دورة حياة الكائنات الحية

تبدأ دورة حياة الكائنات الراقية بالإلقاح (اتحاد الأعراس) وتنتهي بالانقسام المنصف أي تتشكل الخلايا الجنسية، ويوجد عند الكائنات نمطان من التكاثر: الجنسي:Sexual reproduction، واللاجنسي Asexual reproduction

وتنقسم المتعضية الأم أثناء التكاثر اللاجنسي إلى قسمين أو عدة أقسام ينمو كل منها فرد جديد، وينتشر التكاثر الأخير بين النباتات: فمن قطعة نباتية صغيرة وضمن ظروف مناسبة يمكن الحصول على نبات كامل.

يتم أثناء التكاثر الجنسي اندماج خليتين جنسيتين أو عروسين (عروس أو جاميط) وتتشكل خلية واحدة تسمى (البيضة الملقحة أو الزيغوت Zygote) تعطي كائناً جديداً، وعادة الأعراس تأتي من أبوين مختلفين ماعدا الإخصاب أو الإلقاح الذاتي حيث تنتج الأعراس من فرد واحد.

يتمثل الاختلاف الجوهري بين التكاثر الجنسي واللاجنسي بالتالي:

التكاثر الجنسي	التكاثر اللاجنسي
يزداد التنوع الوراثي مما يسهل عملية الانتخاب	تعطي المتعضية التي تتكاثر لاجنسياً جميع مورثاتها للنسل التالي وبالتالي أفراد طبق الأصل عن المنشأ.
قد تحدث الطفرة هنا لكن التغير الأساسي في المادة الوراثية أثناء تشكيل الأعراس وخلال الالقاح.	المصدر الوحيد للتغير الوراثي الطفرة التي تحدث فجأة من وقت لآخر في المادة الوراثية .

يحافظ العدد الصبغي لنوع ما على ثباته من جيل إلى آخر في كل خلية من الخلايا، لكن يوجد نمطان من الانقسام الخلوي :

الانقسام الخيطي (المتساوي – الميتوزي) Mitosis	الانقسام المنصف (الاختزالي– الميوزي) Mieosis
لتشكيل الخلايا الجسمية	لتشكيل الخلايا الجنسية
تتضاعف جميع الصبغيات قبل الانقسام ليطرأ عليها انقسام واحد فقط	تتضاعف الصبغيات قبل الانقسام ولكن يطرأ عليها انقسامين متتاليين.
تتوزع الصبغيات المتضاعفة بالتساوي على الخليتين البنتين، بالتالي تحصل جميع خلايا الجسم على العدد ذاته من الصبغيات	نظراً لحدوث انقسامين فإن العدد الصبغي في الخلايا الجنسية أقل بمرتين من الخلايا الجسمية

الصيغة الصبغية للخلايا دائما 2N	يحصل لدينا عملية اندماج للعروس الذكرية (1N) مع العروس المؤنثة (1N) في عملية تسمى الإخصاب حيث تتشكل البيضة الملقحة (الزيغوت) تملك العدد الصبغي (2N).
يتصرف كل كروموسوم بصورة منفردة	الكروموسومات المتشابهة لها علاقة حركية بين بعضها البعض خلال الانقسام الاختزالي الأول (ميوز1) على شكل ثنائيات
يحدث في فترة قصيرة جداً	يحتاج مدة طويلة حيث يستغرق في الرجل حوالي 24 يوم أما عند الأنثى يحتاج سنوات عديدة

- هذا وتسمى الخلايا التي تحوي (2N) صبغياً أي (الخلايا الجسمية) بالخلايا ثنائية الصيغة الصبغية Diploids، بينما تسمى الخلايا التي تحوي (N) صبغياً أي (الخلايا الجنسية) بالخلايا أحادية الصيغة الصبغية Haploids.

- تدعى الأشفاع الصبغية (الشفع يتكون من صبغيين) في المتعضيات ثنائية الصيغة الصبغية بالصبغيات المتقابلة أو القرينة أو المتماثلة (Homologous chromosomes) (صبغي من الأب وصبغي من الأم)، بينما تسمى الصبغيات التي تنتسب إلى أشفاع مختلفة الصبغيات غير المتقابلة (Heterologous chromosomes).

الدورة الخلوية أو الانقسامية

تعريفها: هي مجموع العمليات التي تبدأ بخلية واحدة وقد تنتهي بخليتين أو أربع خلايا حسب نوع الانقسام أي الوصول إلى جيل جديد من الخلايا.

تضم الدورة طورين: طور الراحة (البيني) – طور الانقسام.

أولاً– الطور البيني: Interphase

يمتاز بمدته الطويلة وذلك لأن الانقسام عملية حادة في حياة الخلية، فالخلية الظهارية للبشرة تستغرق دورة حياتها من (18–22 ساعة) تبقى 17 ساعة منها تقريبا في طور الراحة .

يتكون طور الراحة (البيني) من ثلاث مراحل :

1- **مرحلة ماقبل التركيب أو الفضوة الأولى Gap(G1)**: حيث تتجمع فيها المواد الضرورية للانقسام (الـ RNA والبروتين) ويستمر النمو وتستغرق من (10 ساعات لعدة أيام)، ولاتتغير فيها كمية الـDNA.

2- **مرحلة التركيب Synthesis (S)**: يتم فيها تضاعف الـ DNA واشرطة الكروماتين الموجودة في العصارة النووية، وتستغرق من (6-10 ساعات).

3- **مرحلة مابعد التركيب أو الفضوة الثانية Gap(G2)**: حيث يستمر النمو وتتميز بكثافة العمليات الاستقلابية وبالتالي تتأمن الطاقة اللازمة للخلايا التي ستدخل الانقسام، وتستغرق من (3-4 ساعات)

تتفاوت أنماط خلايا النسيج الأساسية بتفاوت قدرتها على الانقسام فالخلايا الجنينية تنقسم بسرعة فائقة، طالما أنها لم تذهب بعيداً في طريق التمايز فهي تنتقل بعد خروجها من الميتوز للتحضير في الدخول إلى انقسام جديد، في حين تكون الخلايا المتمايزة (كالخلايا العصبية وكريات الدم الحمراء مجردة كلياً من المقدرة على الانقسام).

وتساعد دراسة آلية الانقسام الخلوي وفهمها على معرفة كيفية انتقال المعلومات الوراثية من خلية لأخرى ومن جيل لآخر ويوجد نوعان من الانقسام هما:

أولاً- الانقسام الخيطي أو المتساوي أو الجسمي أو غير المباشر أو الميتوزي Mitosis:

تقع الخلايا التي لاتشترك في الانقسام في طور الراحة حيث تنفصل الانقسامات المتتالية بطور الراحة الذي يتم فيه تضاعف الـ DNA والصبغيات وتركيب البروتينات ومواد أخرى ضرورية للانقسام ولحياة الخلية وتكون المادة الكروماتينية في طور الراحة بشكل حبيبي رخو، وبالرغم من أن الميتوز عملية متصلة لكن يمكن ملاحظة أربعة أدوار:

1- الدور البدائي Prophase-2-الدور الاستوائي Metaphase-3- دور الهجرة Anaphase-4- الدور النهائي Telophase.

يبدأ الانقسام **بالدور البدائي Prophase** بحلزنة وتكاثف الصبغيات وقصرها التدريجي وتبدو تحت المجهر واضحة حيث تتكون من بنى خيطية ويظهر أن كل صبغي مؤلف من نسختين تتوضعان بجانب بعضهما البعض وترتبطان بالجزيء المركزي (Centromere) وتسمى النسختان المتصلتان مع بعضهما بعضاً الأنصاف الصبغية الأخوية أو الكروماتيدات (Chromatids)، ويعد الاختفاء التدريجي للنوية ميزة أخرى لهذا الدور حيث يتوزع محتواها في جميع أنحاء النواة ويبدأ هذا الدور عند معظم الكائنات بتحطم الغشاء النووي ويتم في بداية هذا الدور

في الخلايا الحيوانية تضاعف وحدات المريكز (Centroile) أو الجسيم المركزي في الخلايا النباتية (Centrosome)، وتحرك كل منهما إلى قطبي الخلية.

في **الدور الاستوائي Metaphase** يختفي الغشاء النووي نهائيا عند معظم الكائنات وتصبح الصبغيات في السيتوبلازما التي يتشكل فيها مغزل الانقسام الذي ترتبط الصبغيات بخيوطه بوساطة الجزيئات المركزية وتتوضع الصبغيات بعد سلسلة من الحركات في مستوى يقع في وسط بين قطبي المغزل، ويدعى هذا المستوى باللوحة أو الصفيحة الاستوائية والتي يعد تشكلها من أكثر ميزات هذا الدور.

ثم يأتي دور الهجرة Anaphase الذي يعد من أقصر الأدوار ويتم فيه انشطار الجزيء المركزي(Centromere) للصبغي المؤلف من كروماتيدين إلى نصفين (في هذه اللحظة يصبح كل كروماتيد اسمه صبغي) ويتجه كل جزيء مركزي (Centromere) جاراً وراءه أحد الصبغيات البنات إلى أحد قطبي المغزل.

وتتجمع في الدور النهائي Telophase في قطبي المغزل مجموعتان من الصبغيات وتحتوي كل مجموعة على العدد الصبغي نفسه الموجود في الخلية الأم الأصلية ويبدأ في هذا الدور زوال الحلزنة عن الصبغيات وتصبح طويلة وتكتسب في نهاية هذا الدور شكلاً مشابهاً لصبغيات الطور البيني، أي تفقد شكلها المرئي ويتشكل حول كل مجموعة صبغية غشاء نووي وتظهر من جديد النويات وفي نهاية هذا الدور تكتمل عملية الانقسام الخلوي حيث تنقسم السيتوبلازما **بالتساوي** بين الخليتين البنتين الناتجتين عن الانقسام.

وبالتالي : تحتوي الخليتان البنتان العدد الصبغي نفسه وبالتالي على نفس العدد الصبغي الموجود في الأم.

بالإضافة للميتوز يوجد له نمطان آخران هما :

- اللاميتوز: هو انقسام مباشر لنواة الطور البيني بطريقة الانخماص (أي خارج الدورة الانقسامية وبدون تشكل الصبغيات) إلى نواتين دون أن يترافق بانقسام السيتوبلاسما مما يؤدي لتشكيل عدة أنوية في الخلية الواحدة.
- الميتوز الداخلي : هو عملية تضاعف الصبغيات داخل الغشاء النووي (في النواة) دون أن يترافق ذلك بتشكيل مغزل الانقسام في الخلية ودون تخريب النوية.

ثانياً - الانقسام الاختزالي أو المنصف أو الجنسي أو المباشر أو الميوزي Meiosis:

هو انقسامان متعاقبان للنواة، يتشكل في نهايتهما الخلايا الجنسية (الأعراس أو الجاميطات) ويتم خلال الميوز تضاعف الصبغيات مرة واحدة، كما في الميتوز لكن بخلاف الميتوز يتم الانقسام مرتين، لذلك وبالنتيجة يصبح العدد الصبغي في الأعراس أقل بمرتين من العدد الموجود في الخلية الأم الأصلية، بكلمات أخرى يعد الميوز الآلية المسؤولة عن إرجاع العدد الصبغي في المتعضيات ذات التكاثر الجنسي من (2N) إلى (1N)، ويعتبر الميوز نقيض حادثة الإلقاح مما يحول دون استمرار زيادة عدد الصبغيات أثر كل إلقاح.

يرمز اصطلاحاً للانقسامين المتعاقبين: ميوز^1– ميوز^2، ونميز في كل انقسام أربعة أدوار:

1– الميوز^1: 1– الدور البدائي^1 Prophase –2–الدور الاستوائي^1 Metaphase–3– دور الهجرة^1 Anaphase–4– الدور النهائي^1 Telophase.

2– الميوز^2: 1–الدور البدائي^2 Prophase –2–الدور الاستوائي^2 Metaphase–3– دور الهجرة^2 Anaphase–4– الدور النهائي^2 Telophase.

مع ملاحظة أن الطور البيني هنا (طور الراحة) يشابه تماماً طور الراحة في الانقسام الميتوزي بكافة مراحله.

1–الميوز^1:

الدور البدائي^1 Prophase يتميز هذا الدور بتعقيده ويتضمن عادة خمس مراحل هي بالتتالي:

1– مرحلة الخيوط الدقيقة : تتميز ببداية حلزنة الصبغيات وتكثيفها حيث يصبح لها شكل خيطي وتشبه صبغيات هذه المرحلة صبغيات بداية الدور الأول للميتوز وبالتالي فإن البنية الشبكية (شبكة الكروماتين الخيطية) لنواة الطور البيني تتلاشى ليبدأ ظهور شكل الصبغيات.

2– مرحلة الخيوط المتزاوجة: تقترن في هذه المرحلة الصبغيات المتقابلة أي أنها تتحد وترتبط مع بعضها البعض على غرار (أسنان سحاب الملابس) هذا الاتحاد بين الصبغيات يتم بالاعتماد على الانجذاب والتلامس والاقتران ولهذا الاقتران أهمية كبيرة لأنه يؤدي إلى تبادل القطع الصبغية المتقابلة وبالتالي حدوث ظاهرة العبور.وهنا يطلق عليها (بفالنت Bivalent) كل بفالنت مكون من صبغيين أي أربعة كروماتيدات.

3- مرحلة الخيوط الثخينة: هنا البفالنت يتقاصر ويتكاثف ليصبح واضح جداً.

4- مرحلة الخيوط المضاعفة: تبدأ عملية الابتعاد بين الصبغيات المتقابلة (البفالنت) لكن الكروماتيدات تبقى متصلة بجزيء مركزي مشترك (Centomer) بالإضافة للبقاء متصلة بمناطق العبور أو التصالب التي تسمى (Chiasma).ويمكن لكل كروماتيد أن يشكل تصالباً مع أي من كروماتيدات الصبغيات المتقابلة فقد يكون التصالب بين كروماتيدين أو ثلاثة أو بين جميع الكروماتيدات المتقابلة، ويتناسب عدد التصالبات طرداً مع طول الصبغيات.

5- مرحلة الخيوط المتحركة أو المتباعدة: تصل الصبغيات في هذه المرحلة إلى أقصى درجات التغلظ والحلزنة حيث تأخذ شكل عصيات ثخينة وقصيرة، وتتحرك التصالبات (Crossing) عند معظم المتعضيات في هذه المرحلة وقبل أن تختفي باتجاه واحد من الجزيء المركزي إلى نهاية الصبغي، أي يبقى التلامس بين الكروماتيدات فقط في نقاط التصالب، وفي نهاية هذه المرحلة تختفي النويات والغشاء النووي.

الدور الاستوائي[1] Metaphase: ترتبط الصبغيات المزدوجة المكونة من أربعة كروماتيدات (البيفالنت) بوساطة الجزيئات المركزية إلى خيوط المغزل وتجتمع على اللوحة الاستوائية ويختلف هنا عن الميتوز بوجود شفع صبغي أي صبغيين (صبغيات متقابلة أو متماثلة) أي أربعة كروماتيدات، أما في الميتوز صبغي واحد مكون من كروماتيدين.

دور الهجرة[1] Anaphase :تتفرق في هذا الدور الجزيئات المركزية لكل شفع من الصبغيات المتقابلة إلى قطبي المغزل ويجر كل جزيء مركزي وراءه شفعاً من الكروماتيدات لكل صبغي، وتبتعد الصبغيات المتماثلة عن بعضها بعضاً تدريجياً بزوال التصالبات(نقاط العبور) للصبغيات، في هذا الدور ونتيجة لعدم انقسام الجزيء المركزي لكل صبغي تتحرك الأشفاع الصبغية وليس الكروماتيدات إلى قطبي المغزل وبالتالي يوجد في كل قطب من قطبي الخلية نصف العدد الصبغي الموجود في الخلية الأم وهذا أساس الانقسام المنصف.

الدور النهائي[1] Telophase : بعد اكتمال وصول الصبغيات إلى قطبي الخلية في الدور السابق يتشكل حول كل مجموعة صبغية غشاء نووي، وتنقسم الخلية إلى خليتين بنتين تحتوي كل منهما على نصف العدد الصبغي الموجود في الخلية الأم الأصلية.

هنا يكون الطور البيني بين الميوز[1] والميوز[2] قصيراً أو لايوجد بتاتاً وفي حال وجوده لا يتم فيه تضاعف الـ DNA.

2-الميوز[2]:

تكون الصبغيات في بداية هذا الطور عبارة عن شفع من الكروماتيدات الأخوية ترتبط بوساطة جزيء مركزي مشترك لكن تحتوي كل خلية على مجموعة صبغية أحادية (1N) وليس (2N).

1- الدور البدائي[2] Prophase : يمر بسرعة كبيرة

2-الدور الاستوائي[2] Metaphase: ترتبط الصبغيات إلى خيوط المغزل وتتوضع على اللوحة الاستوائية.

3- دور الهجرة[2] Anaphase : ينقسم كل جزيء مركزي (وذلك للمرة الأولى والأخيرة في الميوز) وبالتالي ينشطر الصبغي طولياً وبهذه الصورة تصبح الكروماتيدات الأخوية صبغيات مستقلة، تتحرك فيما بعد لقطبي الخلية.

4- الدور النهائي[2] Telophase: يتشكل الغشاء النووي حول كل من النواتين أحاديتي الصيغة الصبغية.

لينتهي الميوز بتشكيل أربع خلايا تحوي كل منها على صيغة صبغية أحادية (1N)، في الأعضاء الجنسية للذكور (الخصى) النطاف الوظيفية، أما في مبايض الإناث فينتهي الميوز إلى تشكل بيضة واحدة وظيفية وثلاث كريات قطبية غير قادرة على القيام بوظيفة عروس، حيث أنها تتلاشى وتموت لحصولها على كمية قليلة من السيتوبلاسما الوظيفية المتمايزة (الأعراس) لاتمر في الدورة الخلوية بعد تشكلها، أما في النباتات الراقية بوساطة الميوز يتشكل الخلايا الجنسية الذكرية والأنثوية (حبات الطلع – بويضات).

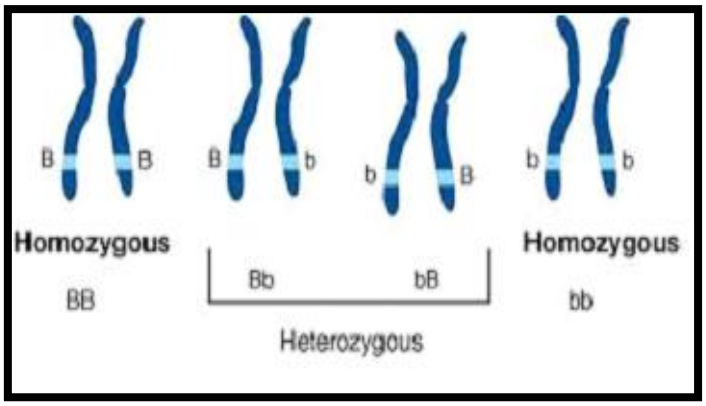
الأهمية الوراثية للميوز:

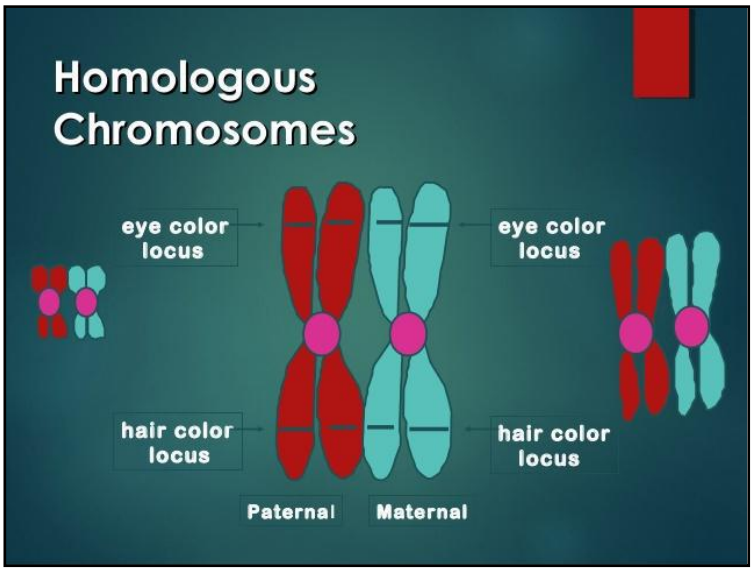
1- يحافظ الميوز على ثبات العدد الصبغي في مختلف أجيال المتعضيات التي تتكاثر جنسياً، وكما نعلم يضم التكاثر الجنسي في مرحلة الالقاح والتي تتلخص باندماج خليتين جنسيتين أو عروسين، فإذا كان عدد الصبغيات في الأعراس مساويا العدد الموجود في الخلايا الجسمية (أي في حال عدم حدوث الميوز) فإن عدد الصبغيات سيتضاعف في كل جيل، وبالتالي تفقد الأنواع ميزة ثبات العدد الصبغي.

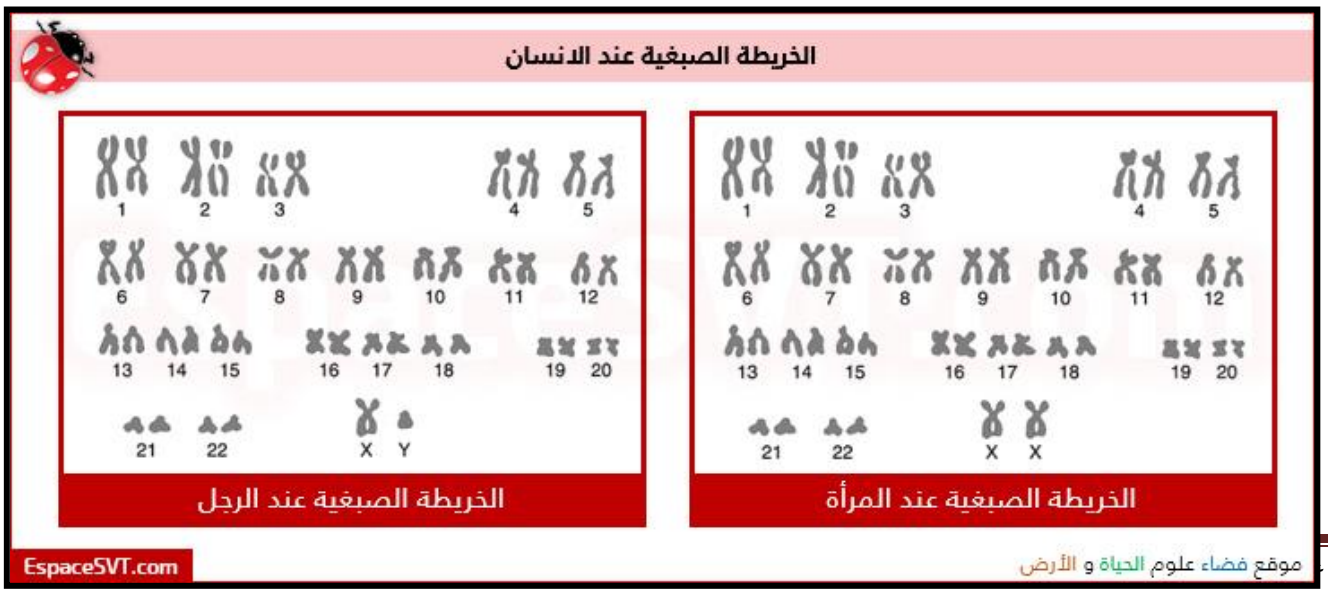
2- يتم في الميوز وعن طريق آليتين أساسيتين إعادة توزيع المادة الوراثية مما يؤدي إلى زيادة التغير الوراثي في المتعضيات التي تتكاثر بالطريقة الجنسية:

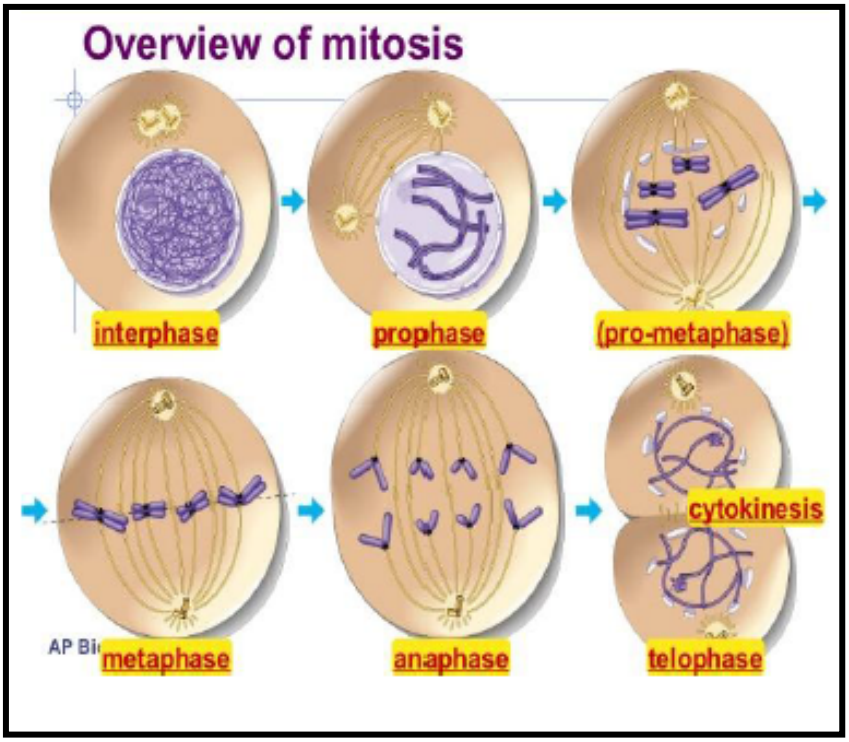
الآلية الأولى: تكوين أنماط مختلفة من الأعراس يتناسب طردا مع عدد الأشفاع الصبغية حيث يكون عدد الاحتمالات الممكنة لوجود صبغيات الأب والأم في الخلايا الجديدة مساويا (2n) (n عدد الأشفاع الصبغية في نهاية الميوز [1]) فالمتعضية التي تملك ثلاثة أشفاع صبغية، يكون عدد الاحتمالات $2^3=8$ وعند ذبابة الخل $2^4=16$ وعند الانسان 2^{23}.

الآلية الثانية: مزج الصفات الوراثية للأب والأم في الأعراس بفضل حادثة العبور بين الكروماتيدات غير الأخوية، مما يؤدي إلى زيادة التنوع الوراثي الذي يسهل عملية اصطفاء الأشكال المتكيفة مع البيئات الجديدة.

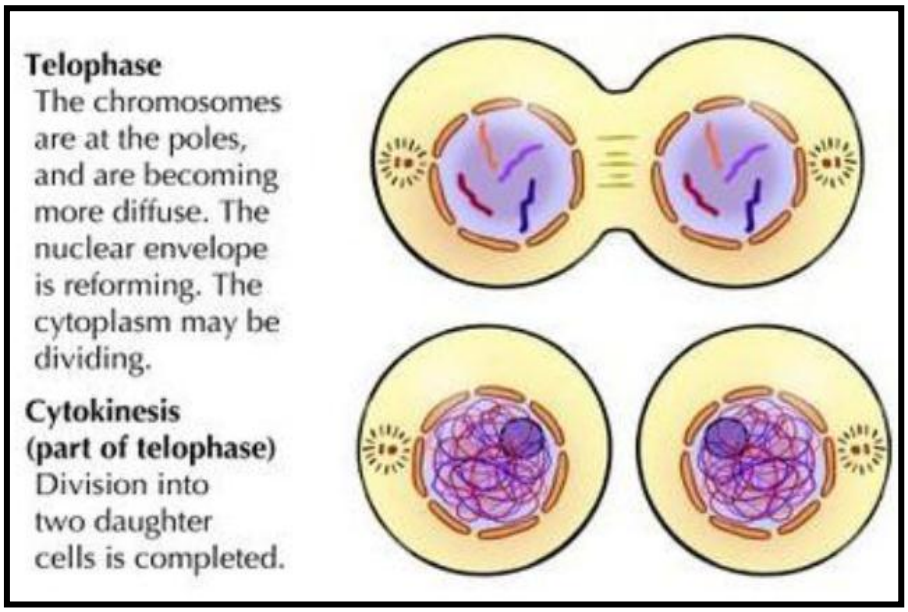




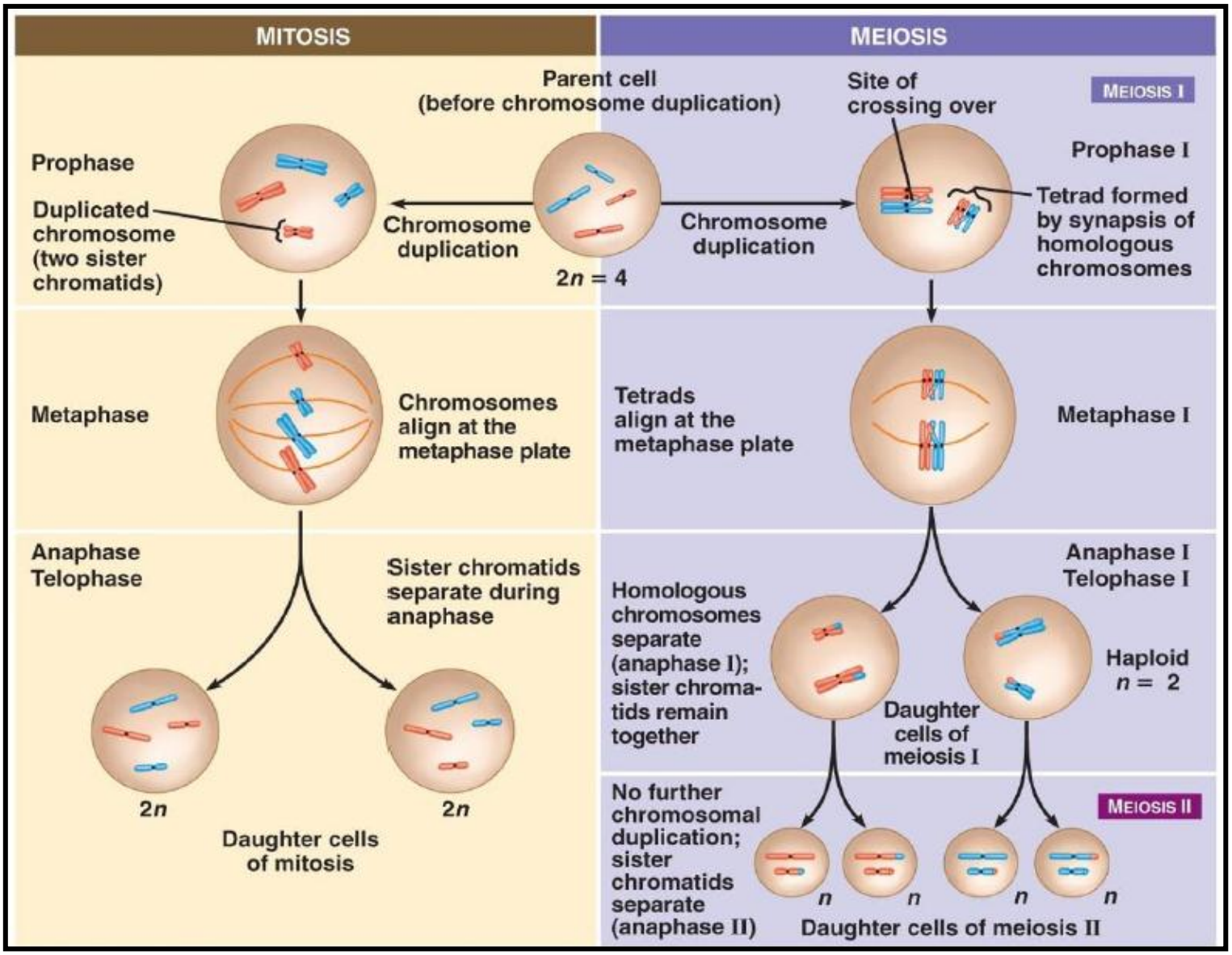




مراحل الانقسام الميتوزي



الطور النهائي والانقسام السيتوبلاسمي الذي يلي الانقسام النووي



مقارنة بين الانقسام الميوزي (المنصف) والميتوزي (الخيطي) بكافة مراحلهما

وظيفة الوراثة

السؤال:

كيف نفسر تشكل خلايا مختلفة الشكل والوظيفة من خلية واحدة (البيضة الملقحة)؟