

المحاضرة الثانية - الجزء العملي - الدكتور جعفر محمد عويد.

انقسامات الخلية في الكائنات حقيقية النواة:-

1- الانقسام غير المباشر (الميتوزي):

يحدث هذا النوع من الانقسام للخلايا الجسمية ويؤدي إلى تكوين خليتين من كل خلية منقسمة تحتوي كل منها على نفس عدد كروموسومات الخلية المنقسمة الأمية (شكل 1-2).

قبل انقسام الخلية تبدأ الخلايا بمرحلة تحضير نفسها للانقسام من خلال تهيئة المواد اللازمة للعملية ومن ضمن ذلك تضاعف المادة الوراثية. وتبدو الخلية في هذه المرحلة ساكنة وتحتوي على جميع العضيات الداخلية كما هي في جميع الخلايا وتسمى هذه المرحلة بالدور البيني بعدها تبدأ الخلية بالدخول في مراحل متميزة هي:

المرحلة التمهيديّة أو الدور التمهيدي :

- تميز الخلايا التي تدخل هذه المرحلة بمجموعة من المميزات منها .
- 1 - ظهور الكروموسومات في النواة وتبدو في هذه المرحلة بأنها رفيعة خيطية ملتفة على بعضها لا تلبث أن تصبح أكثر غلظة وسماكة .
- 2 - اختفاء النوية .
- 3 - بداية تحلل غشاء النواة وظهور الكروموسومات مؤلفة من كروماتيدات مزدوجة مرتبطة مع بعضها عن طريق السنترومير .
- 4 - ظهور الأقطاب وخيوط المغزل .

المرحلة الاستوائية أو الدور الاستوائي :

- أهم مميزات الخلايا التي في هذا الدور :
- 1 - تنظيم الكروموسومات في وسط الخلية بشكل طولي وعمودي على استواء الخلية
- 2 - وجود الكروموسومات على هيئة أزواج .

المرحلة الانفصالية أو الدور الانفصالي :

مميزاتها :

- 1 - تحرك الكروموسومات باتجاه المغزل على هيئة مجموعتين .
- 2 - ارتباط الكروموسومات من مواقع السنترومير بخيوط المغزل التي لا تلبث هذه بالتقلص مؤدية إلى انفصال أزواج الكروموسومات .
- 3 - ينتهي هذا الدور بوصول مجموعتي الكروموسومات إلى أقطاب الخلية .

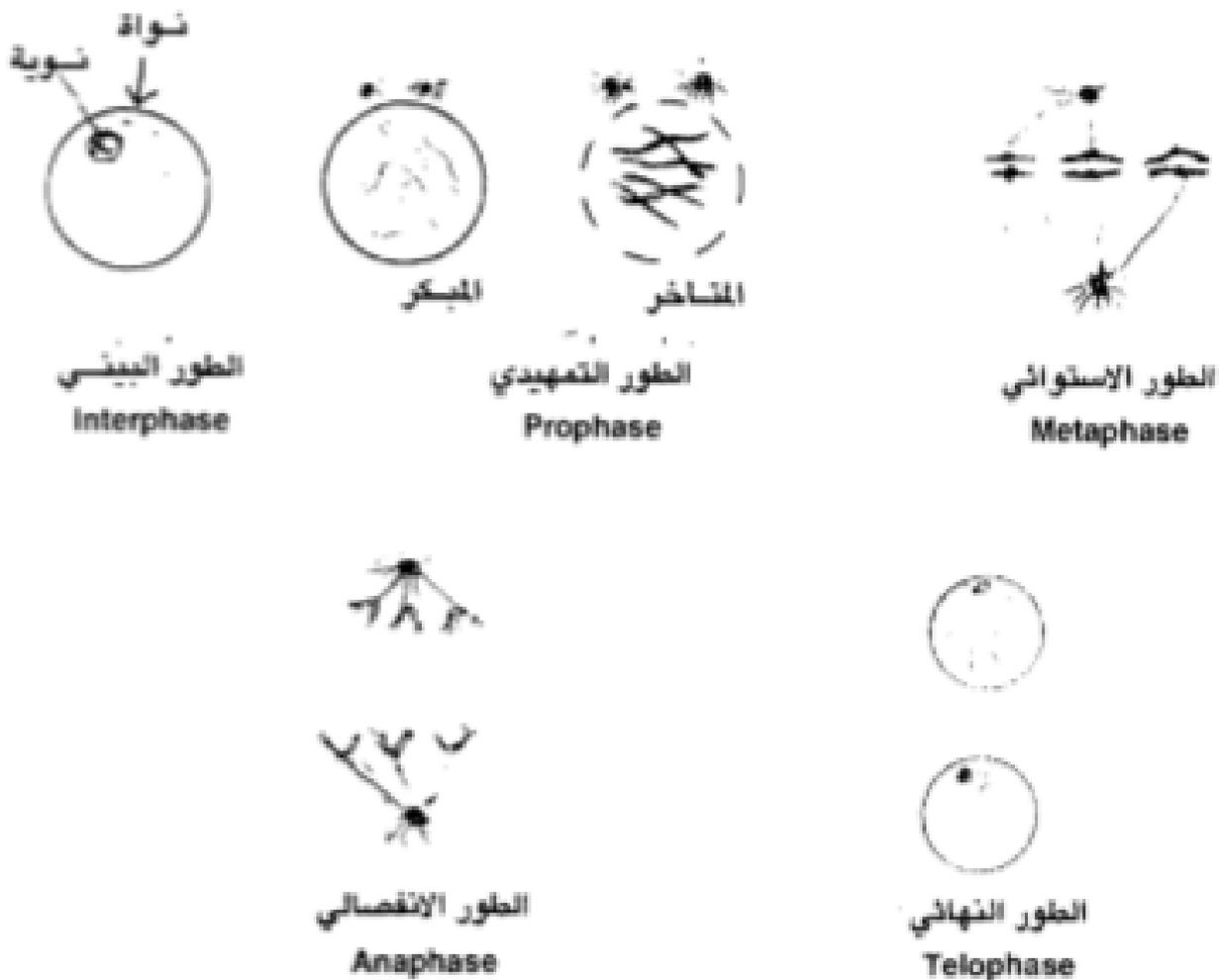
المرحلة النهائية أو الدور النهائي :

مميزاتها :

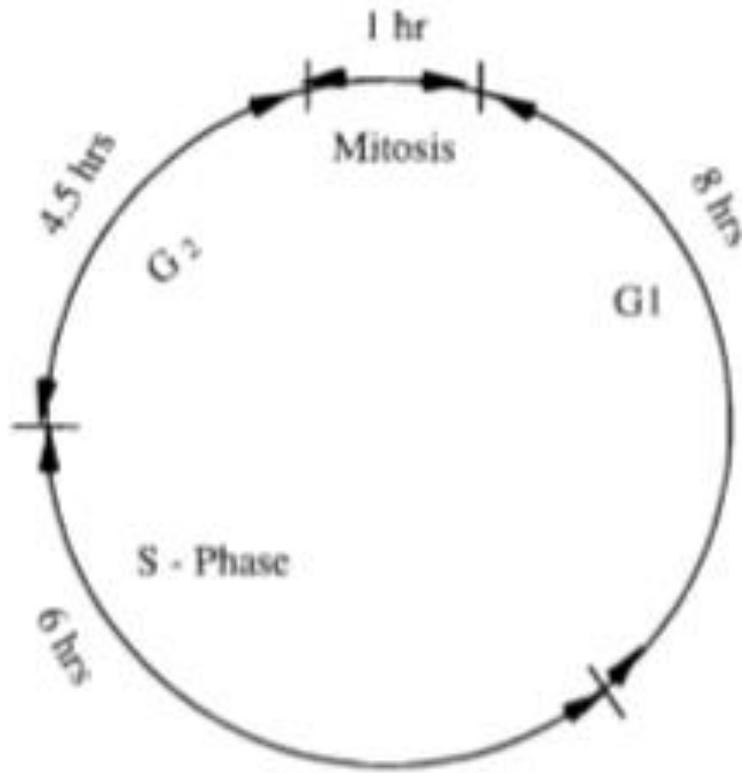
- 1 - وجود مجموعتان من الكروموسومات في أقطاب الخلية محاطتان بغشاء مؤذنة بظهور النواة مرة أخرى .
- 2 - بناء الغشاء أو الجدار بين النواتين لفصل محتويات الخلية الأم .
- 3 - بداية اختفاء الكروموسومات حيث تظهر عندئذ على هيئة خيطية رفيعة تلتف على بعضها البعض .
- 4 - ظهور النوية في مرحلة متأخرة منه .

تعتبر عملية الانقسام غير المباشر جزءاً من الدورة الخلوية التي تمر بها الخلايا ويستغرق انقسام الخلايا بين 1 - 3 ساعات بينما تحتاج هذه الخلايا إلى أكثر من أربعة ساعات لتحضير نفسها للدخول فيه (شكل 2-2) .

وبلاحظ بأن ما يحصل في هذا الانقسام لا يحقق التصور الذي تم وضعه من خلال تجارب ونتائج مندل حيث احتفظت كل خلية من الخلايا الناتجة عن هذا الانقسام بنفس عدد الكروموسومات الذي كان موجوداً في الخلية الأم بينما دلت النتائج السابقة على ضرورة انفصال عوامل الصفات قبل حصول الاخصاب ، وهذا ما يوفر الدليل المادي والعلمي لوجود نوع آخر من الانقسامات الخلوية ألا وهو الانقسام الاختزالي الذي لا يمكن مشاهدته إلا في الخلايا الجنسية أو في الانسجة الجنسية أو الأعضاء الجنسية .



شكل 1-2 : مراحل الانقسام غير المباشر Mitosis في الخلايا



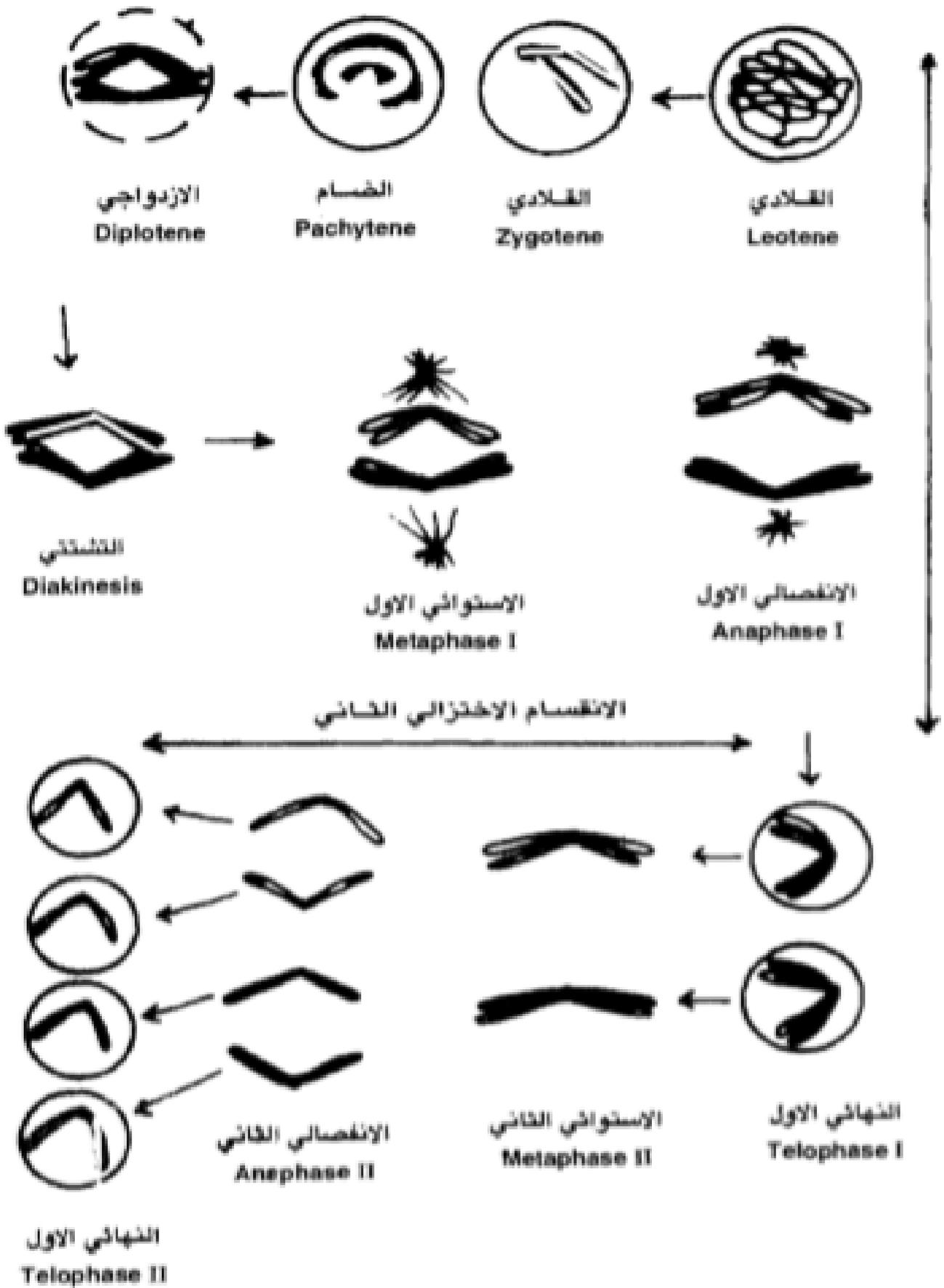
شكل 2-2 : دورة الخلية حيث يلاحظ الزمن الطويل الذي تستغرقه الخلية للتحضير للانقسام غير المباشر «الميتوزي» الذي يستغرق في الغالب ساعة واحدة .

الانقسام الاختزالي :

يحصل الانقسام الاختزالي في الخلايا الجنسية أو المولدة للخلايا الجنسية ويؤدي إلى تكوين خلايا جديدة بنصف العدد الأصلي من الكروموسومات . يتم اختزال أعداد الكروموسومات إلى النصف خلال انقسامين متوالين للنواة يتخللها انقسام مفرد للكروموسومات وبذلك تتكون أربعة خلايا كل منها بنصف العدد الأصلي من الكروموسومات (شكل 2 - 3) .

الانقسام الاختزالي الأول :

ويتم في هذا الانقسام انفصال الكروموسومات القرينة بعد حصول العبور وتبادل المواد الوراثية فيما بينها .



شكل 2-3 مراحل الانقسام الاختزالي Miosis في الخلايا الجنسية

مراحل الانقسام :

الطور التمهيدي الأول : ويعتبر هذا الطور أطول مراحل الانقسام الاختزالي وتحصل فيه العديد من المظاهر الانقسامية المتنوعة ولذلك فقد تم تقسيمه إلى مراحل ثانوية هي :

الطور القلادي : وتظهر فيه الكروموسومات طويلة رفيعة ذات مناطق منتفخة بحيث تشبه الكروموسومات في هذا الطور المسبحة . تقصر في نهاية الطور الكروموسومات .
الطور الثنائي : تزوج الكروموسومات بسبب تغلظها وتظهر الكروماتيدات بشكل واضح .

الطور الضام : تنجذب الكروموسومات القرينة إلى بعضها وتظهر هذه وكأنها تراكيب رباعية بسبب تميز كروماتيداتها . كما تبدأ الكروماتيدات في التراكيب الرباعية بالاقتراب ومماس بعضها .

الطور الأزواجي : يحصل في هذا الطور العبور وظهور مناطق تصالب الكروماتيدات العابرة .

الطور التشتتي : ينتهي في هذا الطور حدوث العبور وتفصل الكروموسومات المتصالبة وتتغلظ وتقصر وتظهر ألياف المغزل ويختفي الغشاء النووي .
ويعتبر هذا الطور الجزء النهائي للمرحلة التمهيديّة لتبدأ بعدها مرحلة الطور الاستوائي .

الطور الاستوائي الأول : وتصطف في هذا الطور الكروموسومات في منتصف استواء الخلية حيث يرتبط كل كروموسوم بخيط من خيوط المغزل .

طور الانفصال الأول : تنفصل في هذا الطور الكروموسومات القرينة أو المتناظرة بحيث تذهب كل مجموعة إلى أحد أقطاب الخلية .

الطور النهائي الأول : تحاط مجاميع الكروموسومات في هذا الطور بغشاء وتبدأ الكروموسومات بالتغلظ والاستطالة وقد تنفصل الخلايا في بعض الكائنات إلا أنه وبشكل عام فإن الخلايا الناتجة من هذا الانقسام تدخل بعد فترة وجيزة جداً الانقسام الاختزالي الثاني دون المرور في مرحلة راحة أو انتظار .

الانقسام الاختزالي الثاني :

يؤدي هذا الانقسام إلى انشطار كروماتيدات كروموسومات الخلايا الناتجة من الانقسام الاختزالي الأول لإنتاج أربعة خلايا بنصف العدد الأصلي من الكروموسومات . يمر هذا الانقسام بعدة مراحل هي :

الطور التمهيدي الثاني :

تصبح كروموسومات هذا الطور قصيرة وسميكة ويستمر هذا الطور لفترة قصيرة جداً .

الطور الاستوائي الثاني :

وتظهر كروماتيدات كل كروموسوم مرتبطة مع ألياف المغزل من منطقة ارتباطها مع بعض وتصطف الكروموسومات في منتصف الخلية استعداداً لانشطار كروماتيدات الكروموسومات .

الطور الانفصالي الثاني :

تبتعد في هذا الطور الكروماتيد الشقيقة لكل كروموسوم باتجاه أحد اقطاب الخلية بسبب تقلص ألياف المغزل المرتبطة معها .

الطور النهائي الثاني :

تبدأ الكروموسومات (الكروماتيدات) بالالتفاف على بعضها وتبدأ بالتحول إلى الشكل الخيطي ويبدأ غشاء النواة بالظهور محيطاً كل مجموعة كروموسومية ولا تلبث الخلايا أن تنفصل في نهاية هذا الطور مؤدية إلى الحصول على أربعة خلايا من كل خلية شاركت في الانقسام الاختزالي .

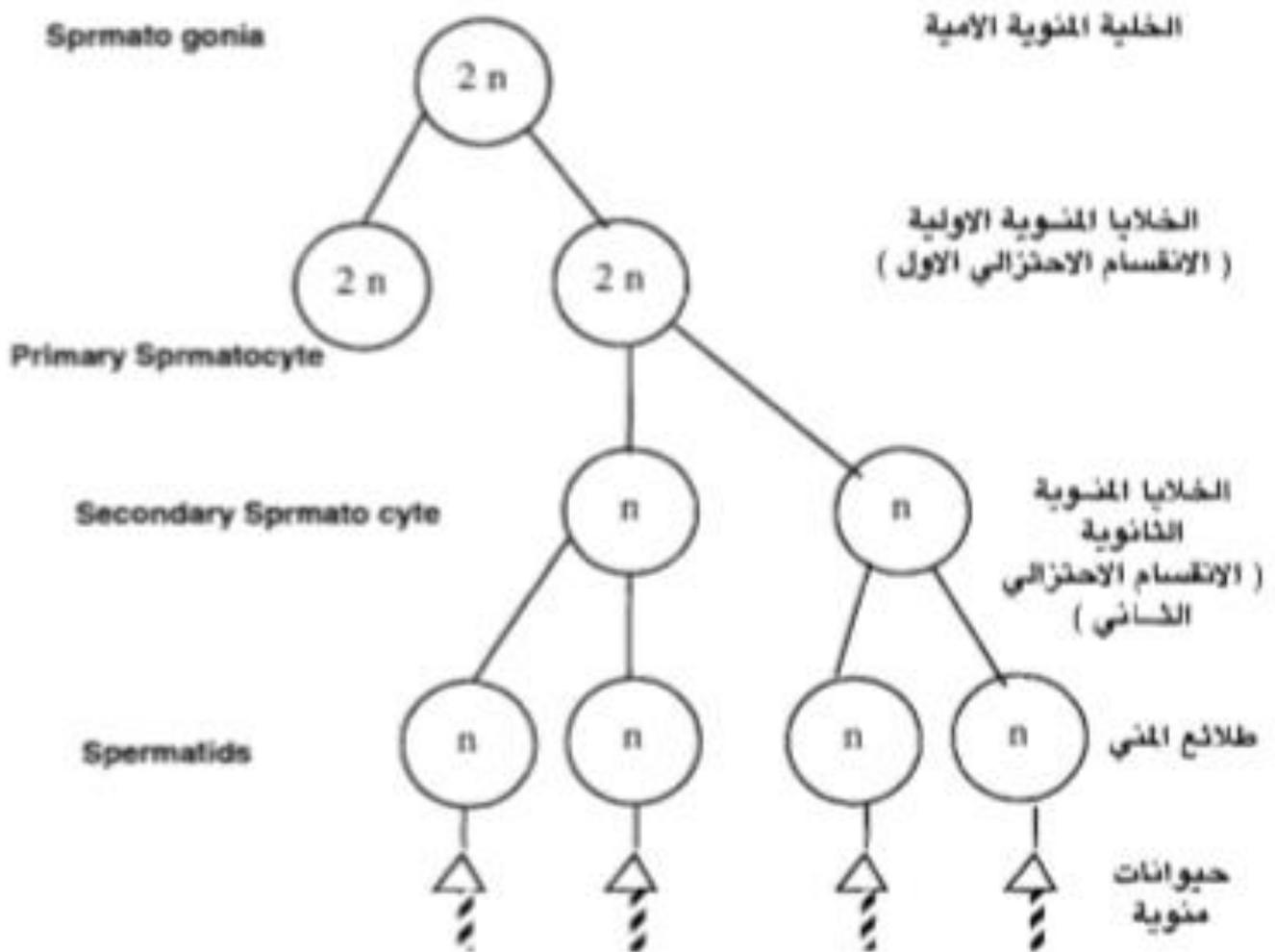
الانقسام الاختزالي في الأعضاء الجنسية الحيوانية :

يجري هذا الانقسام في الغدد الجنسية للحيوان أثناء عملية إنتاج الحيوانات المنوية أو البويضات . أما في النباتات فيجري هذا الانقسام أثناء عملية إنتاج الأبواغ .

الانقسام الاختزالي لإنتاج الحيوانات المنوية :

كما سبق الحديث فإن هذا الانقسام يحصل في الغدد الجنسية للحيوانات والضبط

في الانبوبات المنوية . يتألف النسيج الذي يدخل الانقسام الاختزالي من 5 - 8 طبقات من الخلايا . الخارجية منها تُدعى بالخلايا المنوية الأمية والتي تكون ذات عدد كامل من الكروموسومات وتنقسم انقساماً غير مباشر لإنتاج خلايا منوية أولية . تنقسم كل خلية منوية أولية انقساماً اختزالياً أولاً لإنتاج خليتين كل منهما بنصف العدد الأصلي من الكروموسومات تُسمى هذه الخلايا بالخلايا المنوية الثانوية . تدخل هذه الخلايا الانقسام الاختزالي الثاني لإنتاج أربعة خلايا بنصف العدد الأصلي من الكروموسومات . تُدعى هذه الخلايا بطلائع المنى ولا تلبث أن تمر بمرحلة تحوير تنتهي بعدها كخلايا منوية جنسية (شكل 4-2) .



شكل 4-2 : عملية تكوين الحيوانات المنوية ومراحل الانقسام الاختزالي فيها

الانقسام الاختزالي لانتاج البويضات :

يحصل هذا الانقسام في الخلايا البيضية الأمية في المبيض التي تتميز بكونها ذات عدد كامل من الكروموسومات وتنقسم انقساماً غير مباشر لانتاج خلايا بيضية أولية . تدخل هذه الخلايا الانقسام الاختزالي الأول حيث تنفصل الكروموسومات القرينة لانتاج خليتين بنصف العدد الأصلي من الكروموسومات . إحدى هاتين الخليتين تكون كبيرة الحجم لاستقطابها كمية كبيرة من السائتوبلازم تدعى هذه بالخلية البيضية الثانوية فيما تسمى الخلية الصغيرة الحجم بالجسم القطبي الأول والذي يظهر كجسم داكن داخل الخلية البيضية الثانوية . تنقسم الخلايا البيضية الثانوية والأجسام القطبية الأولية انقساماً اختزالياً ثانياً حيث تُنتج من كل خلية بيضية ثانوية خلية تدعى أم البيض وجسم قطبي ثانوي بينما يؤدي الانقسام الاختزالي الثاني لكل جسم قطبي أولي إلى إنتاج جسمين قطبيين ثانويين . وهكذا فإن كل خلية بيضية أولية تؤدي بعد الانقسام الاختزالي إلى إنتاج خلية أم البيض وثلاثة أجسام قطبية ثانوية (شكل 5-2) وتتميز جميعها باحتواءها على نصف العدد الأولي من الكروموسومات .

