الانقسام الخلوي Cell division

يحدث الانقسام الخلوي في جميع الكائنات الحية وفي الكائنات وحيدة الخلية يعتبر أنقسام الخلية عملية تكاثر لاجنسي تؤدي الى زيادة في عدد الافراد فقط .أما الكائنات الحية عديدة الخلايا فأن أنقسام الخلية هو مظهر للنمو عادة يصحبه أزدياد في حجم الخلية وتميزها ويشمل أنقسام الخلية عمليتين هما أنقسام النواة و أنقسام السايتو بلازم والذي يتم في الخلايا النباتية بتكوين جدار خلوي جديد يفصل الخلية الجديدة عن الخلية الاصلية وفي بعض الاحيان تنقسم النواة دون أن ينقسم السايتوبلازم كما في الطحالب والفطريات مما ينتج عنه خلية عديدة الانوية .

توجد ثلاثة أنواع من الانقسام الخلوي في الكائنات الحية هي :

1. الانقسام المباشر Direct division (Amitosis)

ويحدث في الكائنات الحية الواطئة وتحت ظروف نادرة جداً وشاذة ومرضية يحدث في الكائنات الحية عدية الخلايا.

2. الانقسام غير المباشر الخيطي Indirect division (Amitosis)

يحدث في الكائنات الحية الراقية في مرحلة النمو.

3. الانقسام الاختزالي Reduction division (Meiosis)

وهو نوع خاص من أنفسام الخلية يحدث في الكائنات الحية عند تكوين الخلايا الجنسية او الكميتات.

اولاً **الانقسام الخيطي** ويقسم الى خمسة أطوار هي

1. الطور البيني Interphase

هو الطور الذي يقع بين الانقسامات ويسمى الطور الحيوي Metabolic phase في بعض الاحيان وتكون النواة في حالة نشاط مستمر وتظهر غير واضحة التركيب بينما تظهر النوية واضحة وكذلك الشبكة الكروماتينية.

2. الطور التمهيدي Prophase

وفيه يحدث تغير في النواة فتزداد في الحجم وتبدء الكرموسومات في الظهور على هيئة خيوط رفيعة وصغيرة ومبعثرة في النواة وتكون الكرموسومات مزدوجة ويسمى كل نصف منها كروماتيد Chromatid ويتصل الكروماتيدان في منطقة السنتومير ثم تزداد الكروموسومات في القصر والسمك تدريجياً, كماأن النوية تتناقص تدريجياً في الحجم حتى تختفي كلياً ويختفي الغلاف النووي أيضاً في نهاية هذا الطور.

3. الطور الاستوائي

وفيه تنتظم الكرموسومات عند خط أستواء الخلية في وضع عمودي عليه مما يؤدي الى تكوين الصفيحة الاستوائية وفيه تظهر بوضوح نصفا كل كرموسوم.

4. الطور الانفصالي

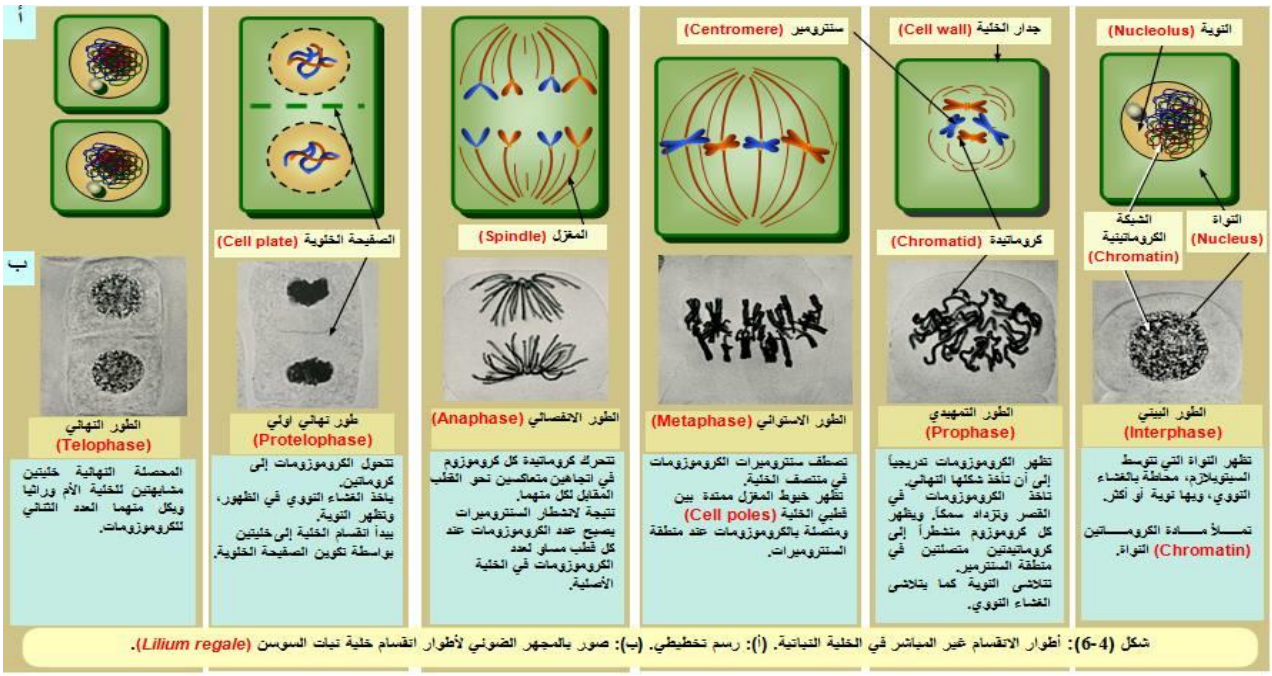
فيه ينفصل نصفاً كل كروموسوم عن بعضهما ويتجهان الى قطبي الخلية ونتيجة لذلك تتجمع عند كل قطب عدد من الكرموسومات يساوي عددها في النواة الاصلية.

5. الطور النهائي

يبدء هذا الطور بعد وصول مجموعتي الكرموسومات الى قطبي الخلية وفيه تحدث معظم التغيرات التي تحدث في الطور التمهيدي ولكن في أتجاه معاكس حيث تدخل المجموعة الكرموسومية في غشاء نووي جديد وتظهر الشبكة الكروماتينية والنويات وينتهي الطور النهائي بتكوين نواتين جديدتين .

في الخلية النباتية يصاحب أنقسام السايتو بلازم الذي يبدء بتكوين الصفيحة الخلوية Cell plate ثم تتكون الصفيحة الوسطى Middle Lamella نتيجة لاضافات السايتوبلازم لمواد أخرى كبكتات الكالسيوم والمغنسيوم وثم تضاف مواد سليلوزية وبكتينية الى الصفيحة الوسطى من الخليتين الجديدتين مما يؤدي الى تكوين الجدار الابتدائي .

تشبه الخلية الحيوانية الخلية النباتية في أنقسامها ماعدا بعض الفروق منها أن الجسم المركزي Centrosom الذي ينقسم الى خليتين مركزيتين تتصل بهما خيوط المغزل في قطبي الخلية أن هذا التركيب غير موجود كمافي الخلية النباتية كماأن الخلية الحيوانية تنقسم بطريقة التخصر بينما تنقسم الخلية النباتية الى خليتين بتكوين الصفيحة الوسطى



شكل (4-6): أطوار الانقسام غير المباشر في الخلية النباتية. (أ): رسم تخطيطي. (ب): صور بالمجهر الضوئي لأطوار انقسام خلية نبات السوسن (*Lilium regale*).

ثانياً الانقسام الاختزالي

يحدث هذا النوع من الانقسام في الخلايا المولدة للخلايا الجنسية (الكميتات) في الكائنات الخلية التي تتكاثر جنسياً وتختزل عدد الكروموسومات الى النصف في الخلايا الجنسية بعد تضاعفها في عملية الاخصاب. في بعض النباتات لايرتبط الانقسام الاختزالي أرتباطاً مباشراً بتكوين الخلايا الجنسية فنجد أن الخلايا الناتجة من الانقسام الاختزالي تنقسم عدة مرات قبل تكوين الخلايا الجنسية فكثير من الطحالب الخضراء والفطريات والحزازيات تحتوي أنويتها على العدد الاحادي من الكروموسومات أي نصف العدد الاصلي من الكروموسومات ويستمر ذلك معظم دورة الحياة وأن العدد الثنائي من الكروموسومات يوجد في فترة قصيرة من دورة حياة تلك الكائنات الحية. يتكون الانقسام الاختزالي من أنقسامين متتالين ينتج عنها اربع كميتات من كل خلية مولده في الانقسام الاختزالي الاول Meiosis يختزل عدد الكروموسومات الى النصف وفي الانقسام الاختزالي الثاني يبقى عدد الكروموسومات كما هو لانه عبارة عن أنقسام خيطي (غير مباشر)

أولآ : الانقسام الاختزالي الاول

1. الطور التمهيدي الاول

وهو الطور الذي تقع فيه أعمق التحورات وأكثرها أهمية من الناحية الوراثية . وفيه تقصر الكروموسومات وتزداد في السمك وتتجمع الكروموسومات المماثلة (النظيرة) في أزواج ثم تتنافر. وفي نهاية هذا الطور تنحل كل من النوية أو النويات والغشاء النووي ويقسم هذا الطورالى خمسة مراحل:

أ. المرحلة القلادية:

تظهر الكرموسومات كخيوط طويلة ورفيعة ملتوية وتظهر الكرموسومات أنتفاخات حبيبة مختلفة الحجم تعرف بالحبيبات الصبغيةأو الكروميرات أن عدد الكروميرات وأحجامها ومواضعها على كل كرموسوم ثابت لكل نوع من الكائنات الحية.

ب. المرحلة التزاوجية :

في هذه المرحلة تقترب الكرموسومات المتماثلة من بعضها ويلتصق كل زوج منها في عدة مواضع على طول الكرموسومين

ج. المرحلة الضامة :

وفيها يتم التصاق الكرموسومات المتماثلة تماماً وتظهر الكرموسومات أكثر سمكاً وتتوزع الوحدات الكرموسومية الثنائية أعتباطياً في النواة وترى النوية بوضوح. وفي نهاية هذه المرحلة ينشق كل كرموسوم طويلاً ويظهر كروماتيدا كل كرموسوم ويتكون الكروماتيدات مجاميع رباعية وتنتهي هذه المرحلة بزوال قوى الجذب الموجودة بين كل كرموسومين متماثلين ويبدء كل كرموسوم بالابتعاد عن مثيله.

د. المرحلة الانفراجية :

يزداد أبتعاد كل كرموسوم عن مثيله غير أن الابتعاد يكون عادة غير تام لان الكروماتيد الداخلي من كل كرموسوم يتصل بمثيله في الكرموسوم المماثل الاخر وتسمى منطقة الاتصال لكل كروماتيدين بأسم كيازما وقد يكون الاتصال في أكثر من كيازما وفي النهاية يحدث كسر في مواضع الكيازمات يعقبه التحام بالتبادل بين جزئي الكروماتيدين المنكسرة ويؤدي الى حدوث العبور حيث أن عملية العبور تحدث في هذه المرحلة فقط .

هـ. المرحلة التشتتية :

يزداد أنكماش الكرموسومات فيبلغ أقصى مدى له وتختفي النوية تماماً ويصعب مشاهدة الكروماتيدات في كثي من الاحوال ويتصل الكرموسومان المتماثلان كل منهما بالاخر عادة عند نهايتها نتيجة أنزلاق الكيازمات أثناء أنكماش الكرموسومات .

2. الطور الاستوائي الاول

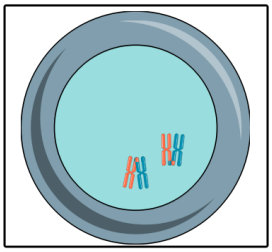
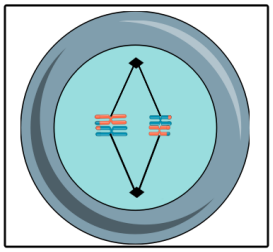
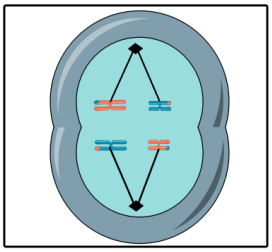
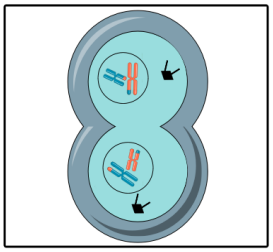
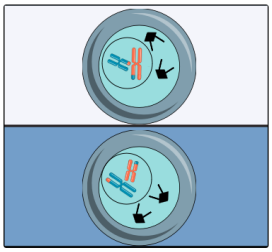
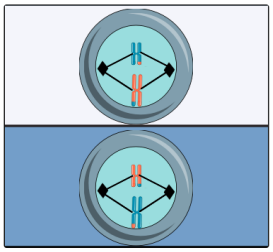
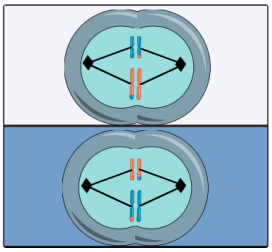
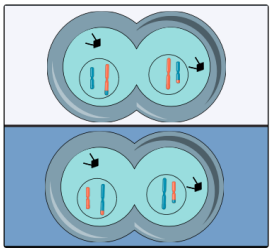
في هذا الطور تتحرك الكرموسومات وتصطف عند خط أستواء الخلية وتتجاور الكرموسومات المتماثلة في أزواج ويتكون القطبان وخيوط المغزل ويحدث أتصالها مع الكرموسومات عند السنترومیرات.

3. الطور الانفصالي الاول :

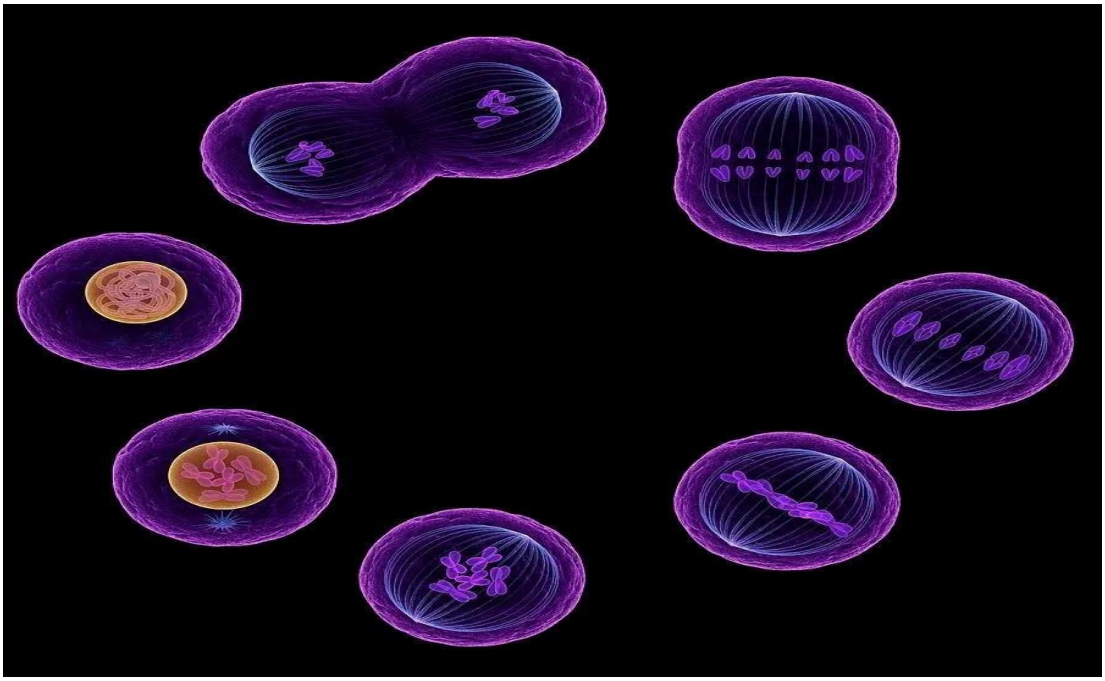
يتجه كرموسوم من كل زوج نحو أحد قطبي الخلية بينما يتجه الكرموسوم الاخر نحو القطب المقابل وبذلك يتجمع عند كل قطب نصف عدد الكرموسومات الموجودة في الخلية الاصلية.

4. الطور النهائي الاول:

في هذا الطور تختفي خيوط المغزل وتصبح الكرموسومات نحيفة وطويله وتظهر النوية أو النويات وتتكون الشبكة الكروماتينية والغلاف النووي وبذلك تحتوي الخلية الناتجة على نواتين أحادي العدد الكرموسومي قد يتكون الجدار الذي يفصل مابين النواتين وفي كثير من الاحيان لايتكون جدار عرضي بعد الانقسام الاختزالي الاول بل تواصل كلتا النواتين الانقسام الاختزالي الثاني لتكوين أربع أنوية في كل خلية ثم تتكون الجدر الفاصلة بعد ذلك.

	الطور الأول	الطورية	طور الصعود	الطور النهائي
الانقسام الاختزالي الأول	الطور الأول  الكروموسومات تتكثف. وأنياف المغزل تبدأ في تشكيل. تتزاوج ثم يتبادل الزوجان homologue. الكروموسومات مع شريك المتشابهان شكلاً في عملية تعرف باسم العبور.	الطور الأول  تلتصق ألياف المغزل بأزواج الكروموسوم وتحركها لتصطف على خط يُعرف باسم لوحة الطورية.	ANAPHASE ط  تستطيل الخلية كما يتم سحب الأجزاء المماثلة بواسطة ألياف المغزل. تبقى الكروماتيدات الشقيقة معًا.	TELOPHASE ط  شكلان جديدان للنواة وتكسر ألياف المغزل. تصبح الخلايا منفصلة من خلال عملية تعرف باسم السيتوكنة الحركية.
الانقسام الاختزالي الثاني	الطور الثاني  الكروموسومات تتكثف. وألياف المغزل تبدأ في تشكيل.	الطوري الثاني  تلتصق ألياف المغزل بالكروموسومات. تصطف الكروموسومات على طول مركز الخلية ، عند نقطة تُعرف باسم لوحة الطورية.	طور الثاني  الشقيقة بواسطة chromatids تستطيل الخلية كما يتم سحبها ألياف المغزل.	الطليعي الثاني  شكلان جديدان للنواة من كل خلية أخادية الصيغة الصبغية. تتفكك ألياف المغزل. الأمشاج منفصلة عن بعضها البعض من خلال عملية تعرف باسم cytokinesis.

إنشاء الخاصة بك في Storyboard That



ثانياً الانقسام الاختزالي الثاني:

يسبق الانقسام الاختزالي الثاني في بعض الاحيان طور يسمى الطور الوسطي قد يكون

قصيراً أو طويلا حسب نوع النبات وفي بعض النباتات لايوجد هذا الطور حيث يبدي الطور التمهيدي للانقسام الاختزالي الثاني بعد الطور النهائي للانقسام الاختزالي الاول مباشرة دون حدوث تغير في مظهر الكرموسومات أن خطوات أو أطوار هذا الانقسام تشبه أطوار هذا الانقسام الخيطي (غير المباشر) الاعتيادي الا أنها تتم في خلايا أحادية العدد الكرموسومي ويشمل الاطوار التالية:

1. الطور التمهيدي الثاني
2. الطور الاستوائي الثاني
3. الطور الانفصالي الثاني
4. الطور النهائي الثاني

وينتج عن الانقسام الاختزالي بمرحلتيه أربع خلايا تحتوي كل منهما على العدد الاحادي من الكرموسومات وذلك من أنقسام خلية مولدة ذات عدد ثنائي من الكرموسومات.