المجهر الضوئي وأهميته وأنواعه:

المجهر – Microscope: هو الجهاز الأوسع أستخداماً في علم الأحياء إذ بواسطته يعطينا صورة مكبرة للشئ، ويستخدم لدراسة الكائنات الحية (الخلية وعضياتها) وغير الحية.

أبسط صورة من صور المجاهر هي العدسة اليدوية وهي عبارة عن إطار معدني مثبت به عدسة واحدة زجاجية او بلاستيكية ثنائية التحدب أو ثنائية التقعر وتزود هذه العدسة بمقبض لتحريكها للأسفل والأعلى.

أول من إخترع مجهر ضوئي مركب على نظام بصري كان سنة (1611م) حيث أقترح العالم Kepler لأول مرة طريقة لصناعة مجهر ضوئي مركب. ثم جاء العالم هوك سنة (1655م) وأستخدم أول مجهر ضوئي مركب على ضوء نظرية العالم Kepler إذ تم أكتشاف الخلية وتسميتها بهذا الأسم عند فحصه لقطع الفلين.

قام العالم الهولندي المشهور لوفنهوك سنة (1674م) بوضع ثاني أشهر مجهر ضوئي في التاريخ والذي بواسطته تمكن من اكتشاف عالم الكائنات الدقيقة مثل البكتريا والحيوانات المنوية وتمكن من اكتشاف الإخصاب الذي هو ناتج من اندماج الحيوان المنوي مع البويضة.

وفي عام (1876م) قدم العالم أبي (Abbe) تحسينات هامة في صناعة المجاهر الضوئية، وفي عام (1886م) قام العالم زيوس Zeiss بإضافة العديد من التحسينات إلأى صناعة العدسات والمجاهر الضوئية المركبة التي هي موجودة لحد الآن. وفي عام (1924م) في بداية القرن العشرين قام العالم لاكاساجي (Lacassagne) بإختراع أول تقنية للتصوير الإشعاعي الذاتي بأستخدام البولونيوم المشع وحاول رصد النشاط الإشعاعي لعضيات محتوية على عناصر مشعة عن طريق تغذية الكائن على مادة مشعة.

أنواع

أجزاء المجهر ومميزاته:

يتألف المجهر من:

1- العدسة العينية – Ocular Lens: وهي عدسة محدبة الوجهين مثبتة في الطرف العلوي للأسطوانة المعدنية الموجودة في أعلى جزء من المجهر وقوة تكبيرها 10 مرات (X 10).

2- العدسات الشيئية – Objctive Lens: وهي عدسة محدبة الوجهين مثبتة على قرص متحرك بالطرف السفلي للأسطوانة المعدنية وتكون قريبة من الشيء المراد تكبيره لذلك سميت بالعدسة الشيئية ويتراوح عدد هذه العدسات بين (2 – 4) عدسات وتتدرج في قوة تكبيرها 100 مرة (X 100).

3- الأنبوب المعدني: وهو أنبوب شاقولي يحمل في طرفه العلوي العدسة العينية وفي الطرف السفلي العدسة الشيئية.

4- القرص الدوار (قرص تحريك العدسات الشيئية): هو قرص يحمل (2 – 4) عدسات شيئية ذات قوة تكبير مختلفة يمكن تدويره لتبديل العدسة الشيئية في الطرف السفلي من الأنبوب المعدني.

5- منضدة (مسرح المجهر): وهو صفيحة معدنية مربعة الشكل ذو سطح مستوٍ ويمكن رفعه أو خفضه أو يكون ثابتاً وفي وسطه توجد فتحه لإمرار الضوء خلال العينة (الشريحة) المراد دراستها، وهنالك ماسكان معدنيان (ملقطان) لتثبيت الشريحة الزجاجية التي توضع عليها العينة المراد تكبيرها.

6- الضابط الكبير: هو ضابط يمكن عند تدويره رفع أو خفض العدسات عن العينة المدروسة لتوضيحها بعد اختيار قوة التكبير المطلوبة بأي من العدسات الشيئية الأربعة.

7- الضابط الصغير: يمكن تدويره لضبط أحكام المجهر.

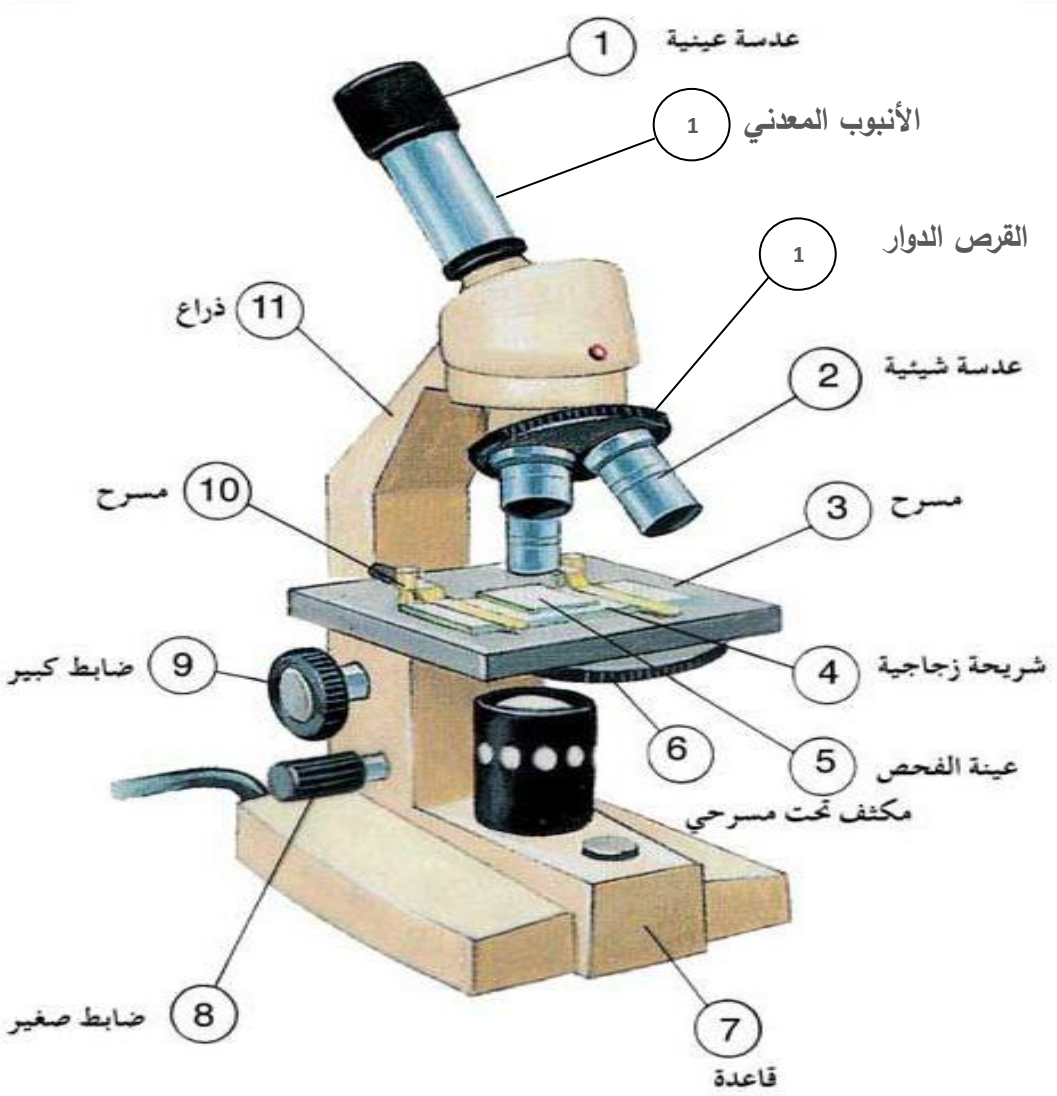
8- العدسة المكثفة – Condenser Lens: توجد تحت مسرح المجهر ويمكن بواسطتها تحديد كمية الضوء الداخل إلى العينة وتوجيهها نحو الشريحة.

9- الفلاتر: تكون تحت العدسة المكثفة.

10- المرآة (مصدر الضوء): توجد في أسفل المنضدة ووظيفتها توجيه الضوء لينفذ من فتحة المنضدة ويسلط على العينة المثبتة على الشريحة، وهناك بعض المجاهر تكون مزودة بمصباح كهربائي بدلاً من مرآة.

11- حامل المجهر: يتمفصل مع قاعدة المجهر بحيث يمكن إمالته نحو الفاحص.

12- قاعدة المجهر: هو الجزء الذي يستند عليه جميع أجزاء المجهر.



* ولأحتساب قدرة تكبير المجهر يجب ضرب قدرة تكبير العدسة الشيئية (X 100) في قدرة تكبير العدسة العينية (X 10) فيكون حاصل قدرة التكبير الأجمالية تساوي (X 1000) وتعني (X) عدد مرات التكبير .

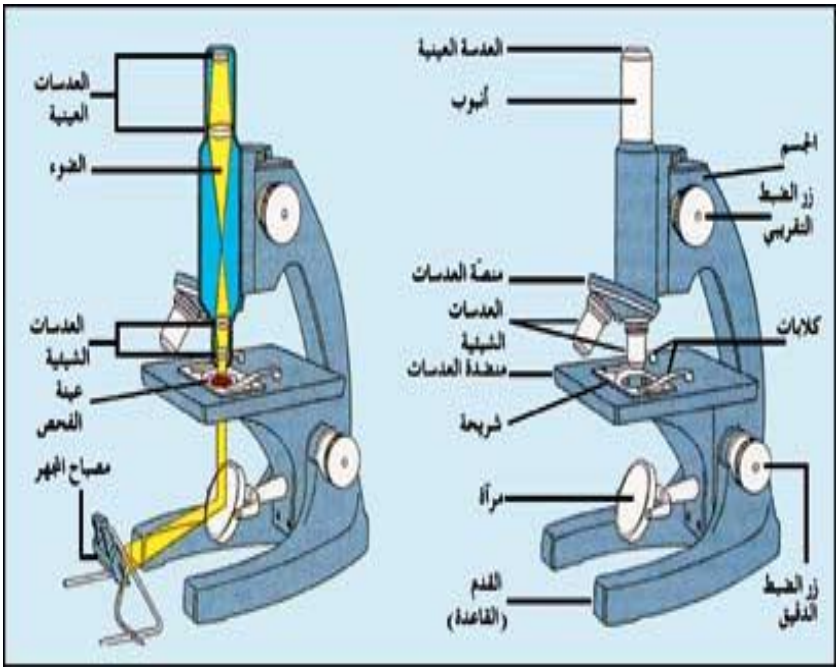
قوة تكبير المجهر الضوئي = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية .

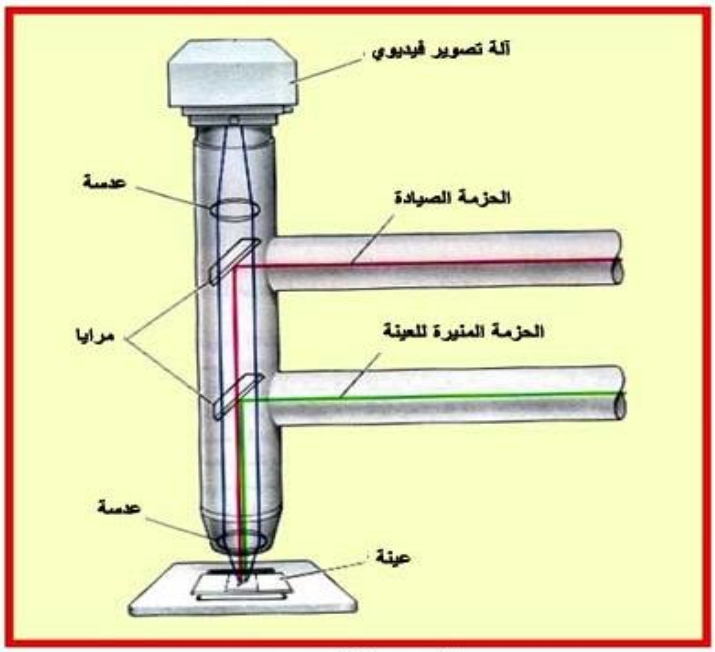
فإذا كانت قوة تكبير العدسة العينية (X 10) وقوة تكبير العدسة الشيئية (40) كانت قوة تكبير المجهر في هذه الحالة

10 × 40 = 400 مرة

أن جميع المجاهر المستخدمة ذات خصائص محددة لتمييز البنى (التراكيب) المختلفة وهذه الخصائص مرتبطة بنفوذ الضوء خلال العدسة العينية ولايمكن تمييز التراكيب القريبة من بعضها أذا كانت المسافة بينهما أقل من نصف طول موجة الضوء المستخدم . فأطوال الموجات

الضوئية للنور المرئي تختلف حسب ألوان الطيف، فطول الموجة الضوئية للون الأزرق (475 نانومتر) أما اللون الأحمر فيبلغ (650 نانومتر) وهذا يعني أن متوسط طول موجة الضوء الأبيض كضوء الشمس مثلاً الذي هو مزيج لألوان الطيف يبلغ حوالي (550 نانومتر) وبالتالي فأن المجهر الضوئي لايسمح بتمييز نقطتين بينهما مسافة أقل من (0,2 مايكرومتر) وتبدو كنقطة واحدة، أي أن المجهر يسمح برؤية العضيات التي يزيد حجمها عن (0,2 مايكرومتر).





المجهر الضوئي

أنواع المجهر الضوئي:

لقد أمكن تطوير نماذج مختلفة من المجاهر الضوئية لكل منها استخداماته الخاصة في الدراسات الخلوية نذكر منها:

1- المجهر ذو القعر المضئ – Light Field Microscope:

ويستخدم فيه الضوء المرئي لفحص العينات الشفافة الملونة وغير الملونة وهو أكثر المجاهر أستخداماً.

2- مجهر الأطوار المتباينة – Phase Contrast Microscope:

يعمل هذا المجهر على أساس أن الأجزاء المختلفة لها معاملات انكسار مختلفة للضوء، فأجزاء الخلية (عضياتها) لها معاملات انكسار مختلفة للضوء عندما يسقط بزاوية معينة فأن الأجزاء المختلفة للخلية تعكس وتكسر الضوء بدرجات مختلفة وتعطي معاملات انكسار مختلفة فبعضها يبدو مضيئ وأخرى أقل إضاءة وبالتالي تتباين الإضاءة المنبعثة من الأجسام المختلفة وهذا يؤدي إلى إعطاء تباين الخلفيات. يستخدم هذا المجهر بشكل واسع في فحص ودراسة الخلية الحية.

3- مجهر الأشعة السينية – X – Ray Microscope:

يستخدم هذا المجهر لدراسة النماذج (العينات) السميكة وتفوق قوة تكبيره قوة تكبير المجهر الضوئي العادي بـ (25) مرة.

4- المجهر ذو الحقل (القعر) المظلم – Dark Field Microscope:

وهو نوع من أنواع المجاهر الضوئية وفيه يتم التحكم في الضوء إذ يكون على هيئة حلقة حول العينة المراد رؤيتها، ويعتبر هذا المجهر مناسب لفحص الكائنات الصغيرة جداً المكورة والمنحصرة، وأساس استخدامه في دراسة الخلايا الحية لأنه يساعد على ظهور العضيات الخلوية المتباينة في قابليتها لكسر الضوء الساقط عليها.

والفرق بين المجهر ذو القعر المظلم وبين المجهر المتباين الأطوار هو أن حزمة الضوء في مجهر الحقل المظلم تطون بزاوية واحدة أما في مجهر تباين الأطوار فيكون سقوط الضوء بزوايا مختلفة، في مجهر الحق المظلم لانحتاج إلى عملية صبغ العينات ونعتمد على تفاوت الكثافات البسيطة جداً في أجزاء الشئ الواحد حيث نقوم بتثبيت الشئ والتحكم في زاوية سقوط الضوء.

5- المجهر المفلور (الفلورسيني) – Fluorescent Microscope:

هو من المجاهر الحديثة التي حسنت كثيراً من القدرة الإيضاحية، وتستعمل فيه الأشعة فوق البنفسجية كمصدر للضوء معتمداً على مبدأ هو أن الأشعة فوق البنفسجية Ultraaviolet ترتد بلون لامع إذا اصطدمت بمادة مفلورة، ويسمح هذا المجهر بقياس كثافة وتوزع بعض المركبات الكيميائية المفلورة داخل الخلية والتي تمتص هذا النوع من الأشعة امتصاصاً شديداً كقياس تركيز الأحماض النووية وتوزعها في الخلية.

المجهر الإلكتروني – Electron Microscope:

مجهر يستخدم شعاعاً من الإلكترونات بدلاً من أشعة الضوء لتكبير الأجسام. وقد أصبح المجهر الإلكتروني أداة مهمة للأبحاث في علوم الأحياء، الكيمياء، والطب. أستخدم العلماء المجهر الإلكتروني لرؤية الأشياء بالغة الصغر كالبكتريا والفايروسات.

ساعد التطور في المجهر الإلكتروني كأداة بصرية عام (1940م) في الحصول على قوة تكبير تتجاوز (100000 مرة)، ويسمح المجهر الإلكتروني تمييز المسافة بين نقطتين محصورتين بين (1 – 5 أنكستروم) وهذا ضاعف قوة تكبير آلاف المرات بالمقارنة بالمجهر الضوئي. ويمكن تلقي الصورة المكبرة التي تعطيها على شاشة مفلورة كشاشة التلفاز وكذلك يمكن طباعتها على صفائح تصوير فوتوغرافي. وعادة تكون الموجات الضوئية قصيرة جداً حيث تؤمن قوة فاصلة تصل إلى (4 أنكستروم)، وقوة تكبير تتراوح بين (2000 – 600000 مرة) وهذه القوة أفضل مما في المجهر الضوئي العادي.

وعادة معظم جزيئات المادة الحية الكبيرة تقع ضمن مجال الرؤية بالمجهر الإلكتروني لأن أبعادها تتراوح بين (10 و100 أنكستروم) فقطر جزيئة الـ DNA يبلغ (20 أنكستروم) وجزيئات البروتين ذات قطر (50 – 100 أنكستروم).

* وكون هذه التقنية ذو علاقة وطيدة مع العديد من العلوم مثل علم الأمراض وعلم الأنسجة وعلم الخلية وغيرها من العلوم الأخرى كان لابد من تعريف بعض هذه العلوم:

علم الخلية – Cytology: وهو العلم الذي يدرس الخلايا من حيث التركيب والشكل والوظيفة.

علم الأنسجة – Histology: وهو العلم الذي يدرس التراكيب المجهرية لكل من الخلايا والأنسجة والأعضاء التي يتكون منها الكائن الحي.

علم الخلية – Cytology

- يشمل دراسة التركيب البنائي للخلية التي تتكون منها أجسام الكائنات الحية ووظيفة كل جزء فيها .
- أول من استخدم كلمة خلية Cell هو العالم روبرت هوك عام 1665 م باستخدام المجهر الضوئي .
- تطور العلم باستخدام المجهر الالكتروني.
- يرتبط علم الخلية بدراسة :
  - العمليات الكيميائية الحيوية Biochemistry .
  - وراثة الخلية Cytogenetics .
  - الأنسجة Histology .

الخلية : هي وحدة البناء والوظيفة في الكائن الحي وتختلف الخلية حسب تراكيبها فمنها وحيدة الخلية كالأوليات ومنها كائنات عديدة الخلايا . تتم التفاعلات الكيميائية الحيوية للكائن الحي في الخلية . وأن كل خلية حية تنشأ من خلية أخرى بالانقسام . تحتوي الخلية على المعلومات الوراثية التي تورث من جيل إلى جيل .

وظائف الخلية :

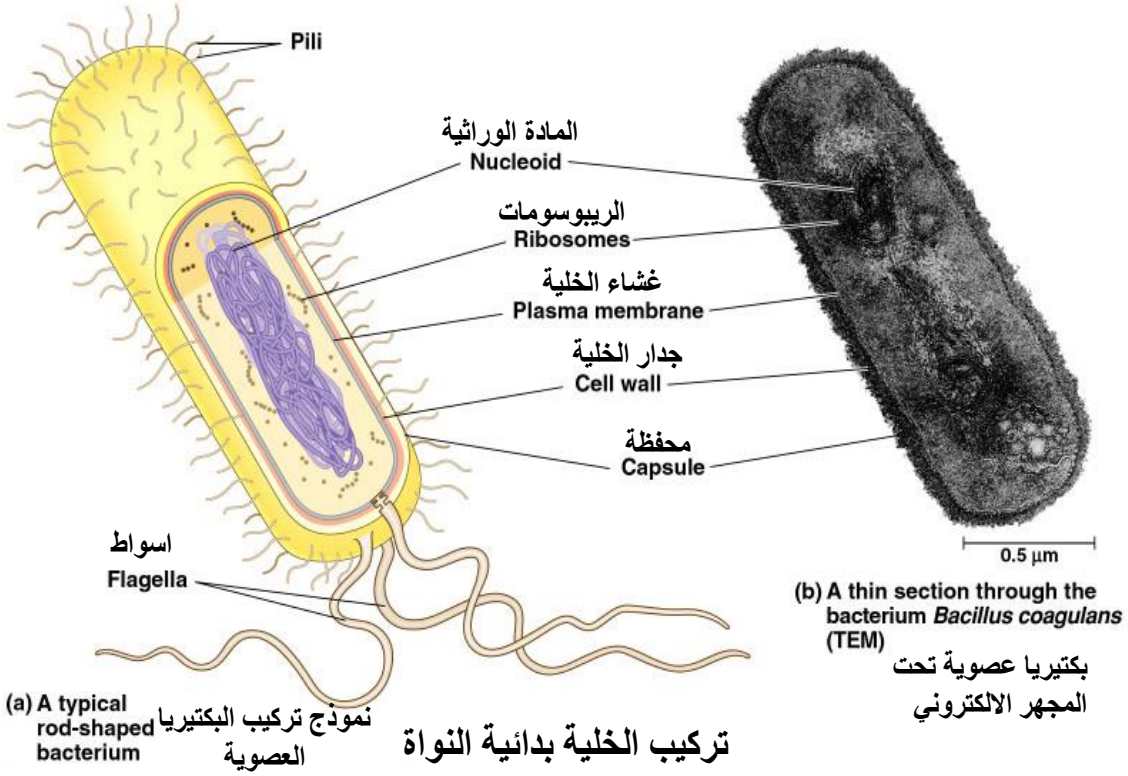
1- تبادل المواد مع البيئة التي تحيط بالخلية ، حيث تحصل الخلية على أحتياجاتها من بيئتها الخارجية وتلقى إليها بفضلاتها وإفرازاتها .
2- التنفس للحصول على الطاقة اللازمة لفعاليات الخلية .
3- النمو والتكاثر .

التركيب الأساسي للخلايا : تتكون الخلية من

1- غشاء الخلية Cell membrane .
2- المادة الوراثية و تتكون من الحمض الرايبوزي منقوص الأوكسجين DNA .
3- السايتوبلازم Cytoplasm : و يشتمل على العضيات Organelles .

أنواع الخلايا الرئيسية :

1- الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes
2- الخلايا بدائية النواة Prokaryotes



تركيب الخلية بدائية النواة

*** تركيب الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes :**

تشترك بـ :

1- يحيطها غشاء خارجي، و تحتوي على سايتوبلازم ونواة .

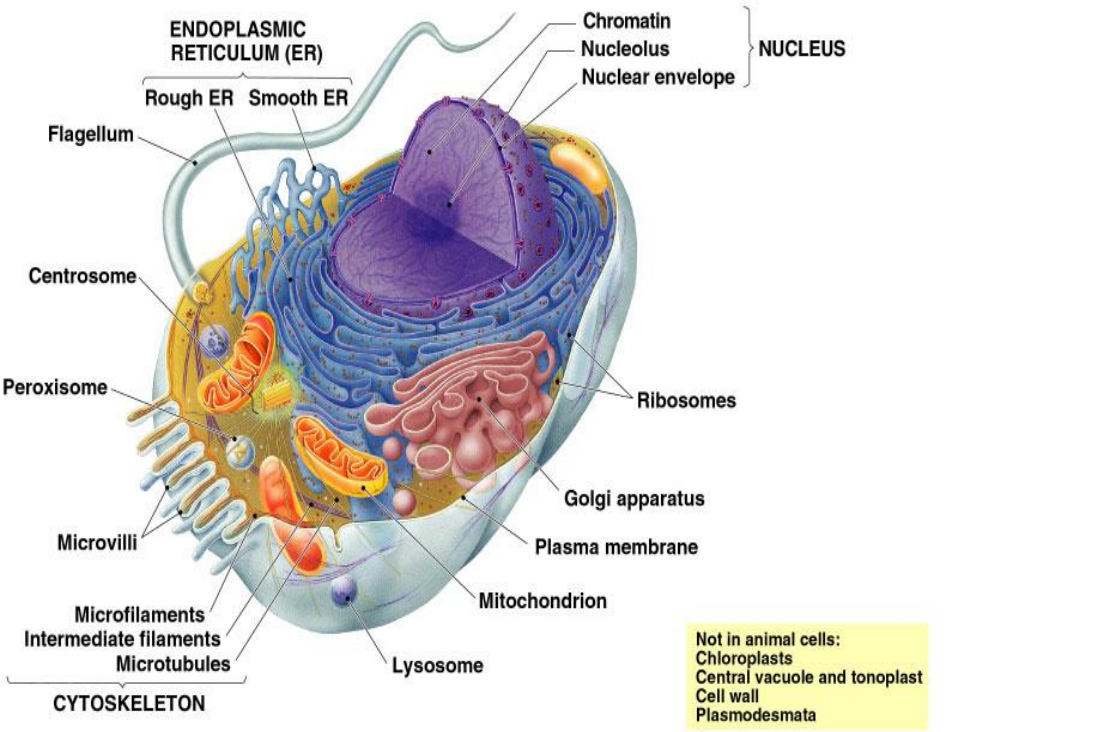
2- تحتوي على نفس الإنزيمات .

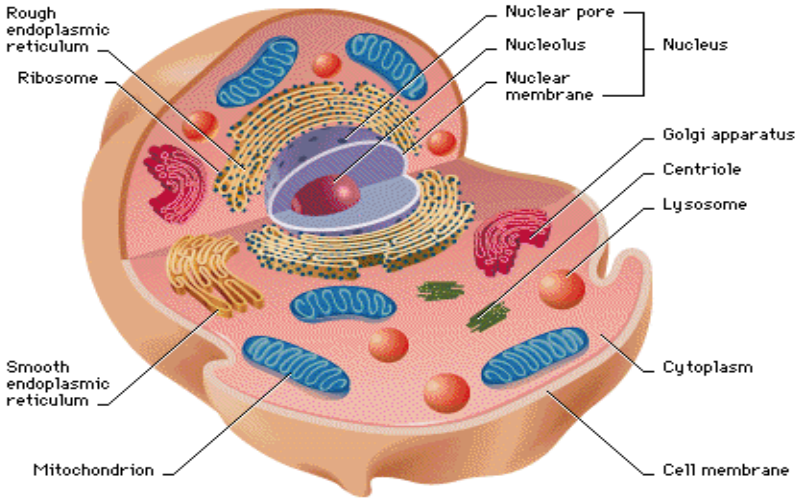
3- تحتوي على نفس النوع من المادة الوراثية DNA .

و تختلف من حيث :

1- الوظائف .

2- العضيات organelles المتخصصة التي تقوم بتلك الوظائف ، ويوجد أكثر من 200 نوع من الخلايا مثل الخلايا العصبية و العضلية و الدموية.... الخ .





تركيب الخلية

1- غشاء الخلية – Cell membrane :

هو غشاء رقيق جداً أختياري النضوحية يحيط بالخلية يسمح بمرور بعض المواد من خلاله ويمنع مرور مواد أخرى ، ويتكون من طبقتين من مادة دهنية فوسفاتية Phospholipids وهي مغطاة بالبروتين من كلا الجانبين إضافة إلى أنه يشكل جزءاً من مكونات الغشاء البلازمي ، وأن غشاء الخلية يكون حوالي (40 – 90%) من مجموع كتلة الخلية وله دور كبير في التأثير على الفعاليات البايولوجية للخلية والأجهزة الموجودة في جسم الكائن الحي وهو ضروري لأن يتم من خلاله تنظيم عملية النفوذية المنتخبة Selective permeability من وإلى الخلية .

2- النواة – Nucleus :

جسم كروي الشكل كبيرة الحجم ولها علاقة بالشكل العام للخلية فهي كروية الشكل بالخلايا المستديرة ومستطيلة الشكل في الخلايا المستطيلة أو غير منتظمة كما في أنوية كرات الدم البيضاء ، وغالباً مانجد نواة واحدة كما يمكن أن نجد نواتين أو أكثر في الخلية كما في بعض خلايا الكبد أو بعض خلايا العظم ، يحيطها غشاء نووي Nuclear membrane مكون من طبقتين من الأغشية يفصلهما مسافة (20–40 نانومتر) . يندمج الغشاءان في أماكن عديدة لتكوين ثقوب نووية أو المسام nuclear pores التي لها دور في تبادل المواد بين النواة والسايتوبلازم وتتكون من جزيئات الحامض النووي الرايبوزي منقوص الأوكسجين DNA توجد على هيئة خيوط ومرتبطة ببروتينات خاصة لتكون الكروموسومات chromosomes أوالكروماتين chromatin .

تحتوي النواة على :

– **النوية nucleolus** : وهي جسم كروي الشكل يحتوي على الحامض الرايبوزي RNA وتتعدد في بعض الخلايا التي تمر بدور النمو وتكون النوية مصدراً لـ RNA الخاص بالرايبوزمات وهي مكان تكوين الرايبوسومات .

– **الغشاء النووي – Nuclear Membrane** : غشاء يحيط بالنواة ويحفظ مكوناته ويتخلله ثقوب صغيرة جداً تسمح بأتصال مباشر بين محتويات النواة وسايتوبلازم الخلية وبالتالي تنظم تبادل حركة المواد والأيونات بين النواة والسايتوبلازم ويتكون الغلاف النووي من غشائين داخلي وخارجي ، يتصل بالغشاء الخلوي عن طريق قنوات الشبكة الأندوبلازمية .

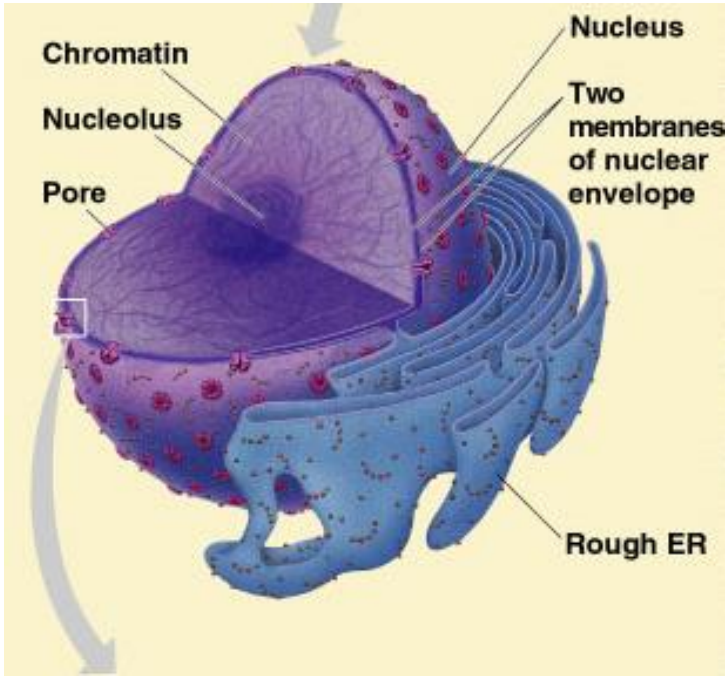
*** وظائف النواة:**

1- احتواء المادة الوراثية وتوارثها من خلية إلى أخرى بواسطة الانقسام
2- تنظيم نشاط الخلية

3- السايتوبلازم – Cytoplasm :

عبارة عن المادة أو الوسط التي تنغمس فيه النواة والأجزاء الخلوية الأخرى (العضيات) ويتكون من :

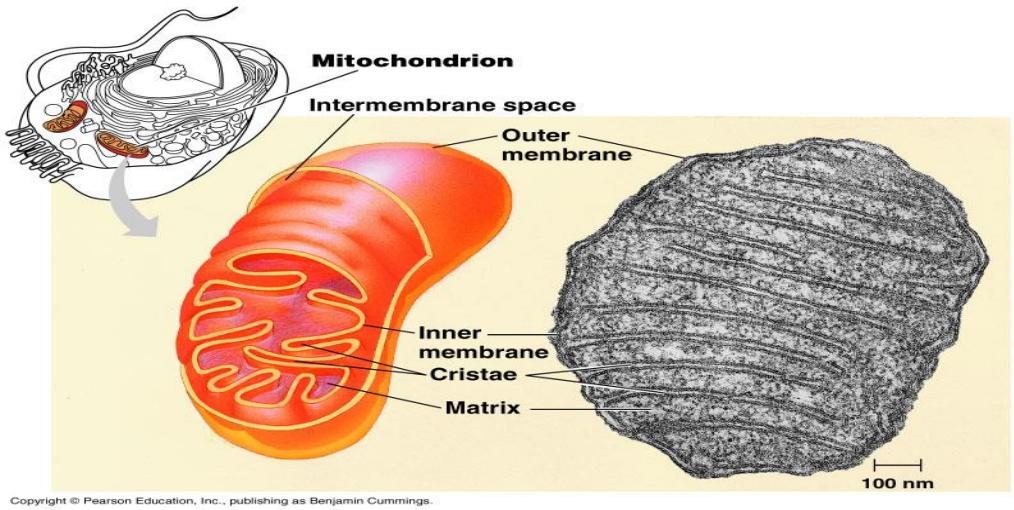
1- الماء .
2- جزيئات عضوية وغير عضوية .
3- العديد من العضيات (الشبكة الاندوبلازمية، الميتوكوندريا، جهاز كولجي وغيرها) .



الغلاف النووي المكون من غشائين

4- المايتوكندريا (المتقدرات) – Mitochondria :

وهي تراكيب كروية أو بيضوية أو أصبعية الشكل يتراوح حجمها بين (0,2 – 12 مايكرومتر) ، للمايتوكوندريا غشائين تحيط بـ Matrix وهما خارجي أملس وداخلي متعرج بشكل طيات تدعى الأعراف ويتناسب عدد الأعراف مع كمية الطاقة اللازمة لتلك الخلية ، ويختلف عدد المايتوكوندريا من خلية إلى أخرى ومن نسيج إلى أخر فكلما زادت حاجة الخلية إلى الطاقة كلما زاد عدد المايتوكوندريا وحجمها فمثلاً تحتوي خلية الكبد على (2500) متقدرة بينما تحتوي خلية النطفة على (20 – 24) متقدرة ولاتوجد المتقدرات في الجراثيم وبعض الطحال ، ويعتبر من بين أكبر عضيات الخلية حجماً وتعتبر وحدات التوليد الرئيسة للطاقة في الخلية ، حيث تقوم بتكوين جزيئات ثالث فوسفات الأدينوسين ATP . ويعتقد أن المايتوكوندريا تحتوي على الأحماض النووية الخاصة بها (DNA) تختلف عن الأحماض الموجودة في النواة لذلك فأن لها القدرة على صنع البروتينات كما يمثل نظام ثاني لوراثة الخلية .



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

5- الشبكة الأندوبلازمية (الهيولية) – Endoplasmic reticulum :

هي عبارة عن شبكة من النبيبات الغشائية في سايتوبلازم الخلية وهي أما خشنة أو ناعمة المظهر وتسمى بالخشنة بسبب وجود الرايبوسومات .

أ- الشبكة الهيولية الخشنة – Rough endoplasmic reticulum :

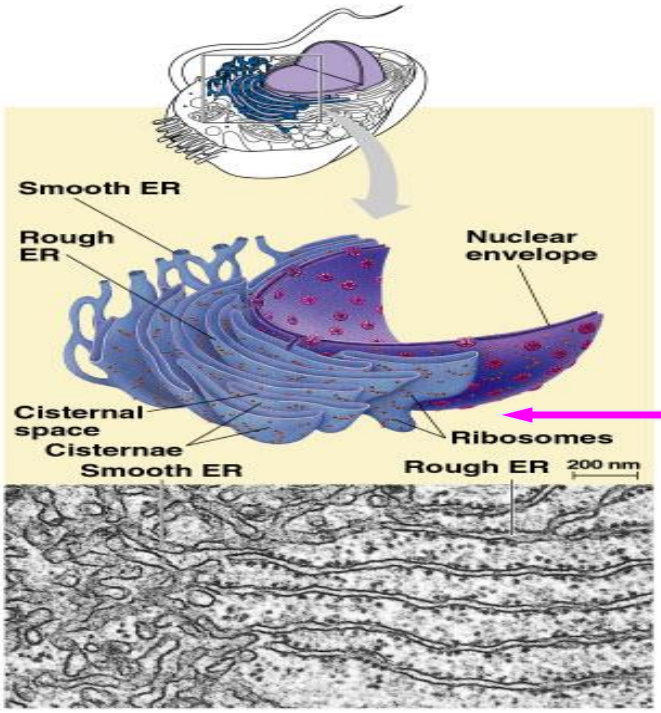
تتكون من صهاريج تنتشر عليها أعداد كبيرة من الرايبوسومات تعمل كمركز لبناء وتكوين البروتينات وتتصل أغشيتها بالغشاء الخارجي لغلاف النواة . يكون حجمها كبيراً في الخلايا التي تصنع البروتين المعد للإفراز خارج الخلية .

ب- الشبكة الهيولية الملساء – Smooth endoplasmic reticulum :

تتكون من أنابيب وقنوات متشابكة ولايلتصق بها رايبوسومات ، تعمل على نقل المواد المصنوعة داخل نفسها كما تساهم في بناء المواد الدهنية وبعض مكونات الخلية الأخرى كأجسام كولجي ، يكون حجمها كبيراً ويختلف بأختلاف أنواع الخلايا .

الرايبوسومات :

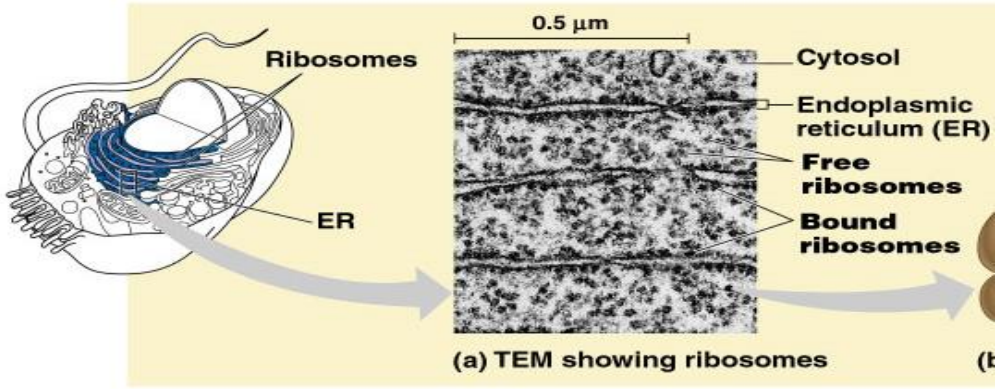
تتكون من الحمض النووي الرايبوزي الرايبوسومي وبروتين أكثر العضيات عدداً في الخلية (Protien + rRNA) ، تتكون الرايبوسومة الواحدة من وحدتين أحداهما كبيرة RNA (65%) والأخرى صغيرة (بروتين 35%) ولا تتحد إلا عند تخليق الببتيدات المتعددة (البروتينات) . توجد بأعداد كبيرة في الخلايا التي تصنع البروتينات .



الغلاف النووي

الريبوسومات مرتبطة بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة

الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum

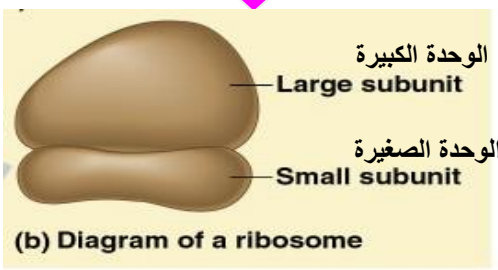


الشبكة الاندوبلازمية

ريبوسومات حرة

ريبوسومات مرتبطة

الريبوسومات تحت المجهر الالكترونى



تركيب الريبوسومة

6- جهاز كولجي Golgi complex :

عبارة عن مجموعة من الشعيرات أو الخيوط الناعمة تشكل شكلاً شبيهاً بالشبكة أو الصفائح أو الأغشية داخل سايتوبلازم جميع الخلايا الحية إلا أنها تكون أكبر حجماً ومملؤة بالمواد الإفرازية في الخلايا ويقوم بتركيز الأنزيمات الحالة التي تطرح إلى السايتوبلازم ولذلك يعتبر منشأ لتكوين الجسيمات الحالة (اللايسوسومات) .

7- الجسيمات الحالة (اللايسوسومات) – Lysosms :

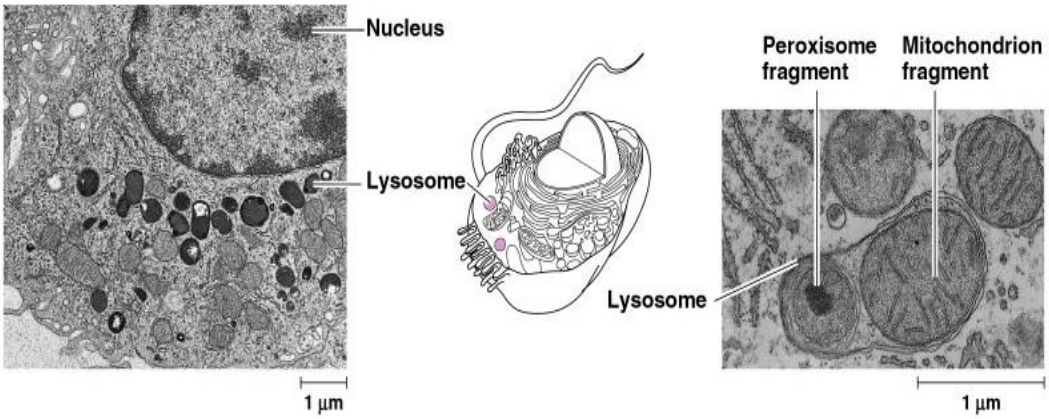
عبارة عن تراكيب غشائية غير منظمة تتكون في جهاز كولجي ، يتراوح قطرها بين (100 – 800 نانومتر) تحتوي أنزيمات حالة متعددة تعمل على تحليل للمواد الكاربوهيدراتية والبروتينية والدهنية والفوسفات العضوية والأحماض النووية DNA و RNA .

وظائفها :

أ-جهاز تنظيم الخلية لقابليتها على تحليل المواد وبعض الأجزاء الخلوية التي لاتحتاجها الخلية.

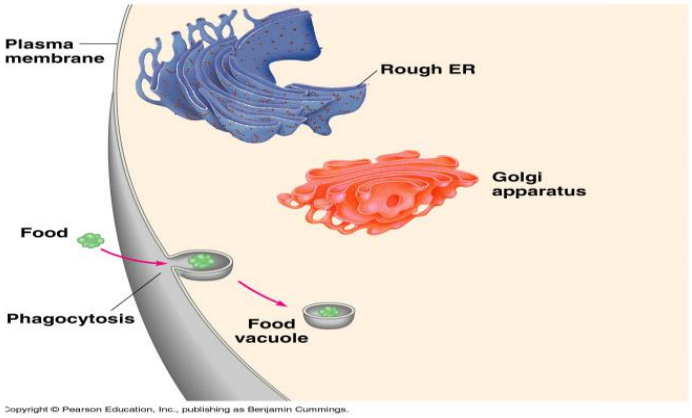
ب- لها القابلية على تحرير الهورمونات من الحويصلات التي تحتويها كما في الغدة الدرقية .

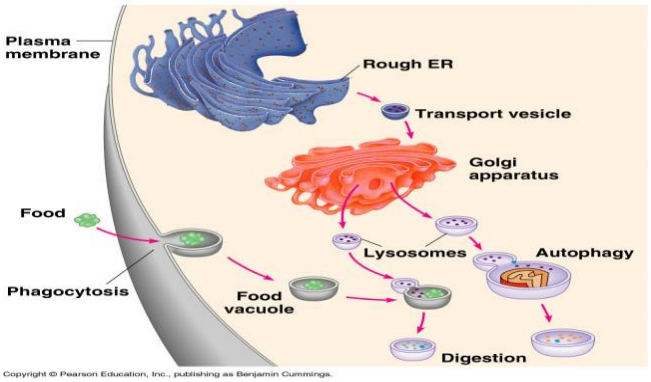
جـ- التخلص من البكتريا البلعمية من قبل الخلية .



(a) Lysosomes in a white blood cell

(b) A lysosome in action





تكوين الليسوسومات

دراسة الأنواع المختلفة للخلايا والأنسجة الحيوانية :

أنواع الأنسجة الحيوانية :

1- النسيج الظهاري أو الطلائي Epithelial Tissue : وهو النسيج الذي يغطي ويبطن الأعضاء .

2- النسيج الضّام Connective Tissue : وهو النسيج الذي يوفر الدعم Support والربط Adhesion والعزل Insulation والاتصال Attachment بين الأعضاء.

3- النسيج العصبي Nervous Tissue : وهو المسؤول عن الاتصال ونقل المعلومات في البيئة الداخلية وبين البيئة الخارجية للجسم والبيئة الداخلية.

4- النسيج العضلي Muscular Tissue : وهو المسؤول عن القوة والحركة الضرورية للحياة .

النسيج الظهاري

إن النسيج الظهاري ينجز عدة وظائف مثل: الحماية Protection ، الامتصاص Absorption، الإفراز Secretion ويصنف النسيج الظهاري حسب شكل الخلايا وعدد الطبقات إلى ثلاث أنواع رئيسة :

1- النسيج الظهاري الحرشفي Squamous Epithelial Tissue

أ- النسيج الظهاري الحرشفي البسيط Simple Squamous Epithelial Tissue

مثل الخلايا المبطنة للاسناخ الهوائية (خلايا مفلطحة) .

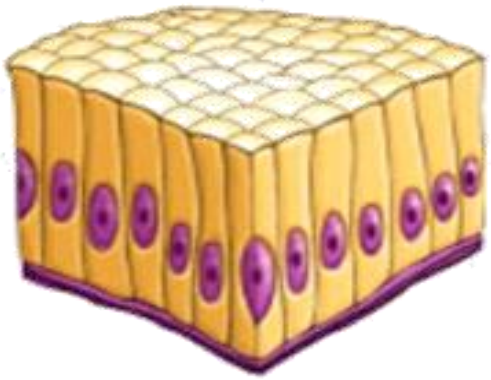
ب- النسيج الظهاري الحرشفي المتعدد Stratified Squamous Epithelial Tissue

يتكون من عدة طبقات من الخلايا، مثل خلايا البشرة (الجلد) والخلايا المبطنة لفتحات الجسم .

2- النسيج الظهاري المكعب Cuboidal Tissue : وهي خلايا مكعبة الشكل وفعالة في الإفراز والامتصاص . ومن الأمثلة عليها الخلايا المبطنة للغدد وانيبيبات الكلية (نسيج مكعب بسيط) .

3- النسيج الظهاري العمودي Columnar Tissue : وهو خلايا عمودية الشكل تبطن مناطق الجهاز الهضمي وعادة لها زغابات دقيقة Microvilli التي تزيد من مساحة الامتصاص لبطانة القناة الهضمية، كذلك توجد في بطانة القناة التنفسية العليا . ونظراً لانضغاط النواة تظهر على شكل طبقات متعددة كاذبة من النسيج (نسيج عمودي متعدد كاذب) Pseudo Stratified Columnar Tissue ويكون له أهداب .

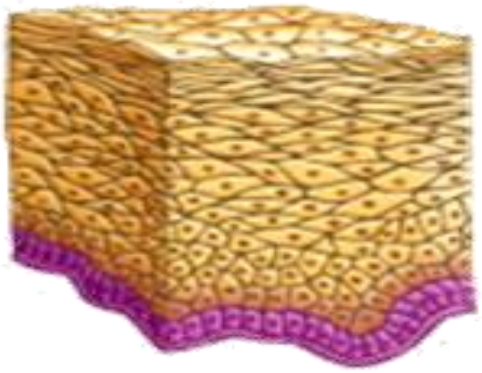
النسيج الظهاري الحرشفي البسيط



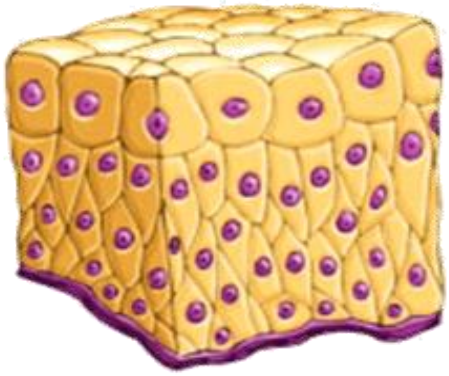
النسيج الظهاري العمودي البسيط

النسيج الظهاري المكعب البسيط

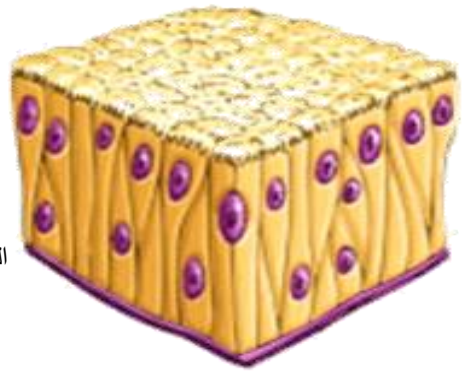
<u>ملاحظة :</u> هنالك نوع آخر من الأنسجة وهو النسيج الظهاري المتعدد الانتقالي Stratified Transitional Epithelial Tissue وخلاياه ظهارية حرشفية أو مكعبة لها القدرة على تغيير حجمها حسب تمدد جدارها وتوجد في المثانة والحالبين .



النسيج الظهاري الحرشفي المتعدد

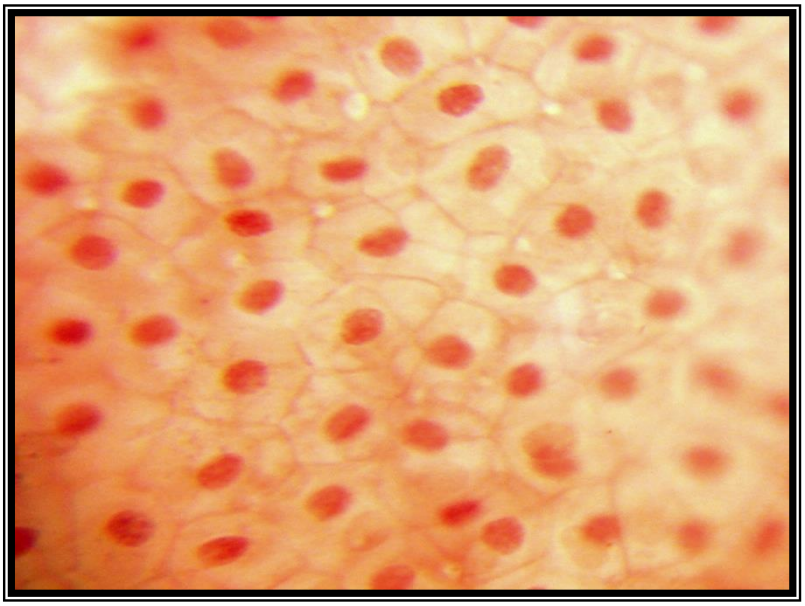


النسيج الظهاري المتعدد انتقالي

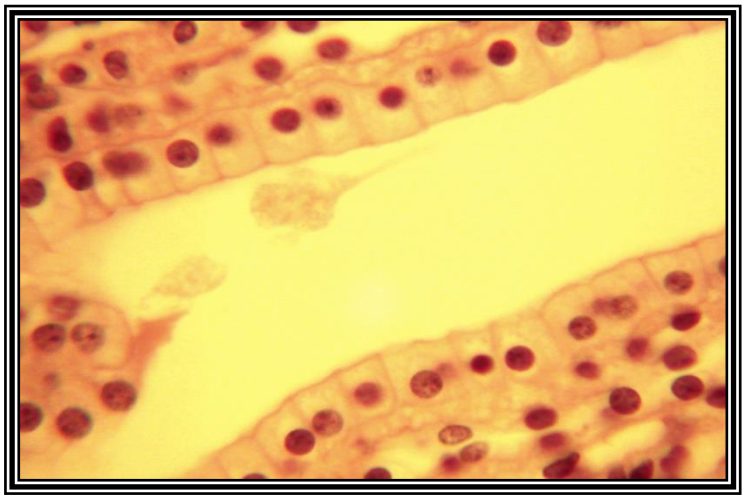


النسيج الظهاري العمودي متعدد الكاذب

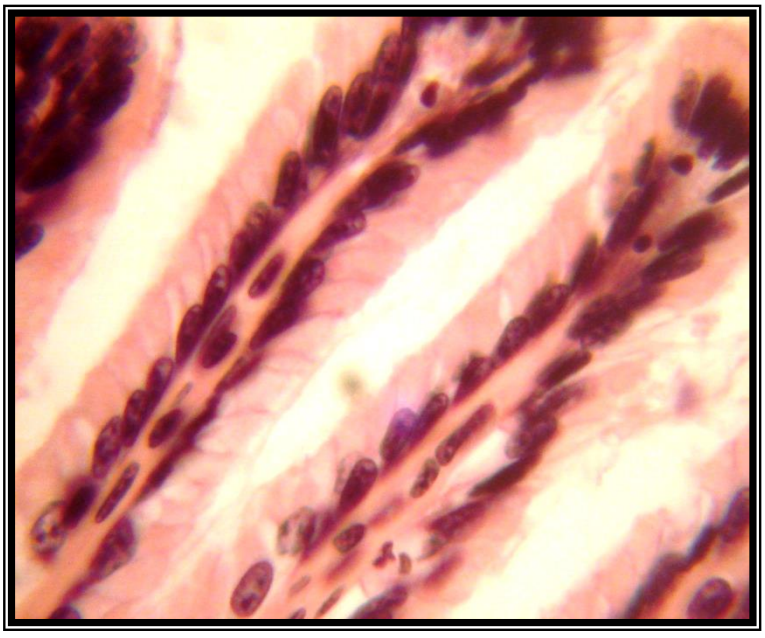
حرشفي بسيط



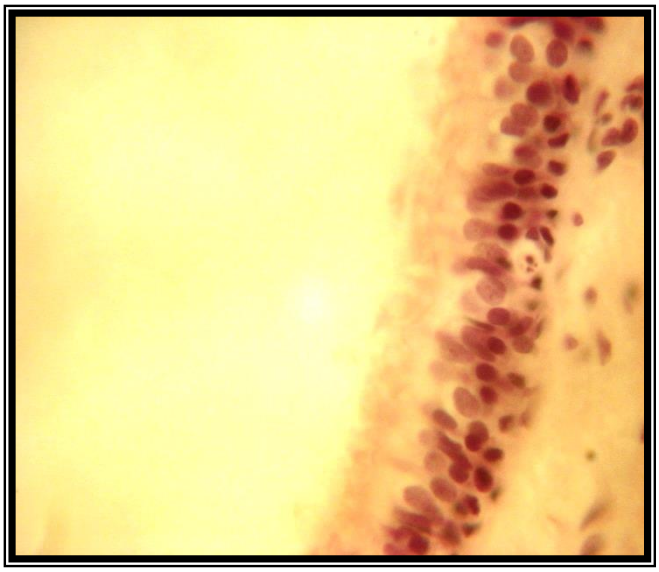
مكعب بسيط

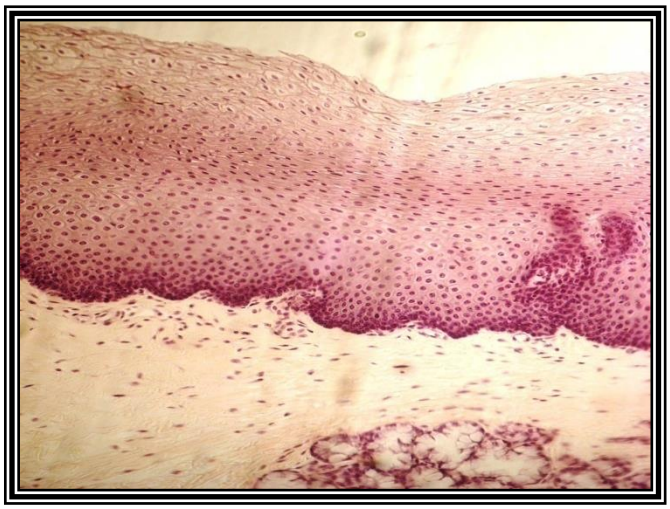


عمودي بسيط



عمودى انتقالى

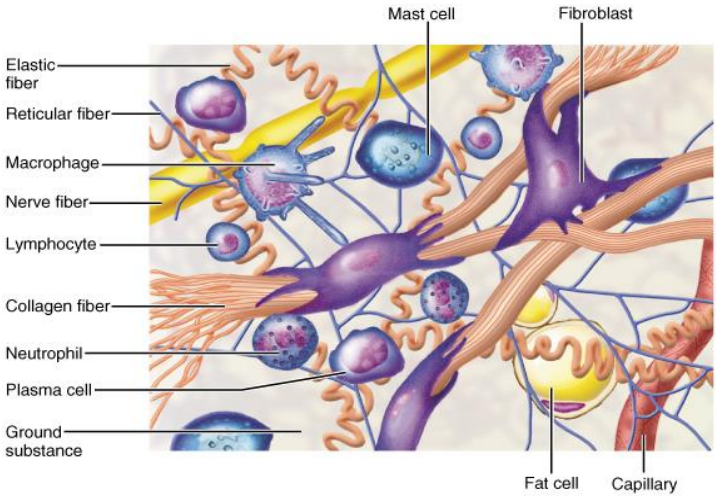




حرشفي متعدد

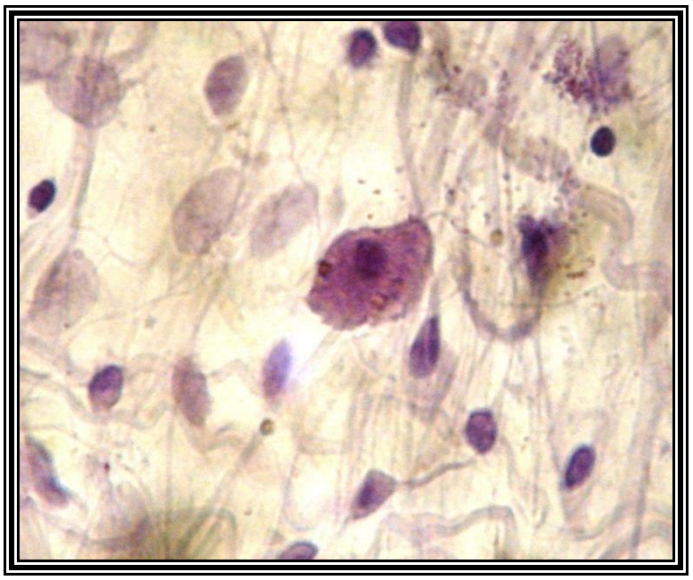
النسيج الضّام – Connective Tissue :

إن النسيج الضام يتكون من خلايا مغمورة في مادة غير حية (غير خلوية) تدعى المادة خارج الخلايا Extracellular matrix التي تتكون من ألياف Fibers ومادة أساس Ground substance .



أنواع النسيج الضام :

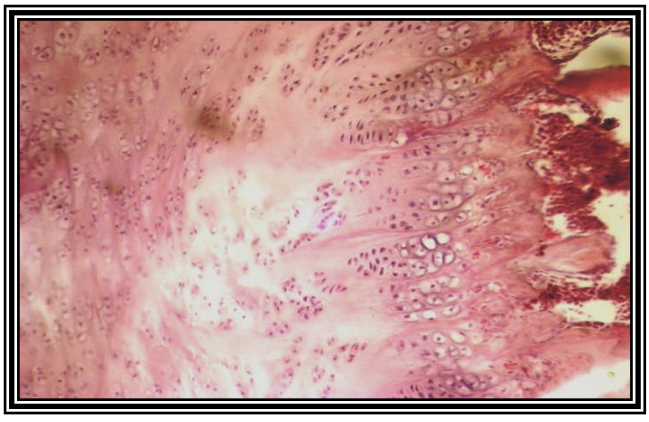
1- النسيج الضام الراخي أو الرخو Loose connective Tissue : ويتكون من خلايا شبكية Fibroblast وبعض الخلايا الدهنية والخلايا البيض مع شبكة من ألياف راخية (مطاطة) Elastic Fibers والكولاجين Collagen ويوجد في مناطق تحت الجلد .



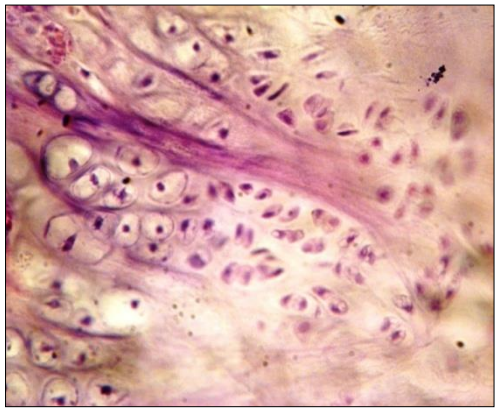
2- **النسيج الضام الكثيف Dense Connective Tissue** : ويتكون من خلايا شبكية Fibroblast مع شبكة كثيفة من ألياف مطاطة Elastic Fibers والكولاجين . ويوجد في الأربطة Ligaments والأوتار Tendons .

3- **النسيج الدهني Adipose Tissue** : يتكون من خلايا دهنية Adipocytes ويوجد تحت الجلد وبين العضلات وحول الأعضاء الداخلية والمفاصل .

4- **النسيج الغضروفي Cartilage Tissue** : يتكون من خلايا غضروفية Chondrocytes وألياف دقيقة من الكولاجين . ويوجد في الأذن والمفاصل ونهايات العظام وحلقات القصبة الهوائية وهيكل الجنين. وهو على ثلاث أنواع (المرن والليفي والزجاجي أو الشفاف) .

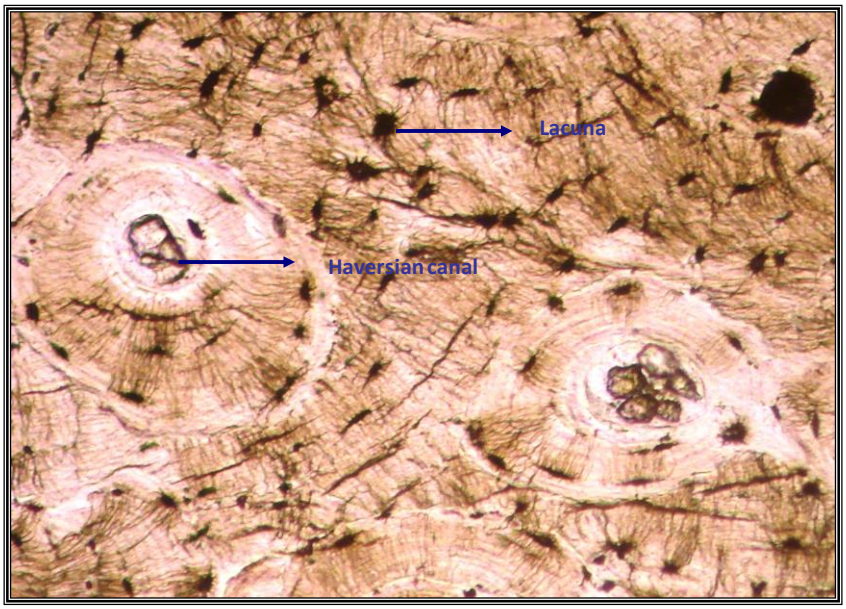


نسيج غضروفي ليفي



5- **النسيج العظمي Bone Tissue** : يتكون من خلايا عظمية Osteocytes مع خلايا هادمة للعظم Osteoclasts وخلايا بانية للعظم Osteoblasts وألياف الكولاجين وبعض

المعادن. وتوجد العظام في الهيكل العظمي وقد تكون مسطحة كما في الجمجمة والأضلاع، أو طويلة كما في الأطراف .



6- **الدم Blood Tissue** : ويتكون من خلايا الدم الحمر والبيض والأقراص الدموية مع سائل البلازما ويوجد في الأوعية الدموية التابعة لجهاز الدوران .

7- **النسيج الضام الشبكي – Reticular C.T.** : يتألف من خلايا كبيرة ذات زوائد متفرعة لها القابلية على توليد ألياف شبكية، وتتميز بقدرتها على التغير إلى أصناف متعددة وكذلك ابتلاع الأجسام الغريبة والقضاء عليها Phagocytosis كما في العقد اللمفاوية والطحال .

النسيج العصبي – Nervous Tissue :

يتكون من الخلايا العصبية Neurons والخلايا الساندة Neuroglia . والخلايا العصبية تعمل اتصالات وتستلم المعلومات عن البيئة الخارجية والبيئة الداخلية لجسم الكائن الحي وتنقلها إلى المراكز العصبية العليا ثم تنقل الاستجابات ورد الفعل عليها إلى مختلف أنحاء وأعضاء الجسم. أما الخلايا الساندة فإنها تساعد هذه الخلايا في أداء وظيفتها .

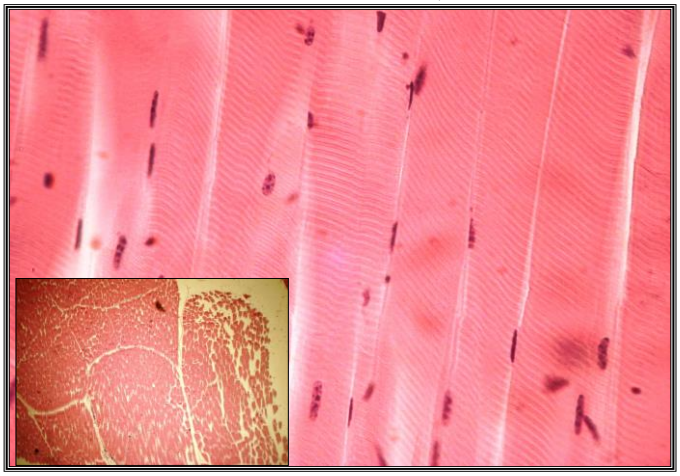
الخلايا العصبية لها جسم نجمي الشكل ولها تفرعات شجرية Dendrites تسلم المعلومات إلى جسم الخلية من محيطها ولها محور ينقل المعلومات إلى الخلايا العصبية الأخرى عن طريق انتقال النبضة العصبية (جهد الفعل) كهربائياً على طول المحور ثم عند وصولها إلى نهايته يتم إفراز الناقلات العصبية Neurotransmitters إلى الفجوة الاشتباكية ثم ينتقل جهد الفعل إلى الخلية العصبية الأخرى ..... الخ . وهكذا إلى أن تصل المعلومات إلى المراكز العصبية العليا.

النسيج العضلي – Muscular Tissue :

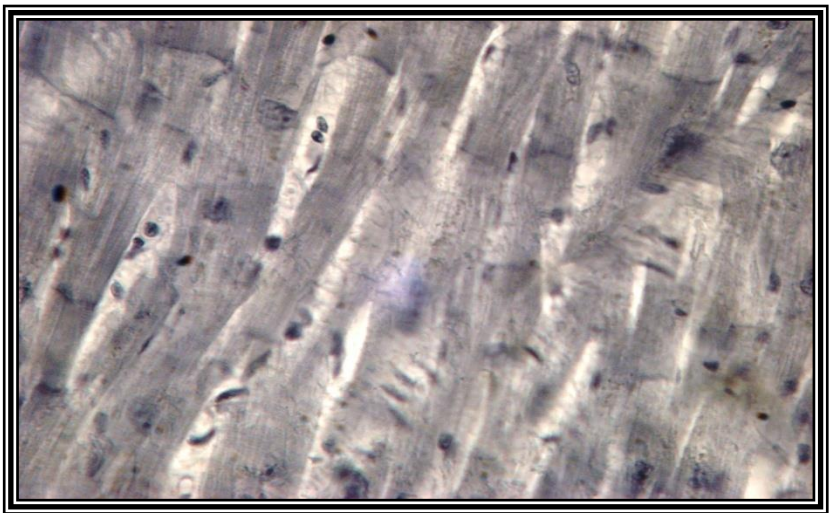
وهو النسيج المسؤول عن الحركة الإرادية وغير الإرادية لأعضاء الجسم، وتتميز الخلايا العضلية باحتوائها على عدد كبير من المتقدرات Mitochondria الضرورية لإنتاج الطاقة اللازمة للتقلص والانبساط، كذلك تحتوي على عدة أنواع من البروتينات المتقلصة Contractile protein .

والخلايا العضلية (المتقلصة) تكون على ثلاث أنواع :

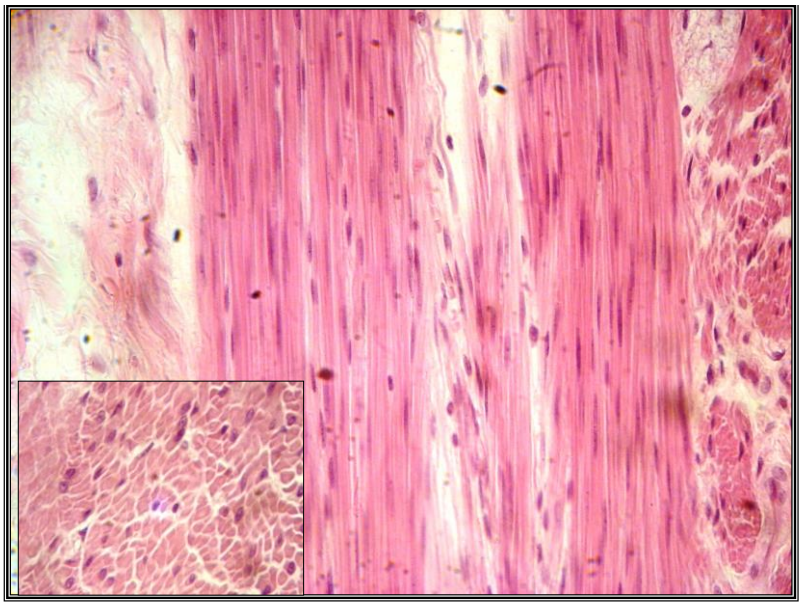
1- **الخلايا الهيكلية المخططة – Skeletal Muscle** : وتتكون من خلايا مغزلية طويلة مع عدة أنويه ، وتبدو تحت المجهر مخططة بسبب خيوط بروتينات الاكتين Actin والميوسين Myosin ، وهي مسؤولة عن الحركات الهيكلية الإرادية .



2- **الخلايا العضلية القلبية – Cardiac Muscle** : توجد فقط في القلب وهي مخططة لكن بنواة واحدة، وهذه الخلايا مترابطة كهربائياً (وظيفياً) وهذا يجعلها تعمل كوحدة واحدة وهذا يزيد من كفاءة ضخ الدم من القلب. وهي تعمل لاإراديا.



3- الخلايا العضلية الملساء – Smooth Muscle : وتعمل لاإرادياً وتتقلص ببطء، وتوجد في بطانة القناة الهضمية (جدار القناة الهضمية) وفي جدران الأوعية الدموية وغيرها من الأحشاء .



الدم – Blood :

يعتبر الدم نسيج ضام في حالة سائلة ، يشكل الماء مادة رئيسية فيه . يتألف الدم من سائل البلازما ومن خلايا مختلفة الأنواع تتحرك بأستمرار من مكان لآخر لكل منها ووظائف محددة في الجسم ، ويشكل الدم عند اللبائن (7 – 8%) والطيور (7,7%) والأسماك العظمية (2,5%) من وزن الجسم .

ويشكل بلازما الدم حوالي (45 – 65%) من حجم الدم الكلي ويحتوي على ماء وأملاح عضوية وغازات وبروتينات وخمائر وسكريات وإنزيمات وهرمونات ودهون وفيتامينات وأيونات .

تكون خلايا الدم على ثلاثة أنواع هي :

أ- خلايا الدم الحمر RBC (Erythrocytes Red Blood Cell) .

ب- خلايا الدم البيض WBC (Leucocytes White Blood Cell) .

جـ- الصفيحات الدموية .

وظائف الدم :

1- امتصاص ونقل المواد الغذائية من الجهاز الهضمي إلى أنسجة الجسم .

2- تنظيم درجة حرارة الجسم .

3- نقل الهرمونات والفيتامينات والإنزيمات .

4- تنظيم المحتوى المائي لجسم الطائر .

5- طرح الفضلات .

6- نقل الغازات التنفسية من الجهاز التنفسي إلى الأنسجة وبالعكس .

7- الدفاع عن الجسم ضد الجراثيم بواسطة كريات الدم البيضاء .

أنواع الخلايا :

1- كريات الدم الحمر :

هي خلايا قرصية في اللبائن يختلف شكلها من حيوان لآخر فهي مقعرة الوجهين في الإنسان والكلاب وتكون أقل تقعراً في الخيول والقطط ومسطحة الوجهين في المجترات ، والكرية الحمراء البالغة لاتحتوي على نواة بل تفقدها في المراحل الأخيرة لتكوينها أما في الطيور فتكون بيضوية الشكل ومحدبة الوجهين وحاوية على نواة وأكبر حجماً من مثيلاتها في الثدييات .

الكرية الحمراء تعمل على :

1- نقل الأوكسجين من الرئتين إلى خلايا وأنسجة الجسم المختلفة .

2- نقل ثاني أوكسيد الكاربون في الأتجاه المعاكس بمساعدة الهيموكلوبين .

الهيموكلوبين يتكون من بروتين الكلوبين globin (هو مادة بروتينية تخلق في الكبد) وصبغة الهيم Heme والأخير يتكون من الحديد ومشتقات صبغة البليرفرتين الحمراء التي تعطي اللون الأحمر للدم وعند تحلل الهيم يتحول البليرفرتين إلى البيلوروبين .

تعيش خلايا الدم الحمراء (120) يوم في الإنسان ويستبدل (1%) من مجموع الخلايا الحمراء في اليوم الواحد بعدها يصبح هشاشة في جدار الكرية حيث يتم تدمير كريات الدم الحمراء وتحليلها بواسطة خلايا البلعمة الموجودة في الكبد أو الطحال أو نخاع العظم .

العوامل المؤثرة على عدد كريات الدم الحمراء :

1- العمر : يكون في كبار السن عدد خلايا الدم الحمراء أكبر من صغار السن .
2- الجنس : في الذكور أعلى من الإناث .
3- التمارين الرياضية : يكون عدد خلايا الدم الحمراء أكثر من الإنسان الرياضي .
4- التغذية .
5- إدرار الحليب : البقرة ذات إنتاج الحليب العالي تكون خلايا الدم الحمراء أعلى .
6- دورة الشبق : تكون خلايا الدم الحمراء أعلى في حالة دورة الشبق .
7- السلالة .
8- درجة حرارة البيئة : عندما تكون درجات الحرارة عالية فأن خلايا الدم الحمراء تكون أعلى .
9- الأرتفاع عن سطح البحر : كلما أرتفعنا عن مستوى سطح البحر كلما تقل خلايا الدم الحمراء .

2- خلايا الدم البيض :

هي خلايا عديمة اللون مختلفة الحجم تحتوي كافة المكونات الخلوية الأعتيادية من نواة وبقية أجزاء الخلية وهي أهم مكونات الدم الفعالة ، ويتغير عددها باستمرار خلال اليوم ويتأثر عددها بالتغذية والتمارين والتخدير والأنفعالات (الابنفرين) وبقية حالات الإجهاد .

لخلايا الدم البيضاء دور مهم في الدفاع عن الجسم أثناء الإصابة بالأمراض من خلال هضم المسببات المرضية أو إنتاج المضادات المناعية ضد العدوى (Antibodies) .

وتقسم خلايا الدم البيضاء إلى قسمين :

أ- الخلايا البيضاء الحبيبية (Granulocytes) .
ب- الخلايا البيضاء اللاحبيبية (Agranulocytes) .

أ- **الخلايا البيضاء الحبيبية** – وتقسم إلى :

1- الخلايا العدلة – (Neutrophils) : وتدعى هذه الخلايا في الطيور بالخلايا المتغايرة (Hetrophilis) ، وتشكل 25 – 70% من كريات الدم ، تأخذ الصبغة المتعادلة وتكون نواتها مفصصة ، حركتها أميبية تدافع عن الجسم عن طريق البلعمة ، تزداد في حالة الالتهاب . وتبلغ نسبتها في الطيور (10 – 35%) في الجسم .

2- **الخلايا الحمضة (الحامضية) – Eosinophils** : يكون حجمها بنفس حجم الخلايا المتعادلة ، تشكل 2 – 8% من خلايا الدم البيضاء وتتميز بأن نواتها ثنائية الفصوص تأخذ

الأصباغ القاعدية وتكون حركتها نشيطة ويحتوي الهيولي أو السايتوبلازم على العديد من الحبيبات وتتكون في نخاع العظم ،لاتقوم بعملية البلعمة تزداد في حالات الحساسية وتقل في حالة الإجهاد في الطيور تكون نسبتها في الدم (1 –3%) .

3– الخلايا القعدة – Basophiles : حجمها مقارب للخلايا المتعادلة ، تشكل 1% من كريات الدم نواتها مفصصة على شكل حرف S تنشأ في خلايا نخاع العظم ويكون لونها أزرق ضعيف، تعمل على تخليق الهيبارين (مادة مانعة للتخثر) والهستاتين مادة مضادة للحساسية قابلية البلعمة ضعيفة أو معدومة .

ب– الخلايا البيض اللاحبيبية : لايحتوي سايتوبلازم الخلية على حبيبات نوعية كما وأنها تتميز بوجود نواة كروية أو بيضوية الشكل غير مفصصة وتقسم إلى نوعين وهما :

1– الخلايا اللمفاوية (اللمفوسايت) – Lymphocytes : هي خلايا كبيرة الحجم كثيرة الحجم في الأغنام والماعز كما تشكل النسبة الأكبر من خلايا الدم البيضاء في الدواجن ، حيث تشكل مابين (60 –80%) من العدد الكلي لخلايا الدم البيضاء ويختلف شكلها وحجمها بشكل كبير ويشكل السايتوبلازم حافة صغيرة حول النواة ويكون لونه قاعدي ضعيف في الخلايا اللمفاوية الصغيرة أما الخلايا اللمفاوية الكبيرة فانه يشكل جزءاً أكبر حول النواة وتكون النواة دائرية وتتكون في العقد اللمفاوية والطحال واللوزتين وتقوم بتكوين الأجسام المضادة ، ليس لها القابلية على البلعمة تزداد بزيادة ACTH .

2– الخلايا وحيدة النواة – Monocytes : تشكل حوالي (5 – 10%) من عدد خلايا الدم البيضاء وهي تشابه الخلايا اللمفاوية الكبيرة الحجم ، تحتوي على نواة وشكلها غير منتظم وسايتوبلازم بلون أزرق رمادي (فاتح) ، لها القابلية على البلعمة ، وتنشأ في الجهاز الشبكي البطاني للطحال ونخاع العظم .

3– الصفيحات الدموية :

تدعى أيضاً بخلايا التخثر نسبة إلى طبيعة عملها الرئيسية حيث تلعب دوراً مهماً في تكوين خثرة الدم ، وهي عبارة عن أجسام صغيرة عديمة اللون دائرية أو عصوية الشكل تتكون في الجنين في الكبد والطحال ونخاع العظم أما عند البلوغ فيكون نخاع العظم المسؤول عن تكوينها ، والصفيحات لاتحتوي على نواة بل تحتوي على جهاز كولجي ومايتوكوندريا وجسيمات حالة وجهاز قنيات محدد .

تعمل الصفيحات على تكوين الخثرة الدموية عند الإصابة بالجروح وتختلف في الطيور عنها في الثدييات كونها خلايا حقيقة تحتوي على المكونات الخلوية المعروفة مثل النواة .

دورة الخلية The Cell Cycle

دورة حياة الخلية: هي الفترة ما بين دورتي انقسام غير مباشر متتاليين، أي انها الفترة ما بين جيل خلية والجيل الذي يليه عندما تصل الخلية إلى حجم معين فإما أن يقف نموها أو تنقسم بعض الخلايا مثل الخلايا العصبية، خلايا العضلات الهيكلية وكريات الدم الحمراء. لا تنقسم بعد وصولها إلى الطور الكامل. تمر الخلية في دورة حياتها بمرحلتين:

1- الطور البيني – Interphase.

2- انقسام الخلية – Cell Division.

أن تصنيع DNA يحدث خلال الطور البيني Interphase، والطور البيني يمثل ذلك الجزء من دورة الخلية باستثناء طور الانقسام.

أن التكرار المنظم لتصنيع الـ DNA وانقسام الخلية في الخلايا المتكاثرة يشكل ما يدعى دورة الخلية Cell Cycle.

Generation Time (G.T): هو الوقت من انقسام الخلية إلى الانقسام الذي يليه (الوقت بين انقسامين خلويين). ويعتمد هذا على النوع Species وكذلك الظروف البيئية.

- بالنسبة لخلايا الثدييات فأن (G.T) يستغرق 12-14 ساعة. ولكن هناك اختلافات كثيرة، فخلايا الجنين تكمل دورة الخلية خلال أقل من 20 دقيقة. كذلك فأن بعض خلايا الكبد لها دورة خلية تستغرق أكثر من سنة.

- **<u>الطور البيني:</u>** تمثل الفترة بين انقسامين ناجحين. ويعتبر الطور البيني الفترة الأطول في دورة حياة الخلية حيث يستغرق حوالي 90% من زمن الدورة ويتميز بتعاقب الكثير من الحوادث حيث يحصل فيه نمو الخلية وتضاعف مكوناتها تمهيداً لانقساماتها مجدداً وتتوقف الفترة الزمنية لإكماله على العوامل الغذائية ودرجات الحرارة ونوع النسيج، ويتألف الطور البيني من ثلاث مراحل أساسية وهي:

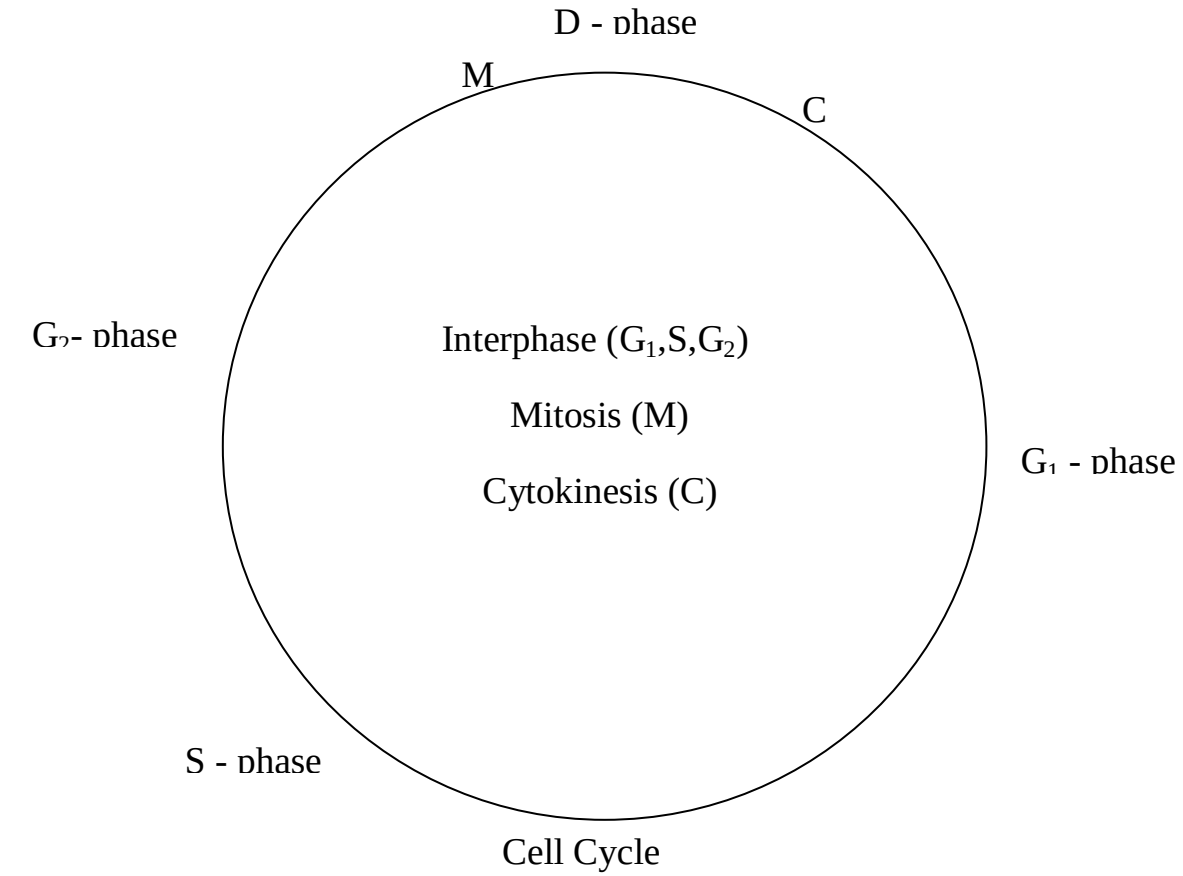
1- طور النمو الأول Growth Phase (G1): هو طور النمو الابتدائي للخلية وفي معظم الخلايا يشكل الطور الأطول، حيث تزاول فيها الخلية نشاطها في مجال تخصصها كتكوين العضيات وبناء أو تكسير الجزئيات الكبيرة وإصلاح الأنسجة التالفة نتيجة الجروح وتوزيع البروتينات. وتطول أو تقصر هذه الفترة بحسب ظروف الخلية ولا يظهر في هذه الفترة بناء الحامض النووي (DNA) إلا أنه يزداد في نهايتها نشاط الإنزيمات التي يتطلبها بناء الحامض النووي (DNA)، وهذه الإنزيمات مع عوامل أخرى تعمل على تهيئة الخلية للدخول في فترة

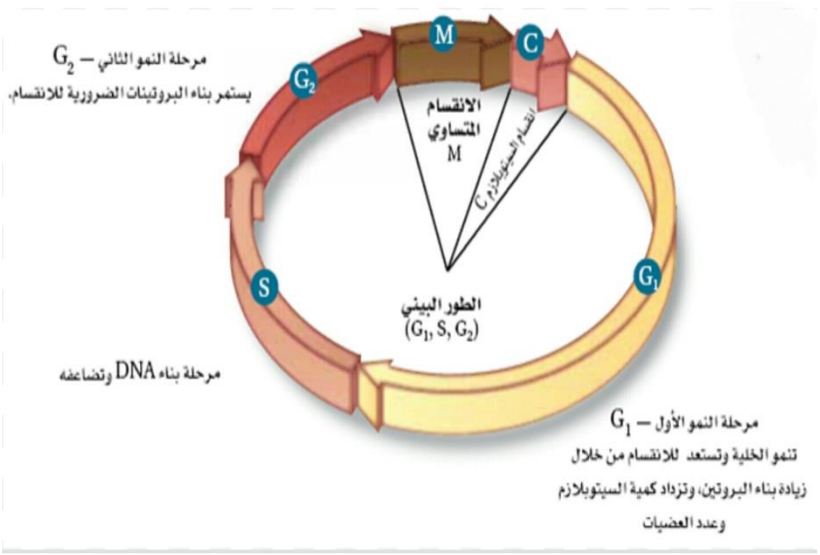
البناء. في الثدييات يستغرق هذا الطور (6 – 9 ساعة). وهي الفترة التي تسبق مرحلة تصنيع DNA.

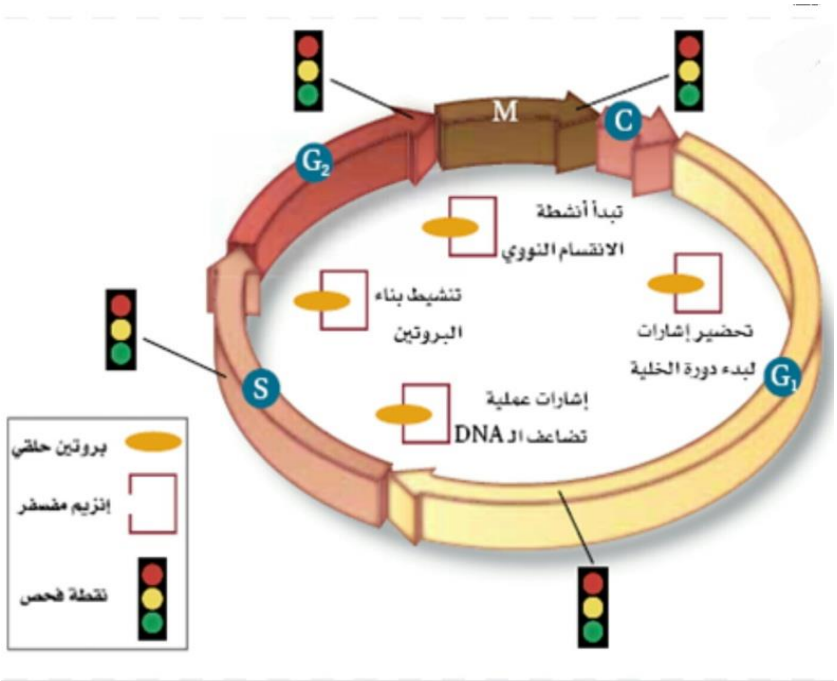
2- طور البناء Synthesis phase (S phase): ويمثل الطور الذي يتم فيه مضاعفة المادة الوراثية للخلية (DNA)، حيث يتم عمل نسخة من كل كروموسوم. كما يتم في هذه الفترة تكوين البروتينات الداخلة في تكوين الكروموسومات في الخلايا حقيقية النواة. ويتكون كل كروموسوم من كروماتيدين متطابقين ملتصقين في منطقة السنترومير، تستمر الخلية بالنمو وزيادة عدد عضياتها، وفي الثدييات يستغرق هذا الطور (6 – 8 ساعة).

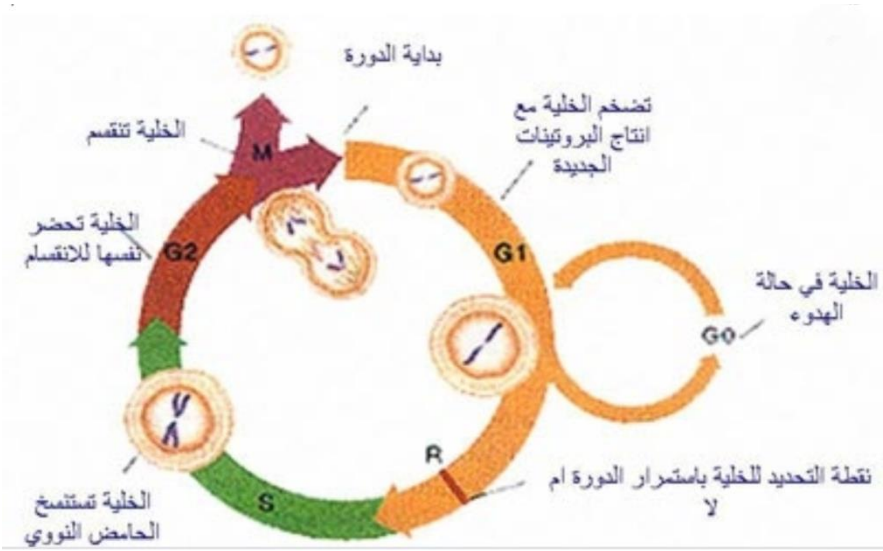
3- طور النمو الثاني Growth phase 2 (G2): وهو الطور بعد مرحلة تصنيع DNA، فبعد اكتمال فترة البناء تدخل الخلية في طور النمو الثاني وهو طور قصير، يزداد في هذا الطور بناء جميع البروتينات وأنواع الحامض النووي (RNA) وذلك تمهيداً لعملية الانقسام. حيث تستنسخ (تزداد) المتقدرات والعضيات وتتكثف الكروموسومات وتظهر خيوط المغزل، ويستغرق هذا الطور (2 – 5 ساعة).

إن طور G1 وطور S وطور G2 تشكل معاً الطور البيني Interphase، وهو ذلك الجزء من دورة الخلية بين الانقسامات الخلوية.




مرحلة النمو الثاني – G_2
يستمر بناء البروتينات الضرورية للانقسام.
الانقسام المتساوي M
انقسام السيتوبلازم C
الطور البيني (G_1, S, G_2)
مرحلة بناء DNA وتضاعفه
مرحلة النمو الأول – G_1
تنمو الخلية وتستعد للانقسام من خلال زيادة بناء البروتين، وتزداد كمية السيتوبلازم وعدد العضيات


تبدأ أنشطة الانقسام النووي
تنشيط بناء البروتين
تحضير إشارات لبدء دورة الخلية
إشارات عملية تضاعف الـ DNA
بروتين حلقي
إنزيم مفسفر
نقطة فحص


بداية الدورة
الخلية تنقسم
تضخم الخلية مع انتاج البروتينات الجديدة
الخلية تحضر نفسها للانقسام
الخلية في حالة الهدوء
نقطة التحديد للخلية باستمرار الدورة ام لا
الخلية تستنسخ الحامض النووي

4- طور الإنقسام Division (D) – يمثل المرحلة التي يحدث فيها الانقسام الخلوي وتمر الخلية اثناء هذا الطور بعملتين متتاليتين هما:

أ- **انقسام النواة Karyokinesis:** ويمثل المرحلة التي خلالها يتم فصل المادة الوراثية (DNA أو الكرموسومات) التي تضاعفت في طور S وتوزيعها إلى الخليتين المتكونتين (الناتجتين).

ب- **انقسام السايتوبلازم Cytokinesis (C):** ويمثل المرحلة التي ينقسم فيها سايتوبلازم الخلية ويتوزع إلى الخليتين المتكونتين. يستغرق طور D حوالي (0.5 – 2 ساعة).

وتلاحظ بعض الاختلافات، ففي البيضة المنقسمة يكون الطور البيني قصير يشغل بطور S يعقبه انقسام سريع.

***طور السكون الدائم وطور السكون المؤقت:**

هل تستمر جميع الخلايا بالانقسام دون توقف؟

تبقى خلايا الدم الحمراء الناضجة، العضلات الهيكلية، والخلايا العصبية طيلة حياتها في مرحلة النمو الصفري (G0) أو طور السكون الدائم، وهناك نوع اخر من الخلايا مثل خلايا الكبد لها قدرة عالية على الانقسام ولكن لا تنقسم الا في حالات خاصة مثل اصلاح انسجة الكبد التالفة أو التأم الجروح ويسمى بطور السكون المؤقت أو مرحلة النمو الأول (G1).

وعادة تكون معظم الاختلافات في الطور G1 ثم G2. في أنسجة الكائنات الحية المختلفة، فأن الأنواع المختلفة من الخلايا تنقسم بدرجات وتكرارات مختلفة. وبعضها لا تنقسم مطلقاً بعد الولادة مثل الخلايا العصبية والعضلية، وهكذا نجد أن بعض الخلايا توقف تقدمها في دورة الخلية وهذا التوقف يحدث عادة في G1 وبدرجة أقل في G2 وتدعى النقطة التي يتوقف فيها دورة الخلية G0 (طور السكون) (G-naught مرحلة النمو الصفري) وهذا يعني أن الخلية قد انسحبت من دورة الخلية لفترة من الزمن. وإذا حفزت الخلية للعودة لدورة الخلية فأنها تعود من نفس النقطة التي انسحبت منها وتبدأ الدورة.

تكاثر الخلية وانقساماتها – Cell Proliferation and Divisions:

إن تكاثر الخلايا وانقسامها هو الوسيلة التي من خلالها يتم المحافظة على المعلومات الوراثية الموجودة في الخلايا والخاصة بكل نوع من أنواع الكائنات الحية، حيث أن ذلك يتم بتكرارات كبيرة جداً على مدى حياة الكائن الحي وينتقل إلى أجياله اللاحقة وهكذا تتم المحافظة على التركيب الوراثي لكل نوع.

وأن التوازن بين تكاثر الخلايا وانقساماتها وبين الموت الخلوي المبرمج Apoptosis هو الذي يديم المحافظة على شكل وحجم ووظيفة الأعضاء في جسم الكائن الحي، وخصوصاً أثناء تشكل أعضاء الجسم في الجنين وخلال مراحل النمو السريعة.

أن خلايا الجسم تصنف حسب خاصية التجدد والنمو Renewal & Growth إلى 3 مجاميع:

1- مجموعة الخلايا الثابتة Static Cell Population:

هي الخلايا التي لا يحصل فيها مضاعفة لـ DNA ولا يحصل فيها انقسام خلوي في الفترة بعد الولادة، وتمثل هذه المجموعة الخلايا العصبية والخلايا العضلية، وهذه الخلايا فقط يحصل لها فرط نمو Hypertrophy.

2- مجموعة الخلايا المتوسعة – Expanding Cells Population:

قسم من خلايا هذه المجموعة يحصل لها مضاعفة DNA وانقسام خلوي وذلك من أجل نمو العضو أو لاستبدال الخلايا المتضررة في العضو (النسيج) ويمثل هذه المجموعة خلايا الكبد والكلية والغدد.

3- مجموعة الخلايا المتجددة – Renewing Cells Population:

كل الخلايا ضمن هذه المجموعة يحصل فيها مضاعفة DNA وانقسام خلوي وذلك لتعويض الخلايا الميتة والتي تنتهي وظيفتها، ومثالها خلايا الدم وخلايا البشرة.

أن الانقسام الخلوي يحصل في خلايا مجموعة الخلايا المتجددة وبعض خلايا مجموعة الخلايا المتوسعة.

الانقسام الخلوي Cell division:

تخضع الخلية لدورة حياة تتضمن مراحل متعاقبة تمر بها خلال نموها وتضاعفها ويشكل طور الانقسام حوالي 10% من دورة حياة الخلية وهو يتناوب مع الطور البيني الذي يشكل 90% من دورة حياة الخلية، يتطلب طور الانقسام حدوث تضاعف مسبق للكروموسومات والذي يتم في الطور البيني. يوجد نوعين من الانقسام الخلوي هما:

- الانقسام المتساوي أو الخيطي أو الميتوزي Mitosis.
- الانقسام المنصف أو الميوزي Miosis.

1- الإنقسام المتساوي أو الخيطي أو الميتوزي Mitosis:

هو ذلك النوع من الإنقسام والذي خلاله (بعد اكتماله) تنتج الخلية المنقسمة خليتين جديدتين تحتوي نواة كل منهما العدد الكامل من الكروموسومات (المادة الوراثية كاملة).

وأن طور الإنقسام هو أقصر أطوار دورة الخلية، ويسبقه تحضير الخلية للانقسام خلال الطور البيني Interphase حيث تنمو ويحدث لها مضاعفة لـ DNA والعضيات الخلوية ثم تدخل إلى طور الإنقسام.

إن الإنقسام يعمل على نمو الأنسجة وإدامة الأنسجة وإصلاح الأذى الذي يلحق الأنسجة

أطوار الإنقسام الخيطي أو المتساوي – Stages of Mitosis:

على الرغم من أن الإنقسام الخيطي هو عملية مستمرة وغير منفصلة إلا أنه تم دراستها على شكل أطوار لغرض فهمها بشكل جيد.

1- الطور التمهيدي – Prophase:

يعد أطول أدوار انقسام الخلية، حيث يستغرق أكثر من نصف زمن الانقسام كله. أن أهم الحوادث في هذا الطور هي تكثف الكرموسومات وتصبح قصيرة وثخينة وواضحة، ثم تختفي النووية، ويبدأ تشكل المغزل spindle.

2- الطور قبل الانتقالي – Prometaphase:

يحدث مباشرة بعد تكون المغزل، يتحطم الغشاء النووي إلى قطع صغيرة، خيوط المغزل تمسك الكرموسومات من منطقة السنترومير وتمتد الخيوط بين القطبين.

3- الطور الانتقالي (الاستوائي) – Metaphase:

تصطف الكرموسومات خطياً في وسط الخلية وتظهر خيوط المغزل مشدودة (مرتبطة) بواسطة السنترومير.

4- الطور الانفصالي – Anaphase:

أقصر الأدوار زمناً في انقسام الخلية، ينفصل السنترومير وتتباعد الكرماتيدات كل كرموسوم في اتجاهين متعاكسين نحو الأقطاب، ثم تنكمش الخيوط المغزلية ساحبة كل كروموسوم نحو أحد قطبي الخلية، يبدأ السايتوبلازم بالانقسام في بعض الخلايا.

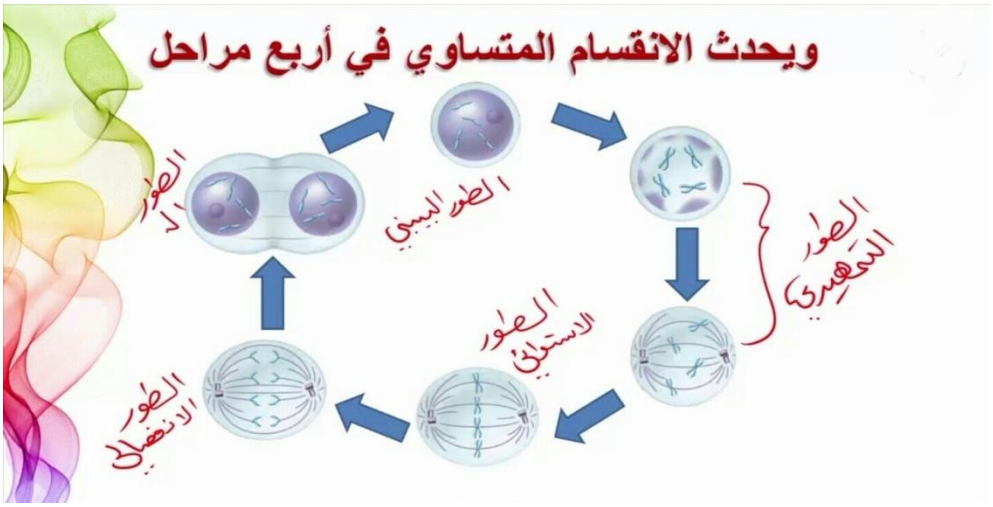
5- الطور النهائي – Telophase:

تختفي خيوط المغزل، ويبدأ النخصر في السايتوبلازم ويتكون جسم مركزي جديد في كل قطب، يأخذ الغشاء النووي بالظهور حول النواتين الجديدتين، تظهر النوية، في نهاية هذا الطور يحدث انقسام السايتوبلازم.

الانقسام الهيولي – Cytokinesis:

يتم انقسام السايتوبلازم في نهاية الدور النهائي من أدوار الانقسام المتساوي في الخلية الحيوانية، وفيه يزداد تخصر السياتوبلازم، ليتمد إلى وسط الخلية حتى يتم انفصاله إلى قسمين، يحيط كل منهما بنواة تحتوي على العدد نفسه من الكروموسومات التي تظهر أقل وضوحاً. وتبدأ الخلية الجديدة بالانفصال.

* يشكل في نهاية الانقسام الخيطي (المتساوي) خليتين بنتين متشابهتين للخلية الام بالشكل وبعدد الكروموسومات أي تحتوي كل منهما 2n من الكروموسومات وهو مثلاً 46 كروموسوم في الانسان.



الانق

سام الاختزالي – Meiosis:

أن الأهمية الفسلجية والوراثية للانقسام الاختزالي تكمن في تنصيف أو اختزال العدد الكلي للكروموسومات Diploid للخلايا الجسمية إلى نصف العدد للكروموسومات Haploid في الأمشاج التناسلية.

ويتم الإنقسام الاختزالي من خلال استنساخ (مضاعفة) المادة الوراثية DNA مرة واحدة ويعقبه انقسامين خلوين مع عدم حدوث طور S (استنساخ DNA) بينهما.

في الثدييات يحدث الإنقسام الاختزالي في المناسل (المبيض والخصية) مؤدياً إلى إنتاج الأمشاج التناسلية (البيوض والنطف) التي تحمل نصف العدد من الكروموسومات. أن العدد الكلي للكروموسومات يعود بعد تلقيح النطفة للبويضة في عملية الإخصاب.

مراحل الإنقسام الاختزالي – Stage of meiosis:

1- المرحلة الأولى (الإنقسام الاختزالي 1) Meiosis 1:

ويدعى أيضاً Reduction division لأنه ينتهي بجعل كل خلية تحتوي على نصف العدد من الكروموسومات.

يبدأ هذا الأنقسام بعد أن تكون الكروموسومات (DNA) قد تضاعفت في الطور البيني Interphase من دورة الخلية، وتكون مراحله كما يلي:

أ- **الطور التمهيدي الأول Prophase:** يقسم لغرض التوضيح إلى:

1- الطور القلادي Leptotene:

تتكثف الكروموسومات وتظهر على شكل خيوط مثل المسبحة (عقد أو خرز) تمثل المناطق الملتفة من الكروموسومات chromomers.

2- الطور التزاوجي Zygotene:

الكروموسومات المتماثلة homologous ترتبط على طولها بعملية تدعى التشابك synapsis وتتم العملية من خلال تكوين تركيب جديد يدعى Synaptonema complex وهو تركيب يشبه السلم يتكون من 3 أجزاء متوازية. يستمر zygotene لساعات.

3- الطور الانضمامي Pachytene:

تكون الكروموسومات المتماثلة مرتبطة معاً وتدعى الثنائيات المزدوجة (bivalents) أو الرباعيات (Tetrad) وهي تسمية تعكس حقيقة أن المعقد يتكون من 4 كروماتيدات. تحدث في هذه المرحلة عملية تبادل قطع الكروموسومات المتماثلة والتي تسهم في حدوث عملية العبور Crossing over تستمر مرحلة Pachytene لأيام أو لأسابيع.

4- طور diplotene:

تبدأ الكروموسومات المتماثلة بالانفصال (الابتعاد عن بعضها) لكنها تبقى مرتبطة معاً في مواقع تدعى Chiasmata وهي المواقع التي حدث فيها عملية العبور Crossing over. تستمر هذه المرحلة أسابيع أو أشهر أو سنوات.

5- الطور التشتتي diakinesis:

تستعد الكروموسومات للأرتباط مع خيوط المغزل. وتنفصل مناطق chiasmaata بعملية تدعى الأنتهاء Terminalizatio.

ب- الطور الانتقالي الأول Metaphase 1:

تترتب الثنائيات المزدوجة bivalent (الرباعيات Tetrads) على خط الأستواء للمغزل.

وكل كروموسوم متماثل ترتب بحيث أن كل كروماتيد يواجه القطب المقابل.

جـ- الطور الأنفصالي الأول Anaphase:

تنفصل الكروموسومات المتماثلة لكل رباعي Tetrad، وتتفرق في الخليتين المتكونتين، وكل كروموسوم الآن يتكون من كروماتيدين مرتبطتين في Centromere.

د- الطور الانتهائي الأول Telophase 1:

تكون الكروموسومات متجمعة في قطبي الخلية، يبدأ تكون الغلاف النووي حول الكروموسومات في قطبي الخلية، وفي بعض الحالات يبدأ انقسام السايتوبلازم لفصل الخليتين وأحياناً تدخل الخلية مباشرة إلى الانقسام الاختزالي الثاني.

الخلايا في هذه المرحلة تدعى الخلايا النطفية الثانوية Secondary spermatocytes وخلية البيضة الثانوية Secondary oocytes. هذه الخلايا تمتلك نصف العدد من الكروموسومات haploid (1n) وتمتلك الكمية الكاملة من DNA (مثل الخلية الأصلية).

2- المرحلة الثانية (الإنقسام الأختزالي 11) Meiosis 11:

النواة في هذه المرحلة (بين الإنقسام الأختزالي 1 والإنقسام الأختزالي 11) تدعى interkinesis وتكون قصيرة (الطور البيني) ولايحدث فيه مضاعفة لـ DNA وتدخل النواة مباشرة إلى الإنقسام الأختزالي 11، الذي يماثل الإنقسام الخيطي المباشر mitosis.

أ- الطور التمهيدي الثاني Prophase11:

تتكثف الكروموسومات، يبدأ الغشاء النووي بالتحلل، ويبدأ تشكل المغزل.

ب- الطور الانتقالي الثاني Metaphase11:

ترتبط خيوط المغزل مع الكروموسومات في kinetochore.

جـ- الطور الانفصالي الثاني Anaphase 11:

تنفصل الكروماتيدات وتتحرك إلى الأقطاب بالمقابلة.

د- الطور النهائي الثاني Telophase:

تصل الكروماتيدات إلى الأقطاب للخلية، وتبدأ بالارتخاء، ويتشكل الغلاف النووي.

ثم يحدث أنقسام السايتوبلازم Cytokinesis.

ينتج عن الإنقسام الأختزالي Meiosis: 4 خلايا تمتلك كل منها نصف عدد الكروموسومات haploid (2n)، نصف كمية DNA.

تدعى النطف Sperma والبيوض Ovum.