انقسام الخلية النباتية
Plant Cell Division

دوره حياة الخليه: Cell Cycle

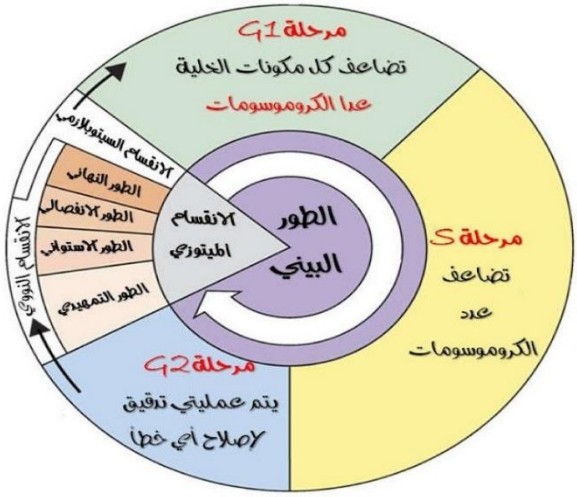
دورة الخلية هي الفترة ما بين دورتي الانقسام الخلوي. أي أنها الفترة مابين جيل خلية والجيل الذي يليه. عندما تصل الخلية إلى حجم معين فإما أن يقف نموها أو تنقسم. بعض الخلايا مثل الخلايا العصبية، خلايا العضلات الهيكلية وكريات الدم الحمراء لا تنقسم بعد وصولها إلى الطور الكامل. وتمر الخلية في دورة حياتها بمرحلتين هما: الطور البيني (Interphase)وانقسام الخلية.(Cell division)

اولا:- الطور البيني

يحتل الطور البيني 90% من دوره حياه الخليه وهو يتمايز الى ثلاث مراحل اساسيه هي

1- مرحله النمو الاولى: First gap phase (G1 phase)

وهي فترة نمو الخلية (Cell growth) حيث تزاول فيها الخلية نشاطها في مجال تخصصها، كتكوين العضيات، وبناء أو تكسير الجزيئات الكبيرة، إصلاح الأنسجة التالفة نتيجة الجروح، وتوزيع البروتينات. وتطول أو تقصر هذه الفترة بحسب ظروف الخلية، ولا يظهر في هذه الفترة بناء للحامض 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. إذ يجري خلالها تهيئة وتصنيع المركبات الضرورية لنسخ DNA، تصنيع الرايبوسومات والحمض النووي الريبي (RNA) بأشكاله الثلاث (الرايبوزومي rRNA، الناقل tRNA، الرسول mRNA)، إضافة إلى العديد من الأنزيمات.



D.r hmed Sherlab

2- مرحله تصنيع الحامض النووي(DNA): Synthesis phase (S phase)

يتم في هذه المرحله تضاعف الـ DNA ويتكون كل كروموسوم من كروماتيدين متطابقين ملتصقين من منطقه السنترومير.

3- مرحله النمو الثانية: Second gap phase (G2 phase)

تتميز هذه المرحله ببناء البروتينات الاساسيه لانقسام الخليه ومنها خيوط المغزل تحضيراً لأنفصال الخلية في الانقسام المتساوي، ثم بعدها تدخل الخليه في طور الانقسام الخلوي.

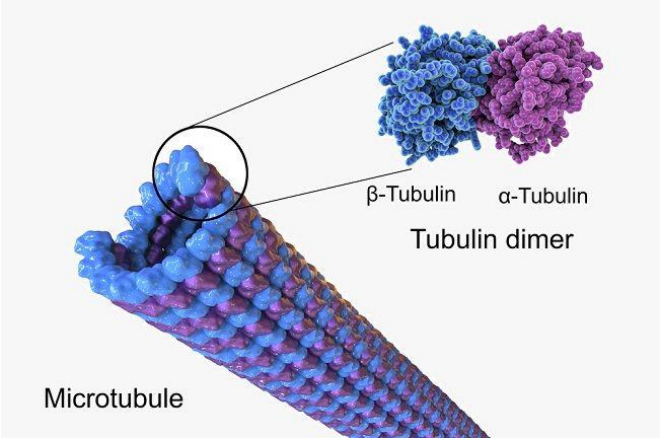
مصطلح الجهاز المغزلي:(Spindle Apparatus): يشير مصطلح الجهاز المغزلي إلى بنية الهيكل الخلوي في حقيقيات النوى التي تتشكل أثناء عملية الانقسام الخلوي لتفصل الكروماتيدات الشقيقة بين الخلايا الوليدة. بمعنى آخر، هو شبكة من الأنيبيبات الدقيقة (تُسمى أيضاً بالألياف المغزلية) والتي تتشكل أثناء انقسام الخلية سواءً المتساوي أو المنصف.

الأنيبيبات الدقيقة: هي خيوط بروتينية تُشبه الأنابيب المجوفة، لها مهمات عديدة. تُشكل الأنيبيات الدقيقة أكبر عنصر بنيوي في الجهاز المغزلي، ومهمتها الأساسية فيه هي تحريك الكروموسومات وسحبها إلى قطبي الخلية، لتضمن بذلك حصول كل خلية وليدة على العدد الصحيح من الكروموسومات.

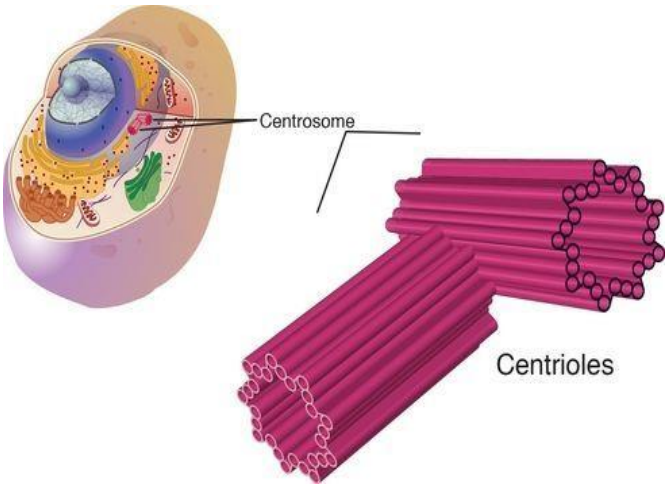
في الخلايا النباتية، بعض الأنيبيبات الدقيقة تتصل بجدران الخلايا (النباتية)، والبعض الآخر يرتبط بكروموسومات منفردة في الحيز الحركي.

في الخلايا الحيوانية، الأنيبيبات الدقيقة (الألياف المغزلية) تنتج من عضية خلوية أسطوانية الشكل تُدعى المريكز. المريكز يُشكل النجم (aster) والنجم، بدوره، يُشكل الألياف المغزلية أثناء دورة الخلية.

أهمية المغزل: تكمن في أنه يسحب الكروموسومات من الصفيحة الاستوائية إلى قطبي الخلية.

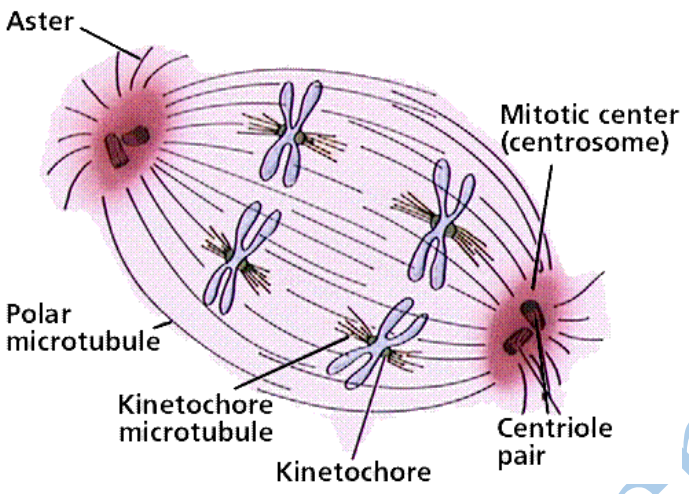


في الخلية النباتية



في الخلية الحيوانية

Ahmed Sherif



انواع الانقسام: Cell Division Type

تتخصص بعض الخلايا النباتية في النباتات الراقية في عملية الانقسام الضرورية لاستمرار النمو والتكاثر في النبات وهناك ثلاثة أنماط من الانقسام في الخلية وهي: انقسام مباشر وانقسام غير مباشر وانقسام اختزالي (منصف).

الانقسام المباشر: Amitosis

يحدث هذا الانقسام أحيانا في النباتات البدائية ويندر حدوثه في النباتات الراقية وفيه تتخصر النواة في وسطها بالتدريج حتى تنقسم إلى قسمين قد لا يكونان متساويين أو متماثلين ثم يتكون في وسط البروتوبلاست جدار جديد يفصل النواتين، أو يتخصر الجدار إلى الداخل حتى يفصل البروتوبلاست إلى جزأين وبذلك يتم تكوين خليتين بنويتين من الخلية الأصلية.

الانقسام غير المباشر او الانقسام الميتوزي او الخيطي: Mitosis

يحدث هذا الانقسام في الخلايا الإنشائية (اي الخلايا الجسمية) غير المتخصصة بالتكاثر او التزاوج في الحيوانات او النباتات في عملية التزاوج ويتم على مرحلتين:

الأولى: انقسام النواة Karyokinesis حيث تنقسم إلى قسمين متساويين.

الثانية: انقسام السيتوبلازم Cytokinesis حيث ينقسم إلى جزأين مكوناً بذلك خليتين متشابهتين للخلية الأم ويتم الانقسام غير المباشر على أربعة أطوار متتابعة وهي كما يلي:

❖ **الطور الوسطي او البيني: interphase**

- تظهر النواة مكونة من الغشاء النووي وعصير نووي والشبكة الكروماتينية
- تنشط الخلية حيوياً لتوفير كميات من الطاقة بالسايتوبلازم والمادة الكروماتينية بالنواة
- تتضاعف الاحماض النووية DNA المكونة لكروموسومات الخلية

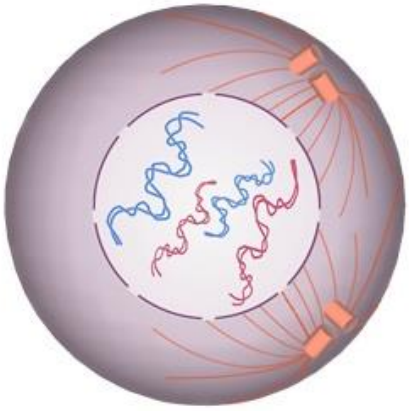
D.r Ahmed shenab

- تتضاعف الاحماض النووية RNA والبروتينات التي تدخل في تركيب الكروموسومات

1 - الطور التمهيدي: Prophase

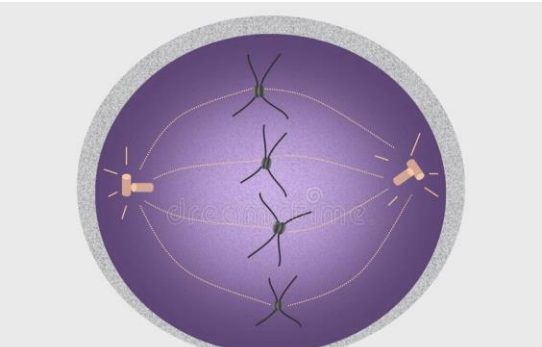
تظهر مجاميع حمض DNA طويلة ورقيقة مكونة الشبكة الكروماتينية Chromatin reticulum، ثم تقصر الخيوط الكروماتينية وتصبح غليظة واضحة وتسمى بالكروموسومات يتكون كل منها من خيطين يلتفان حول بعضهما البعض ويلتقيان معاً في نقطة معينة وثابتة لكل كروموسوم (كروموسوم) تسمى بالسنترومير Centromere وبالمقابل تصغر النوية تدريجياً ثم تختفي كما يختفي غشاء النواة في المراحل النهائية لهذا الطور كما تقصر الكروموسومات وتصبح ناعمة ملساء بعد أن كانت خشنة السطح.

ملاحظة: الفرق بين الطور البيني والطور التمهيدي تحت المجهر ان الاول تكون النواة غامقة اللون لتداخل الشبكة الكروماتينية، اما الطور التمهيدي فأن الشبكة الكروماتينية تكون واضحة لأنها تتجزأ وتظهر بلون افتح.



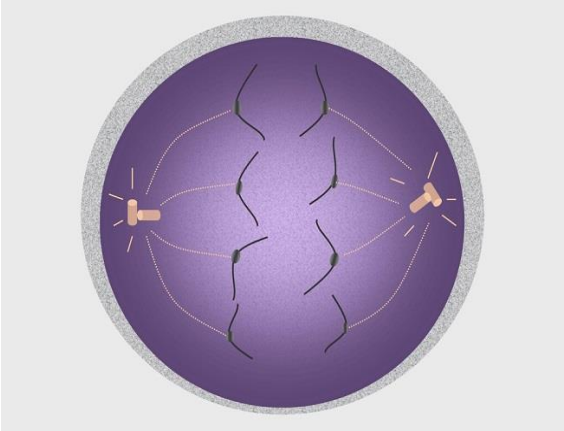
2 - الطور الاستوائي: Metaphase

تصبح الكروموسومات بعد اختفاء الغشاء النووي متصلة مباشرة بالسيتوبلازم المركزي وتزداد كثافة السيتوبلازم وتظهر فيه خيوط دقيقة تكون ما يعرف بألياف المغزل Spindle fibers وتتسع الألياف المغزلية من نقطتين في طرفي الخلية تعرفان بالقطبين، وتتجه نحو مركز الخلية وتكثر الألياف المغزلية بالتدريج وتمتد حتى تتلاقى في وسط الخلية ولم تعرف بعد طبيعة هذه الألياف المغزلية وإن كان يعتقد أنها عبارة عن أنابيب دقيقة من سيتوبلازم كثيف وفي هذا الطور تغير الكروموسومات من مواضعها وتتجمع في وسط الخلية وتنتظم في خط استواء الخلية مكونة ما يدعى باللوحة الاستوائية ويتصل سنترومير كل كروموسوم بأحد الألياف المغزلية.



3 - الطور الانفصالي: Anaphase

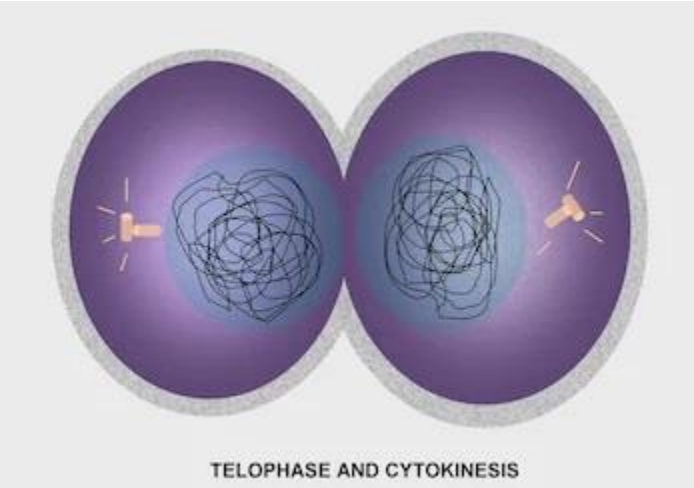
يعرف الطور الانفصالي بأنه المرحلة التي يتم فيها انفصال الكروموسومات عن بعضها البعض أو أحياناً في أواخر الطور الاستوائي تنشق منطقة السنترومير لكل كرموسوم وينفصل كروماتيداه ويصبحان كروموسومين متشابهين وبهذا الانفصال يصبح في الخلية ضعف العدد العادي من الكروموسومات، ويتحرك كل كروموسومين متشابهين في اتجاهين متعاكسين باتجاه قطبي المغزل فيتجمع عند كل قطب عدد من الكروموسومات الجديدة مساوٍ للعدد الأصلي.

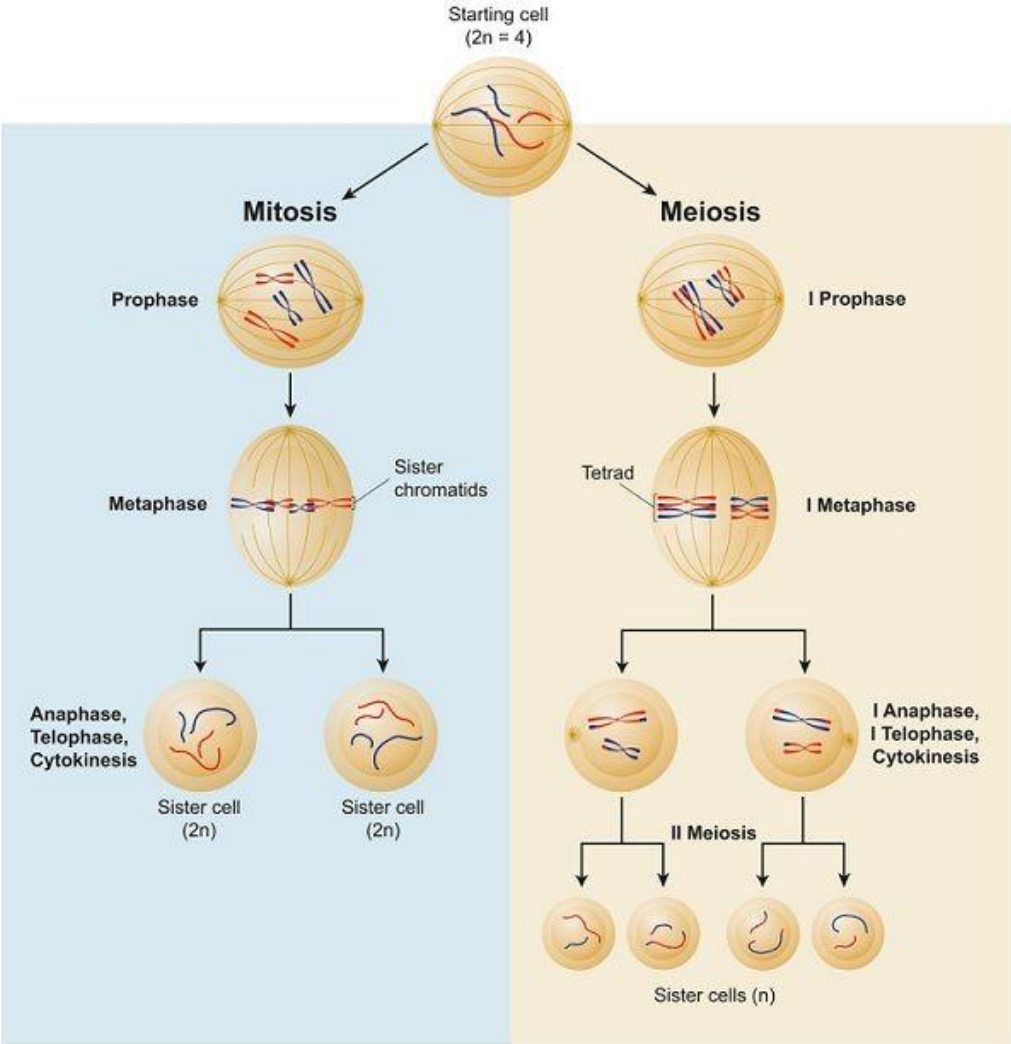


4 - الطور النهائي: Telophase

يحدث في هذا اطور تغيرات عكسية لما حدث في الطور التمهيدي في هذا الطور تستطيل الكروموسومات وتستدق ثم تظهر النوية وتتشابك الكروموسومات مكونة الشبكة الكروماتينية، يتكون الغلاف النووي من الشبكة الاندوبلازمية وبذا يتم تكوين نواتين داخل الخلية، يتكون عند خط استواء لمغزل صفيحة تدعى بالصفيحة الخلوية Cell plate في الخلايا النباتية والتخصر في الخلية الحيوانية التي تفصل الخليتين الجديدتين، ففي الخلايا النباتية يكون الصفيحة التي تسمى بالصفيحة الوسطى، ثم يبدأ بعد ذلك ترسيب مادة الجدار الابتدائي على جانبي الصفيحة الوسطى ناتجة من حويصلات من جهاز جولجي وتتكون بذلك خليتان جديدتان تتهيأ كل منهما لإعادة الانقسام مرة أخرى.

Dr. Shehab


TELOPHASE AND CYTOKINESIS


Starting cell
(2n = 4)
Mitosis
Meiosis
Prophase
Metaphase
Sister
chromatids
Anaphase,
Telophase,
Cytokinesis
Sister cell
(2n)
Sister cell
(2n)
I Prophase
Tetrad
I Metaphase
I Anaphase,
I Telophase,
Cytokinesis
II Meiosis
Sister cells (n)

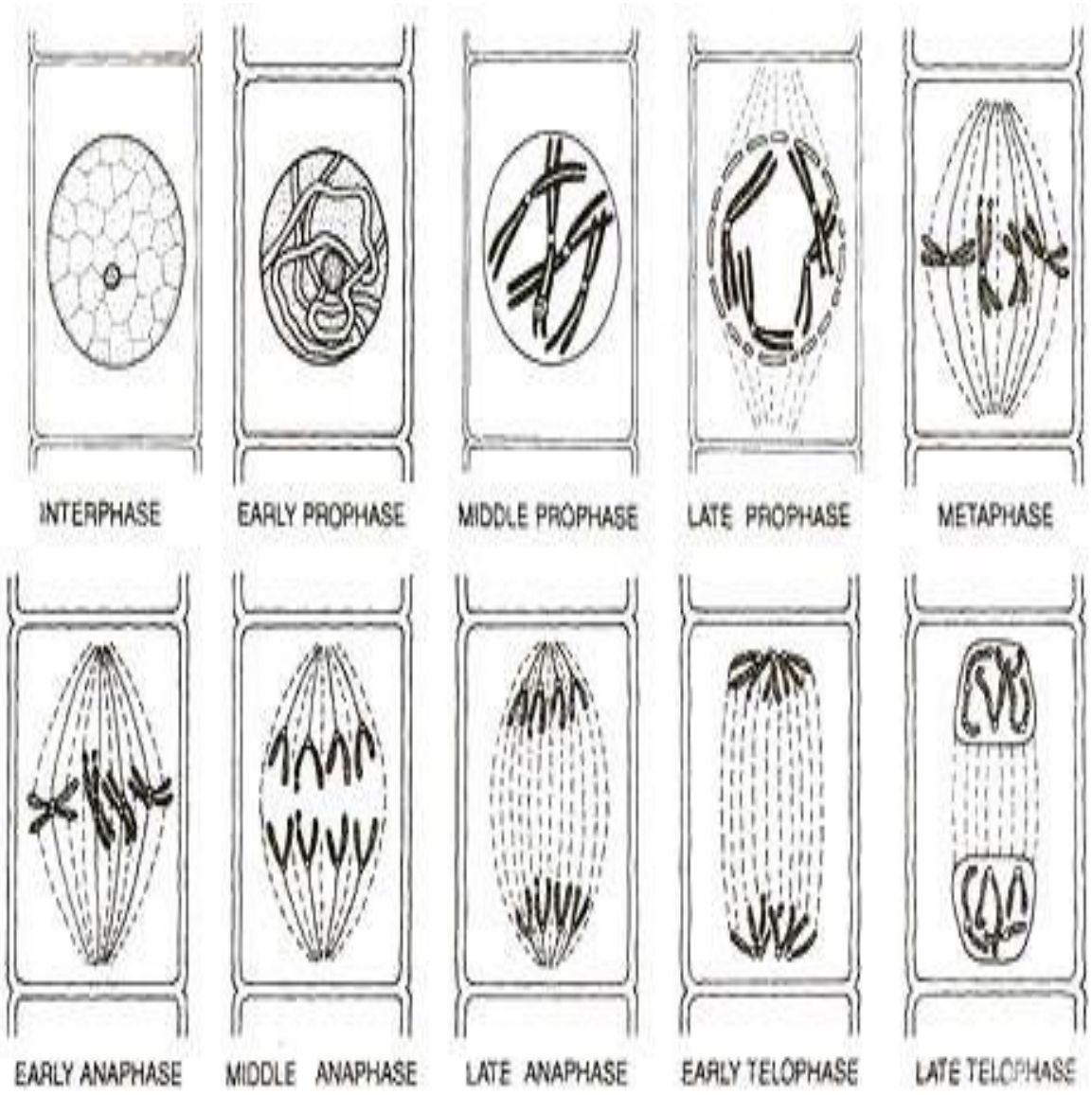
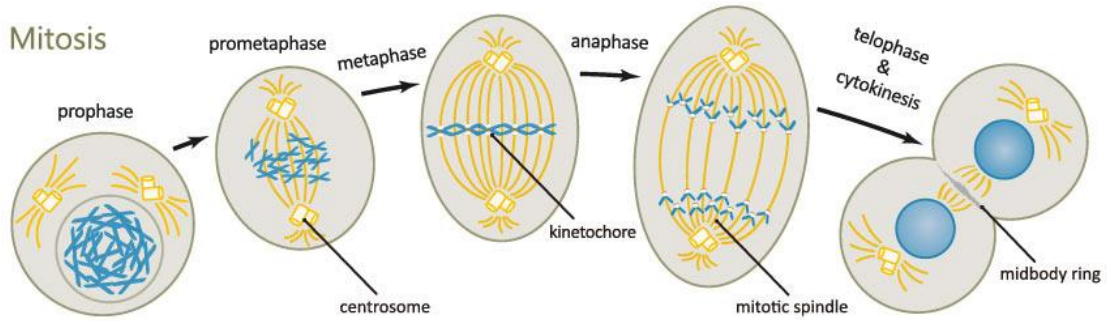


Fig. 10.7. Different stages of mitosis in a plant cell.



الانقسام الاختزالي او المنصف: Meiosis

يحدث هذا النوع من الانقسام في النباتات التي تتكاثر جنسياً عند تكوين الأمشاج Gametes حيث تحتوي الأمشاج على نصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية الأم وعند التزاوج بين نواة المشيج الذكري Male gamete (حبوب اللقاح) ونواة المشيج الأنثوي Female gamete (البويضات) تتكون اللاقحة Zygote التي تحتوي على عدد الكروموسومات نفسها الموجودة في خلايا نباتات الأبوين، ولهذا تكون العوامل الوراثية في اللاقحة ناتجة عن العوامل الوراثية لكل من المشيجين الذكري والأنثوي، وذلك عن طريق التوزيع العشوائي لهذه الصفات على نواتج الانقسام وكذلك عن طريق ظاهرة العبور Crossing over.

ويتكون الانقسام الاختزالي في معظم النباتات من انقسامين متتاليين ينتج عنهما أربع أنويه (أمشاج) في خلية الأم المنقسمة، ففي الانقسام الاختزالي الأول تنصف الكروموسومات أما الانقسام الاختزالي الثاني فهو انقسام غير مباشر (خيطي او مايتوزي) يبقى فيه عدد الكروموسومات كما هو دون تنصيف كما نتج عن الانقسام الأول، ويتم الانقسام الاختزالي في مراحل أو أطوار متتابعة.

الانقسام الاختزالي الأول: Meiosis 1

ويمر هذا الانقسام بأربعة أطوار هي:

1 - الطور التمهيدي: الأول Prophase I

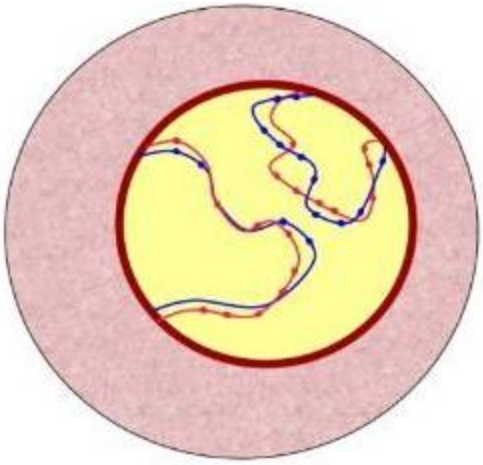
في هذا الطور تحتوي نواة الخلية على عدد من الكروموسومات يتكون كل واحد منها من كروماتيدين، وقبل أن تتميز هذه الكروماتيدات تتجمع الكروموسومات المتماثلة في أزواج، ثم تلتف كروماتيدات كل كروموسومن متشابهين حول بعضهما، ثم تتميز الكروموسومات وتقصر وتزداد في السمك ثم تختفي النوية أو النويات ويختفي كذلك غشاء النواة.

ويقسم هذا الطور إلى خمس اطوار مختلفة ومتتالية ولكن لا توجد حدود فاصلة بينها وإنما هي اطوار متداخلة تنتج بسبب السلوك الذي تتبعه الكروموسومات وهي كما يلي:

أ–الطور القلادي: Leptotene

وفيها تظهر الكروموسومات على هيئة خيوط طويلة رفيعة وملتوية وتظهر عليها حبيبات مختلفة الحجم تسمى كروموميرات Chromomere قابلة للإصطباغ بشدة ويشبه الكروموسوم في هذه المرحلة القلادة.

D.r Ahmed Shehab



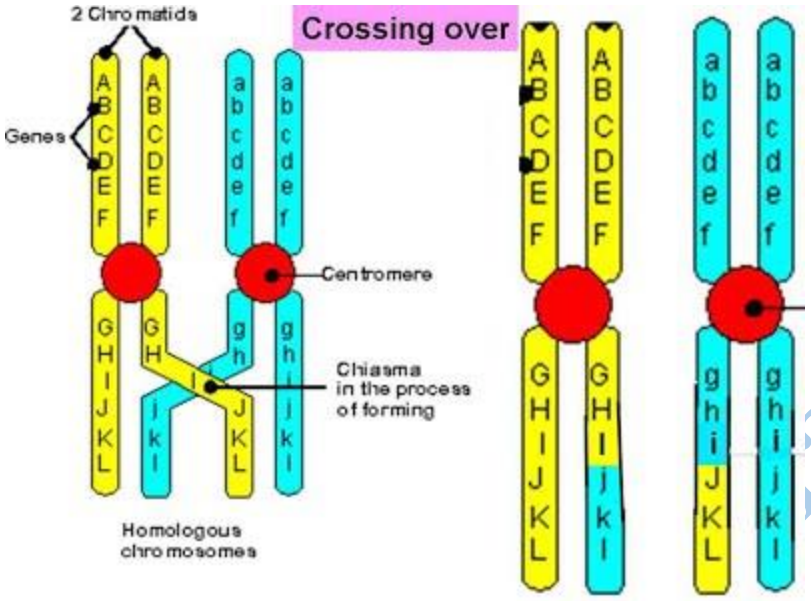
ب– طور الاقتران او الازدواج: Zygtene : Paired threades

في هذه المرحلة تبدأ الكروموسومات المتماثلة في الاقتراب من بعضها البعض حتى تتم عملية الالتصاق الجانبي والتي تعرف بعملية الاقتران Synapsis، وهي عملية غاية في الدقة بحيث يتم الاقتران بين النقط المتماثلة على طول الكروموسومين المتماثلين وإلى جانب هذا الاقتران تستمر الكروموسومات في القصر وفي الزيادة في السمك، ويظهر في نهاية هذه المرحلة عند الفحص بالمجهر الضوئي أن كل كروموسوم مزدوج التركيب. ويكون ي هذا الطور ازدواج الكروموسومات المتماثلة لتكوين المثاني Bivalent

ج–الطور الضام: Pachytene: Paired threades

في هذه المرحلة يظهر كل كروموسوم من الكروموسومين المتماثلين مكوناً من كروماتيدين واضحين متصلين معا في منطقة السنترومير، تتقارب الكروموسومات المتماثلة وتتكون الكيازما، حيث يلتف كل كروموسومين متماثلين على بعضهم البعض فيكونان وحدة ثنائية الكروموسومات تحتوي على أربعة كروماتيدات وتحدث في هذه المرحلة عملية العبور Crossing over التي يدل عليها وجود التصالب (×) Chiasma وفي نهاية هذه المرحلة يبدأ كل كروموسومين متماثلين في الابتعاد أحدهما عن الآخر.

D.r. Ahmed Shehab

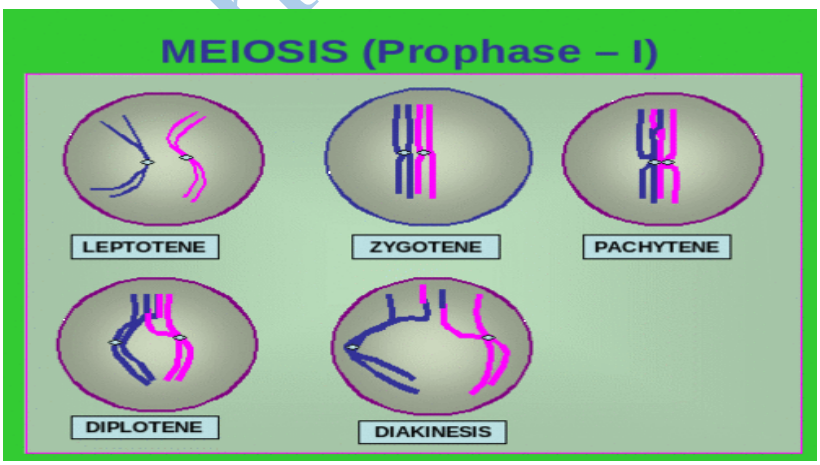


د–الطور الإنفراجي: Diplotene: Paired threades

يبتعد الكروموسومان المقترنان أحدهما عن الآخر ماعدا منطقة التصالب وتستمر في القصر والزيادة في السمك.

هـ– الطور التشتتي: Diakinesis

في هذه المرحلة تقصر الكروموسومات إلى الحد الأدنى من الطول وتتباعد الوحدات الثنائيات الكروموسومة وتنتشر في النواة وتختفي النوية أو النويات، كما ينحل غشاء النواة وتبدأ ألياف المغزل في الوضوح.



2- الطور الاستوائي الاول: Metaphase I

في هذا الطور تظهر ألياف المغزل وتتحرك الوحدات ثنائية الكروموسومات إلى خط استواء المغزل وتنتظم بحيث يكون أحد السنتروميرين فيها مواجهاً لأحد قطبي المغزل والسنترومير الآخر مواجهاً للقطب الآخر.

3 - الطور الانفصالي الأول: Anaphase I

ينفصل الصبيغان المقترنان عن بعضهما تماما ويتجه كل منهما إلى قطب مخالف لما يتجه إليه مثيله ويظهر كل كروموسوم مكونا من كروماتيدين.

4 - الطور النهائي الأول: Telophase I

تتجمع الكروموسومات في احد قطبي الخلية، وتحاط بغشاء نووي، وتظهر النوية ثم ينقسم السيتوبلازم وتظهر خليتان بنيوتان (وليدتان)، تدخل كل منهما في الانقسام الاختزالي الثاني.

المرحلة مابين الانقسامين:

في بعض الكائنات لايفصل دور نهائي او دور بيني بين الانقسام الاختزالي الاول والثاني فتدخل الخلية مباشرة في الدور الانفصالي الاول الى الدور التمهيدي الثاني ومع ذلك حتى الكائنات التي يوجد بها دور بيني يفصل بين الانقسامين لاتوجد مرحلة S ولايحدث تخليق لحامض DNA.

الانقسام الاختزالي (المنصف) الثاني: Meiosis II

تشبه مراحل هذا الانقسام مراحل الانقسام غير المباشر إلا أنها تحدث في خلايا أحادية المجموعة الكروموسومة، ويتم هذا الانقسام بمراحل الانقسام غير المباشر نفسها (الميتوزي) وهي كما يأتي :

1- الطور التمهيدي الثاني: Prophase II

يشبه ظاهرياً الطور التمهيدي للانقسام غير المباشر ويختلف، بكونه يتم في فترة قصيرة كما يختلف في أن كروماتيدي الكروموسوم يكونان متباعدين عن بعضهما البعض ولا يلتفان حول بعضهما البعض على هيئة حلزون كما هي الحال في الطور التمهيدي للانقسام غير المباشر.

2- الطور الاستوائي الثاني: Metaphase II

يتم هذا الطور في فترة قصيرة وفيه تترتب الكروموسومات الأحادية في خط استواء ألياف المغزل، ويتكون كل كروموسوم من كروماتيدين متصلين معا بمنطقة السنترومير.

3- الطور الانفصالي الثاني: Anaphase II

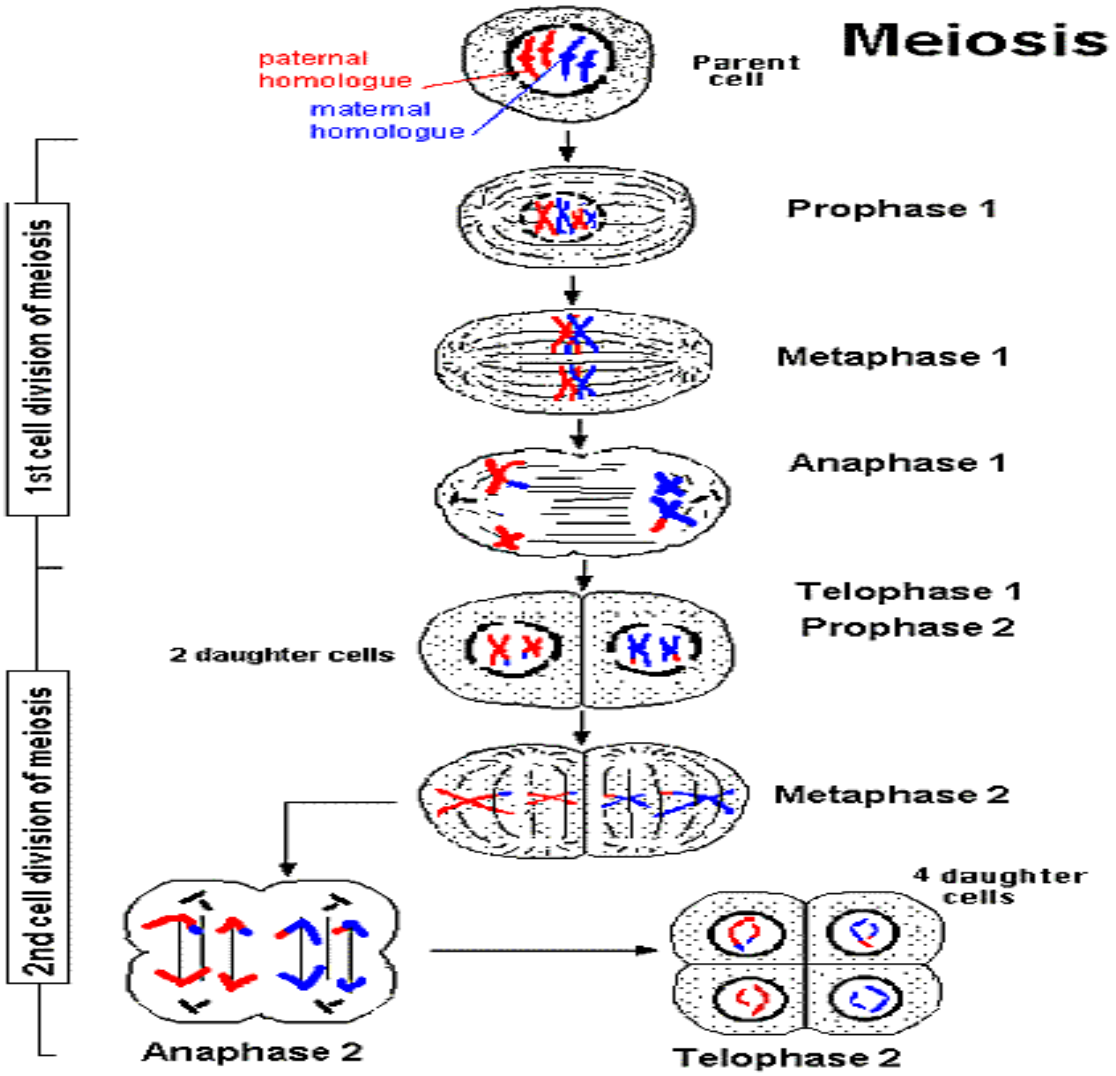
تنفصل كروماتيدا كل كروموسوم عن بعضهما البعض بانشقاق منطقة السنترومير ويتحرك كل واحد منهما إلى قطب من قطبي الانقسام وينتهي بوصول هذه الكروموسومات الجديدة إلى الأقطاب كما هي في الانقسام غير المباشر.

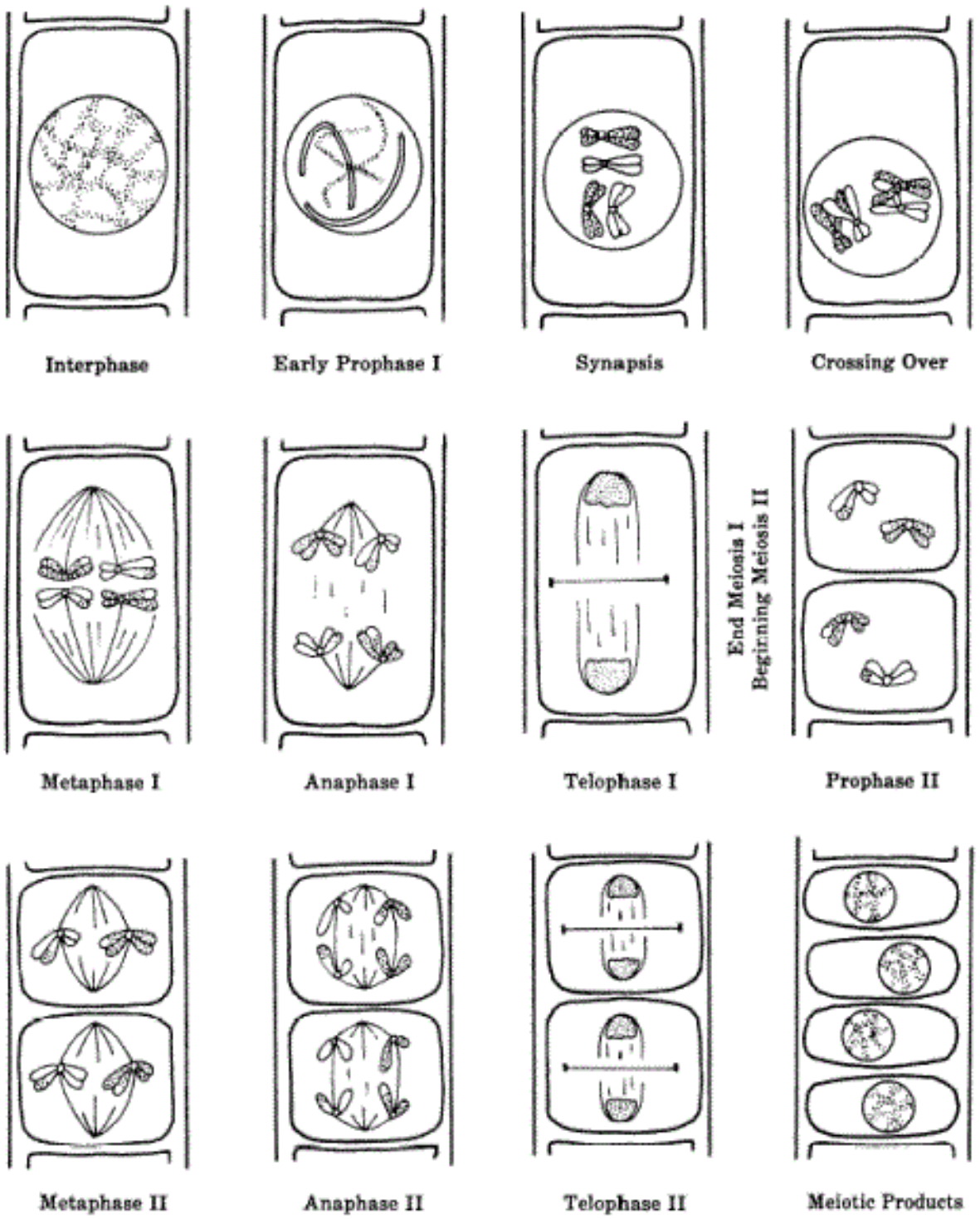
Dr. Ahmed Shehab

4- الطور النهائي الثاني: Telophase II

احداث هنا عكس ماحدث في الطور التمهيدي، حيث يتكون غلاف نووي حول كل مجموعة (من المجموعات الاربعة- في الخليتين) من الكروموسومات، فتتكون اربعة انوية نصفية (اي تحتوي كل نواة على نصف العدد الاصلي من الكروموسومات)، واخيراً ينقسم السايتوبلازم بظهور تخصر في غشاء الخلية يزداد عمقاً حتى يفصل كل خلية عن الاخرى، وهذا ينتج عنه اربع خلايا وليدة تتميز الى امشاج حيوانية او نباتية.

هذا في حالة تكوين الامشاج في الانسان او الحيوان، اما في حالة النبات فتنشأ صفيحة خلوية تقسم الساستوبلازم، ثم يترسب عليها السليلوز والبكتين مكونة الصفيحة الوسطية التي تعتبر امتداد للجدار الخلوي.





Meiosis in plant cells.

اهمية الانقسام الاختزالي:

الانقسام الاختزالي يختزل العدد الثنائي للكروموسومات إلى عدد احادي Haploid في الكميتات (الأمشاج) وهذا يمهد امام اندماج كاميتي الاب والام عند التزاوج مما يؤدي إلى الجمع بين صفات ابوين مختلفين. كما أن الانقسام الاختزالي يؤدي إلى التباين في الأمشاج الناتجة من كل من الأبوين اذ ان التوزيع العشوائي للكروموسومات الابوية والامية مضافاً اليه عبور اجزاء من الكروموسومات الابوية والكروموسومات الأمية تجعل من المحتمل عدم وجود مشيجين متشابهين تماماً حتى من الأب نفسه.

كيف تستخدم الكائنات الحية الانقسام الاختزالي:

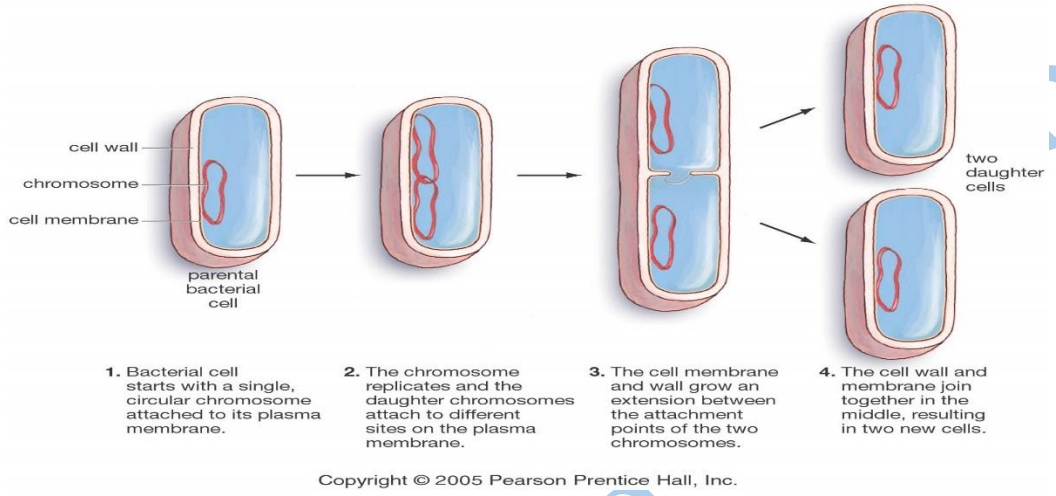
الأخصاب وتكوين الأمشاج في الكائنات التي تتكاثر جنسياً. يؤدي الانقسام الاختزالي مباشرة الى تكوين الأمشاج. أما في الفطريات والطحالب فقد يحدث الانقسام الاختزالي مباشرة بعد تكوين الزايكوت. وفي النباتات الحزازية يؤدي الانقسام الاختزالي الى انتاج الأبواغ والجراثيم Spores التي تنمو مكونة نبات مشيجي احادي الكروموسوم وتنتج الأمشاج منها في مرحلة لاحقة بانقسام مايتوزي.

الانقسام الخلوي في الخلايا البدائية النواة:

تنقسم البكتريا انقساماً مباشراً بالانشطار الثنائي Binary fission إذ توجد المعلومات الوراثية Genome في خلية البكتريا على شكل حلقة مفردة من جزيئة DNA مزدوجة الخيط ترتبط في نقطة واحدة بالغشاء البلازمي للخلية من الداخل، ويتم تضاعف هذه المعلومات الوراثية في وقت مبكر من حياة الخلية وقبل بدء الانقسام اذ توجد منطقة خاصة على الكروموسوم تسمى منطقة منشا التضاعف Replication origin تحتوي على مجموعة من الأنزيمات تقدر باكثر من 22 انزيماً مختلفا تقوم بالعمل على تكوين نسخة كاملة مطابقة من جزيئة DNA. وبعد اكتمال عمل الانزيمات حول جزيء DNA الحلقي تصبح هناك نسختان متطابقتان من المعلومات الوراثية داخل الخلية ترتبط جنباً إلى جنب الى الغشاء البلازمي من الداخل. وبعد نمو خلية البكتريا وبلوغها الحجم المناسب تتحفز بدء عملية انقسام السايتوبلازم التي تبدأ بتكوين مواد الجدار الخلوي والغشاء البلازمي الجديدة ووضعها في المنطقة الفاصلة بين نسختي DNA المتجاورتين وهذه تمثل بداية عملية الانشطار الثنائي للخلية وكلما أضيفت مواد جديدة في هذه المنطقة كلما زاد تخصر الغشاء البلازمي نحو الداخل ثم تضيق معه الخلية تدريجيا إلى أن تنقسم الى نصفين متساويين تقريبا ان بدء عملية التراكم والتقلص في الموقع الكائن بين حلقتي DNA تسمح بانتقال كل حلقة الى خلية جديدة وبذلك تكون صفاتها الوراثية متماثلة وبعد اكتمال تخصر الغشاء البلازمي نحو الداخل و اتصال جميع النقاط في مركز الخلية لتتكون خليتان جديدتان ويتكون بعد ذلك

Dr. Ahmed Shehab

جدار خلوي جديد حول الغشاء البلازمي من الخارج وتتكون جميع التراكيب الموجودة أصلاً في الخلية الأمية في الخليتين الجديدتين اللتين تشبهان خلية الأم الأصلية تماما . وبصورة عامة تحصل عملية انقسام نواة البكتريا دون تكوين المغزل ولا ظهور الكروموسومات (لا ينقسم DNAالى اجزاء) وتسمى عملية الانقسام الخلوي في الخلايا البدائية النواة باسم المباشر Amitosis



ت	الانقسام الخيطي	الانقسام الاختزالي
1	يتكون من انقسام نووي واحد	يتكون من انقسامين نووين
2	ينتج خليتين بنتيتين من دورة انقسام واحد	ينتج اربع خلايا من دورة انقسام واحدة
3	العد الكروموسومي للخلايا البنتية هو نفسه للخلية الأمية 2n	تحتوي الخلية البتية نصف العدد الكروموسومي للخلية الأم
4	الخلايا البتية متماثلة مع الخلية الامية	الخلية البنية مختلفة عن الخلية الأمية
5	يحصل في الخلايا الجسمية	يحصل في الخلايا التكاثرية
6	لا يحصل انعزال او اعادة اتحاد جيني	يحصل عبور وراثي في طور Pachytene
7	لايقسم الطور التمهيدي الى اطوار	يقسم الطور التمهيدي الى خمسة اطوار
8	لا يحصل ازدواج بين الكروموسومات المتماثلة	يحصل ازدواج في طورPachytene
9	تكون الكروموسومات في الدور الاستوائي بشكل ثاني Dyad	تكون الكروموسومات في الدور الاستوائي بشكل Tetrad
10	في الدور الاستوائي السنترومير لكل تركيب ثنائي ينقسم طولياً	لا ينقسم السنترومير في الدور الاستوائي الأول
11	احد افراد الكروماتيدات الشقيقة تتحرك الى القطب المتقابل في اثناء الدور الانفصالي	يتحرك احد افراد الكروموسومات المتماثلة الى الاقطاب المتقابلة في الدور الانفصالي الأول
12	يحافظ على النقاوة بسبب نقص الانعزال واعادة الاتحاد	يحصل التغاير بسبب الانعزال واعادة الاتحاد الجيني

D.r. Ahmed

المصادر:

- **علي**، حميد جلوب;. (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دارالكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- Internet

D.r. Ahmed Shehab