الوحدة الثالثة

نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي – علم الوراثة البشرية

يمكن التوالد الجنسي من نقل الخبر الوراثي من جيل لآخر، وتتميز هذه الظاهرة بحدثين هامين:

- الإخصاب الذي يتجلى في التحام النواة الذكرية والنواة الأنثوية، فيؤدي إلى تشكل بيضة ثنائية الصيغة الصبغية.
- تشكل الأمشاج الذي يتجلى في إنتاج خلايا أحادية الصيغة الصبغية قادرة على الالتحام فيما بينها لاسترداد ثنائية الصيغة الصبغية.

1) كيف ينقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي عند ثنائيات الصيغة الصبغية ؟
2) ما القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية؟ وما تأويلها الصبغي؟

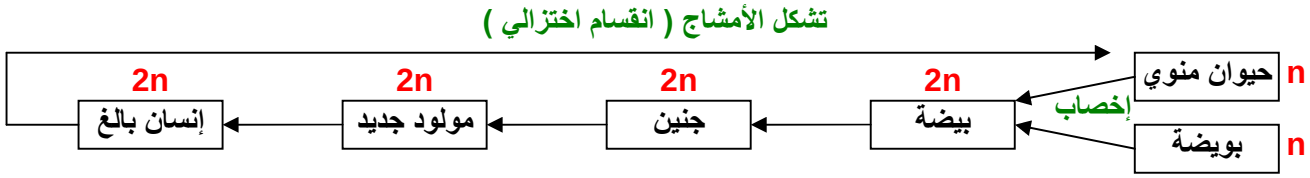
الفصل الأول:

نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي

تمهيد :

تمثل المصطلحات التالية مراحل نمو الإنسان: إنسان بالغ – حيوان منوي – جنين – بويضة – مولود جديد – بيضة.

1) أنجز خطاطة تبين العلاقة بين هذه الأطوار.
2) انطلاقا من الخطاطة المنجزة، بين الظواهر الأساسية التي تميز التوالد الجنسي



يتميز التوالد الجنسي بحدثين هامين هما:

1) تشكل الأمشاج الذي يتم على مستوى المناسل.
2) الإخصاب وهو التحام نواتين ذكرية وأنثوية لإعطاء خلية واحدة هي البيضة، تكون ثنائية الصيغة الصبغية، الشيء الذي يعني أن الأمشاج أحادية الصيغة الصبغية.

فكيف يحافظ التوالد الجنسي على ثبات عدد الصبغيات من جيل لأخر عند نفس النوع ؟

I – مراحل الانقسام الاختزالي La méiose

① ملاحظات مجهرية لمراحل الانقسام الاختزالي. أنظر الوثيقة 1، لوحة 1.

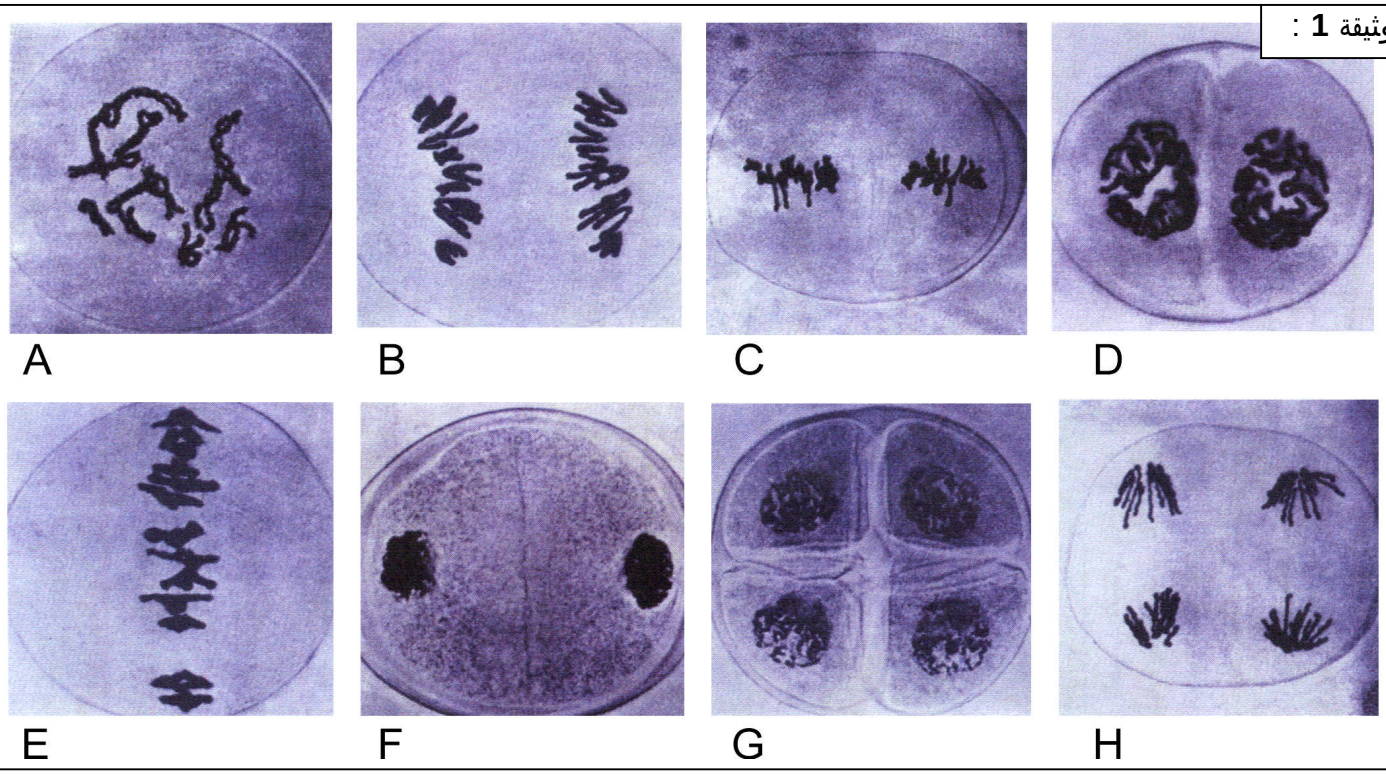
① نشاط 1 : دراسة الظواهر المسؤولة عن تنوع الصفات الفردية

يمكن الانقسام الاختزالي من المرور من صيغة صبغية ثنائية إلى صيغة صبغية أحادية. نبحث من خلال الوثائق التالية عن آلية هذا الانقسام وعن علاقته بتطور كمية ADN ، ثم دوره في تنوع الصفات الفردية .

★ الوثيقة1 : تعطي هذه الوثيقة ملاحظات مجهرية لخلية نبات أثناء الانقسام الاختزالي.

صف مظهر هذه الخلايا ثم أعط عنوانا مناسبا لكل صورة بعد ترتيبها ترتيبا زمنيا.

الوثيقة 1 :

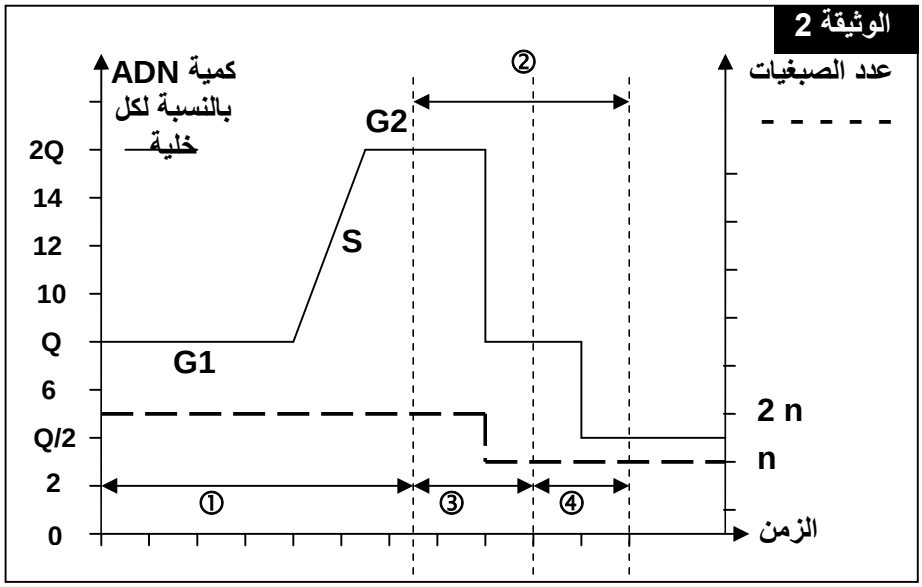


يتبين من هذه الملاحظة أن الانقسام الاختزالي يتم عبر انقسامين متتاليين، يتضمن كل واحد منهما المراحل المعتادة للانقسام غير المباشر.

الترتيب الزمني للصور: A = الطور التمهيدي I. B = الطور الانفصالي I. C = الطور الاستوائي II.
D = الطور التمهيدي II. E = الطور الاستوائي I. F = الطور النهائي I.
G = الطور النهائي II. H = الطور الانفصالي II.

② تطور كمية **ADN** خلال الانقسام الاختزالي. أنظر الوثيقة 2، لوحة 1.

✶**الوثيقة 2 : تعطي هذه الوثيقة تطور كمية ADN أثناء الانقسام الاختزالي. ماذا تستخلص من تحليل هذه الوثيقة ؟**



يسبق الانقسام الاختزالي ② مرحلة السكون ① التي تعرف مضاعفة ADN في طور التركيب S من كمية q إلى q2 .

خلال الانقسام المنصف ③ تنفصل الصبغيات المتماثلة فتحصل كل خلية على كمية q من ADN. كما ينخفض عدد الصبغيات من 2n صبغي إلى n صبغي.

خلال الانقسام التعادلي ④ تنفصل صبيغيات الصبغي الواحد فتحصل كل خلية على q/2 من كمية ADN. بينما يبقى عدد الصبغيات ثابت.

يتبين من تحليل هذه الوثيقة أن الانقسام الاختزالي يمكننا من الحصول على خلايا أحادية الصيغة الصبغية انطلاقا من خلايا ثنائية الصيغة الصبغية، وهذه الظاهرة مهمة خلال تشكل الخلايا الجنسية التي يجب أن تكون أحادية الصيغة الصبغية.

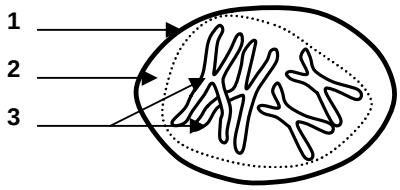
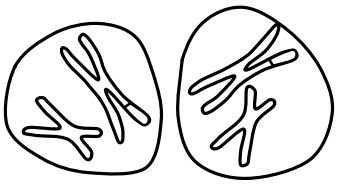
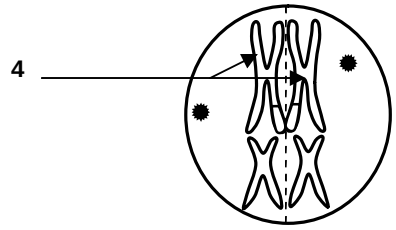
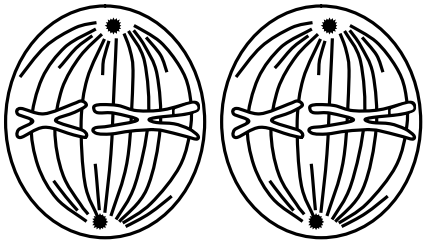
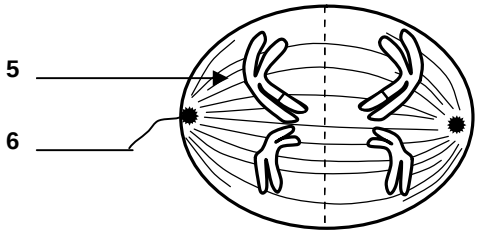
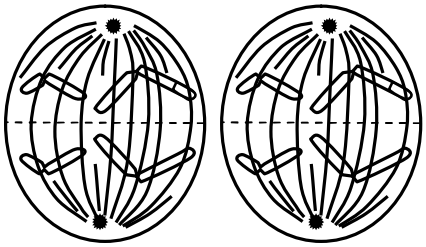
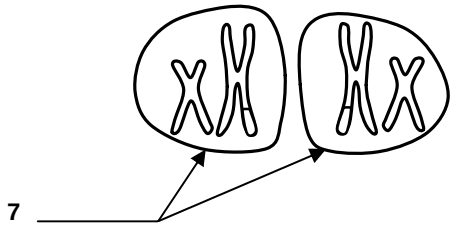
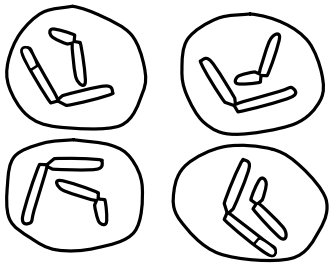
③ مراحل الانقسام الاختزالي. أنظر الوثيقة 4، لوحة 2.

يتميز هذا الانقسام بانقسامين متتاليين :

✸ انقسام منصف : يختزل عدد الصبغيات إلى النصف و يؤدي إلى تشكل خليتين أحاديتي الصيغة الصبغية n .

✸ انقسام تعادلي: يبقى خلاله عدد الصبغيات ثابتا، يؤدي إلى تشكل أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغيةn

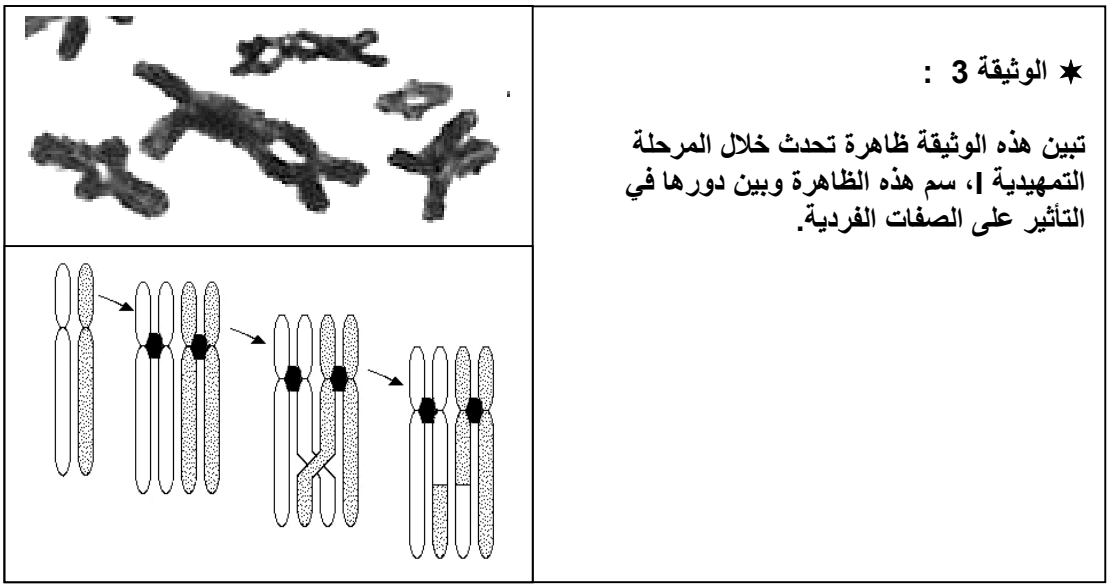
★ **الوثيقة 4 : رسوم تخطيطية تفسيرية لأطوار الانقسام الاختزالي . حلل هذه الرسوم محددا مختلف أطوار الانقسام الاختزالي.**

I	II
 ①	 ⑤
 ②	 ⑥
 ③	 ⑦
 ④	 ⑧

أ – الانقسام المنصف :

a – المرحلة التمهيدية I :

تتميز هذه المرحلة بتكثيف الصبغيات واقتران الصبغيات المتماثلة لتشكل أزواجا تسمى الرباعيات (تتشكل من صبغيين متماثلين كل صبغي مكون من صبيغيين)، اختفاء الغشاء النووي و النويات.
خلال هذه المرحلة تتقاطع صبيغيات الصبغيين المتماثلين، فيتم تبادل أجزاء فيما بينها أثناء تباعدهما، و تسمى هذه الظاهرة العبور Crossing-over الذي ينتج عنه تخليط للحليلات وتركيب صبغي جديد.
أنظر الوثيقة 3، لوحة1.



✶ الوثيقة 3 :

تبين هذه الوثيقة ظاهرة تحدث خلال المرحلة التمهيدية I، سم هذه الظاهرة وبين دورها في التأثير على الصفات الفردية.

b – المرحلة الاستوائية I :

تتموضع الصبغيات المتماثلة في المستوى الاستوائي للخلية، تتكون النجميتين ويظهر بينهما المغزل اللالوني.

c – المرحلة الانفصالية I :

انفصال الصبغيات المتماثلة دون انقسام الجزيء المركزي، وهجرتها نحو القطب الخلوي القريب منها، وهكذا يتجمع في كل قطب من قطبي الخلية نصف الصيغة الصبغية، أي n صبغي كل واحد بصبيغيين.

d – المرحلة النهائية I :

يتجمع نصف عدد الصبغيات في كل قطب، يتلاشى المغزل اللالوني ويحدث انقسام السيتوبلازم للحصول على خليتين بنتين أحاديتا الصيغة الصبغية (n).

ب – الانقسام التعادلي :

a – المرحلة التمهيدية II :

قصيرة جدا تبتدئ مباشرة بعد النهائية I، تبقى الصبغيات منشطرة طوليا، و يظهر المغزل اللالوني في كل خلية.

b – المرحلة الاستوائية II :

تتموضع الصبغيات لكل خلية في المستوى الاستوائي مشكلة الصفيحة الاستوائية.

c – المرحلة الانفصالية II :

انشطار الجزيء المركزي لكل صبغي، وتنفصل صبيغيات كل صبغي فيمثل كل واحد منهما صبغي ، يهاجر نحو أحد قطبي الخلية.

d – المرحلة النهائية II :

تتجمع الصبغيات في كل قطب و يزال تلولبها و يتشكل الغشاء النووي وتظهر النويات، ويختفي مغزل الانقسام، وينقسم السيتوبلازم لتتكون في النهاية أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n)، كل صبغي مكون من صبيغي واحد.

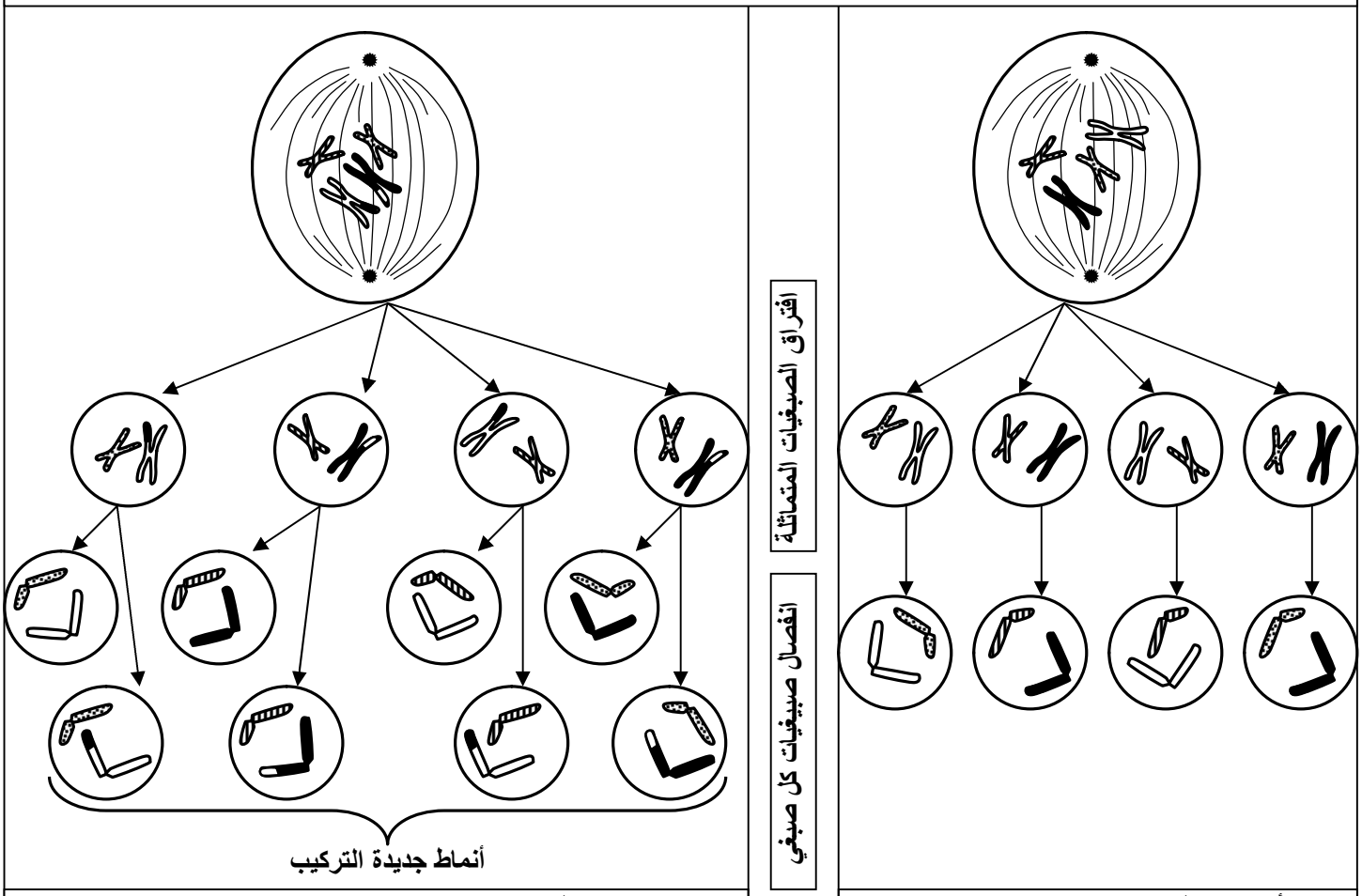
II – دور الانقسام الاختزالي والإخصاب في تخليط الحليلات

① – دور الانقسام الاختزالي :

يضمن الانقسام الاختزالي إنتاج خلايا أحادية الصيغة الصبغية انطلاقا من خلايا ثنائية الصيغة الصبغية، كما يضمن تخليط الحليلات وانتقال الصفات الوراثية من جيل إلى آخر.

أ – التخليط البيصبغي : أنظر الوثيقة 5، شكل أ، لوحة3.

★ الوثيقة 5 : تبين هذه الوثيقة دور الانقسام الاختزالي في تخليط الحليلات . بين كيف يؤثر التخليط الصبغي في تنوع الصفات الفردية ؟



الشكل أ : التخليط البيصبغي

الشكل ب : التخليط الضمصبغي

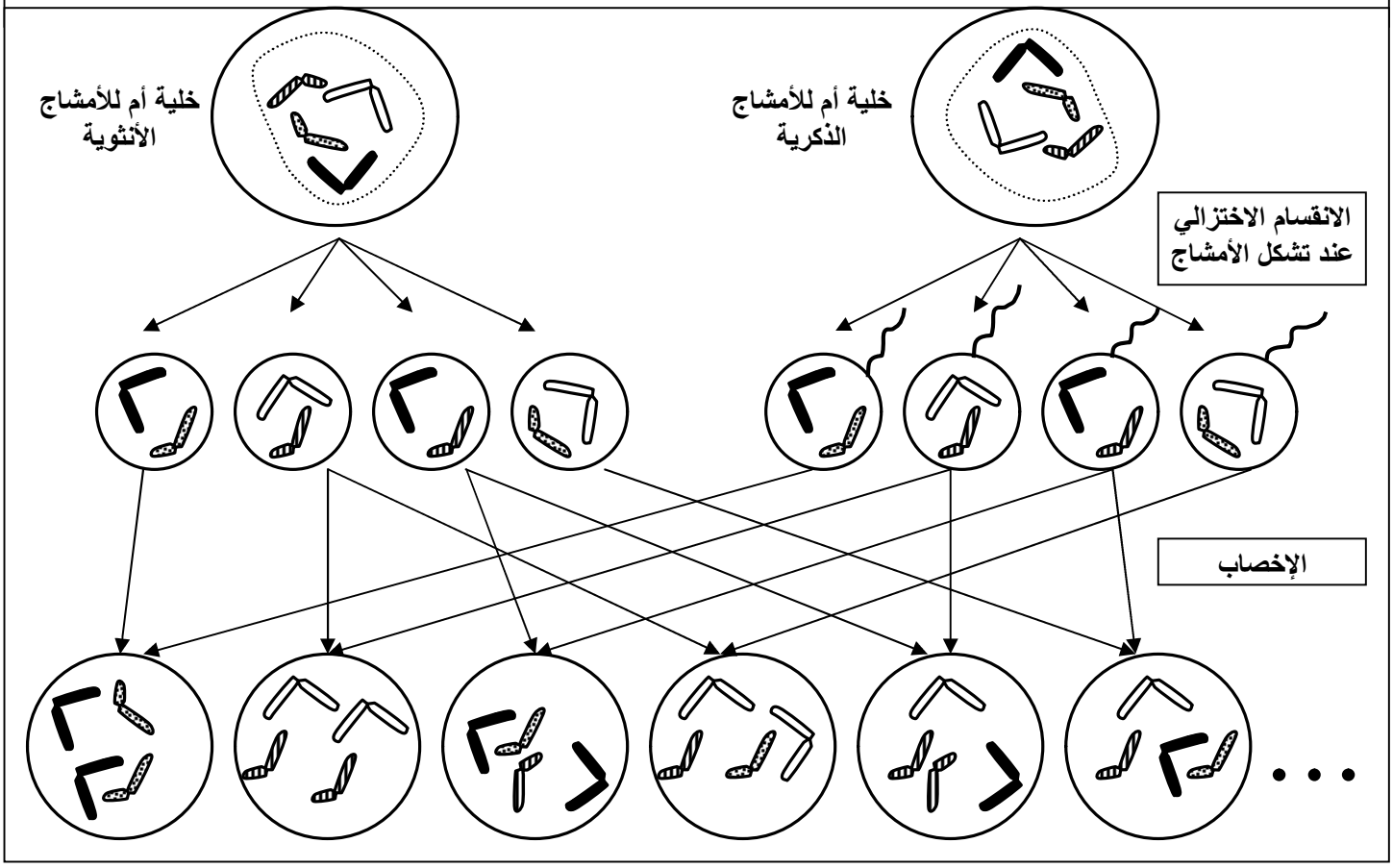
ينتج التخليط البيصبغي Brassage interchromosomique عن الهجرة العشوائية للصبغيات أثناء الطور الانفصالي I ، فنحصل بذلك على توليفات صبغية متعددة.

ب – التخليط الضمصبغي : أنظر الوثيقة 5، شكل ب، لوحة3.

في نهاية الطور التمهيدي I يمكن تبادل قطع من الصبغيات المتماثلة، وتسمى هذه الظاهرة العبور، والتي تمكن من تخليط الحليلات، يسمى هذا التخليط بالتخليط الضمصبغي**Brassage intrachromosomique**. والذي يمكن من إنتاج تركيبات جديدة من الأمشاج.

② – دور الإخصاب : أنظر الوثيقة 6، لوحة 3.

✶ **الوثيقة 6 : دور الإخصاب في تخليط الحليلات.**

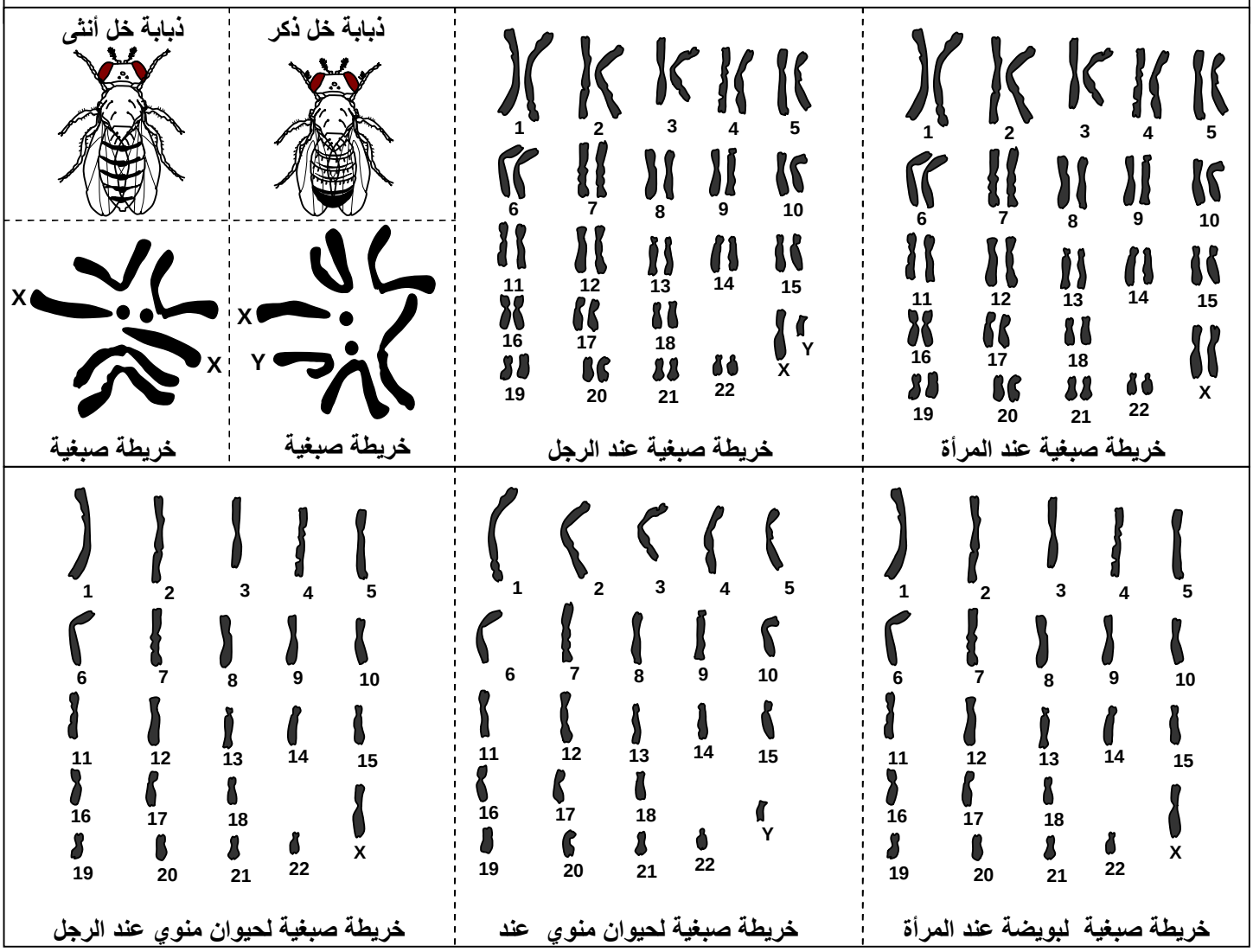


- يؤدي الالتقاء العشوائي للأمشاج الذكرية والأنثوية المتنوعة وراثيا، إلى تكوين بيضات ذات تركيبة صبغية جد متنوعة، تعطي أفرادا بصفات مختلفة. وهكذا فان الإخصاب يعمق التخليط البيصبغي. (أنظر الوثيقة 6، لوحة 3).

- يتمثل دور الإخصاب في استرداد حالة ثنائية الصيغة الصبغية (2n) أثناء تشكل البيضة، نتيجة اندماج مشيجين ب (n) صبغي لكل واحد. (أنظر الوثيقة 7، لوحة 4).

✶ **الوثيقة 7 : استرداد حالة ثنائية الصيغة الصبغية .**

تتميز الكائنات الحية بتنوع في خرائطها الصبغية، بين ذلك باستغلال معطيات الوثيقة 7. ثم فسر ثبات الصيغة الصبغية الثنائية.



يتبين من معطيات هذه الوثيقة أن كل كائن حي يتميز بعدد ثابت من الصبغيات: مثلا عند الإنسان فالصيغة الصبغية هي $2n = 46$، عند ذبابة الخل $2n = 8$.

كما أن الذكر يختلف عن الأنثى على مستوى الصبغيات الجنسية، إذ تكون متماثلة لدى الأنثى فنرمز لها ب XX، ومتغايرة لدى الذكر فنرمز لها ب XY. عند بعض الكائنات يكون العكس كحالة الطيور وبعض الأسماك والفراشات.

نلاحظ أن الأمشاج تكون أحادية الصيغة الصبغية، وهكذا فالإخصاب هو الذي يمكن من استرداد حالة ثنائية الصيغة الصبغية المميزة للكائنات ثنائية الصيغة الصبغية، اثر التقاء الأمشاج.