---

المحاضرة التاسعة ..... (Pages: 64-69)

**المصادر المعتمدة:**

**(1) أساسيات علم الحيوان. د. محمد إسماعيل محمد، د. حلمي ميخائيل بشاى، د. يحيى السعيد العاصي د. منى شرقاوي علي، د. تغريد عبد الرحمن حسن.**
**(2) علم الحيوان العام. فؤاد خليل، محمود حافظ.**

# الانقسام الاختزالي (اللاخيطي أو المباشر)
# Meiosis

يحدث هذا النوع من الانقسام في الكائنات الحية التي تتكاثر بالتزاوج بالأمشاج الذكرية والأمشاج الأنثوية. ويختلف هذا النوع من الانقسام عن الانقسام الاعتيادي غير الاختزالي (Mitosis) في أن كل خلية ناتجة عن الانقسام الاختزالي (Mitosis) تحتوي نصف عدد الصبغيات (الكروموسومات) الموجودة في خلايا الأم الجسدية والمولدة للأمشاج قبل انقسامها. فإذا كانت الخلية الأم تحتوي (2n)، فإن الخلية الناتجة منها بالانقسام الاختزالي تحتوي فقط (n) أي نصف عدد الكروموسومات في الخلية الأم، أي أحادية المجموعة الصبغية ومن هنا عرف هذا الانقسام بالانقسام الاختزالي (Reductional Division).

ان الأمشاج تكون احاديه المجموعه الكروموسوميه **haploid** اذ يختزل عدد الكروموسومات الى النصف خلال عمليه تكوين الامشاج بطريقه الانشطار الاختزالي **meiosis** وعند اتحاد الامشاج نتيجة التكاثر الجنسي تتكون اللاقحه **zygote** التي تتميز باحتوائها على العدد المضاعف من الكروموسومات **diploid** مقارنه بالامشاج .

**يشتمل الانقسام الاختزالي على انقسامين متتاليين هما:-**

1- الانقسام الاختزالي الاول First Meiotic Division تنفصل الكروموسومات المتماثله مكونه نواتين تحتوي كل منهما على نصف العدد الكلي للمجموعه الكروموسوميه.
2- الانقسام الاختزالي الثاني Second Meiotic Division يحصل في الخلايا البنويه الناتجه من الانقسام الاول وينتج عنه اربع خلايا ولا يحصل فيه تضاعف للماده الوراثيه.

---

# الانقسام الإختزالي الاول meiosis I

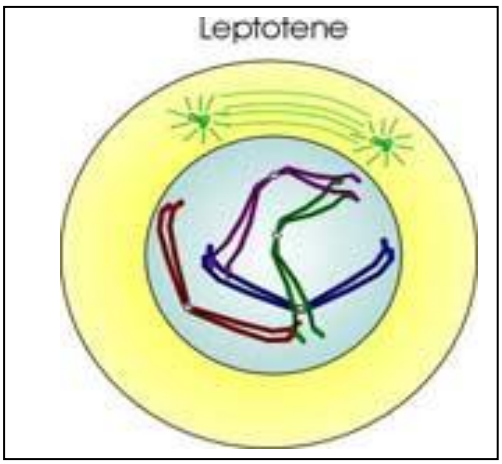
**ويشمل هذا الانقسام الاطوار التالية:**

## (1) الطور التمهيدي الاول Prophase I

ويتكون من خمسة ادوار هي:

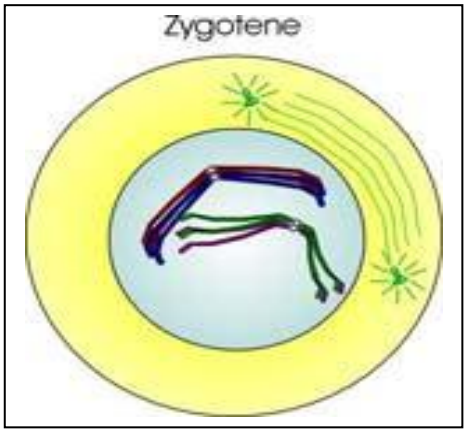
### (1-1) الدور القلادي (Liptonema or Leptotene Stage)

في هذا الدور يكبر حجم النواة وتتضح الكروموسومات ويكون لها مظهر حبيبي نتيجة لوجود عقد مختلفة الاحجام (حبيبات) تسمى الكروموميرات (Chromomeres) وبذلك تشبه الكروموسومات القلادة أو المسبحة ومن هنا سمي بالطور القلادي (Leptotene). وقد يحصل في هذا الدور تضاعف الـ DNA.




### (1-2) الدور التزاوجي (Zygonema or Zygotene Stage)

تقصر الكروموسومات وتزداد كثافة وتقترب من بعضها مشكلة أزواجا فيلتقي كل كروموسومين متماثلين Homologus Chromosames مع بعضهما وتبدأ عملية الإزدواج من نقطة ما بين الكروموسومين ويمتد بسرعة إلى المناطق الأخرى وتسمى هذه الظاهرة بالتراصف (التشابك) Synapsis، علما بأن أحد الكروموسومين من الأب والآخر من الأم أصلا ، تسمى الكروموسومات الناتجة بالكروموسومات المزدوجة الثنائية Bivalent.



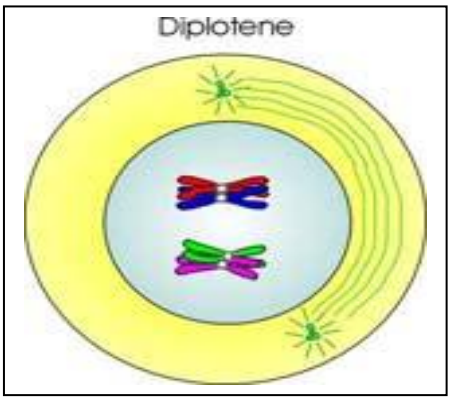
---

### (1-3) الدور الإنضمامي ( الضام) (Bachynema or Pachytene Stage)

تستمر الكروموسومات بالقصر والتغلظ وتلتف حول بعضها ويزداد الانضمام بشدة بين كل كروموسومين متشابهين حتى يظهرا كأنهما كروموسوم واحد. يظهر كل كروموسوم متكون من كروماتيدين مرتبطين بالمنطقة المركزية Centromere وعليه كل ثنائي أو زوج يحتوي على أربعة كروماتيدات وتدعى بالمجموعة الرباعية ، ثم تبدأ عملية الإلتفاف والترابط الحقيقي بين كروماتيدين في المجموعة ولا ترتبط أو تلتف أكثر من إثنين مع بعضهما .في هذا الدور تظهر مناطق معينه يحصل فيها تبادل قطع من الكروموسومات وهذه المناطق تعرف بالتصالبات chiasmata.

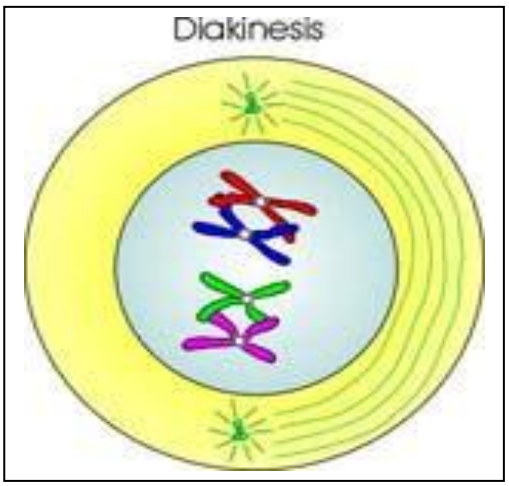
### (1-4) الدور الإنفراجي (التنافري) (Diplonema or Diplotene Stage)

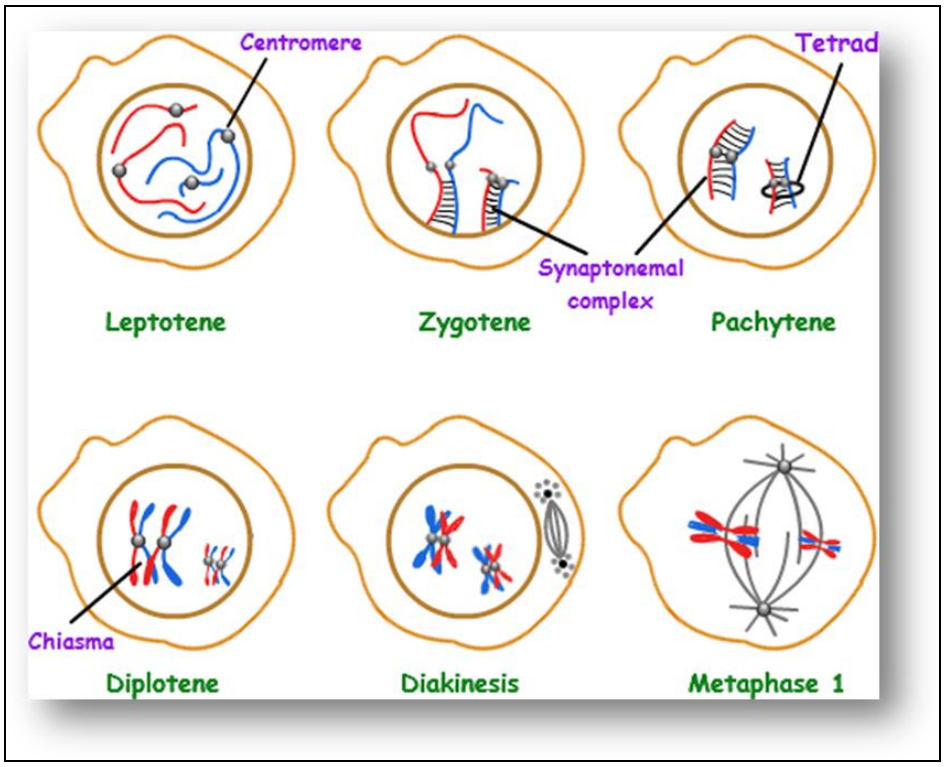
يبدأ ابتعاد كل كروموسومين متبادلين للصفات الوراثية عن بعضهما بعملية الانزلاق (Terminalization). حيث تبدأ الكروموسومات في الإبتعاد قليلا عن بعضها فتنفصل، عدا المناطق التي يحصل الإلتحام فيها بين كروماتيد من الكروموسوم الأول و آخر من الكروموسوم الثاني فيتحول الشكل الثاني إلى شكل تصالبي إذا كان الإتصال بمنطقة واحدة فقط وإلى شكل عروة إذا كان الإتصال بمنطقتين أو إذا كان الإتصال بمناطق عديدة .كل نقطة إتصال بين كروماتيدين تدعى تصالب Chiasma كما ذكرنا اعلاه ، ولمناطق الإتصال بين كروماتيدات كروموسومين متقابلين أهمية خاصة في إنتقال وتنوع التركيب الوراثي حيث تتبادل المواقع أجزاء من الكروماتيد الثاني ، وتسمى هذه العملية بـ " العبور Crossing over " .




### (1-5) الدور التشتتي Diakinesis

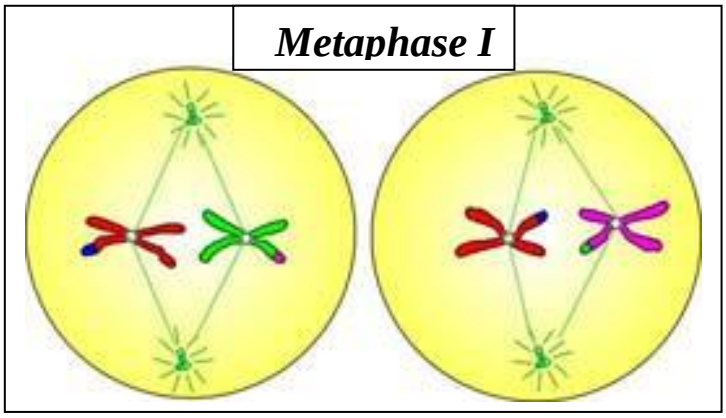
تستمر الكروموسومات بالابتعاد عن بعضها البعض وينشق السنترومير ويبدأ ظهور المغزل وتختفي التصالبات وتختفي النوية و يتحلل الغشاء النووي ثم تبدأ الكروموسومات بالتحرك الى منطقه استواء المغزل كما تنتظم الخيوط المغزلية ممتدة من قطبي الخلية.





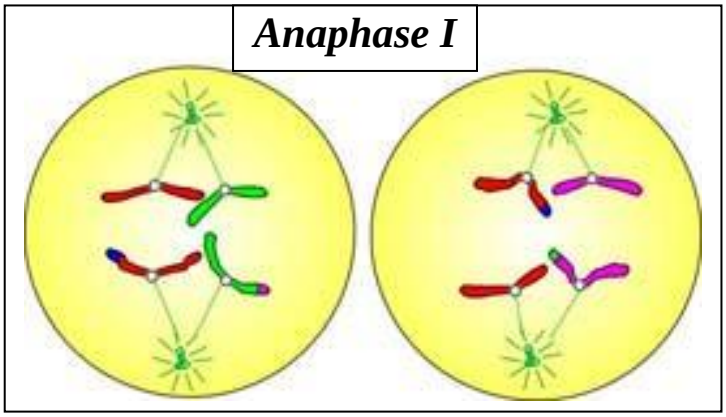

### (2) الطور الاستوائي الاول Metaphase I

تتحرك وتترتب الكروموسومات الثنائية الى منطقه استواء الخلية.




### (3) الطور الانفصالي الاول Anaphase I

تتحرك المزدوجات الكروموسومية باتجاه اقطاب الخلية وينفصل الرباعي الحاوي على اربع كروماتيدات مكوناً ثنائيات Dyads كل منها حاوي على كروماتيدين.



---

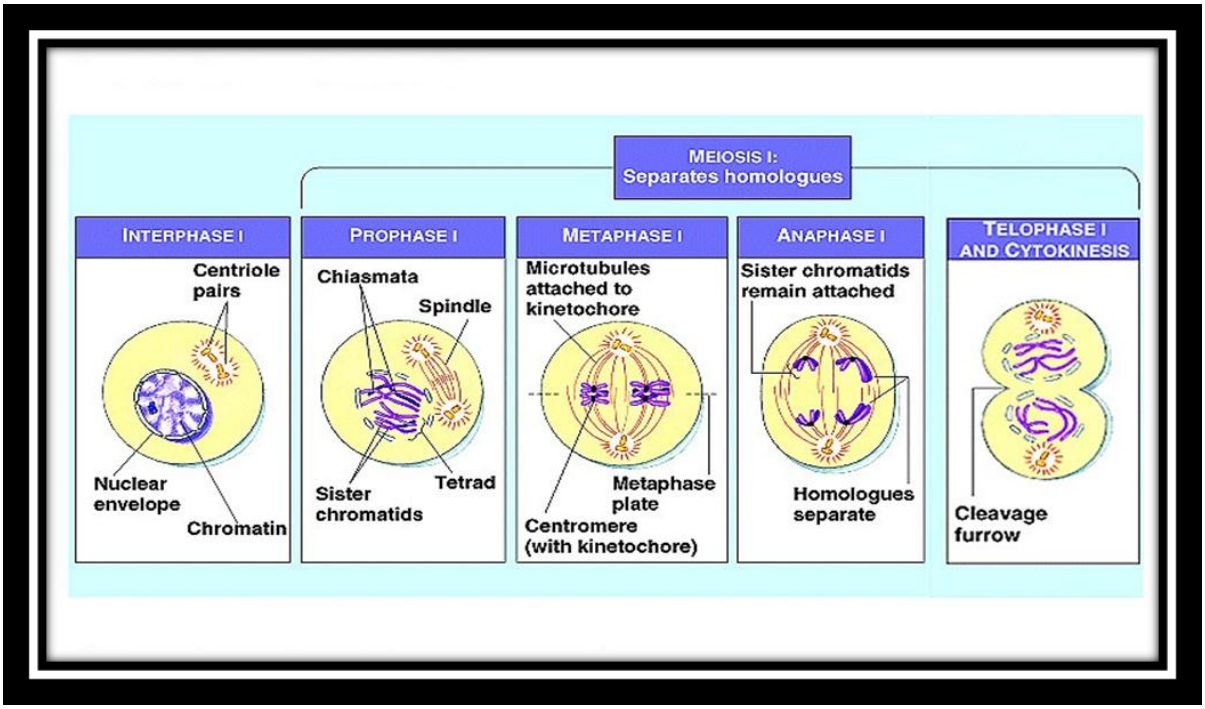
### (4) الطور النهائي الاول Telophase I

يعاد تجميع الكروموسومات في قطبي الخلية ثم ينحل الالتفاف و تظهر النوية ويعاد كوين الغشاء النووي لتتكون نواتان بنويتان تحتوي كل منها نصف العدد الأصلي للكروموسومات في الخلية الأم أي (n). ثم تدخل الخلية بعد مدة قصيرة في الانقسام الاختزالي الثاني (Second Meiosis Division) لتكون 4 خلايا كل واحدة منهم (n) .

هذا ما يحدث في الحيوان لتكوين الحيوانات المنوية (Sperms) والبويضات الأنثوية (Ovums) ويحدث كذلك في الإنسان . كما يحدث في أمتاك (Anthers) ومبايض (Ovules) الزهرة (Flower) لتكوين حبوب اللقاح ( Pollen Grains) والخلايا البيضية (Egg Cells).

### (5) الطور ما بين الانقسامين Interkinesis

قد يكون هذا الطور طويلاً جداً اذ يتكون الجدار الخلوي بين الخليتين البنويتين و قد يكون قصيراً جداً يكاد يكون معدوم.




## الانقسام الاختزالي الثاني meiosis II

**يشمل هذا الانقسام الاطوار التالية:**

### 1. الطور التمهيدي الثاني Prophase II

تتميز الشبكة الكروماتينية الى عدد من الكروموسومات كل منها مشقوق طوليا الى زوج من الكروماتيدات متصلة عند السنترومير ،يبدأ تكون خيوط المغزل ويختفي كل من النوية والغشاء النووي (لايسبق هذا الطور تضاعف المادة الوراثية DNA ) .

---

**2. الطور الاستوائي الثاني Metaphase II**

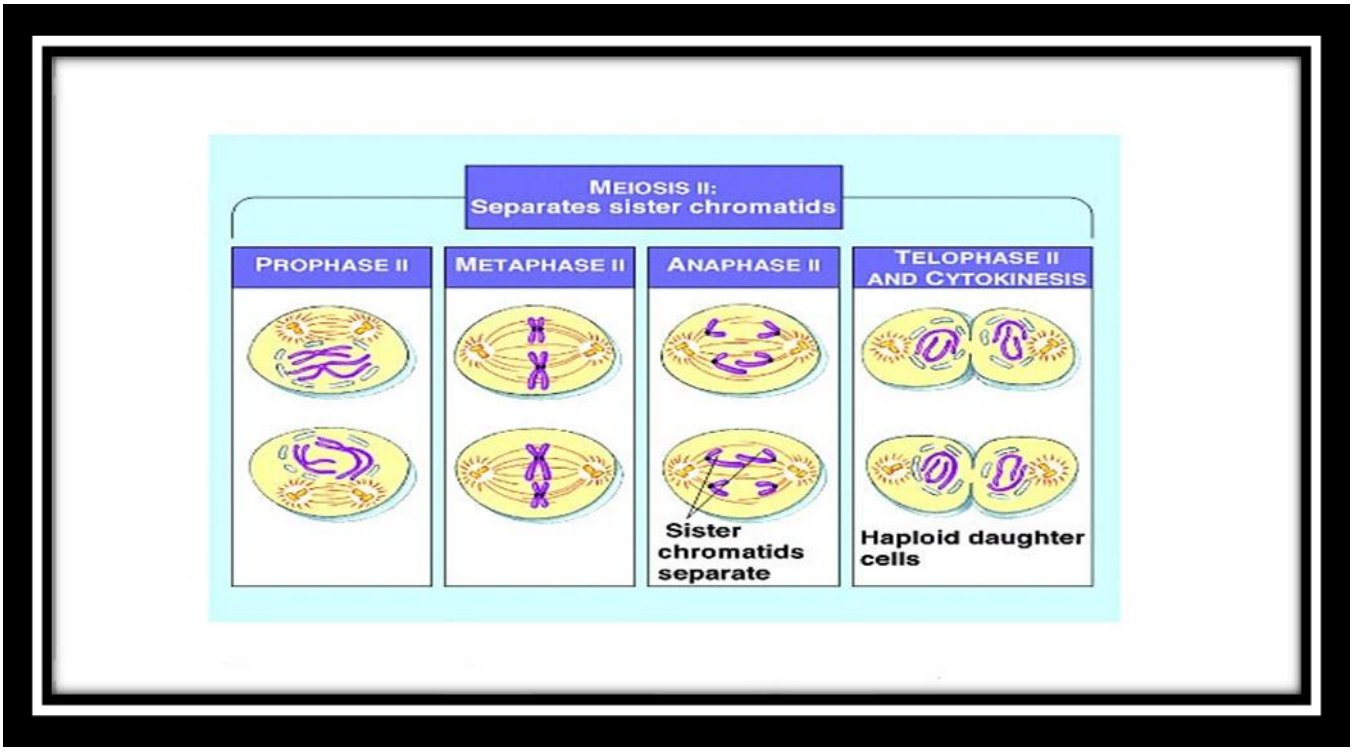
تصطف خلالها الكروموسومات على الخط الإستوائي للخلية.

**3. الطور الانفصالي الثاني Anaphase II**

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

**4. الطور النهائي الثاني Telophase II**

تتجمع كل مجموعة من الكروماتيدات ( التي أصبحت الآن كروموسومات قائمة بذاتها ) عند أحد قطبي الخلية ، ثم تستطيل متحولة إلى خيوط رفيعة ملتوية ، ويتكون حولها غشاء نووي، وبذلك تتكون خليتان تحتوي على نواتين كل منها تحتوي على نصف العدد الوراثي ويكون الناتج أربع خلايا كل منها يحتوي على نصف عدد الكروموسومات الموجود في الخلية الأم.




## أهمية الإنقسام الإختزالي

1 ـ يتكون الناتج النهائي من أربعة خلايا بكل منها نصف العدد الوراثي يطلق عليها إسم أمشاج ( حيوانات منوية ، بويضات ) . إذا إتحد المشيج الذكري مع المشيج الأنثوي ينتج الزيجوت الذي يحتوي العدد الأصلي من الصفات الوراثية والذي ينتج منه الجنين بذلك يحفظ العدد الثابت للكروموسومات.

2 ـ تبادل صفات وراثية بين الكروموسومات بنظام ثابت وذلك في المرحلة الضامة من الطور التمهيدي الأول بحيث تنتقل صفة مكان صفة أخري مثلها وتسمى هذه العملية بالعبور .

3 ـ ظهور صفات سائدة وصفات متنحية.