الإنقسام الاختزالي (الميوزي) Meiosis

يسمى بالإنقسام الإختزالي Reduction Division أو المنصف لأنه يختزل عدد الكروموسومات في الخلايا البنوية الجديدة الى نصف عددها في الخلية الأم ، يجب إختزال المجموعة الكروموسومية للأمشاج الذكرية والأنثوية إلى العدد الأحادي لكي يبقى عدد الكروموسومات داخل النوع ثابتا من جيل إلى جيل أخر.

يحدث الإنقسام الإختزالي في الحيوانات في الاعضاء التناسلية (الخصى والمبايض) أثناء عمليتي تكون الحيامن Spermatogenesis وتكوين البويضات Oogenesis لإنتاج الحيوانات المنوية والخلايا البيضية أما في النباتات فيجري هذا الإنقسام أثناء عملية تكوين حبوب اللقاح في المتوك وتكوين البويضات في المياسم ومع ذلك فعملية الإنقسام الاختزالي متشابهة أساسا في كل من الحيوان والنبات .

****أهمية الإنقسام الإختزالي :** تبادل صفات وراثية بين الكروموسومات المتماثلة بنظام ثابت وذلك في المرحلة الضامة (التغلظ) من الطور التمهيدي الأول بحيث تنتقل صفة مكان صفة أخرى مماثلة لها وتسمى هذه العملية بالعبورالوراثي Crossing over وظهور صفات سائدة وصفات متنحية .
**** يسبق الانقسام الاختزالي طور بيني يتضمن (طور النمو الأول G1 و طور S بناء DNA وطور النمو الثانوي G2) .**

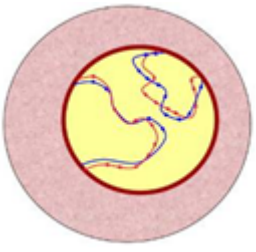
يشمل الإنقسام الإختزالي إنقسامين متتاليين هما الإنقسام الاختزالي الأول والثاني :

A-الإنقسام الإختزالي الأول First Meiotic Division

أ) الطور التمهيدي الأول Prophase I

هذا الطور يشبه نظيره في الإنقسام الغير مباشر لكنه يستمر مدة أطول ويتميز إلى 5 مراحل هي :

1 - المرحلة القلادية : Leptotene

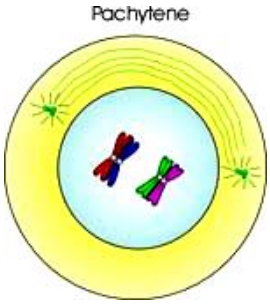


تبدأ هذه المرحلة بتضخم النواة وتظهر الكروموسومات بشكل خيوط طويلة ورفيعة تنتظم عليها إنتفاخات مختلفة الأحجام ، فيشبه بذلك كل كروموسوم شكل القلادة كما يبدأ الجسم المركزي بتكوين خيوط شعاعية قصيرة جداً .

2 - المرحلة الإزدواجية Zygotene

تقصر الكروموسومات وتزداد كثافة وتقترب من بعضها **مشكلة أزواجا** فيلتقي كل **كروموسومين متماثلين** مع بعضهما وتبدأ عملية الإزدواج من نقطة ما بين الكروموسومين ، علما

بـأن أحـد الكروموسـومين مـن الأب والآخـر مـن الأم أصـلا ، وتسـمى **بالكروموسـومات المزدوجـة الثنائية** .

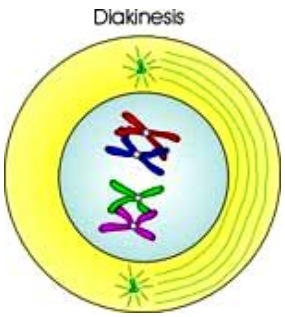


3 ـ المرحلة الضامة (التغلظ) **Pachytene**

تستمر الكروموسومات بالقصر والتغلظ وتلتف حول بعضها ويظهر كل كروموسوم متكون من كروماتيد ين مرتبطين بالمنطقة المركزية Centromere وعليه كل **ثنائي أو زوج يحتوي على أربعة كروماتيدات وتدعى بالرباعيات Tetrads** .

4 ـ المرحلة الإنفراجية (التضاعفية) Diplotene

تبدأ الكروموسومات في الإبتعاد قليلا عن بعضها ، فتنفصل عدا المناطق التي يحصل الإلتحام فيها بين كروماتيد من الكروموسوم الأول و آخر من الكروموسوم الثاني فيتحول الشكل الثاني إلى شكل تصالبي إذا كان الإتصال بمنطقة واحدة فقط وإلى شكل عروة إذا كان الإتصال بمنطقتين وكل **نقطة إتصال بين كروماتيدين تدعى تصالب Chiasma** وتحدث عملية العبور الوراثي وهي عملية تبادل قطع صغيرة بين كروماتيدتين لزوجي كروموسومين متماثلين .



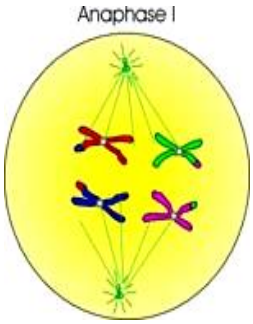
5 ـ المرحلة التنافرية (التشتيتية) **Diakinesis**

يستمر التنافر ويختفي الشكل التصالبي في هذه المرحلة وتبقي الكروموسومات الثنائية قريبة من بعضها وتختفي النوية ويبدأ غشاء النواة بالإختفاء وتتحرك أزواج الكروموسومات إلى منطقة إستواء الخلية وتنتظم الخيوط المغزلية ممتدة من قطبي الخلية .

ب ـ الطور الإستوائي الأول **Metaphase I**

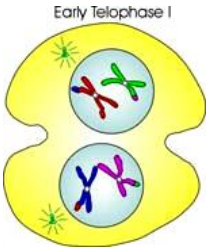
تتحرر الكروموسومات من داخل النواة ويكتمل تكوين خيوط المغزل وتصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة في المستوى الإستوائي للخلية ، ويتكون كل زوج في هذه الحالة من كروموسومين متماثلين (4 كروماتيدات غير شقيقة)، **أن عدد أزواج الكروموسومات المتماثلة يساوي نصف عدد الكروموسومات في الخلية** .

جـ ـ الطور الإنفصالي الأول **Anaphase I**



في هذا الطور يأخذ كل كروموسوم من الكروموسومين المتماثلين في الإنفصال عن مثيله وتنكمش خيوط المغزل وبذلك يتجه أحد الكروموسومين إلى أحد قطبي الخلية والثاني إلى القطب الآخر وبذلك **يصبح عند كل قطب من قطبي الخلية نصف عدد الكروموسومات الموجودة بالخلية الأصلية** (كل كروموسوم مكون من كروماتيدين).

د ـ الطور النهائي الأول Telophase I



في هذا الطور يتكون عند كل قطب من قطبي الخلية غشاء نووي يحيط بالكروموسومات وتتكون بذلك نواتان بنويتان يحتوي كل منها على نصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية الأصلية ثم يتخصر السيتوبلازم لتكوين خليتين منفصلتين (**كل خلية بنوية تحتوي على نصف عدد الكروموسوماتn1 في الخلية الأم**).

B- الإنقسام الإختزالي الثاني Second Meiotic Division

وهو استكمال انقسام الخليتين الناتجتين من الإنقسام الإختزالي الأول إلى خليتين جديدتين بطريقة مشابهة لما يحدث في الإنقسام الخيطي(الميتوزي) الغير مباشر حسب الأطوار الآتية :

أ ـ الطور التمهيدي الثاني Prophase II

ينقسم الجسم المركزي في كل خلية إلى إثنين يتجهان إلى قطبي الخلية حيث يبدأ تكوين خيوط المغزل ويختفي غلاف النواة وتظهر الكروموسومات .

ب ـ الطور الإستوائي الثاني : Metaphase II :تصطف خلالها الكروموسومات على الخط الإستوائي للخلية .

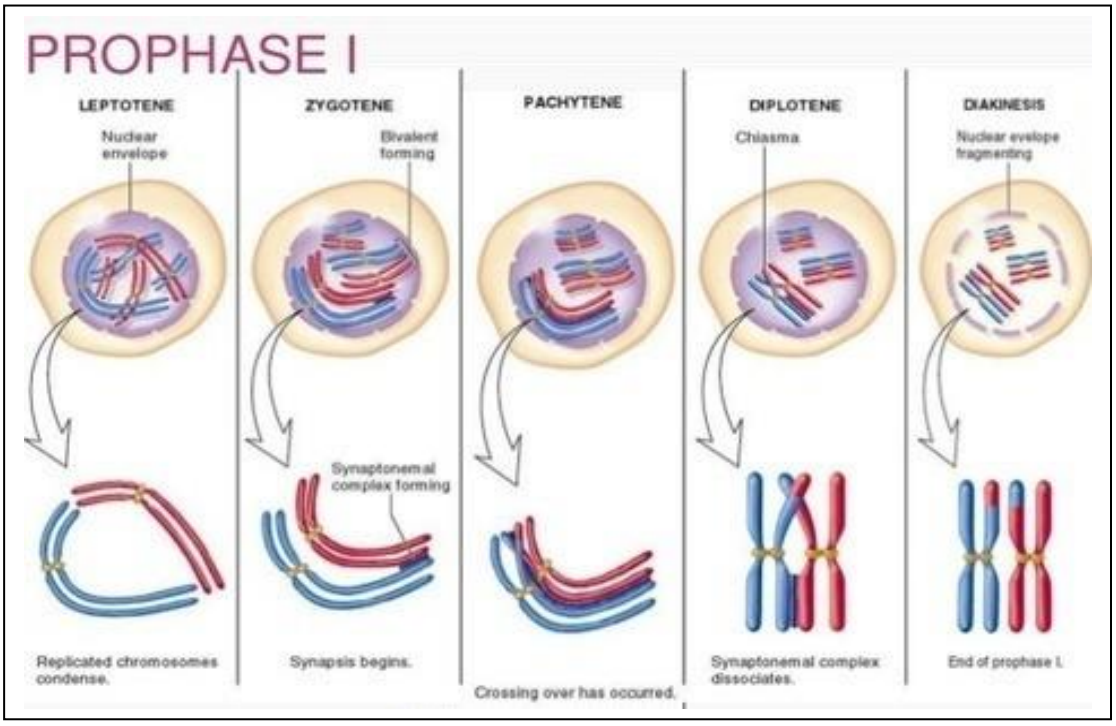
ج ـ الطور الإنفصالي الثاني : Anaphase II :

ينشق السنترومير الذي يربط كروماتيدي كل كروموسوم بعضها ببعض ،وبذلك ينفصل الكروماتيدان ويتحركان بعيدا في إتجاه الأقطاب.

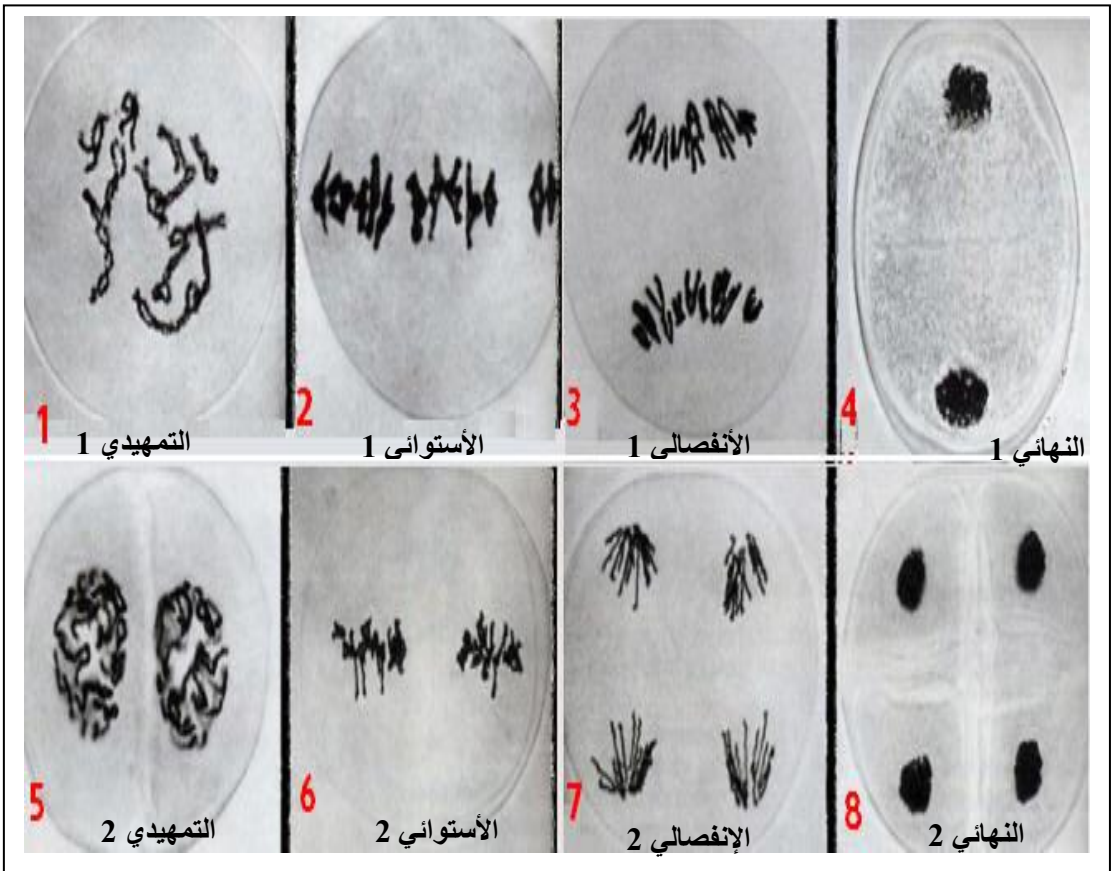
د ـ الطور النهائي الثاني: Telophase II :

تتجمع كل مجموعة من الكروماتيدات (التي أصبحت كروموسومات قائمة بذاتها) عند أحد قطبي الخلية ، ثم تستطيل متحولة إلى خيوط رفيعة ملتوية ، ويتكون حولها غشاء نووي ، وبذلك تتكون خليتان تحتوي على نواتان كل منها تحتوي على نصف عدد الكروموسومات. **ويكون ناتج الانقسام الاختزالي أربعة خلايا كل منها تحتوي على نصف عدد الكروموسومات الموجود في الخلية الأم .**

فائدة:في ذكور الفقريات تتحور الخلايا الأربع الناتجة عن الانقسام الاختزالي إلى حيوانات منوية ، أما في الإناث فإن واحدة من الخلايا الأربع تكون أكبر حجما لتصبح بويضة ، أما الثلاث الباقية فهي تكون صغيرة الحجم ويطلق عليها اسم "أجسام قطبية "polar bodies" "وهي لا دور لها في عملية الإخصاب وتكوين الجنين وتتحلل بعد ذلك .



رسم تخطيطي يوضح المراحل الخمسة للطور التمهيدي الأول من الانقسام الاختزالي الاول



الانقسام الاختزالي الاول والثاني