الفصل الأول:

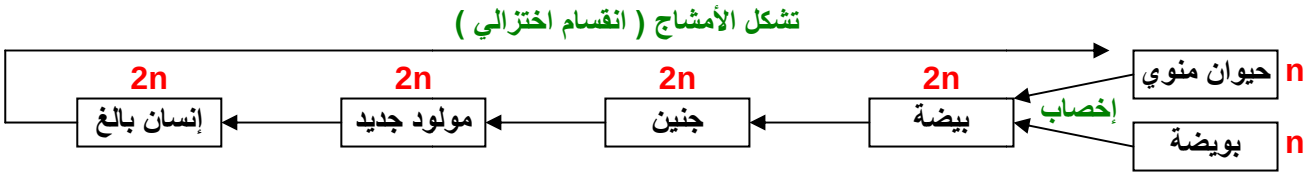
نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي

تمهيد :

اللوحـــــة 1

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:

★ تشكل الأمشاج الذي يتم على مستوى المناسل.

★ 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

اللوحـــــة 1

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

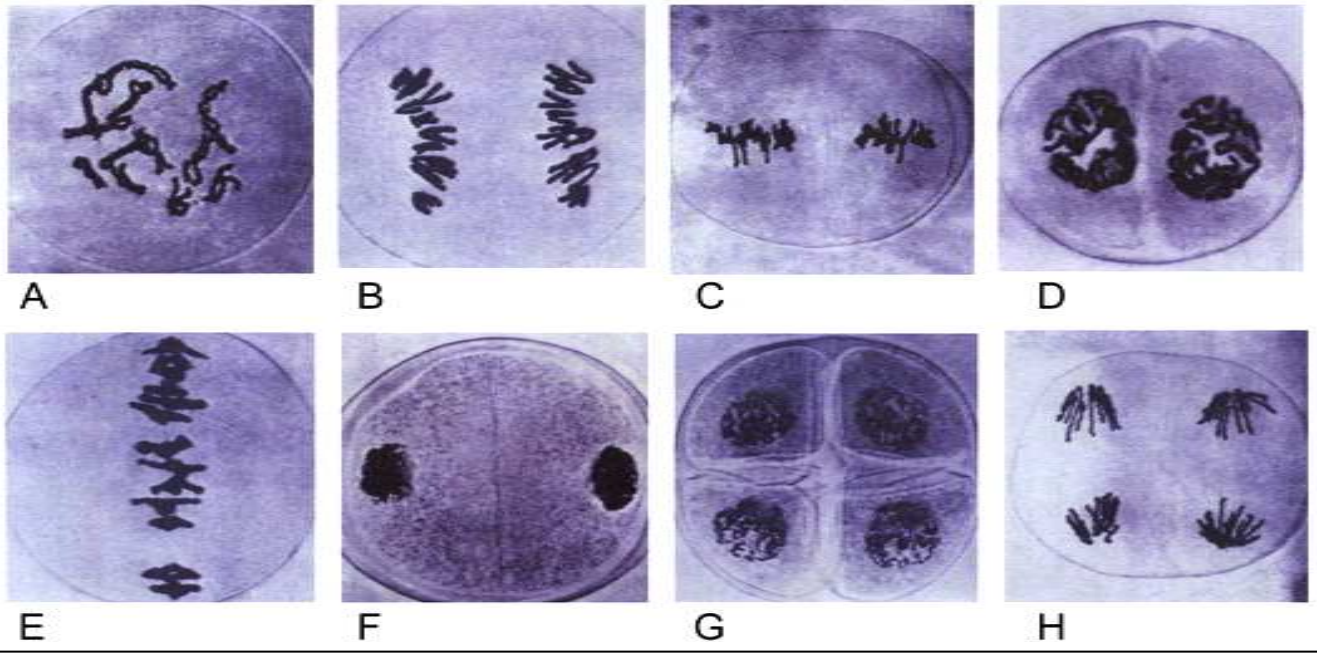
① نشاط 1 : دراسة الظواهر المسؤولة عن تنوع الصفات الفردية

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

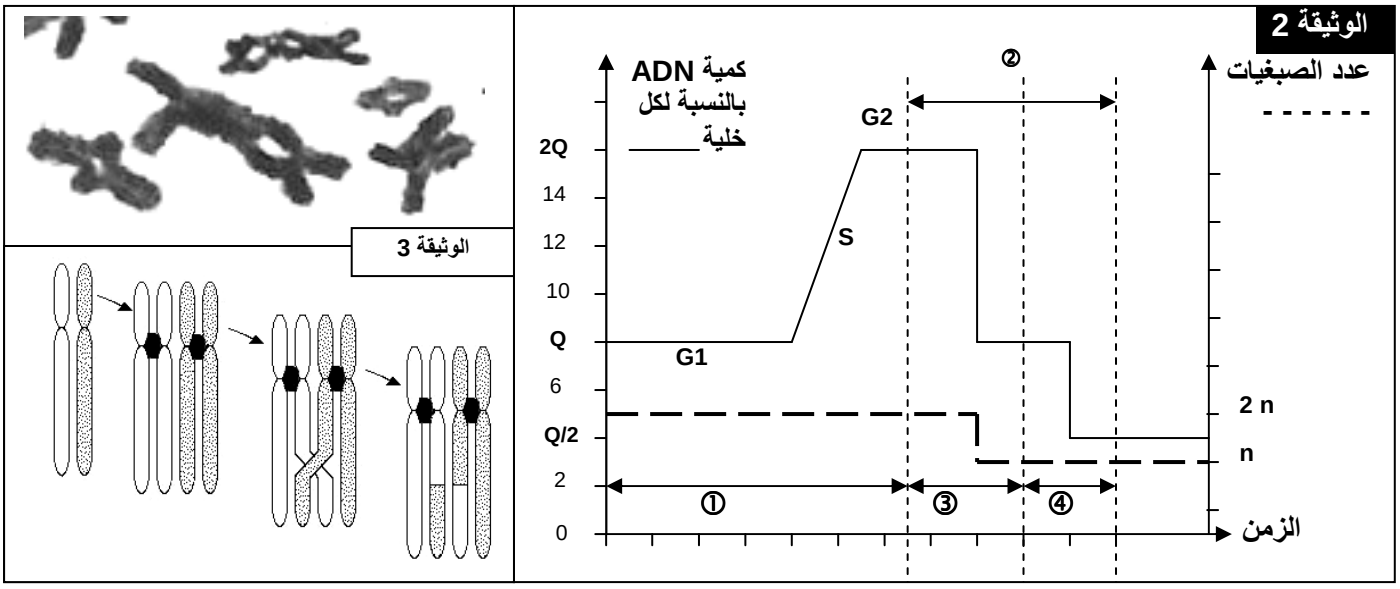


يتبين من هذه الملاحظة أن الانقسام الاختزالي يتم عبر انقسامين متتاليين، يتضمن كل واحد منهما المراحل المعتادة للانقسام غير المباشر.
الترتيب الزمني للصور: A = الطور التمهيدي I. B = الطور الانفصالي I. C = الطور الاستوائي II.
D = الطور التمهيدي II. E = الطور الاستوائي I. F = الطور النهائي I.
G = الطور النهائي II. H = الطور الانفصالي II.

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

اللوحـــــة 1

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



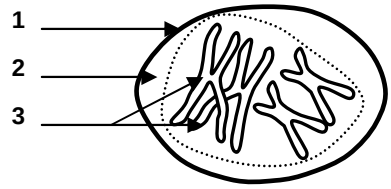
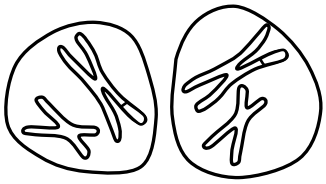
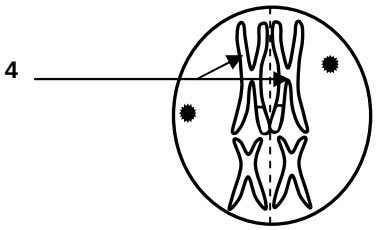
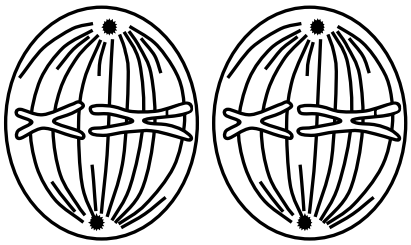
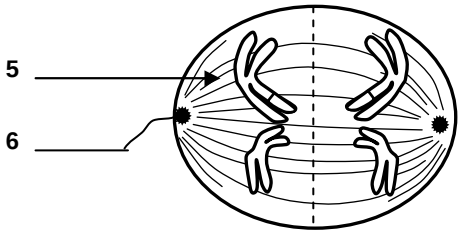
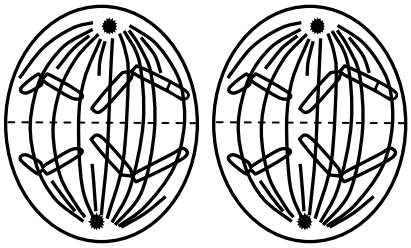
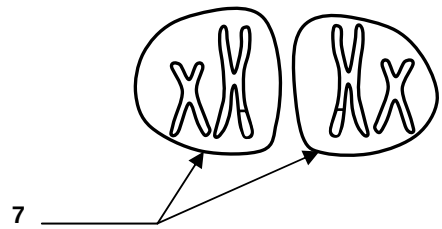
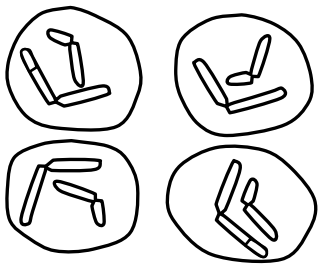
يسبق الانقسام الاختزالي ② مرحلة السكون ① التي تعرف مضاعفة ADN في طور التركيب S من كمية q إلى q2 .
خلال الانقسام المنصف ③ تنفصل الصبغيات المتماثلة فتحصل كل خلية على كمية q من ADN. كما ينخفض عدد الصبغيات من 2n صبغي إلى n صبغي.
خلال الانقسام التعادلي ④ تنفصل صبيغيات الصبغي الواحد فتحصل كل خلية على q/2 من 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.

اللوحـــــة 2

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.

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

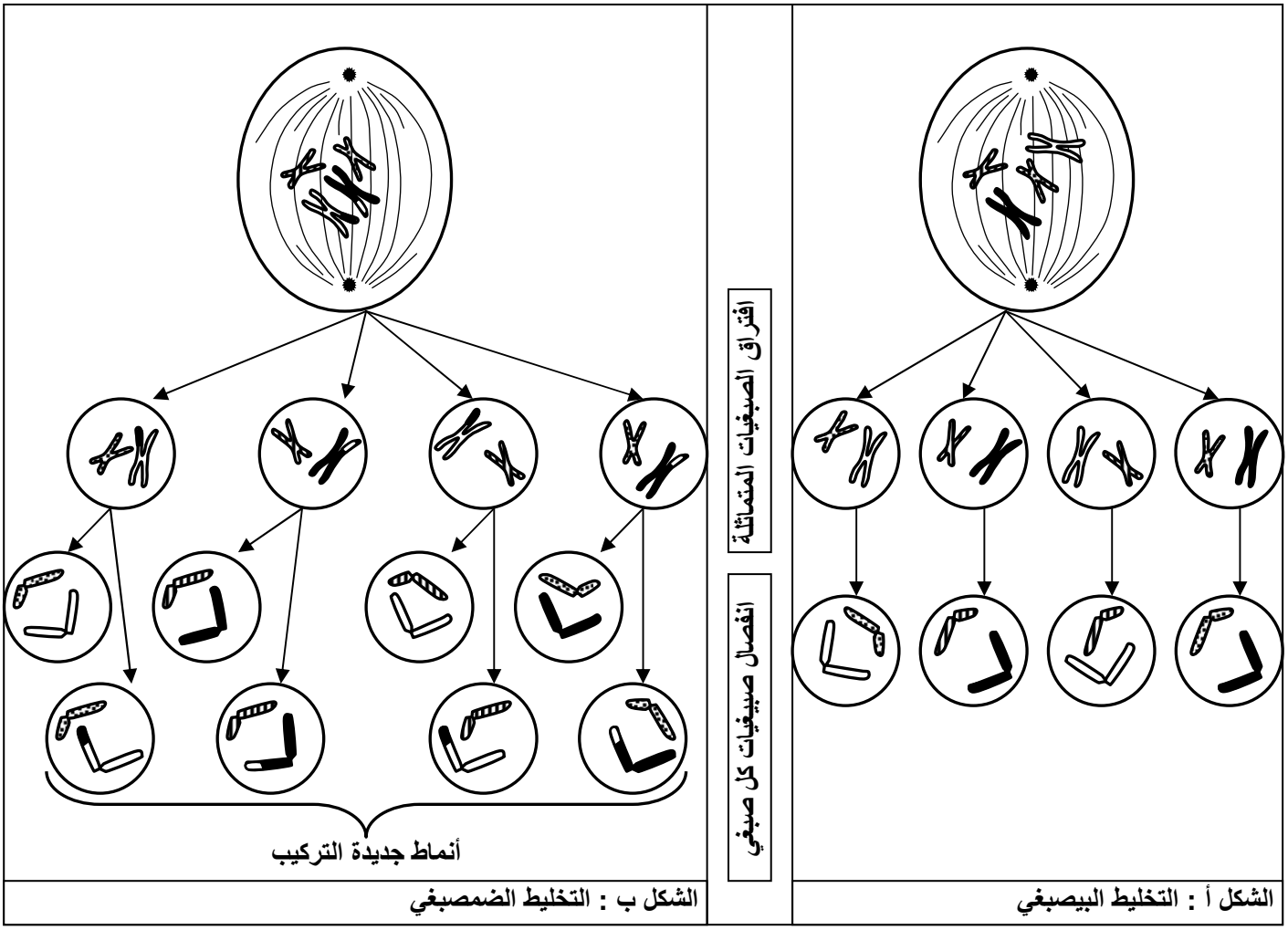
أ – دور الانقسام الاختزالي :

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.

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

اللوحـــــة 3

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



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

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

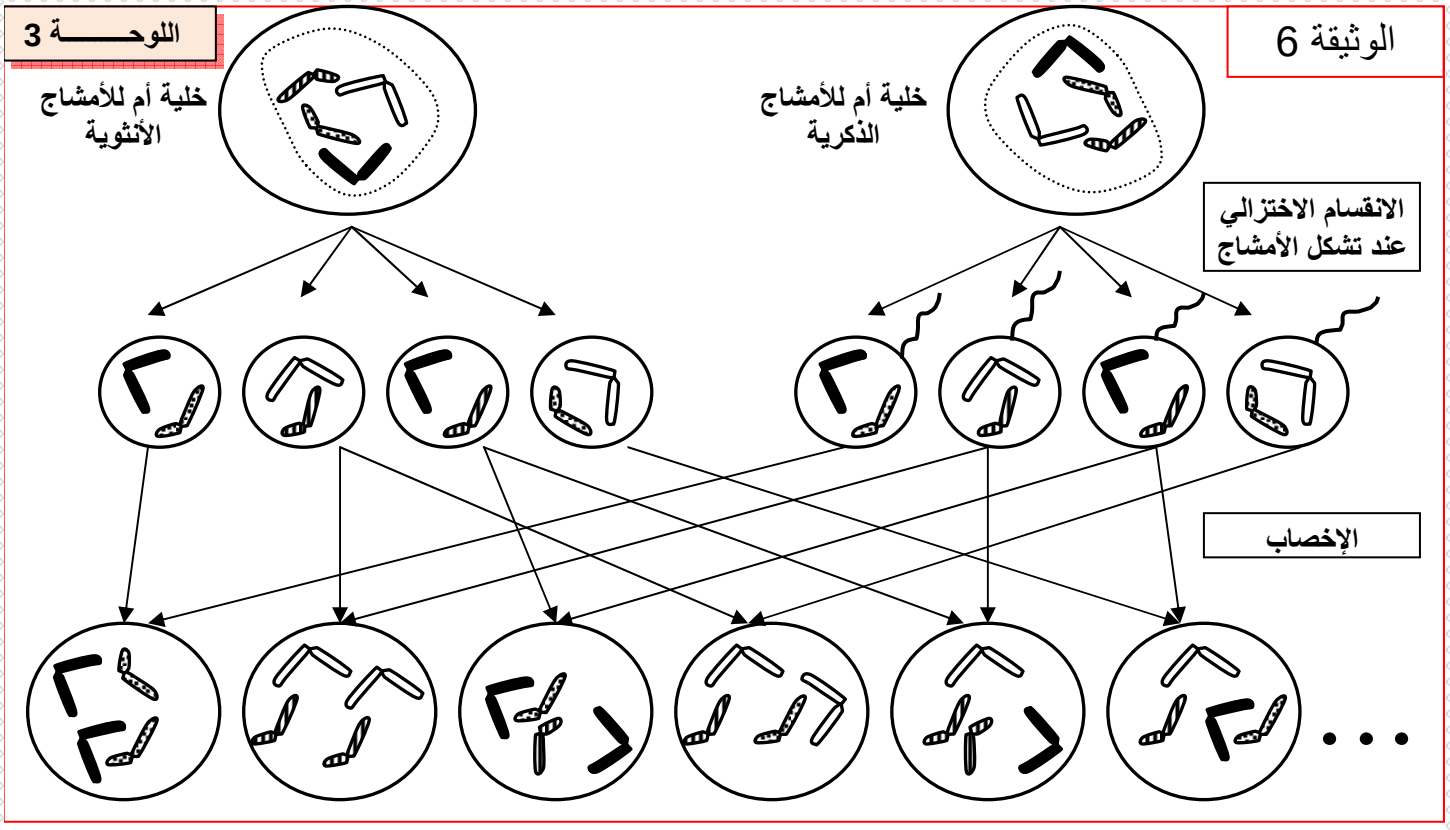
في نهاية الطور التمهيديI يمكن تبادل قطع من الصبغيات المتماثلة، تسمى هذه الظاهرة العبور، والتي تمكن من تخليط الحليلات، يسمى هذا التخليط بالتخليط الضمصبغي **Brassage intrachromosomique**. والذي يمكن من إنتاج تركيبات جديدة من الأمشاج.

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

1) 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).

اللوحـــــــة 3

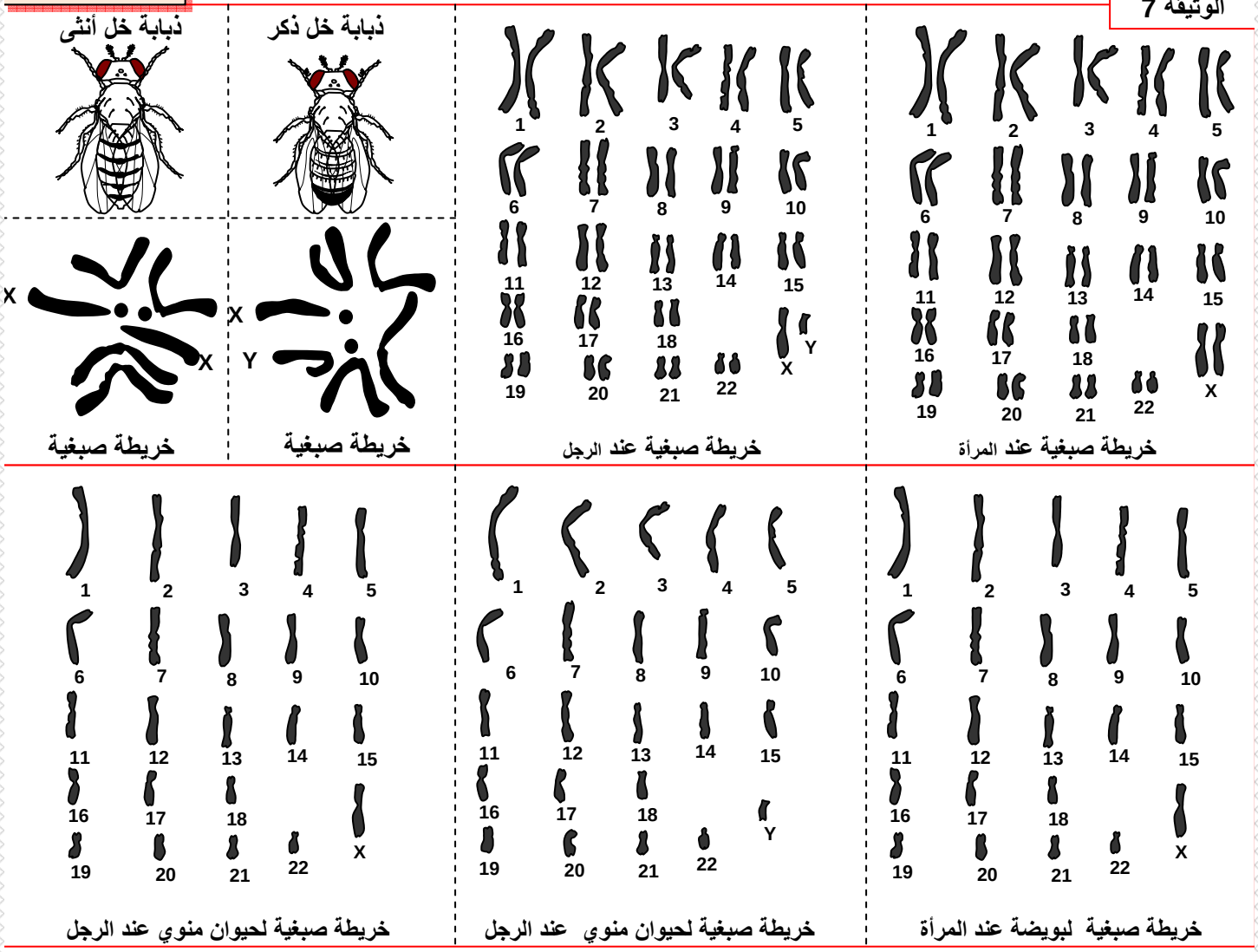
الوثيقة 6



2) 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).

اللوحـــــــة 4

الوثيقة 7



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 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.

II – دراسة بعض دورات النمو

أ – دورة النمو ثنائية الصيغة الصبغية :

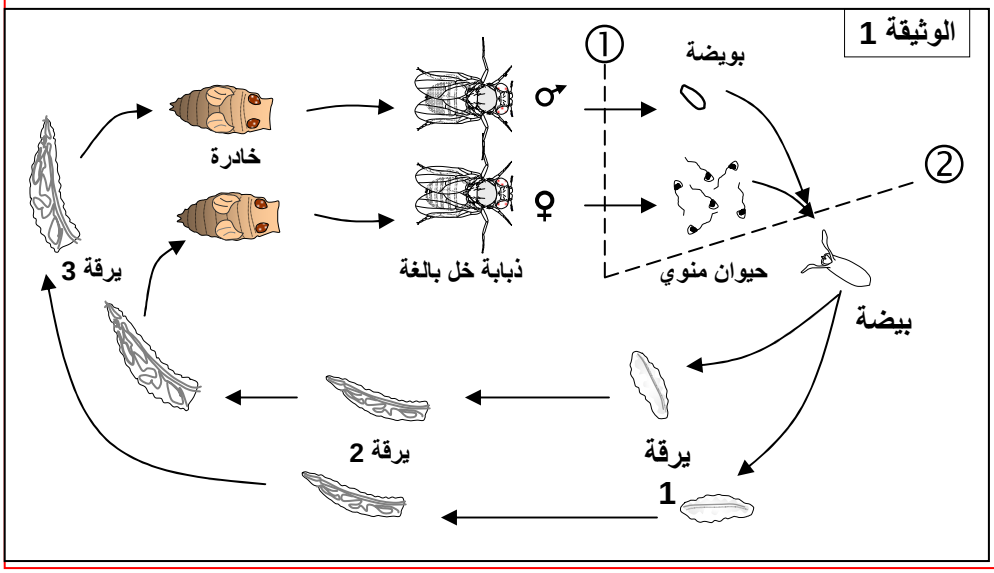
a – مثال أول: دورة النمو عند ذبابة الخل. أنظر الوثيقة 1، لوحة 4.

اللوحـــــة 4

يتميز التوالد الجنسي عند الكائنات الحية، بحدوث ظاهرتين أساسيتين: الانقسام الاختزالي الذي ينتج خلايا أحادية الصيغة الصبغية. والإخصاب الذي يؤدي إلى تشكل بيضة ثنائية الصيغة الصبغية انطلاقا من الخلايا الأحادية الصيغة الصبغية. وتعاقب هاتين الظاهرتين يشكل دورة تسمى دورة النمو

نتتبع من خلال الوثائق التالية تطور عدد الصبغيات أثناء دورات نمو كائنات حية من أجل تحديد أهمية الانقسام الاختزالي والإخصاب في تعاقب أجيالها نتتبع من خلال الوثائق التالية تطور عدد الصبغيات أثناء دورات نمو كائنات حية من أجل تحديد أهمية الانقسام الاختزالي والإخصاب في تعاقب أجيالها

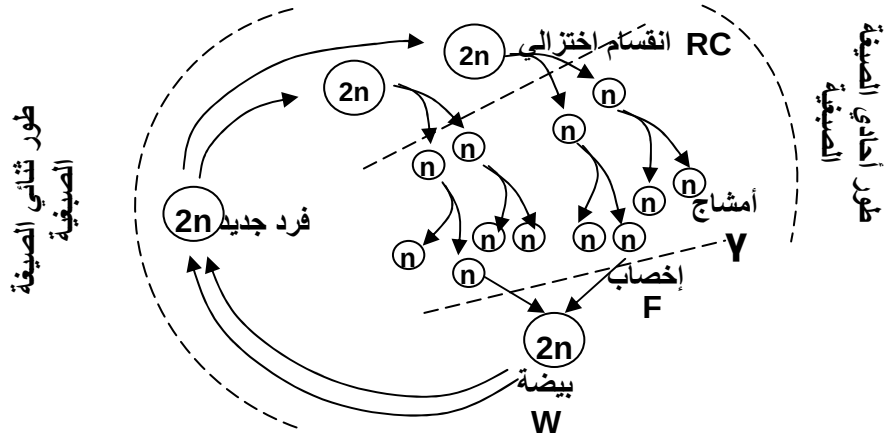
الوثيقة 1



★ الوثيقة 1: مراحل تطور ذبابة الخل:

ذبابة الخل ذبابة صغيرة تعيش على الفواكه والخضر الفاسدة: وتسهل تربيتها وتتبع مراحل تطورها في المختبر في وسط زرع ملائم.
بعد التزاوج يضع ذكر ذبابة الخل حيوانات منوية داخل الجهاز التناسلي للأنثى، وبعد التحام المشيجين الذكري والأنثوي، تتكون بيضة ثنائية الصيغة الصبغية، تتعرض لانقسامات غير مباشرة لتعطي يرقة ثم خادرة ثم ذبابة خل بالغة.

نلاحظ عند ذبابة الخل أن عملية الإخصاب تتم مباشرة بعد الانقسام الاختزالي.
ادن يقتصر الطور الأحادي الصيغة الصبغية عند هذا الحيوان على الأمشاج، بينما تكون السيادة للطور الثنائي الصيغة الصبغية.
انطلاقا من دورة نمو ذبابة الخل يمكن أن ننجز الدورة الصبغية كما يلي:(الرسم أمامه)

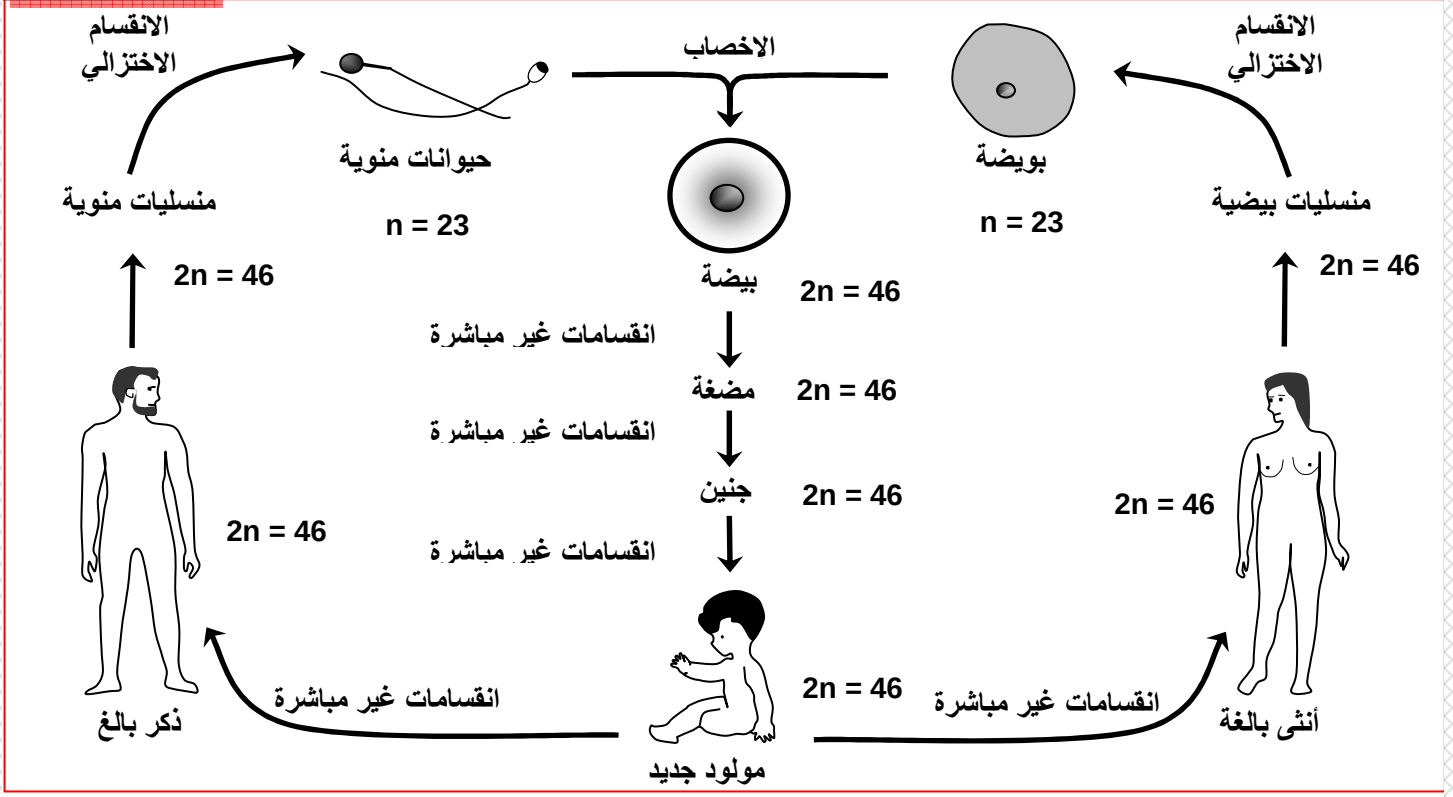


الدورة الصبغية عند ذبابة الخل : دورة ثنائية الصيغة الصبغية Cycle diplophasique

b – مثال ثاني: دورة النمو عند الإنسان. أنظر الوثيقة 2، لوحة 5.

★ الوثيقة 2: دورة النمو عند الإنسان:

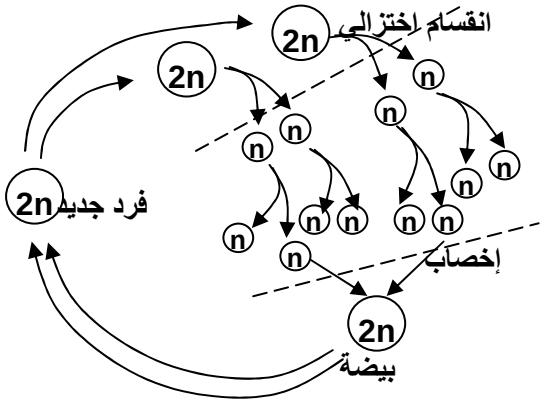
اللوحـــــــة 5



عند الإنسان يقتصر الطور الثنائي الصيغة الصبغية على الأمشاج، فدورة النمو عند الإنسان هي دورة ثنائية الصيغة الصبغية. أنظر الوثيقة 5، شكل1، لوحة6.

اللوحـــــــة 6

الوثيقة 5، شكل 1 :



ب – دورة النمو أحادية الصيغة الصبغية : مثال عند عفن صورداريا : أنظر الوثيقة 3، لوحة 5.

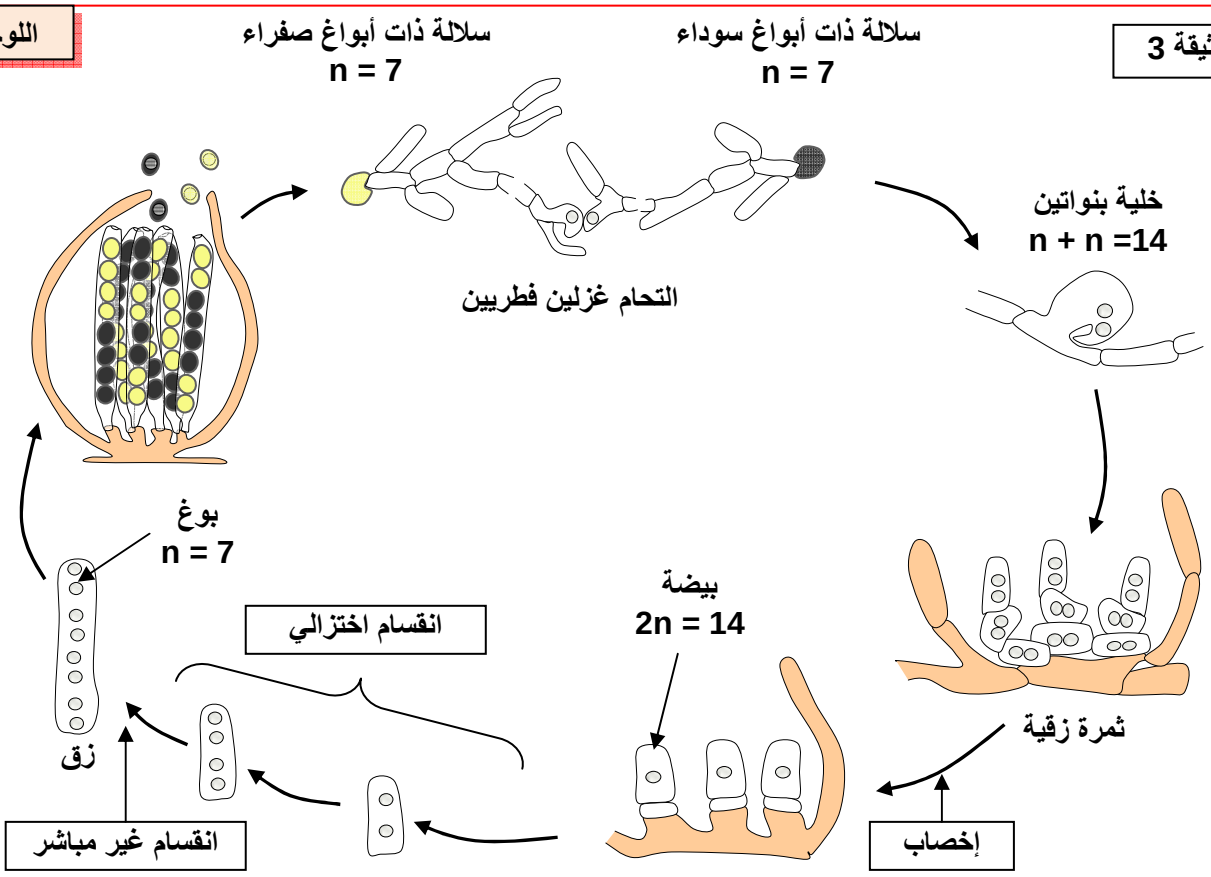
اللوحـــــــة 5

★ **الوثيقة 3: مراحل دورة نمو عفن صورداريا Sordaria.**

عفن صورداريا هو عبارة عن غزل فطري. يتم التوالد عند هذا النوع من العفن بالتحام غزلين فطريين، ينتج عنه تكون عضو كبير الحجم يسمى الثمرة الزقية ، التي تظهر في وسط الزرع على شكل حبيبات سوداء. عند انفتاح هذه الثمرة، نلاحظ داخلها بنيات أنبوبية تدعى الزقات.

تلتحم نواتا خلايا الثمرة الزقية، فتتشكل بيضة ثنائية الصيغة الصبغية (2n). تدخل البيضة في انقسام اختزالي لتعطي أربع نوى أحادية الصيغة الصبغية تدخل مباشرة في انقسام غير مباشر ينتج عنه تشكل ثمان نوى أحادية الصيغة الصبغية.

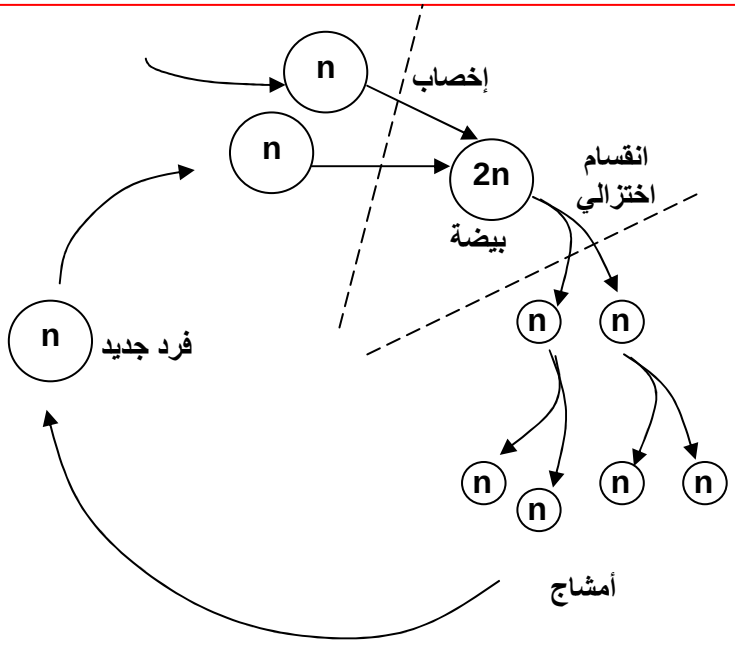
الوثيقة 3



في هذه الحالة نلاحظ أن الإخصاب يكون متبوعا مباشرة بالانقسام الاختزالي، وتكون السيادة للطور الأحادي الصيغة الصبغية.

نمثل الدورة الصبغية في هذه الحالة كما هو مبين على الوثيقة 5، شكل 2، لوحة 6.

الوثيقة 5، شكل 2 :



يقتصر الطور الثنائي الصيغة الصبغية على البيضة فقط، فنقول أن الدورة هي دورة أحادية الصيغة الصبغية Cycle haplophasique.

ج – دورة النمو أحادية- ثنائية الصيغة الصبغية :

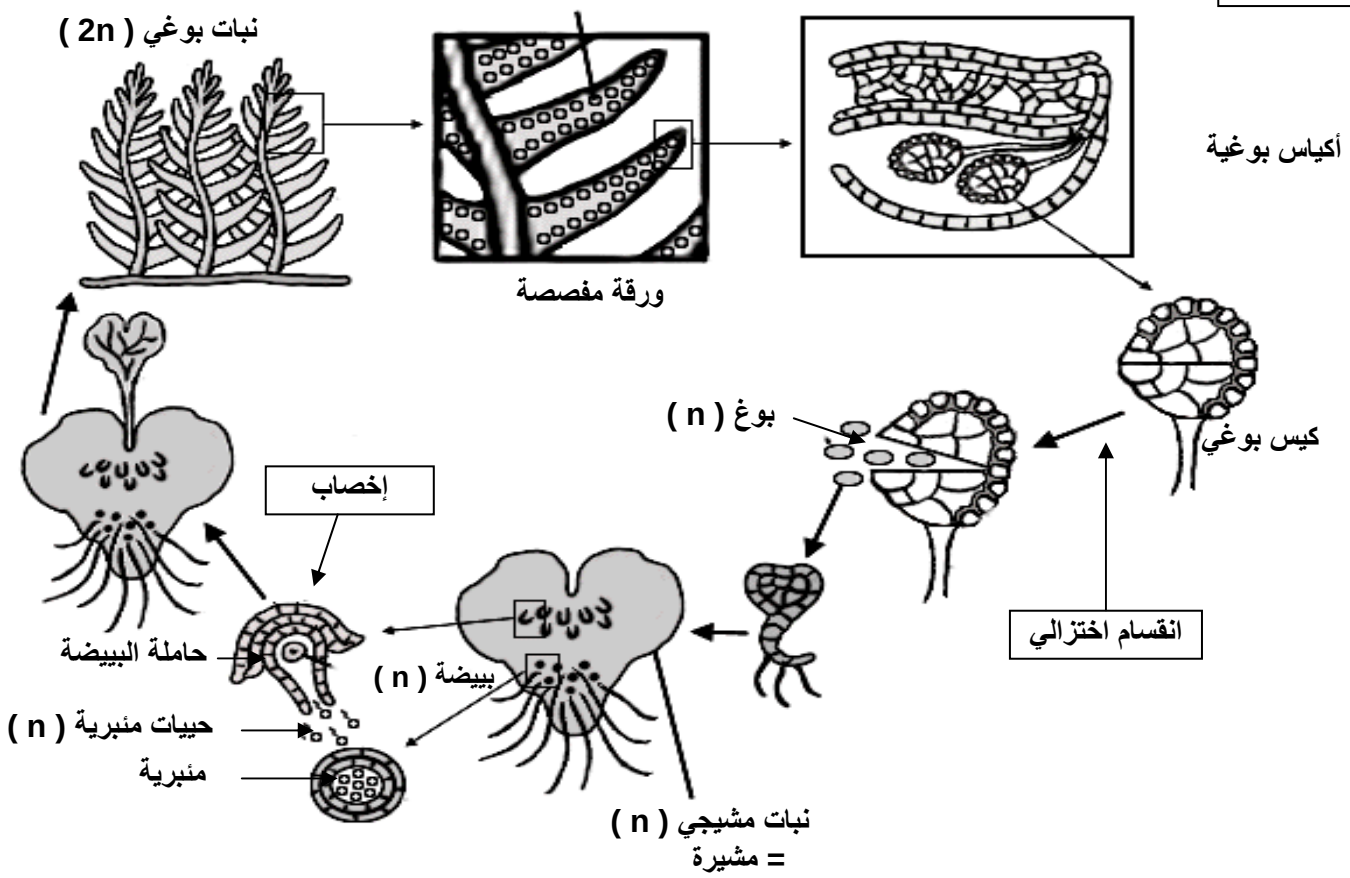
مثال عند السرخس : أنظر الوثيقة 4، لوحة 6.

اللوحـــــــة 6

★ الوثيقة 4: مراحل تطور نبات السرخس Le fougère

السرخس نبات يخضوري لازهري ثنائي الصيغة الصبغية، له أوراق مفصصة، تظهر كتل من حبات صفراء، هي عبارة عن أكياس بوغية تحتوي على أبواغ أحادية الصيغة الصبغية ، تنبت هذه الأبواغ فتشكل نبتة أحادية الصيغة الصبغية تسمى مشيرة، وهي نبتة صغيرة القد، على مستواها تتكون الأمشاج ويتم الإخصاب لتتشكل نبتة سرخس جديدة.

الوثيقة 4

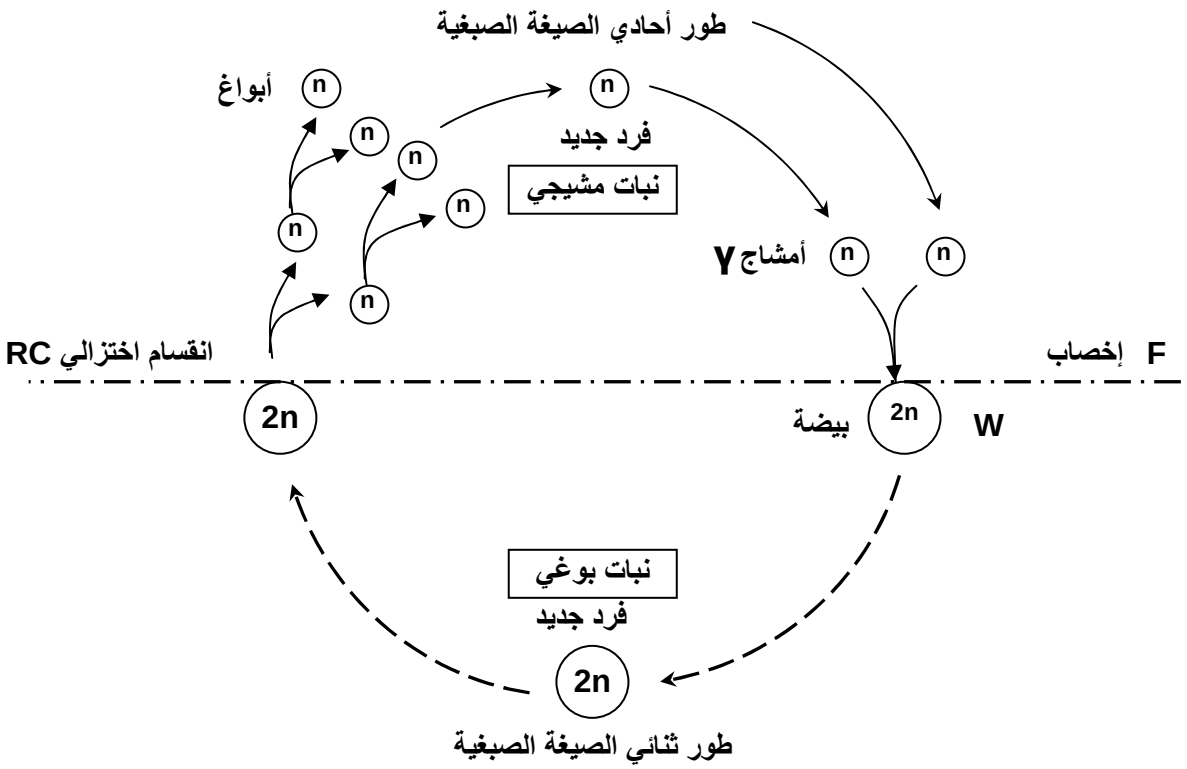


تتميز دورة النمو عند السرخس بمرحلتين:

- مرحلة ثنائية الصيغة الصبغية (2n) هي مرحلة النبتة = نبات بوغي.
- مرحلة أحادية الصيغة الصبغية (n) هي مرحلة المشيرة = نبات مشيجي.

في هذه الحالة يكون الإخصاب والانقسام الاختزالي متباعدين زمنيا، لذا نتكلم عن دورة أحادية – ثنائية الصيغة الصبغية. Cycle haplodiplophasique.

ننجز الدورة الصبغية عند السرخس كما يلي :



الدورة الصبغية عند السرخس : دورة أحادية - ثنائية الصيغة الصبغية **Cycle haplodiplophasique**