه العملية في كل من الخليتين الناتجتين على النحو التالي:

١ - المرحلة التمهيدية الثانية Prophase 2  
وفيها ينقسم كل جسم مركزي الى اثنين، يتباعدان ويتجهان الى قطبين متقابلين في الخلية، وتمتد بينهما الخيوط المغزلية، ويختفى غشاء النواة، وتبدو الكروموسومات متعلقة بالخيوط المغزلية، وكل منها مكون من كروماتيدين مرتبطين ببعضهما بسنترومير واحد.

٢ - المرحلة الاستوائية الثانية Metaphase 2  
تصطف خلالها الكروموسومات على الخط الاستوائي للخلية.

٣ - المرحلة الانفصالية الثانية Anaphase 2  
ينشق السنترومير الذي يربط كروماتيدي كل كروموسوم ببعضها البعض، وبذلك يفصل الكروماتيدان ويتحركان بعيدا عن بعضهما، كل في اتجاه قطب من قطبي الخلية.

٤ - المرحلة الانتهائية الثانية Telophase 2  
تتجمع كل مجموعة من الكروماتيدات ( التي اصبحت الان كروموسومات قائمة بذاتها) عند احد قطبي الخلية، ثم تستطيل متحولة الى خيوط رفيعة ملتوية، ويتكون حولها غشاء نووي. وبذلك تتكون نواتان تحتوى كل منهما على نصف العدد الاصلي للكروموسومات، اي مجموعة فردية واحدة( ن).

ويتضح مما سبق ان الانقسام الميوزي يتضمن انقسامين متتاليين، ينتج عن الانقسام الاول منهما تكوين نواتين تحوي كل منها على نصف العدد الاصلي للكروموسومات. وفي الانقسام الثاني يفصل كل كروموسوم الى كروماتيدين، وفي النهاية تتكون اربع انوية من النواة الاصلية تحتوي

## محاضرات حياتية الخلية عملي

جامعة تكريت  
كلية التربية للبنات  
قسم علوم الحياة  
م.م شيرين عادل علي

كل نواة فيها على العدد الفردي من الكروموسومات (ن). اي تتكون اربع خلايا مشيجية ( حيوانات منوية او بويضات) تحتوي كل منها على (ن) من الكروموسومات.

واثناء عملية الاخصاب يتحد الحيوان المنوي والبويضة معا ليكونا الزيجوت الذي يحتوي على العدد المزدوج من الكروموسومات (2ن). وهنا تظهر اهمية الانقسام الميوزي فلولا حدوثه لتضاعف عدد الكروموسومات عند كل مرة تحدث فيها عملية الاخصاب.

وهناك اهمية اخرى لهذا الانقسام تظهر في تبادل القطع الكروموسومية بما عليها من جينات وراثية اثناء عملية العبور، وذلك يتيح للزيجوت ان يحصل على مجموعات من العوامل الوراثية من كل من الام والاب معا .

## الأحماض النووية Nucleic Acid

الأحماض النووية هي عبارة عن جزيئات جسيمة توجد في جميع الخلايا الحية في صورة طليقة أو متحدة مع البروتين ، وبدأ علماء (الكيمياء الحيوية) أبحاثهم على الأحماض النووية منذ حوالي مائة عام مضت حين إستطاعوا فصلها من أنوية الخلايا فالأحماض النووية توجد في كل الخلايا الحية حيث أنها ليست فقط مسؤولة عن حمل وانتقال التعليمات الجينية (الصفات الوراثية) ولكنها تتحكم أيضاً في ترجمة هذه التعليمات عند تكوين البروتينات المختلفة بالخلايا وذلك بتحكمها في ترتيب وتتابع الأحماض الأمينية لكل بروتين يتكون بكل خلية والأحماض النووية لها وزن جزيئي مرتفع وهي عبارة عن نيوكلييدات (بولي نيوكلييدات) وحداتها البنائية هي النيوكلييدات.

وكانت الدراسات الكيميائية في بادئ الأمر تجري على أحماض النيوكليك من مصدرين : أحدهما الخميرة، ووجد أنها تحتوي على سكر ريبوز ولذلك سميت بأحماض الريبو نيوكليك (RNA) والثاني من الغدة التيموسية بالعجول ووجد أنها تحتوي على سكر دي - أوكسي - ريبوز ، ولذلك سميت بأحماض الدي - أوكسي - ريبونيوكليك (DNA) مما أدى إلى الإعتقاد لبعض الوقت بأن الحمض الأول خاص بالنباتات والثاني خاص بالحيوانات ، ثم اتضح أن (DNA) موجود بالنواة وأن (RNA) موجود في السيتوبلازم. ونتيجة للدراسات الحديثة بطرق التحليل المحسنة أمكن العثور على كميات صغيرة من (DNA) في الميتوكوندريات والبلاستيدات الخضراء كما أمكن التعرف على (RNA) في النواة متصلاً بالنوية.

## أنواع الأحماض النووية:

يوجد نوعين من الأحماض النووية كما تقدم..هما:

### أ. الحمض الرايبونيوكليتي (RNA) Ribonucleic Acid

### ب. الحمض الديوكسي رايبونيوكليتي (DNA) Deoxyribonucleic Acid

ويتكون البناء الأساسي لهذه الأحماض من سلاسل بها جزيئات حمض فسفوريك وسكر بالتبادل ويتصل بكل جزيء من جزيئات السكر قاعدة نيتروجينية إما من نوع البيورين أو البيريميدين ، والسكر الموجود بجزيء الحمض الرايبونيوكليتي (RNA) هو سكر الرايبوز بينما في جزيء الحمض الديوكسي رايبونيوكليتي (DNA) فهو سكر الديوكسي رايبوز

## مكونات الأحماض النووية :

يتكون حمض النووي من ثلاثة أنواع من المركبات كما ذكرنا:

- حمض الفسفوريك.
- سكر خماسي الكربون وهو سكر الرايبوز أو دي - أوكسي - رايبوز.
- قواعد نيتروجينية تتبع البيورينات أو البيريميديئات

## السكر الخماسي Pentose Sugar

يوجد بالأحماض النووية نوعان من السكر الخماسي ، أحدهما هو **رايبوز** ويوجد في الـ (RNA) ، والثاني ديوكسي رايبوز ويوجد في حمض (DNA) ، شكل (٤). ومن الخصائص الهامة للسكر الخماسي هو قدرة المجموعات الهيدروكسيلية (OH) على تكوين إسترات مع حمض الفسفوريك

## **Purines & Pyrimidine البيورينات والبيريميديئات**

١/ قواعد بيورينية :

- أدينين Adenine
- جوانين Guanine

٢/ قواعد بيريميدينية : وهذه القواعد مشتقة من البيريميدين بإستبدال ذرات الهيدروجين

- سيتوزين Cytosine
- يوراسيل Uracil
- ثايمين Thymine

ويحتوي كلاً من الحمضيين النوويين DNA و RNA على البيورين وهما الأدينين Adenine والجوانين Guanine ونجد أيضاً أن كلاً من الحمضيين النوويين DNA و RNA يحتوي على قاعدة نيتروجينية من نوع البيريميدين وهي سايتوزين Cytosine ولكنهما يختلفان في القاعدة النيتروجينية الثانية من نوع البيريميدين فبينما يحتوي الحمض النووي RNA على القاعدة النيتروجينية يوراسيل Uracil يحتوي الحمض النووي DNA على القاعدة النيتروجينية ثايمين Thymine .

### مجموعة الفوسفات Phosphate Group

ترتبط مجموعة الفوسفات بين مجموعات السكر الخماسية في سلاسل كل من الحمضين (DNA) و (RNA).

ويلاحظ أن السلسلتين المكونتين للشكل الحلزوني في الحمض النووي DNA متوازيتان ولكنهما معكوستان (Antiparallel) والقواعد الازوتية بهما مزدوجة (Paired) بنظام A مع T و G مع C وهذا التخصص في الازدواج يعتمد على الروابط الهيدروجينية بين القواعد الازوتية فنجد ثلاثة روابط هيدروجينية لكل زوج G - C ورابطتين هيدروجينيتين لكل زوج A - T. انظر شكل (٦) و شكل (٧).

### الكروموسومات Chromosomes

تعد الكروموسومات اجسام خيطية تظهر عند صبغها غامقة اللون منتشرة في العصير النووي والكروموسومات كلمة مشتقة من اللغة اليونانية القديمة (مصطلح يوناني) مؤلفة من مقطعين هما Chroma وتعني اللون و soma وتعني جسم. اشار الباحث سوتون Sutton الى ان الموروثات الجينات (Genes) محمولة على هذه التراكيب. وقد اثبت الباحث موركان Morgan خلال تجاربه على حشرة الدروسوفيلا وجود الجينات على الكروموسومات. ومما يميز هذه التراكيب عن غيرها قابليتها على التكاثر الذاتي والحفاظ على صفاتها الوظيفية والشكلية اثناء انقسام الخلية.

### المظهر الخارجي Morphology

تظهر الكروموسومات على شكل خيوط ملتوية داخل النواة وان طول الكروموسوم وحجمه يتغيران اثناء مراحل دورة الخلية. وان اطوار انقسام الخلية هي افضل المراحل لدراسة شكل الكروموسوم وخصوصاً الطور الاستوائي والطور الانفصالي حيث تظهر على شكل اجسام اسطوانية ذات كثافة عالية وتصطبغ بشدة بالصبغات القاعدية. يحوي كل كروموسوم منطقة (تخصر) تعرف بالقطعة المركزية centeromere أو Kinetochore والتي تقسم الكروموسوم الى ذراعين.

### تصنيف الكروموسومات Chromosomes classification

يمكن تصنيف الكروموسومات على اساس موقع القطعة المركزية الى اربعة اصناف وهي:

- 1- كروموسوم وسطي التمرکز Metacentric حيث يكون موقع القطعة المركزية في وسط الكروموسوم تماماً حيث يقسم الكروموسوم الى ذراعين متساويين في الطول ويظهر على شكل حرف (V) باللغة الانكليزية اثناء الطور الانفصالي.
- 2- كروموسوم تحت وسطي التمرکز Submetacentric وفيه يكون موقع القطعة المركزية قريباً عن الوسط ويقسم الكروموسوم الى ذراعين غير متساويين في الطول ويظهر اثناء الطور الانفصالي على شكل حرف (L) وحرف (J) باللغة الانكليزية.
- 3- كروموسوم نهائي التمرکز Telocentric وفيه تقع القطعة المركزية عند احدى نهايتي الكروموسوم ويكون الكروموسوم مؤلفاً من ذراع واحد.
- 4- كروموسوم تحت نهائي التمرکز Subtelocentric وفيه تقع القطعة المركزية قرب احدى نهايتي الكروموسوم حيث ينقسم الكروموسوم الى ذراع طويل وذراع قصير ويطلق عليه ايضاً >Acrocentric.



## الصفات التركيبية لكروموسومات خلايا حقيقة النواة eukaryotic chromosomes

يتألف الكروموسوم كيميائياً من الحامض النووي DNA والبروتينات من نوع الهستونات Histones واللاهستونات Nonhistones لتكون ما يسمى بالليف البروتيني النووي. Nucleoprotein fiber  
بروتينات الكروموسوم :

### • ١ الهستونات Histones

وهي بروتينات قاعدية أي انها تحمل شحنة موجبة عند الاس الهيدروجيني الفسلجي.. توجد الهستونات والحامض النووي DNA بنسب متساوية تقريباً في كروماتين اللبائن ويحافظ على هذه النسبة خلال دورة الخلية عن طريق التلازم في بناء الهستون وتضاعف الـ DNA. تبني الهستونات فقط خلال طور (S-phase) من دورة الخلية وقد اثارت التجارب الى ان اي خلل في تضاعف الـ DNA يتبعه هبوط في بناء الهستون والعكس صحيح.

### • اللاهستونات Nonhistones

تشمل البروتينات اللاهستونية الكروموسومية جميع البروتينات الكروموسومية باستثناء الهستونات التي تعزل سوية مع الـ DNA من الكروماتين ومن الصعوبة عزل ودراسة هذا النوع من البروتينات وذلك للأسباب التالية: (١) انها اقل تلازماً من الهستونات (٢) ان اللاهستونات تضم على الاقل ٢٠ نوع رئيسي من البروتينات وربما المئات من البروتينات الثانوية وقد اشارت العديد من الدراسات الى ان انواع بروتينات اللاهستون تكون اما محددة بانواع معينة من الخلايا او انها تكون اكثر وفرة في انواع معينة من الانسجة دون غيرها وان اللاهستونات تلعب دوراً تركيبياً في تنظيم الكروموسوم.

### النوكليوسومات Nucleosomes

عند تحرير الكروماتين من النواة وفحصه باستخدام المجهر الالكتروني تظهر تراكيب تشبه الخرز وقد تظهر مرتبطة بخيوط دقيقة او روابط او لا تظهر هذه الروابط حيث يعتمد ذلك على طريقة التحضير ويطلق على كل خرزة بالنوكليوسوم (Nucleosome) وكل منها يصل قطرها (٧-١٠) نانوميتر، ان النوكليوسومات اصغر من ان تكون جينات حيث يعتقد ان الجين بصورة عامة يتألف من حوالي ١٠٠٠ زوج من النوكليوتيدات ويظهر بانه يحتوي على تسلسلات نوكليوتيدية خاصة قد تلعب دوراً مهماً في فعاليات تضاعف DNA وعملية تكوين الاتحادات الجديدة (Recombination) والطفرات والاستنساخ.

### الكروموميرات Chromomeres

عندما تبدأ عملية تكثيف الكروموسومات خلال الطور التمهيدي من الانقسام المايوتوزي او المايوتوزي تتوضح تراكيب تشبه الخرز على طول الكروموسومات في المجاهر الضوئية. كل من هذه الخرز اكبر بكثير من النوكليوسوم. ويشار الى هذه الخرز بالكروموميرات Chromomeres. كما يعتقد ايضاً بان للكروموميرات علاقة بمناطق التحزم (Banding) للكروموسومات المايوتوزية.

وان افضل دور يمكن ملاحظتها ودراستها بسهولة هو الطور القلائدي Leptotene او الطور التزاوجي Zygoten من الدور التمهيدي الاول Prophase 1 من الانقسام الاختزالي حيث تظهر كاجسام صغيرة في بداية تكثف المادة الكروماتينية .

## الحامض النووي DNA للكروموسوم

### القطعة المركزية Centromere

ان القطعة المركزية Centromere التي تنشأ في منطقة التخصر الاولي primary constriction ترتبط وظيفياً بحركة الكروموسوم اثناء الانقسام حيث يتصل بالخيوط الدقيقة للمغزل يتراوح قطر هذه المنطقة من ٢,٠-٣ مايكرومتر وقد يحوي الكروموسوم الواحد على قطعة مركزية واحدة او اثنتين او العديد منها.

### القطعة الطرفية Telomere

مصطلح يطلق على اطراف الكروموسومات وتمتلك وظيفة فريدة بعملها على منع الالتصاق بين نهايات الكروموسومات وبدونها تلتصق الكروموسومات مع بعضها. وهي عبارة عن تواليات متكررة من الحامض النووي DNA موجودة في نهايتي الكروموسوم الخطي لمعظم الكائنات حقيقية النواة وعدد قليل من بدائية النواة وتختلف اطوالها كثيراً باختلاف الانواع. اما اهميتها فهي تعوض عن التضاعف شبه المحافظ غير التام في نهاية الكروموسوم فضلاً عن ان لها دوراً مهماً في الحماية ضد التركيب الجديد New recombination المتماثل وغير المتماثل وربط المكونات وهي تتميز عن الكسور الموجودة في الكروموسوم مزدوج الجديلة. وتكون هذه القطع فعالة فقط في الخلايا الجرثومية Germ cells والخلايا الجذعية وعدد معين من خلايا الدم البيض. يكون الكروموسوم في معظم الخلايا بدائية النواة حلقياً Circular "ولا يمتلك نهايات تعاني من التضاعف غير التام وهناك قطع صغيرة من كروموسومات البكتيريا مثل بكتيريا Streptomyces تكون بشكل خطي Linear حيث تحتوي على قطع طرفية الا انها تختلف عن القطع الطرفية لحقيقة النواة في التركيب والوظيفة.

### التوابع Satellite

تمتاز بعض الكروموسومات الجسمية للانسان بامتلاكها مايسمى بالتوابع satellite وتعرف بانها عبارة عن اجسام كروية في الغالب وقد تكون متطاولة ترتبط باحدى نهايتي الكروموسوم بواسطة خيط رفيع من الكروماتين ويسمى الكروموسوم الحاوي على التابع satellite-chromosome او تكتب SAT-chromosome ويمتلك الكروموسوم المعين التابع وخيط ذو حجم وشكل ثابت.

### الكروماتين Chromatin

يطلق الكروماتين على التركيب المعقد للـ DNA والبروتينات الكروموسومية لخلايا حقيقية النواة. ان الوحدة التركيبية الاساسية للكروماتين هي النيوكليوسوم التي تم اكتشافها من قبل الباحث روجر كورنبرك عام ١٩٧٤.