

*النواة Nucleus

توجد النواة في السيتوبلازم وتكون عاد كروية الشكل أو بيضاوية.
تتكون النواة من الغشاء النووي والنوية والسائل النووي والكروماتين.

١- الغشاء النووي Nuclear membrane

ويسمى أيضا علاف نووي nuclear envelope يتكون من غشاء مزدوج عبارة عن غشائين غشاء خارجي وآخر داخلي سميك يشبه في تركيبه الغشاء البلازمي و يتصل الغشاء الخارجي بأغشية الشبكة الاندوبلازمية في مناطق معينة كما يوجد على سطحه عدد من الريبوسومات وتقع على الغلاف النووي فتحات دائرية حيث تعرف باسم الثقوب النووية Nuclear Pores **وظيفة الثقوب النووية:**
١. تسمح بمرور الأحماض النووية الريبوزية المتكونة داخل النواة الى السيتوبلازم للقيام ببناء البروتين
٢. تسمح بمرور المواد البروتينية المتكونة في الريبوسومات في السيتوبلازم الى داخل النواة لاستخدامها في بناء بعض التراكيب والإنزيمات النووية.

١- السائل النووي Nuclear sap

وهو عبارة عن سائل يملأ فراغ النواة ويتكون من مواد بروتينية وأحماض فسفورية وقواعد نيتروجينية التي تدخل في تركيب الاحماض النووية.

٣- النوية Nucleolus

وهي عبارة عن جسم كروي الشكل مغمور في السائل النووي .وقد يوجد في النواة نوية واحدة أو أكثر .
وتعتبر النوية مركز لتجميع الحمض النووي RNA والبروتينات لتكوين الريبوسومات التي تخرج في ما بعد الى السيتوبلازم.

٤- الكروماتين Chromatin

وهو عبارة عن خيوط ملتفة حول بعضها البعض، وتظهر علي هيئة شبكة تعرف باسم الشبكة الكروماتينية Chromatin reticulum مغمورة في السائل النووي وتتكون من بروتين نووي معقد التركيب وهذه الشبكة الكروماتينية تتقلص فيما بعد وتصبح سمكة وتعرف باسم الكروموسومات CHromosomes.

-الكروموسومات CHromosomes

الكروموسوم يتكون من وحدتين طويلتين وتسمى كل وحدة كروماتيدة Chromatid وتلتحم الكروماتيدتين بواسطة جزء ضيق يسمى السنترومير Centromere تتكون الكروماتيدة من بروتين وأحماض نووية و DNA تحمل الكروموسومات الجينات Genes وهي العوامل الوراثية التي تتحكم في الصفات الوراثية والتفاعلات الحيوية في الخلية.

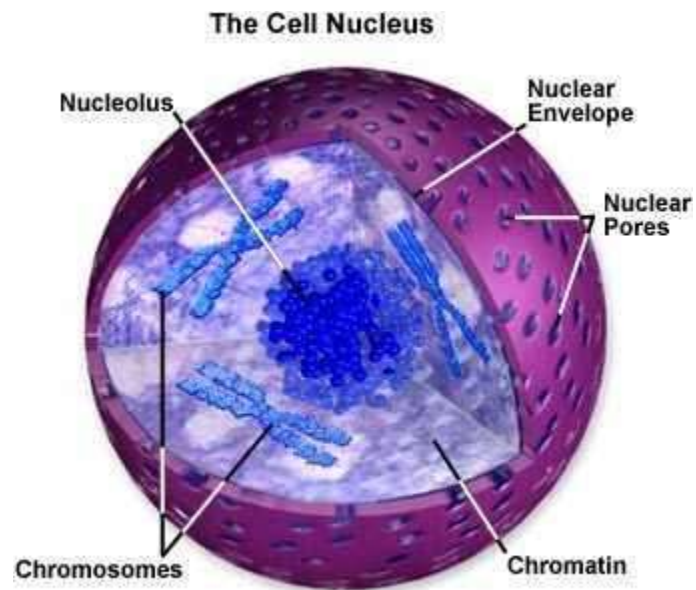
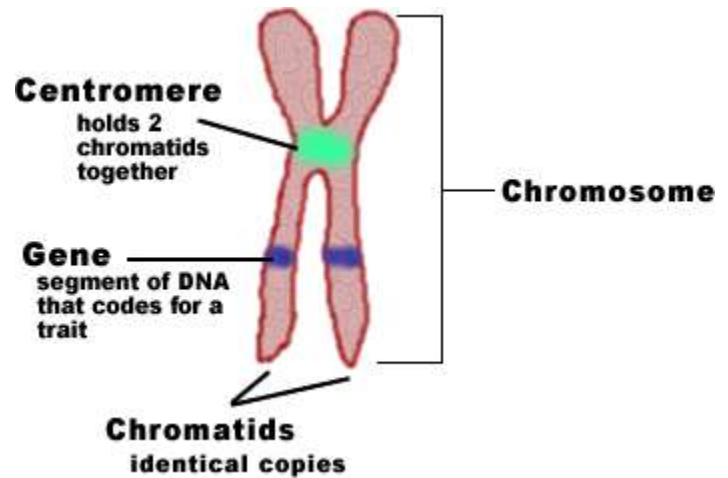
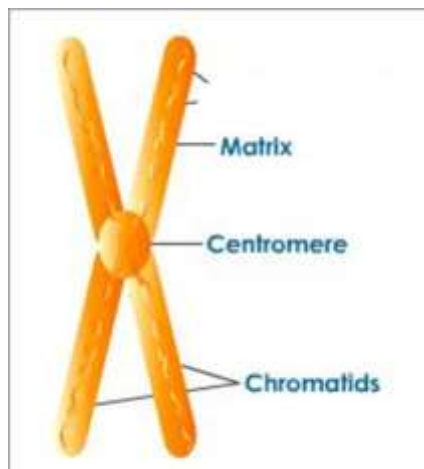


Figure 1

Lakii.com



انقسام الخلية cell division

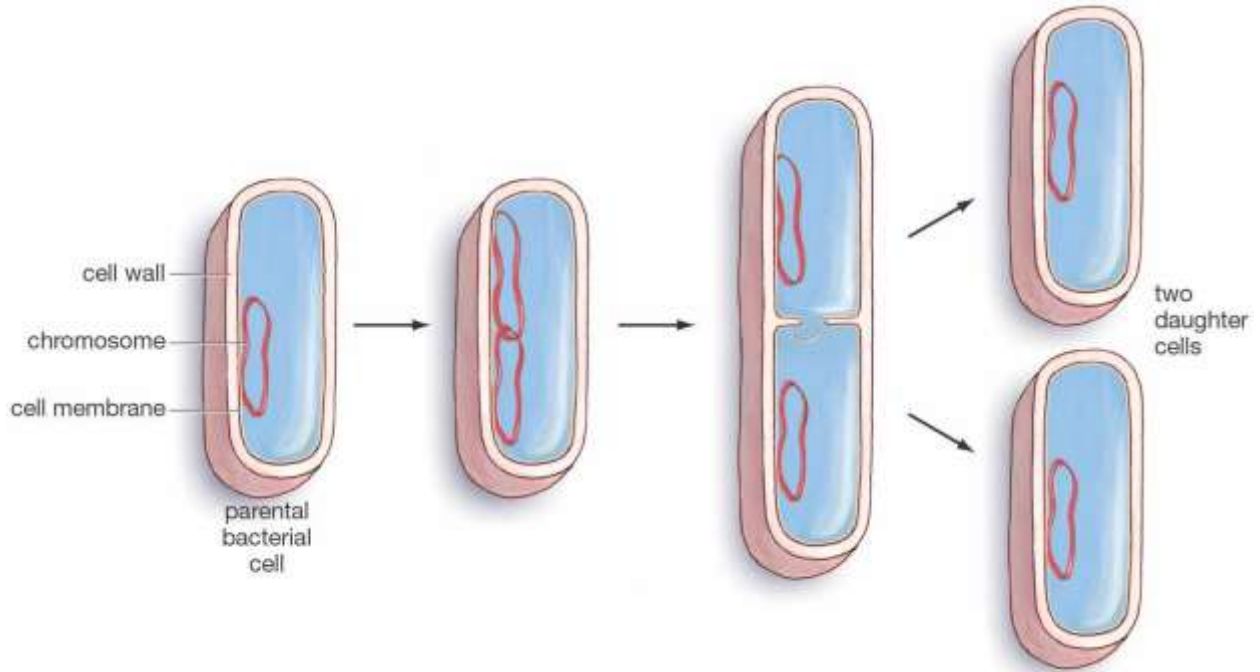
من الضروري لحدوث النمو والتكاثر في الكائنات الحية أن تكون لخلاياها القدرة على الانقسام حيث أن كل خلية تنقسم لخليتين جديدتين والخلايا الناتجة تنمو وتنقسم بدورها أيضا واثناء عملية الانقسام تنتقل العوامل الوراثية من الخلايا المنقسمة الى الخلايا البنوية وللانقسام في الخلية أنواع.

أنواع الانقسام

- ١- الانقسام المباشر Amitosis
- ٢- الانقسام غير المباشر mitosis
- ٣- الانقسام الاختزالي Meiosis

الانقسام المباشر Amitosis

ويعرف هذا الانقسام أيضا بالانشطار الثنائي (Binary fission) وهو يحدث في الكائنات وحيدة الخلية كالخميرة والبكتيريا وفيه تتضاعف المادة الوراثية (الكروموسومات) التي يليها انقسام النواة حيث تتخصر النواة من وسطها إلى أن تنقسم إلى قسمين ثم ينقسم السيتوبلازم cytokinesis وباقي محتويات الخلية إلى جزئين مع حدوث تخصر في جدار الخلية الأم عند وسطها ويزداد هذا التخصر حتى يفصل الخلية الأم إلى خليتين بنويتين تحتوي كل خلية منهما على جزء من السيتوبلازم المنقسم ومحتوياته إلى جانب نصف النواة التي انقسمت سابقا.



الانقسام غير المباشر mitosis

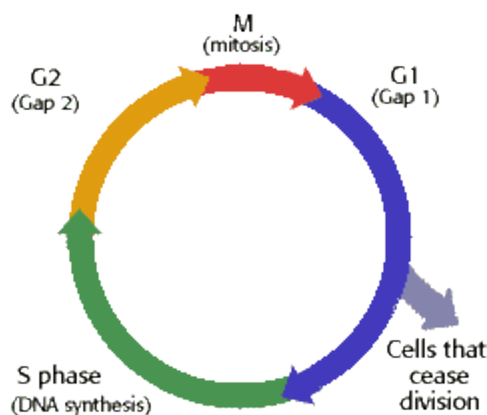
وهي طريقة انقسام الخلايا الجسدية في الكائنات الحية وفيها تنقسم الخلية الواحدة لينتج عنها خليتين مطابقتين للخلية الأم مع الحفاظ على نفس العدد من الكروموسومات وهو يحدث على خطوات متتابعة.

دورة الخلية Cell Cycle

وهي الاطوار المتتابعة من النمو والانقسام التي تحدث للخلية في الفترة الزمنية الواقعة بين انقسامين متتاليين ويمكن تقسيم هذه الدورة إلى مراحل متتابعة:

١- الطور البيني Interphase

وهي الحالة التي لا تكون الخلية فيها في حالة انقسام وتكون فيها المادة الكروماتينية رفيعة وطويلة ومتشابكة مكونة ما يعرف بالشبكة الكروماتينية. وينقسم هذا الطور إلى ٣ مراحل هي G1, S, G2



أ- مرحلة النمو الأولى (G1 (Gap1)

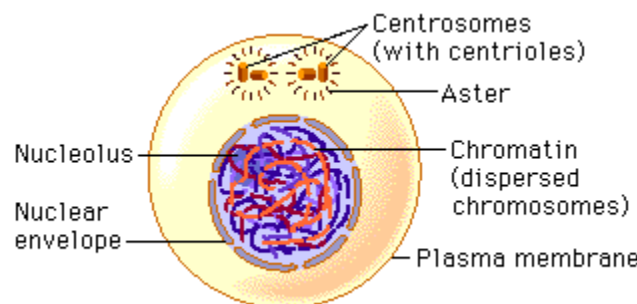
وفيها يتضاعف عدد عضيات الخلية وانزيماتها وتزداد عمليات الايض وبالتالي يزداد حجم الخلية.

ب- مرحلة التركيب (S (Synthesis)

وفيها يتضاعف الحمض النووي الـ DNA

ج- مرحلة النمو الثانية (G2 (Gap2)

هي مرحلة نمو ايضاً يتم خلالها إنتاج وبناء مواد مختلفة في الخلية.



٢- مرحلة الانقسام غير المباشر (Mitosis) M

وهي تشمل اربع خطوات متتابعة وهي الطور التمهيدي والاستوائي والانفصالي والنهائي.

الطور التمهيدي (Prophase)

يتم تمهيد الخلية للانقسام وتتحول الشبكة الكروماتينية إلى كروموسومات وكل كروموسوم يتكون من كروماتيدين متماثلين يتصلان مع بعضهما في نقطة السنترومير، ثم تتكون خيوط المغزل Spindle Fibers التي تنشأ من قطبي الخلية وخيوط المغزل عبارة عن أنابيب دقيقة تتصل بالكروموسومات عند السنترومير المركزي Centeromere وفي نهاية الطور تقصر الكروموسومات وتختفي النوية ويختفي الغشاء النووي.

الطور الاستوائي (Metaphase)

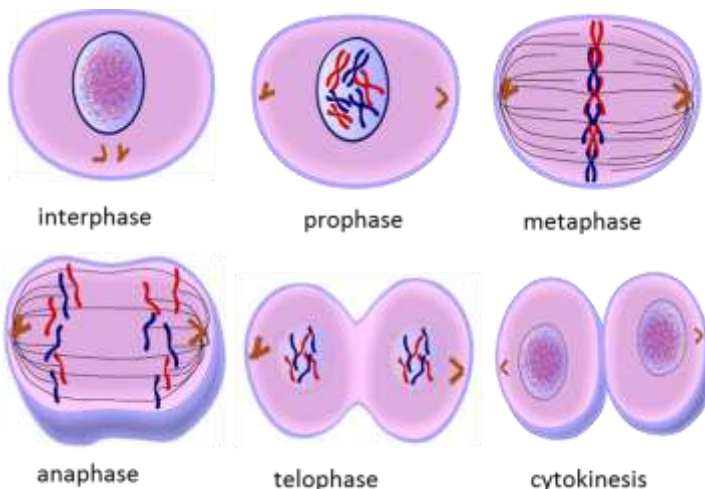
في هذه المرحلة يكون قد اكتمل تكون خيوط المغزل من القطبين عندها تتحرك الكروموسومات وتتجه إلى خط استواء الخلية وتصطف، ويتصل كل واحد منها بخيط من خيوط المغزل من عند السنترومير.

الطور الانفصالي (Anaphase)

هنا تنشق السنتروميرات إلى نصفين وتنفصل كل كروماتيدة من الكروموسوم عن الأخرى. وتبتعد الكروموتيدات المتماثلة عن بعضها البعض ويصبح كل واحد منها كروموسوم مستقل وبذلك يكون في الخلية ضعف العدد من الكروموسومات. يتحرك الكروموسومين المتماثلين باتجاهين متعاكسين نحو قطبي الخلية بمساعدة خيوط المغزل ويتجمع عند كل قطب عدد من الكروموسومات مساوي للعدد الأصلي ومثابه له.

الطور النهائي Telophase

يحدث هنا عكس ما حدث في الطور التمهيدي حيث الكروموسومات الجديدة تصبح أطول وأرفع وتتشابك مكونة الشبكة الكروماتينية. وتظهر النوية ويتكون الغلاف النووي وبلك يتكون نواتين داخل الخلية بعد ذلك تظهر الصفيحة الوسطى في وسط الخلية ويتكون على جانبيها جدار خلوي ابتدائي ثم ينتهي هذا الطور بتكوين خليتين جديدتين تحتوي كل منهما العدد الأصلي من الكروموسومات.



الانقسام الاختزالي Meiosis

ويسمى الانقسام الميوزي وهو يحدث في الخلايا الجنسية للكائنات الحية والنباتات الراقية وذلك عند تكوين الأمشاج الانثوية والذكورية حيث تحتوي هذه الأمشاج بعد الانقسام على نصف عدد الكروموسومات haploid n الموجودة في الخلية الأم التي نتجت عنها وعند حدوث التزاوج بين المشيج المذكر مع المؤنث ينتج الزيجوت الذي يحمل نفس عدد الكروموسومات الأصلي في الخلية الأم $2n$ Diploid.

ويتكون الانقسام الاختزالي من انقسامين متتاليين ينتج منهما اربع خلايا (أمشاج) من خلية أمية واحدة. ويختزل عدد الكروموسومات إلى النصف في الانقسام الاختزالي الاول Meiosis I أما في الانقسام الاختزالي الثاني Meiosis II فيبقى عدد الكروموسومات كما هو لأنه انقسام غير مباشر. ويحدث الانقسام الاختزالي في خطوات متتابعة كما يلي:

أولاً: الانقسام الاختزالي الاول Meiosis I:-

الطور التمهيدي الأول Prophase I

في بداية هذا الطور تحتوي نواة الخلية على عدد ثنائي $2n$ Diploid من الكروموسومات $2n$ وتحتوي على مجموعتين متماثلتين من الكروموسومات (من الأم ومن الأب) بحيث تتجمع كروموسومات هذا الطور في أزواج ثم تتنافر وتقص وتزداد في السمك. وفي نهاية هذا الطور تكون النوية أو النويات والغلاف النووي قد تلاشوا.

الطور الاستوائي الأول Metaphase I

يتكون كل من القطبين وخيوط المغزل ثم تتحرك الكروموسومات وتصطف عند خط استواء الخلية وتتجاوز الكروموسومات المتماثلة في أزواج وتتصل خيوط المغزل بالكروموسومات عن السنتر وميرات.

الطور الانفصالي الأول Anaphase I

نتيجة كروموسوم كل زوج نحو أحد أقطاب المغزل بينما يتجه الكروموسوم الآخر نحو القطب المقابل وبذلك يتجمع عند كل قطب نصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية الأصلية.

الطور النهائي الاول Telophase I

يختفي المغزل وتستطيل الكروموسومات ويقل سمكها وتظهر النوية وتتشابك الكروموسومات مكونة الشبكة الكروماتينية ويتكون الغلاف النووي وبذلك تحتوي الخلية على نواتين أحاديتي المجموعة الكروموسومية n (haploid) ثم يتكون الجدار الذي يفصل بين النواتين.

ثانياً: الانقسام الاختزالي الثاني Meiosis II:-

جميع خطوات هذا الانقسام تشبه خطوات الانقسام غير المباشر Mitosis إلا أنها تتم في خلايا ذات عدد أحادي الكروموسومات. وخطواتها كالتالي :

١- الطور التمهيدي الثاني Prophase II

٢- الطور الاستوائي الثاني Metaphase II

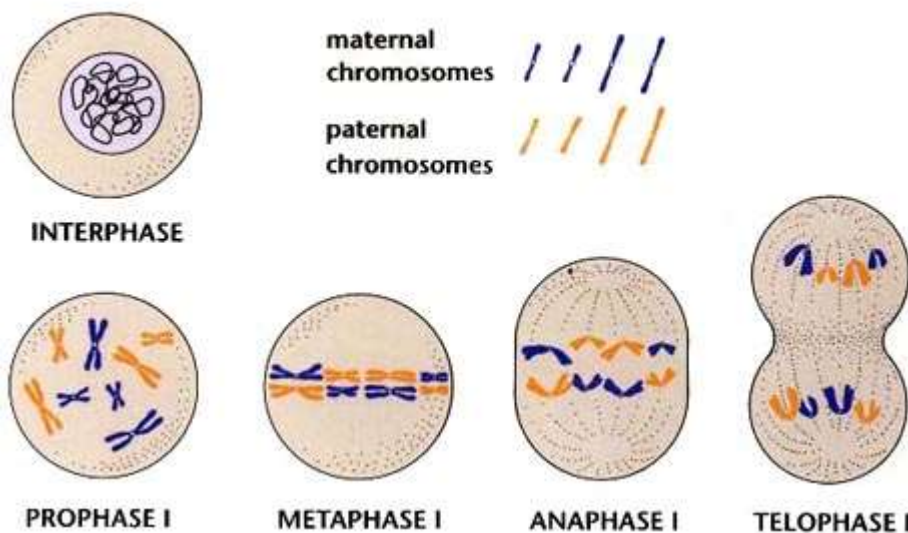
٣- الطور الانفصالي الثاني Anaphase II

٤- الطور النهائي الثاني Telophase II

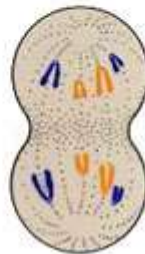
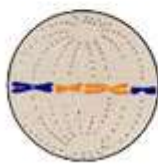
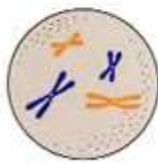
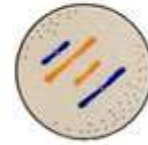
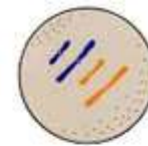
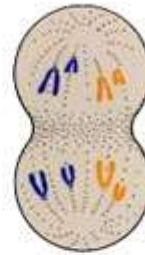
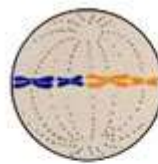
وبذلك ينتج عن الانقسام الاختزالي بمرحلتية الاولى والثانية أربع خلايا تحتوي كل منها على عدد أحادي من الكروموسومات n (haploid) من انقسام خلية ذات عدد ثنائي من الكروموسومات $2n$ (Diploid)

في الطور النهائي من انقسام الخلية تتكون الصفيحة الوسطى وتصل بين الجدر الجانبية ثم تترسب مواد الجدار الابتدائي على جانبيها.

First Division of Meiosis



Second Division of Meiosis



PROPHASE II

METAPHASE II

ANAPHASE II

TELOPHASE II