

أساسيات علم الأحياء

سيلفيا س. مادير

الفصل التاسع
مخطط المحاضرة

إعداد: الدكتور ستيفن إيبس جامعة جنوب إلينوي
كاربونديل



9.1 أساسيات الانقسام المنصف

- تمارس الحيوانات والنباتات **التكاثر الجنسي**، حيث ينقل الآباء الكروموسومات إلى أبنائهم.

- بما أن كل طفل يتلقى مجموعات فريدة من الكروموسومات من الوالدين، فإن كل طفل يختلف عن الوالدين.

- **الانقسام المنصف** هو عملية انقسام الخلايا التي تساهم في التكاثر الجنسي والاختلاف الناتج في النسل.

9.1 أساسيات الانقسام المنصف (تابع)

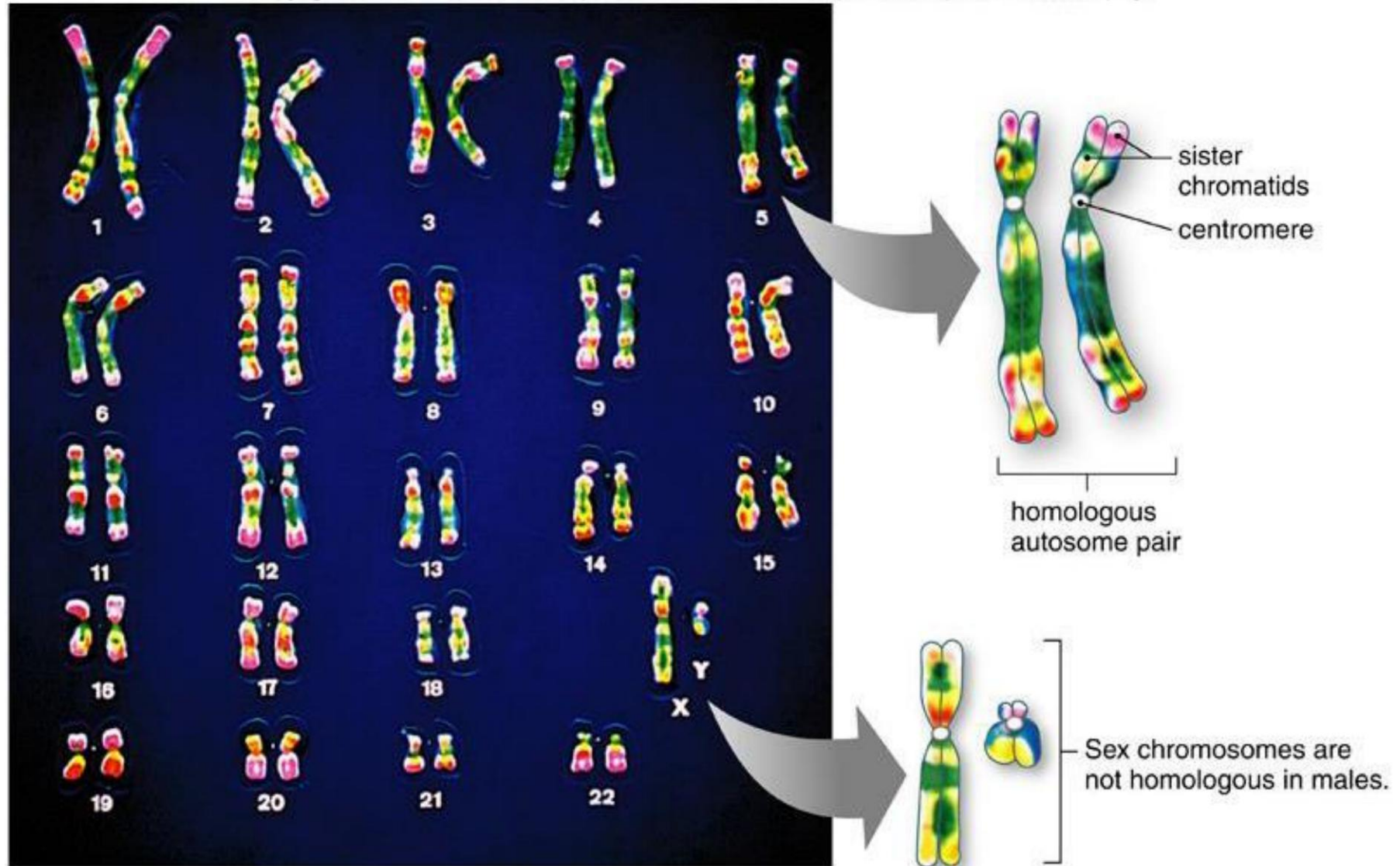
• توجد كروموسومات كل والد في أزواج تسمى **المتماثلات** أو **الكروموسومات المتماثلة**.

• الأزواج متطابقة في الحجم والشكل،
البناء، والجينات التي تحتويها.

• ومع ذلك، فإن النظائر داخل الكائن الحي قد تحتوي على إصدارات مختلفة،
أو **أليلات**، من تلك الجينات.

9.1 أساسيات الانقسام المنصف (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



The 46 chromosomes of a male

9.1 أساسيات الانقسام المنصف (تابع)

- يوجد في الإنسان 23 زوجًا من الكروموسومات المتماثلة.

- هناك 22 زوجًا من الصبغيات الجسمية.

- تتكون الكروموسومات الجنسية من آخر زوج.

-لدى الذكور كروموسوم X وكروموسوم Y أصغر.

-لدى الإناث كروموسومين X متساويين.

9.1 أساسيات الانقسام المنصف (تابع)

• مع 23 زوجًا من الكروموسومات، يكون لدى البشر ما مجموعه 46 كروموسومًا.

• هذا العدد الإجمالي للكروموسومات هو

يُسمى العدد الثنائي الصبغيات.

• عدد أزواج الكروموسومات التي يمتلكها الكائن الحي هو عدد

صيفته الصبغية.

دورة حياة الإنسان

• دورة حياة الكائن الحي الذي يتكاثر جنسياً تشمل جميع الأحداث التكاثرية من جيل إلى جيل .

• تتضمن دورة حياة الإنسان نوعين من انقسام الخلايا.

- الانقسام المتساوي

- الانقسام المنصف

دورة حياة الإنسان (تابع)

• يشارك الانقسام المتساوي في نمو الطفل وإصلاح الأنسجة.

• الانقسام الاختزالي هو شكل خاص من انقسام الخلايا المرتبط بالتكاثر الجنسي.

- ينتج الانقسام الاختزالي خلايا تكاثرية خاصة تسمى **الأمشاج** (البويضات والحيوانات المنوية عند الإنسان).

- الأمشاج تحتوي على كروموسوم واحد فقط من كل زوج كروموسومي

(على سبيل المثال، 23 بدلاً من 46).

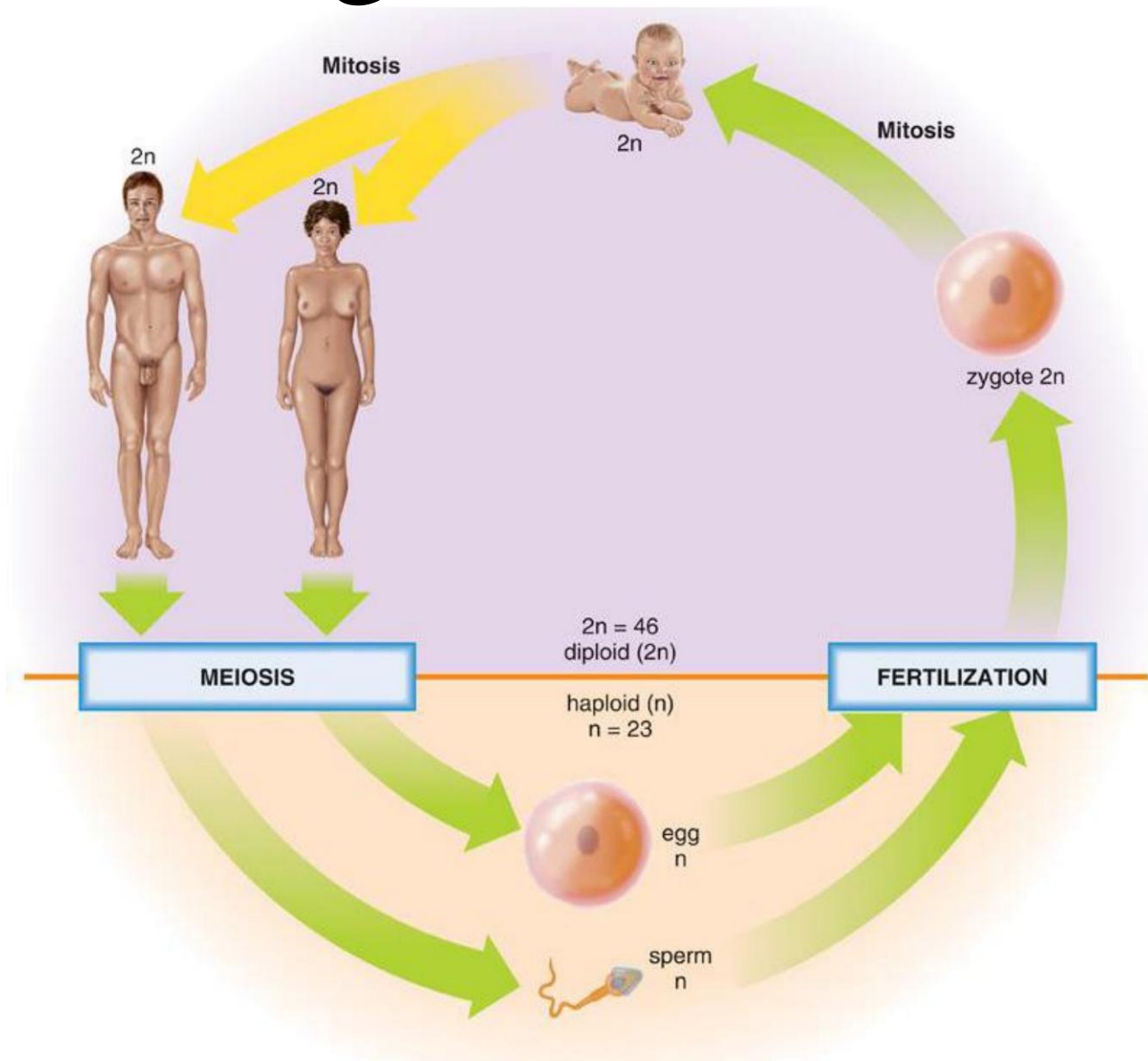
دورة حياة الإنسان (تابع)

• في الذكور، يعتبر الانقسام الاختزالي جزءًا من إنتاج الحيوانات المنوية (تكوين الحيوانات المنوية).

• في الإناث، يعتبر الانقسام الاختزالي جزءًا من عملية إنتاج البيض (تكوين البويضات).

• أثناء عملية الإخصاب، تتحد البويضة والحيوان المنوي لتكوين الزيجوت، مما يؤدي إلى استعادة عدد الكروموسومات إلى 46 إجماليًا.

دورة حياة الإنسان (تابع)



نظرة عامة على الانقسام المنصف

• يتضمن الانقسام الاختزالي انقسامين خلويين.

- الانقسام المنصف الأول

- الانقسام المنصف الثاني

• ينتج عن هذين الانقسامين الخلويين أربع خلايا ابنة، تحتوي كل منها على كروموسوم واحد من كل زوج.

نظرة عامة على الانقسام الاختزالي (تابع)

• أثناء الانقسام الاختزالي الأول، تتزاوج الكروموسومات المتجانسة في **التشابك** لتكوين **رباعي** (كروماتيدات شقيقة لكروموسومين متماثلين).

• في وقت لاحق في الانقسام الاختزالي الأول، تنفصل الأزواج المتجانسة لتوفير عضو واحد من كل زوج متجانس لكل خلية ابنة.

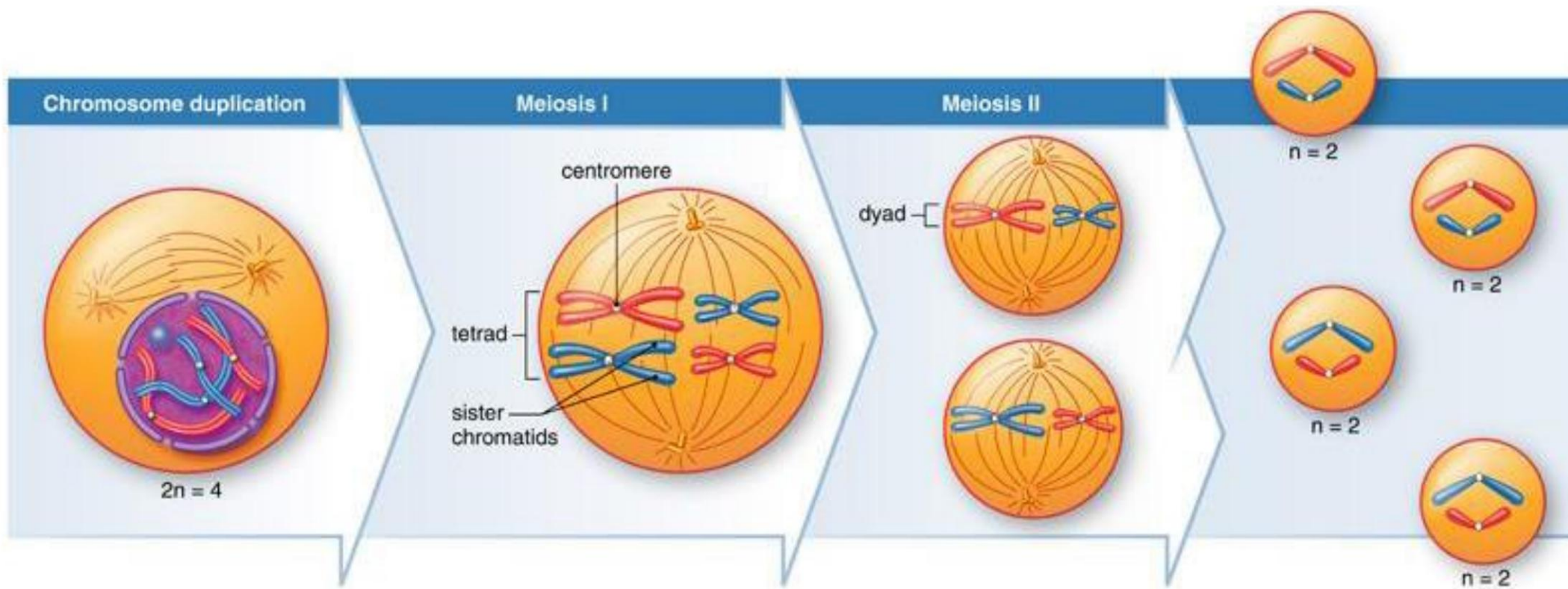
• بعد الانقسام المنصف الأول، تحتوي الخلايا ابنة على نصف عدد الكروموسومات، ولكن كل كروموسوم يتكون من كروماتيدين شقيقين (**ثنائيات**).

نظرة عامة على الانقسام الاختزالي (تابع)

• أثناء الانقسام الاختزالي الثاني، يتم فصل الكروماتيدات الشقيقة (الثنائيات).

• يضمن الانقسام المنصف أن الأمشاج
تنتجها مجموعة فردية من الكروموسومات المتجانسة.

نظرة عامة على الانقسام الاختزالي (تابع)



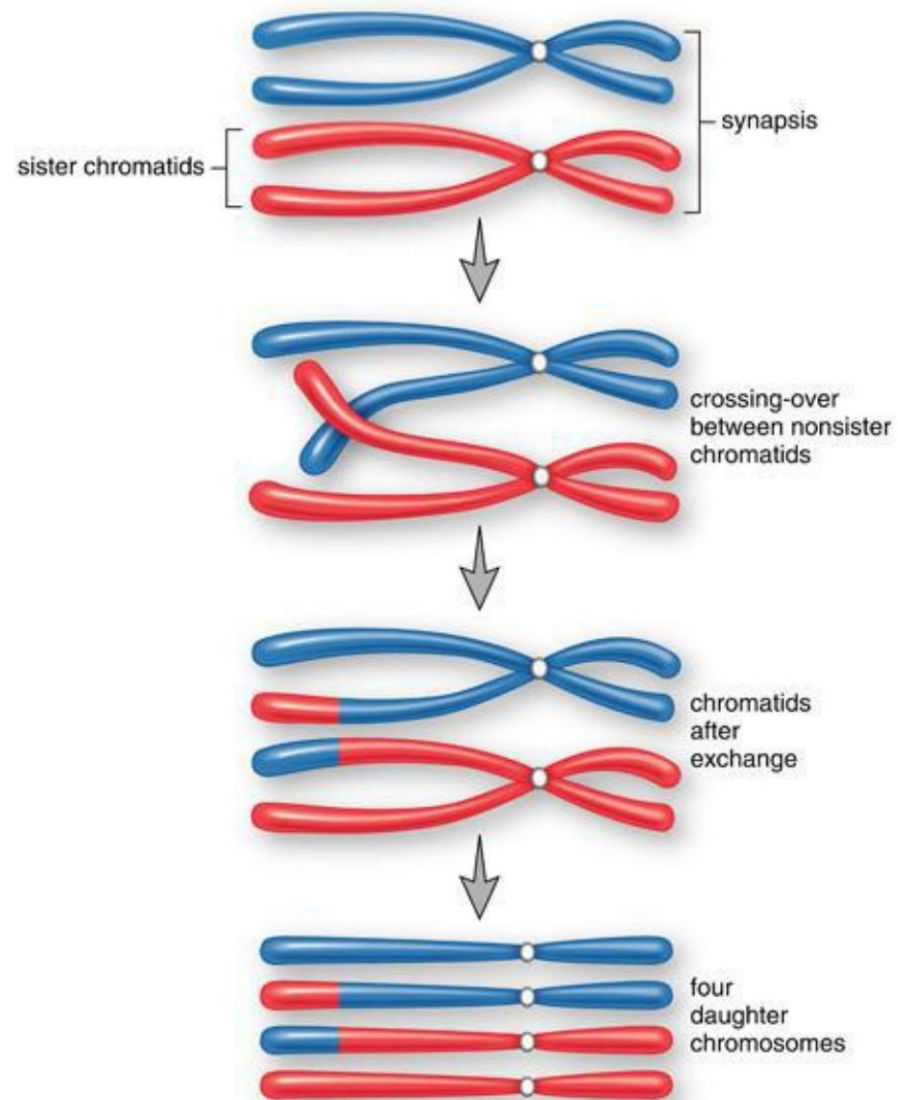
عبور

• في حين يتم تشكيل رباعية أثناء تشابك الانقسام الاختزالي الأول، فإن المتماثلات قد تتبادل المادة الوراثية عن طريق [طريق العبور](#).

• يؤدي التهجين إلى إعادة تجميع أليلات الكروموسومات المتجانسة، مما يؤدي إلى إنشاء تركيبات جديدة وزيادة التنوع الجيني للأمشاج.

العبور (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



أهمية الانقسام المنصف

• أحد الأسباب التي تجعل الانقسام الاختزالي مهمًا هو أنه يحافظ على نفس عدد الكروموسومات في كل جيل جديد.

• سبب آخر لأهمية الانقسام الاختزالي هو أنه يساهم بمجموعات جديدة من الأليلات لكل جيل جديد.

• يمكن أن يؤدي التقاطع إلى إنتاج أليلات مختلفة على الكروماتيدات الشقيقة للكروموسومات المتجانسة.

أهمية الانقسام المنصف

• ينتج الانقسام الاختزالي أمشاجًا تحتوي على العديد من التركيبات المختلفة من الكروموسومات المتجانسة.

• يؤدي الإخصاب لتكوين الزيجوت إلى إنتاج واحد من أكثر من 70 تريليون تركيبة ممكنة من الكروموسومات.

9.2 مراحل الانقسام المنصف

• تحدث نفس المراحل الأربع للانقسام المتساوي أثناء الانقسام المنصف.

-الطور التمهيدي

-الطورية

-الطور الانفصالي

-الطور النهائي

• تحدث المراحل الأربع مرتين، مرة خلال الانقسام الاختزالي الأول ومرة أخرى خلال الانقسام الاختزالي الثاني.

القسم الأول - الانقسام المنصف الأول

• تحدث أحداث مهمة أثناء **الطور التمهيدي الأول** من الانقسام المنصف.

- يظهر المغزل بين السنتروميرين المنفصلين.

- تخضع الكروموسومات المتجانسة للتشابك أثناء تكثفها.

- قد يحدث تبادل للكروموسومات بين الكروموسومات المتماثلة .

• في **الطور الاستوائي الأول**، تصطف الرباعيات المرتبطة بالمغزل عند خط استواء المغزل.

القسم الأول - الانقسام المنصف الأول (تابع)

• يتم فصل الكروموسومات المتجانسة أثناء **الطور الانفصالي الأول**.

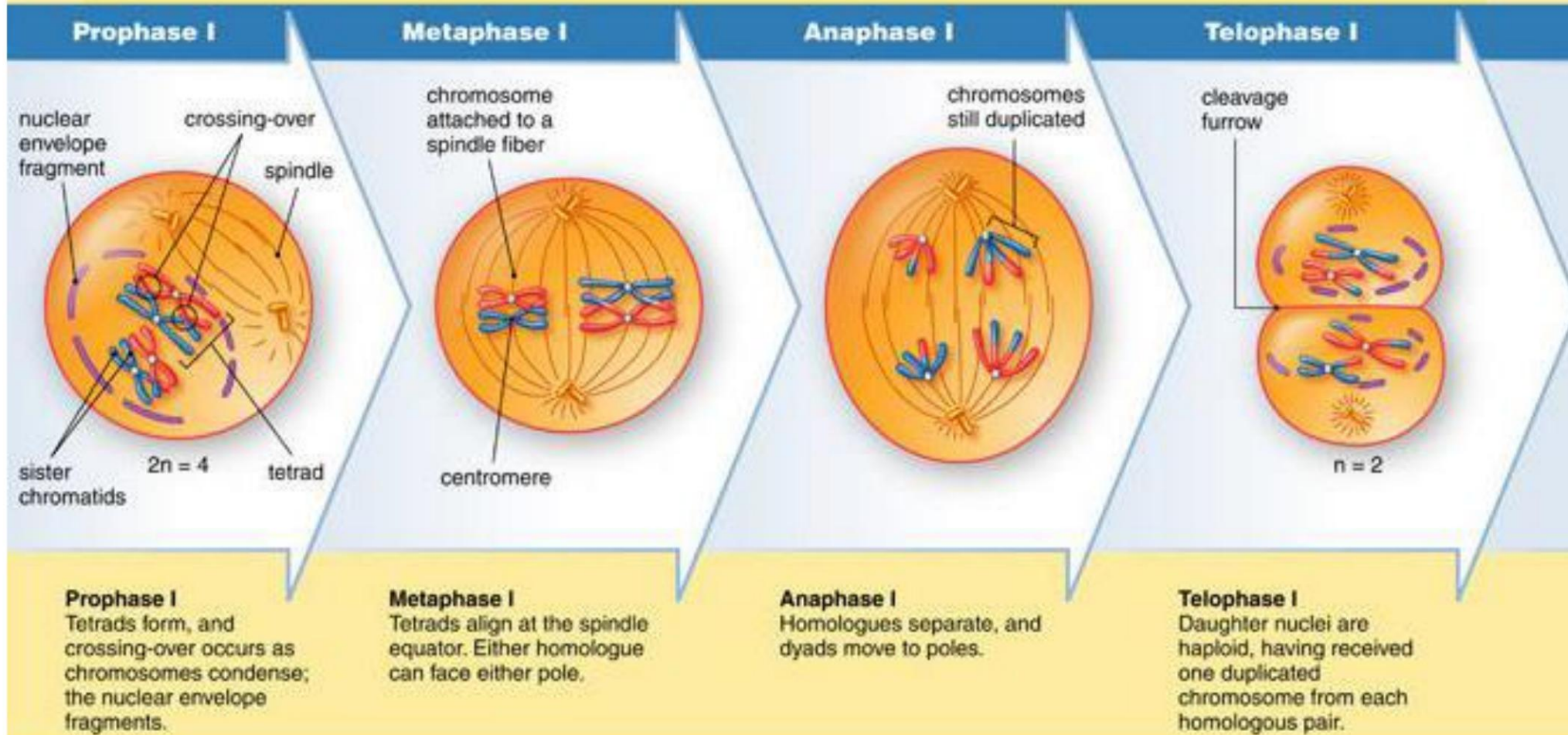
• الطور الانفصالي الأول هو النقطة التي تصبح فيها الخلية ثنائية الصبغيات أحادية الصبغيات.

• أثناء **الطور النهائي الأول**، يتشكل الغلاف النووي من جديد حول النوى التي أصبحت أحادية الصيغة الصبغية.

القسم الأول - الانقسام المنصف الأول (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Meiosis I: Homologous chromosomes separate



القسم الثاني - الانقسام المنصف الثاني

• الأحداث التي تحدث أثناء الانقسام الاختزالي الثاني هي

بشكل أساسي نفس تلك التي تحدث أثناء الانقسام المتساوي.

• عندما تبدأ **المرحلة التمهيديّة الثانية** ، يظهر المغزل ويختفي الغلاف النووي والنوية.

• أثناء **الطور الاستوائي الثاني** تصطف الشائيات عند

خط الاستواء المغزلي.

القسم الثاني - الانقسام الاختزالي الثاني (تابع)

• تنفصل الكروماتيدات الشقيقة للثنائي أثناء **الطور الانفصالي الثاني** وتبدأ الهجرة نحو القطبين.

• يختفي المغزل ويعاد تشكيل الغلاف النووي في **الطور النهائي الثاني**.

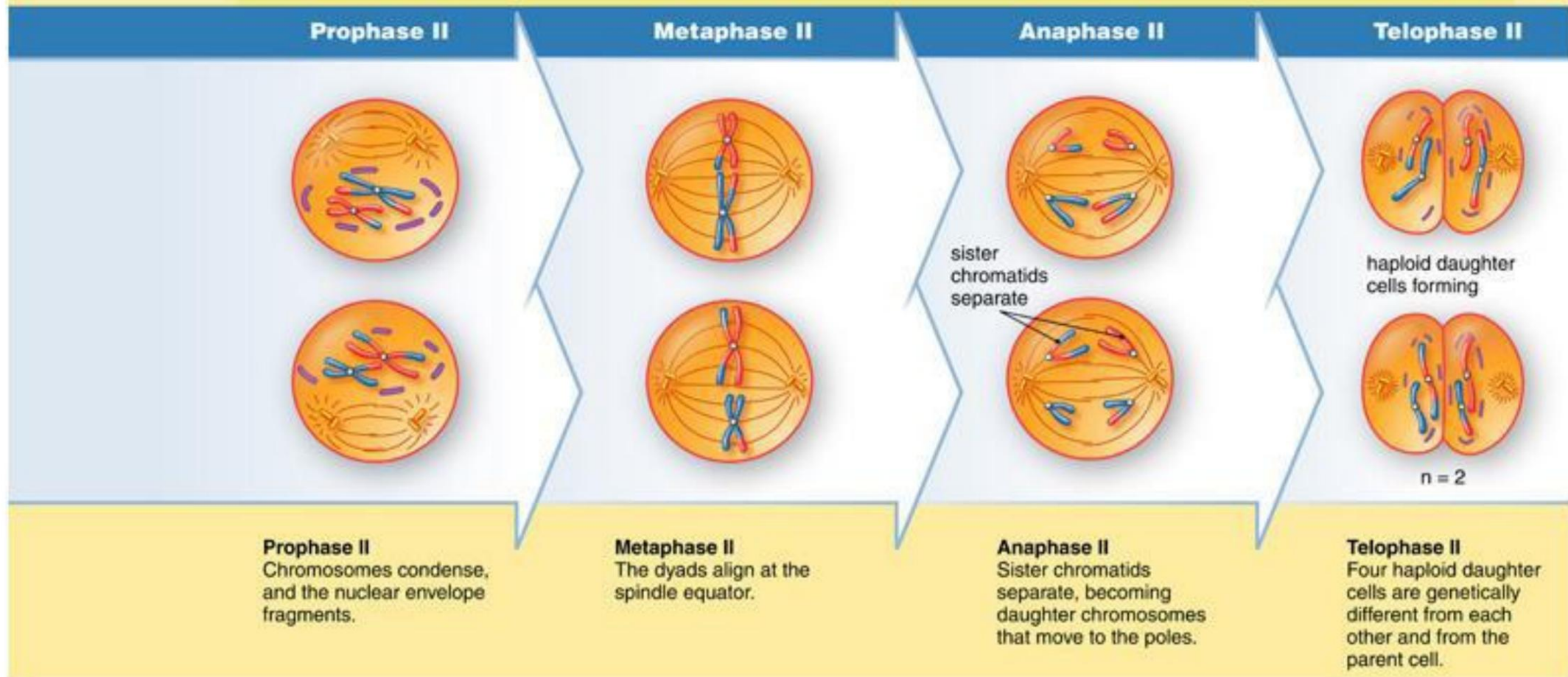
• يحدث انقسام السيتوبلازم لإكمال الانقسام المنصف.

• باختصار، تخضع خلية ثنائية الصبغيات واحدة للانقسام الاختزالي لإنتاج أربعة أمشاج أحادية الصبغيات.

القسم الثاني - الانقسام الاختزالي الثاني (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Meiosis II: Sister chromatids separate



بيوفليكس: الانقسام المنصف



9.3 الانقسام المنصف مقارنة بالانقسام المتساوي

• يتطلب الانقسام المنصف انقسامين نوويين بينما يتطلب الانقسام المتساوي انقسامين نوويين.
يتطلب واحد فقط.

• ينتج الانقسام المنصف أربع نوى ابنة بينما ينتج الانقسام المتساوي
ينتج اثنين فقط.

• عادة ما يتبع كل من الانقسام الاختزالي والانقسام المتساوي انقسام السيتوبلازم.

9.3 الانقسام المنصف مقارنة بالانقسام المتساوي (تابع)

• بعد الانقسام الاختزالي، تكون النوى الابنة

أحادية الصيغة الصبغية وتحتوي على نصف عدد الكروموسومات الموجودة في
الخلية الأم.

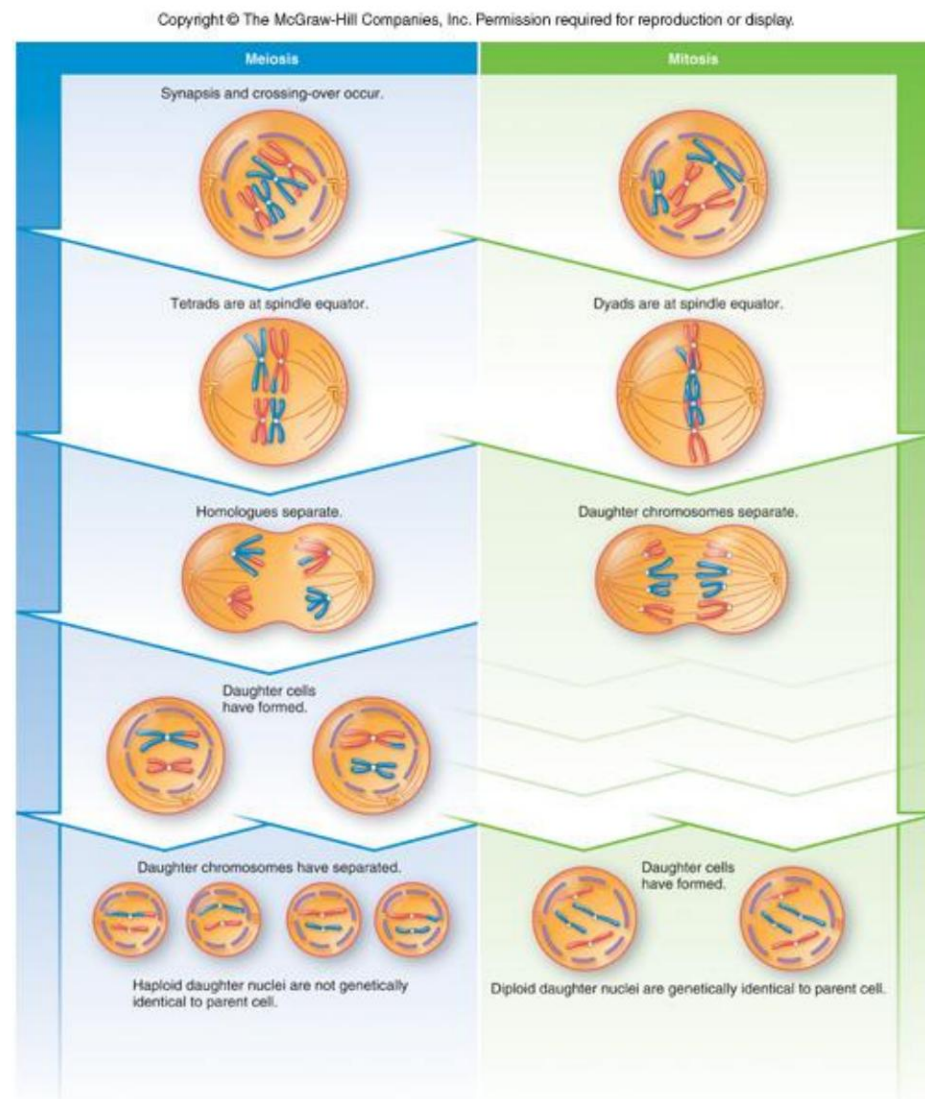
• بعد الانقسام المتساوي، تحتوي الخلايا الابنة على نفس عدد الكروموسومات مثل
الخلية الأم.

9.3 الانقسام المنصف مقارنة بالانقسام المتساوي (تابع)

- الخلايا الابنة للانقسام الاختزالي هي مختلفة وراثيا عن الخلية الأم.

- الخلايا الابنة للانقسام المتساوي هي متطابقة وراثيا مع الخلية الأم.

9.3 الانقسام المنصف مقارنة بالانقسام المتساوي (تابع)



الحدوث

• يحدث الانقسام الاختزالي فقط في أوقات محددة خلال دورة حياة الكائنات الحية التي تتكاثر جنسياً.

• يحدث الانقسام المنصف عند البشر في **الخصيتين** والمبيضين فقط .

• الانقسام المتساوي هو عملية شائعة تحدث في جميع أنحاء الجسم.

عملية

• هناك العديد من الأحداث التي تميز الانقسام الاختزالي الأول عن الانقسام المتساوي.

• تتشكل الرباعيات أثناء الانقسام الاختزالي ويمكن أن يحدث التقاطع أثناء الطور التمهيدي الأول.
لا يحدث هذا أثناء الانقسام المتساوي.

عملية

• تصطف الرباعيات عند خط استواء المغزل أثناء الطور الأول من الانقسام المنصف. وفي الانقسام الفتيلي، تصطف الثنائيات أثناء الطور الاستوائي.

• أثناء الطور الانفصالي الأول، تنفصل الكروموسومات المتجانسة، بينما في الطور الانفصالي من الانقسام الفتيلي، تنفصل الكروماتيدات الشقيقة للثنائي.

العملية (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Table 9.1 Meiosis I Compared to Mitosis	
Meiosis I	Mitosis
<i>Prophase I</i>	<i>Prophase</i>
Pairing of homologous chromosomes; crossing-over	No pairing of chromosomes
<i>Metaphase I</i>	<i>Metaphase</i>
Tetrads at spindle equator	Dyads at spindle equator
<i>Anaphase I</i>	<i>Anaphase</i>
Homologues of each tetrad separate, and dyads move to poles	Sister chromatids separate, becoming daughter chromosomes that move to the poles
<i>Telophase I</i>	<i>Telophase</i>
Two haploid daughter cells not identical to parent cell	Two diploid daughter cells, identical to the parent cell

العملية (تابع)

• أحداث الانقسام المنصف الثاني هي نفسها أحداث الانقسام المتساوي.

العملية (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Table 9.2	Meiosis II Compared to Mitosis
Meiosis II	Mitosis
<i>Prophase II</i>	<i>Prophase</i>
No pairing of chromosomes	No pairing of chromosomes
<i>Metaphase II</i>	<i>Metaphase</i>
Haploid number of dyads at spindle equator	Diploid number of dyads at spindle equator
<i>Anaphase II</i>	<i>Anaphase</i>
Sister chromatids separate, becoming daughter chromosomes that move to the poles	Sister chromatids separate, becoming daughter chromosomes that move to the poles
<i>Telophase II</i>	<i>Telophase</i>
Four haploid daughter cells, not genetically identical to each other or the parent cell	Two daughter cells, genetically identical to the parent cell

9.4 وراثة الكروموسومات غير الطبيعية

• من الممكن أن يولد الإنسان في بعض الأحيان بعدد غير طبيعي من الكروموسومات.

• يحدث هذا لأن الانقسام المنصف لم يحدث بشكل صحيح في أحد الوالدين ويكون لدى الأمشاج عدد غير طبيعي من الكروموسومات.

• هذا الخطأ في الانقسام الاختزالي يسمى

عدم الانفصال.

9.4 الوراثة الكروموسومية غير الطبيعية (تابع)

- هناك سببان لعدم الانفصال.

- يدخل كلا العضوين من الزوج المتماثل إلى نفس الخلية الابنة في الانقسام الاختزالي الأول.

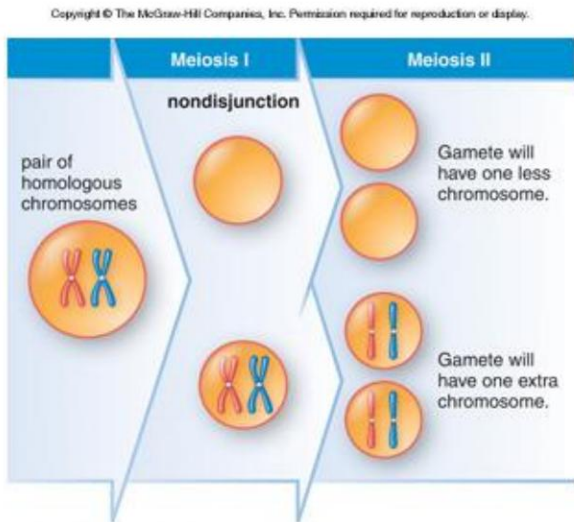
- ينتقل كلا الكروماتيدات الشقيقة إلى نفس الخلية الابنة في الانقسام الاختزالي الثاني.

- يمكن أن يؤدي عدم الانفصال إلى نوعين من شذوذ الكروموسومات.

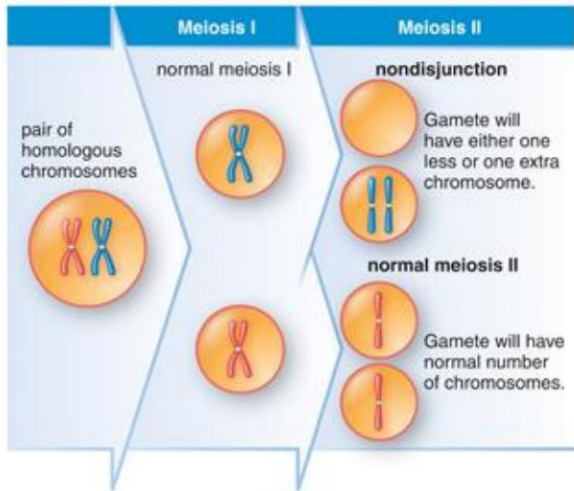
- في **حالة التثلث الصبغي**، يوجد كروموسوم ثالث من نوع واحد.

- في **حالة الصبغة الواحدة** يكون أحد الكروموسومات غائبًا.

9.4 الوراثة الكروموسومية غير الطبيعية (تابع)



a. Nondisjunction during meiosis I



b. Nondisjunction during meiosis II

متلازمة داون

• متلازمة داون هي ثلاثية الصبغي للكروموسوم رقم 21.

• تنتج متلازمة داون العديد من العلامات المميزة
الخصائص الموجودة في الطفل.

- قصر القامة - طيات الجفن - أصابع قصيرة - فجوة واسعة بين إصبع القدم الأول والثاني.

- لسان متشقق - رأس مستدير - ثنية راحة اليد (خط القرد)

- التخلف العقلي

متلازمة داون (تابع)

•تزداد احتمالية إنجاب المرأة لطفل مصاب بمتلازمة داون بشكل سريع مع تقدم العمر بدءًا من سن الأربعين.

•يختلف معدل الإصابة بمتلازمة داون تبعًا لحالة الأم.
عمر.

-معدل حدوث هذه الحالة هو 1 لكل 800 ولادة للنساء تحت سن الأربعين.

-معدل حدوث هذه الحالة هو 1 لكل 80 ولادة للنساء فوق سن الأربعين.

متلازمة داون (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



عدد الكروموسومات الجنسية غير الطبيعية

• في الإناث البشرية الطبيعية التي لديها كروموسومان X ، واحد هو جسم وظيفي والآخر يصبح **جسم بار غير نشط**.

• يمكن أن يؤدي عدم الانفصال إلى حدوث ثلاثية أو أحادية الصبغي في الكروموسومات الجنسية، وعادة ما يكون لذلك آثار ضارة.

عدد الكروموسومات الجنسية غير الطبيعية (تابع)

• أنثى **متلازمة تيرنر** لديها صبغي واحد للجنس

الكروموسومات (XO).

-الأنثى قصيرة القامة وصدرها عريض وجسمها مكشوف رقبة.

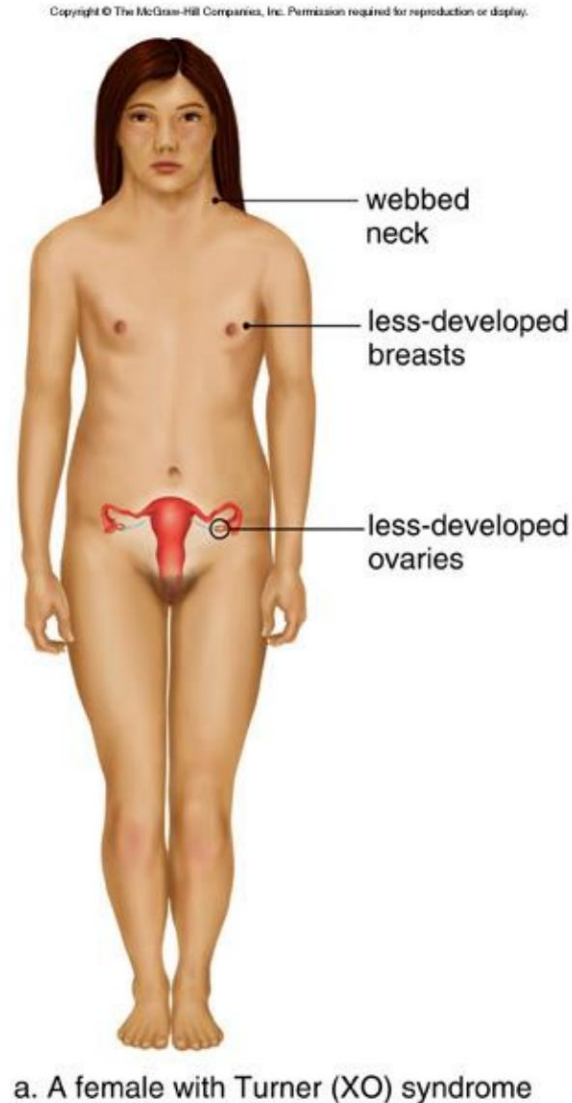
-المبايض وقنوات البيض والرحم صغيرة الحجم متخلفة.

-لا يحدث البلوغ والحيض.

-يمكن للإناث المصابات بمتلازمة تيرنر أن يعشن حياة طبيعية مع العلاج الهرموني

مُعَالَجَة.

عدد الكروموسومات الجنسية غير الطبيعية (تابع)



عدد الكروموسومات الجنسية غير الطبيعية (تابع)

• الشخص المصاب بمتلازمة كلاينفيلتر هو ذكر XXY.

-يصبح الـ X الإضافي جسمًا بارًا.

-الخصيتين وغدة البروستاتا غير مكتملة النمو.

-لا يوجد شعر في الوجه.

-قد تتطور الثديين.

-اليدين والقدمين كبيرتين.

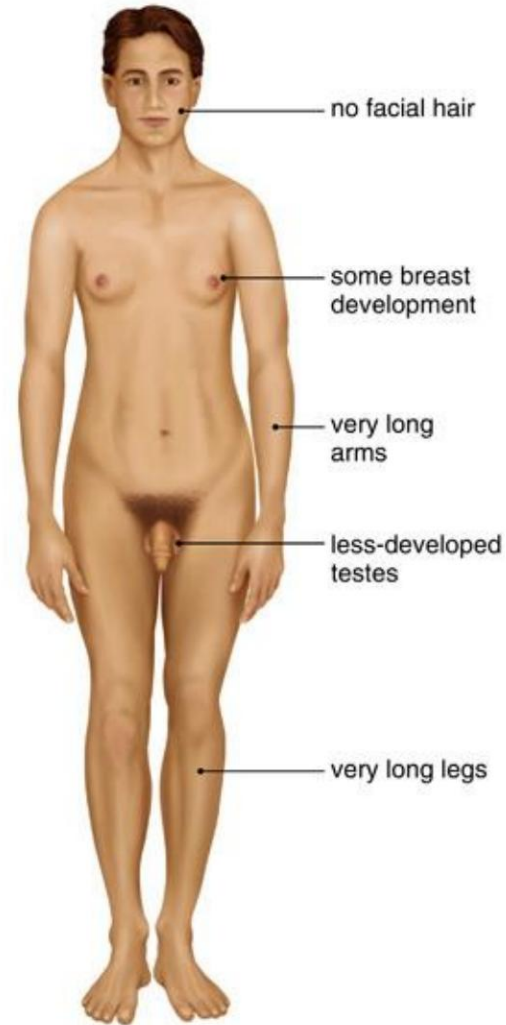
-الأرجل والذراعين طويلة.

-الأطفال بطيئون في التعلم ولكنهم ليسوا متخلفين عقليا.

-مع الكشف المبكر يصبح من الممكن ممارسة حياة طبيعية.

عدد الكروموسومات الجنسية غير الطبيعية (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



b. A male with Klinefelter (XXY) syndrome