

## نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي

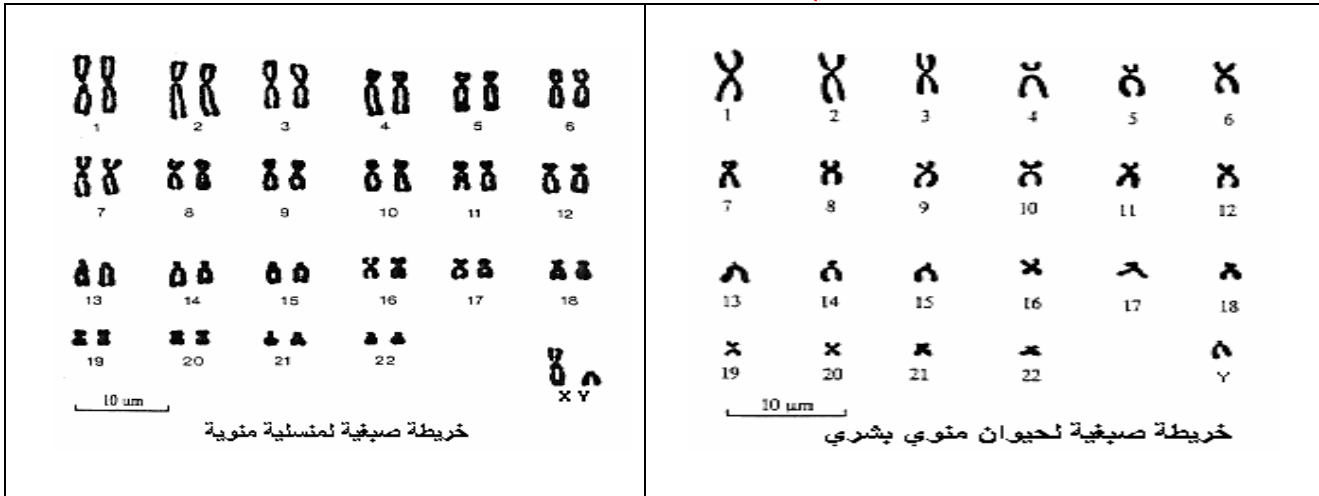
يعتبر التوالد معيارا للحياة و ضرورة للكائنات الحية حيث يتم بواسطته نقل الحياة من الآباء الى الأبناء مؤديا بذلك الى تزايد عدد الأفراد. و يتم التوالد بطريقتين :

- التوالد اللاجنسي : و ينقسم الى عدة أنواع نذكر منها الانقسام الثنائي البسيط ( البكتيريا) و التبرعم ( الخمائر و الفطريات) و التكاثر الخضري ( اغصان النباتات عند غرسها في التربة ) .
- التوالد الجنسي و يتميز بتعاقب حدثين هامين :انتاج الأمشاج و الاخصاب الذي يؤدي الى تكون بيضة التي تعطي كائن حي جديد .

### I - مراحل الانقسام الأختزالي

#### 1- ملاحظات لمقاطع مجهرية في خصية ثديي

عند ملاحظة مقاطع مجهرية في خصية ثديي بالغ نجد أنابيب منوية وكل أنبوب منوي يتكون من جدار يحتوي على خلايا ذات نواة مختلفة المظهر و جوف به حيوانات منوية و بالتالي تحدث لخلايا الأنبوب تغيرات لتكون الحيوانات المنوية .  
وتبين الوثيقة اسفله الخريطة الصبغية لحيوان منوي و منسلية منوية .



إن المنسلية المنوية تتوفر على خريطة صبغية بها كل نموذج من الصبغيات ممثل بزواج فنقول أنها ثنائية الصبغة الصبغية بينما الخريطة الصبغية للحيوان المنوي تبين وجود نموذج واحد من صبغي فنقول أنها أحادية الصبغة الصبغية .

#### 2 - استنتاج

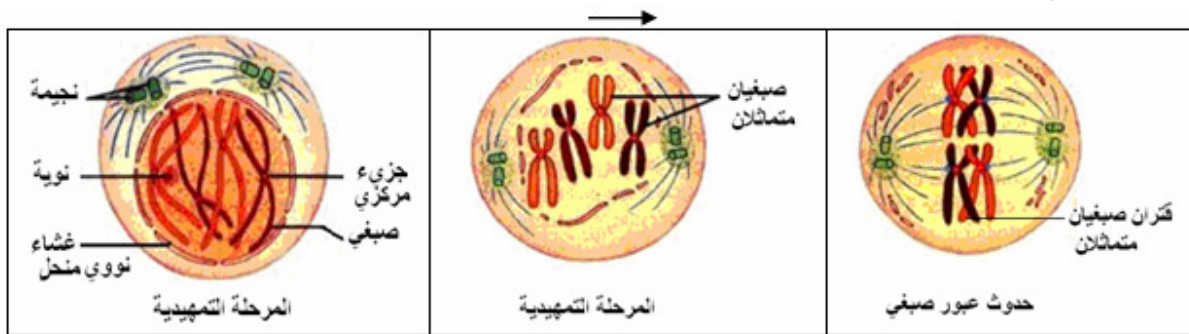
يتبين إذن أن الخلايا الأم للحيوانات المنوية تخضع لأنقسام يتم خلاله افتراق الصبغيات المتماثلة لتكون خلايا أحادية الصبغة و هذا الانقسام يدعى الانقسام الأختزالي La meiose .

#### 3 - كيف يتم الانقسام الأختزالي ؟

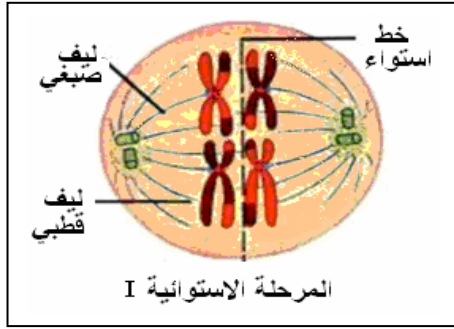
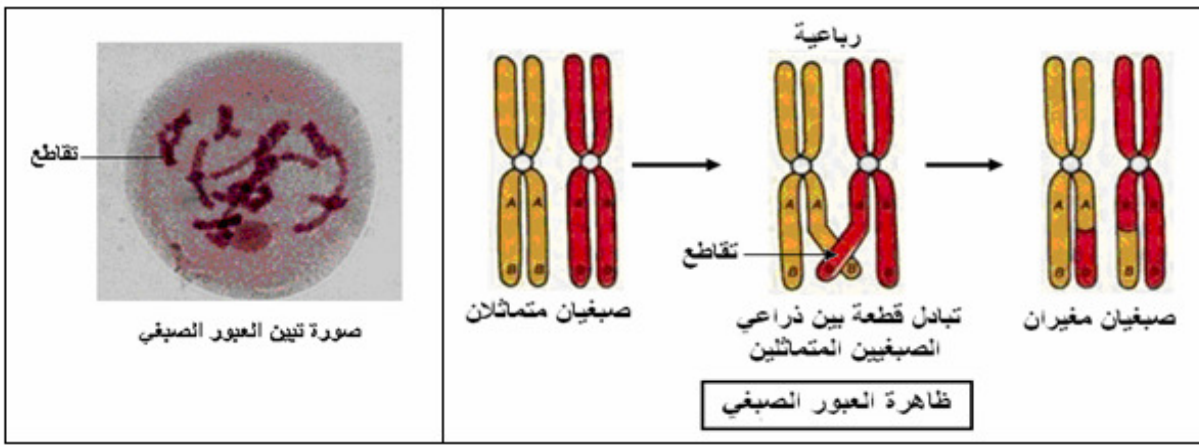
يتم الانقسام الأختزالي عبر انقسامين متتاليين : انقسام منصف يليه انقسام تعادلي .  
ومن أجل فهم كيف تتم هاته الظاهرة نقتصر على مثال بحيث عدد الصبغيات هو 4 .

#### أ- الانقسام المنصف

##### + المرحلة التمهيدية I

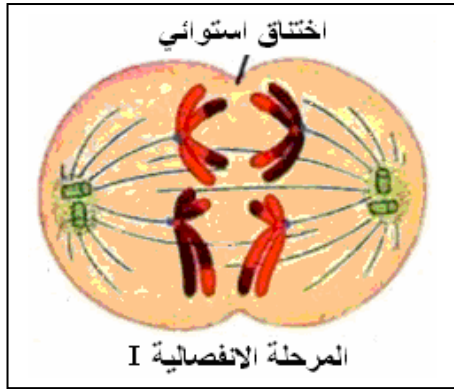


أثناء المرحلة التمهيدية يقترن كل صبغي مع مماثله فيتم تبادل قطع بين أذرعهما. وهذا ما يعرف بالعبور الصبغي .  
يؤدي ذلك الى تخليط الحليلات بين الصبغيين المتماثلين و هذا ما يسمى بالتخليط الضمصبغي .



### + المرحلة الاستوائية I

تتميز هاته المرحلة بتكون مغزل لالوني و تموضع الرباعيات وسط الخلية : يتموضع كل صبغي أمام مماثله فالجزء المركزي لصبغي من جهة و الجزء المركزي للصبغي المماثل من الجهة الأخرى بالنسبة لخط استواء الخلية .

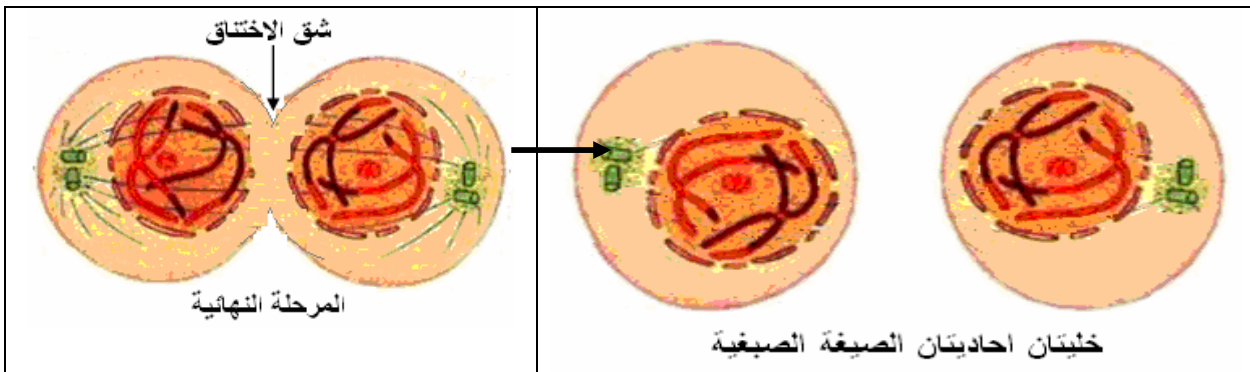


### + المرحلة الانفصالية I

ينفصل كل صبغي عن مماثله فتتكون مجموعتان من الصبغيات المضاعفة. تهاجر مجموعة الى قطب والمجموعة الأخرى تهاجر الى القطب المعاكس مجذوبة بالألياف الصبغية و هكذا يصل الى كل قطب n صبغي ( 2 في هذا المثال ) ( صبغيات مضاعفة ) .

### + المرحلة النهائية I

إن هاته المرحلة قصيرة جدا ويصعب التمييز بينها وبين بداية الانقسام الموالى . يكتمل الاختناق الاستوائي لتنفرد خليتان بنتان أحاديتي الصيغة الصبغية .

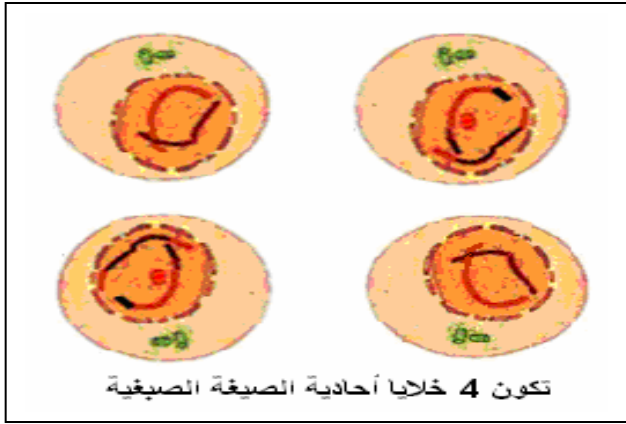
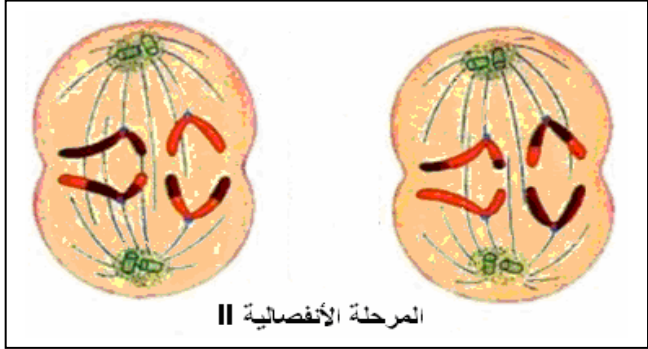
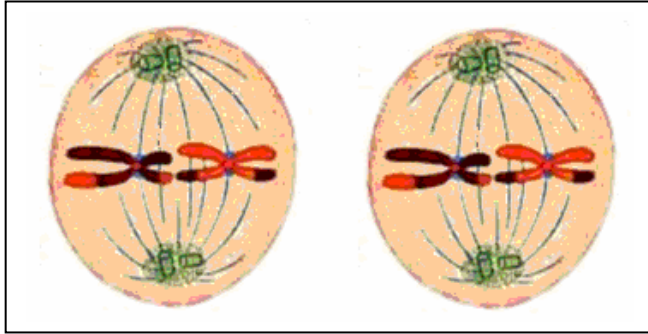


### ب- الانقسام التعادلي

### + المرحلة التمهيدية II



تبدأ هاته المرحلة مباشرة بعد المرحلة النهائية I و تتميز بتكون نجيمتين و تبعدا و يتكون بينهما مغزل لالوني .



## + المرحلة الأستوائية II

تتجمع الصبغيات على خط استواء الخلية مكونة صفيحة استوائية : الجزيئات المركزية مرتبة على طول خط الأستواء .

2

## + المرحلة الانفصالية II

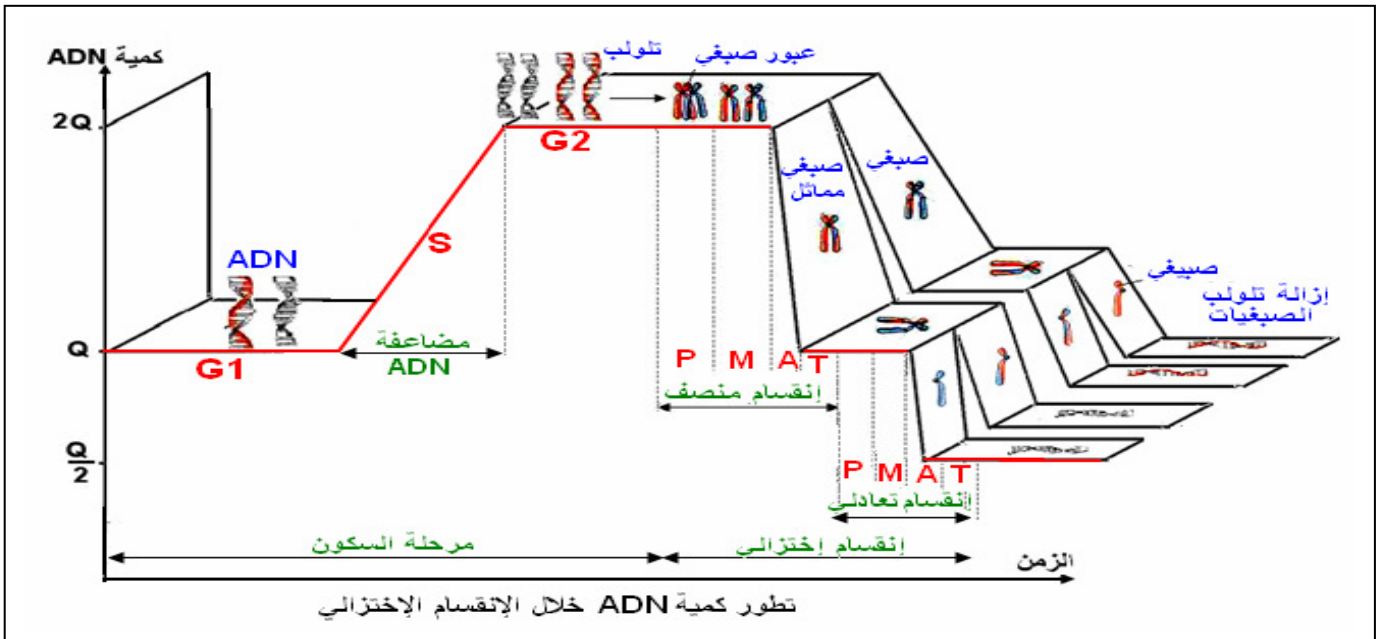
افتراق صبغيي كل صبغى نتيجة انشطار الجزيء المركزي تحت تأثير الألياف الصبغية فتتكون مجموعتان من الصبغيات ( الصبغيات سابقا ) . تهاجر مجموعة الى قطب و المجموعة الأخرى تهاجر الى القطب المعاكس و هذا ما يعرف بالصعود القطبي للصبغيات .

## + المرحلة النهائية II

يحدث اختناق استوائي لانقسام السيتوبلازم فتتفرد 4 لايأ أحادية الصيغة الصبغية ثم يتم ازالة تلولب الصبغيات و يظهر غشاء نووي ونوية و يختفي المغزل الالوني .

## 4 - تطور كمية ADN خلال الانقسام الاختزالي

مكننت معايرة كمية ADN في خلية قادرة على انجاز الانقسام الاختزالي من الحصول على النتائج التالية .



- مثل على المبيان تطور خييط ADN و الصبغيات خلال مراحل الانقسام الاختزالي .

- صف تطور كمية ADN و الصبغيات خلال الانقسام الاختزالي .

+ تتم مضاعفة ADN بألية نصف محافظة خلال الفترة S من مرحلة السكون لتصبح 2Q . خلال المرحلة الانفصالية I تنفصل الصبغيات المتماثلة ليصبح في كل قطب n صبغى و كمية ADN هي  $2Q/2=Q$  . أما خلال المرحلة الانفصالية II تنقسم الصبغيات ليصبح في كل قطب n صبغى ( صبغيات سابقا ) و كمية ADN تصبح  $Q/2$  و هكذا في الأخير تحتوي كل خلية من بين الأربعة على n صبغى و  $Q/2$  كمية ADN .

## II - أهمية الأقسام الأختزالي

- يضمن الأقسام الأختزالي إنتاج خلايا احادية الصيغة الصبغية انطلاقا من خلايا ثنائية الصيغة الصبغية .  
 - خلال المرحلة التمهيدية I يمكن لصبغيي كل صبغي أن يتبادلا قطعا من أذرعهما مع صبيغيي الصبغي المماثل و هذا ما يعرف بالتخليط الضمبغى **Le brassage intrachromosomique** فينتج عن ذلك صبغيات مغيرة .  
 - خلال المرحلة الانفصالية I تتكون مجموعتان من الصبغيات على اثر افتراق عشوائي لصبغيي كل زوج و هكذا مثلا يمكن أن يتكون عند الانسان  $2^{23} = 83388608$  نوع محتمل من الحيوانات المنوية وهذا ما يعرف : التخليط البصبغي **Le brassage interchromosomique** .  
 و هكذا يمكن للأقسام الأختزالي من تخليط الحليلات ما دامت الصبغيات تتكون من حليلات ( أنظر درس الوراثة ) .

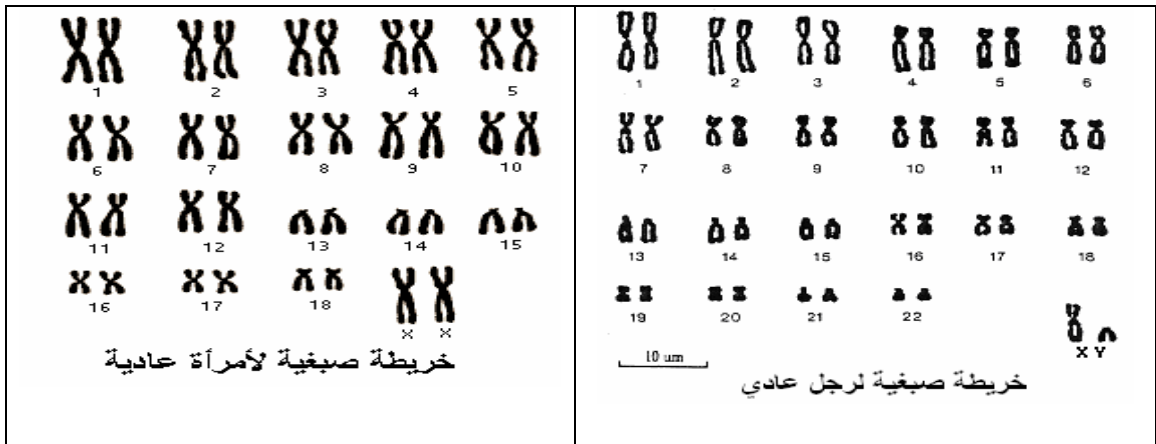
## III - مفهوم الخريطة الصبغية

### 1- استخراج الصبغيات

يمكن إيقاف خلايا في طور الانقسام غير المباشر عند المرحلة الاستوائية وذلك بوضع الخلايا في وسط يحتوي على مادة الكولشيسين التي تمنع تكون المغزل اللالوني , ثم توضع الخلايا في وسط ناقص التوتر فتمتلا بالماء و تنفجر . تخرج منها الصبغيات و تأخذ لها صور . تقطع صور الصبغيات و تصنف الصور حسب طولها فيتم الحصول على خريطة صبغية .

### 2 - أمثلة لخرائط صبغية

#### أ- الخريطة الصبغية للأنسان



عند ملاحظة الخريطة الصبغية للأنسان يتبين ما يلي :

- جميع الصبغيات توجد على شكل أزواج : كل زوج يتكون من صبغي و مماثله **Chromosomes homologues** وبالتالي يمكن التعبير عن الصيغة الصبغية  $2n$  ( يمثل عدد الأزواج ) ونقول أن الخلايا ثنائية الصيغة الصبغية .
- عند مقارنة الخريطة الصبغية لكل من الرجل و المرأة نلاحظ أن الزوج 23 يختلفان . فعند المرأة نجد صبغيا الزوج 23 متماثلان و يرمز لكل واحد منهما بحرف X بينما يختلفان عند الرجل فيرمز لأكبرهما بحرف X و لأصغرهما ب Y .
- و هكذا فصبغيي الزوج 23 ( XX أو XY ) هما الصبغيان الجنسيان **Les chromosomes sexuels** .
- تسمى 22 زوج من الصبغيات الأخرى و التي تتشابه بين الذكر و الأنثى بالصبغيات الأجنسية **Les autosomes** .
- و هكذا يمكن كتابة الصيغة الصبغية عند الأنسان كما يلي :

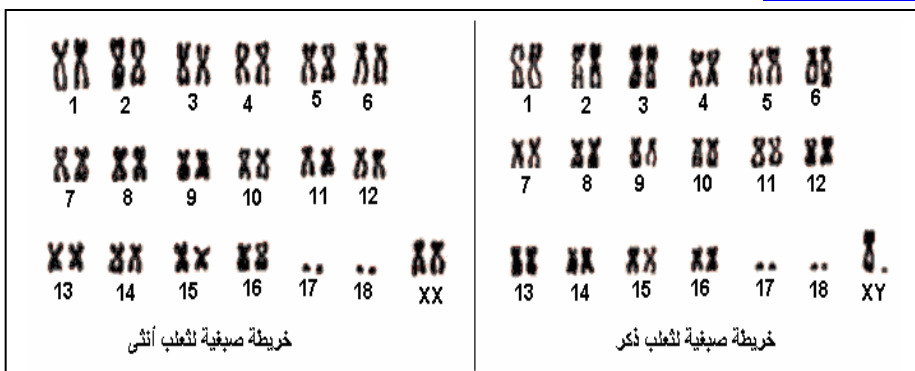
عند المرأة :  $44 + XX$  صبغي لاجنسي

عند الرجل :  $44 + XY = 46$  صبغي لاجنسي

### ب- أمثلة لخرائط صبغية لأنواع ثنائية الصيغة الصبغية

تبين الوثيقة جانبه خريطة صبغية لثعلب ذكر و ثعلب أنثى 2

- حدد الصبغيات الاجنسية و الصبغيات الجنسية .
- اكتب الصيغة الصبغية للثعلب .
- استنتج خلاصة .
- الصبغيات اللاجنسية هي من الزوج 1 الى الزوج 18 .
- الصبغيان الجنسيان هما الزوج 19 .



الصيغة الصبغية للثعلب هي : عند الذكر :  $36 + XY = 38$  عند الأنثى :  $36 + XX = 38$  خلاصة : للثعلب صبغيات بالأزواج فهو أذن كائن حي ثنائي الصيغة الصبغية .

#### IV – مفهومى دورة النمو و الدورة الصبغية

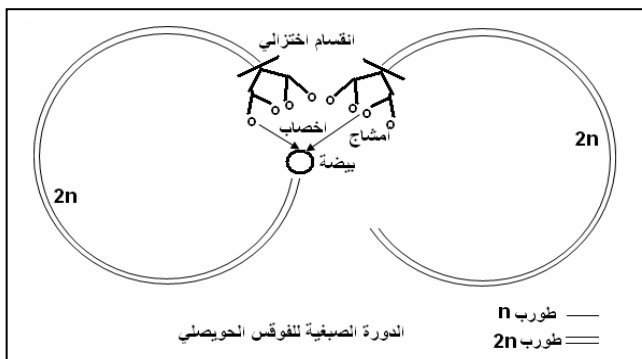
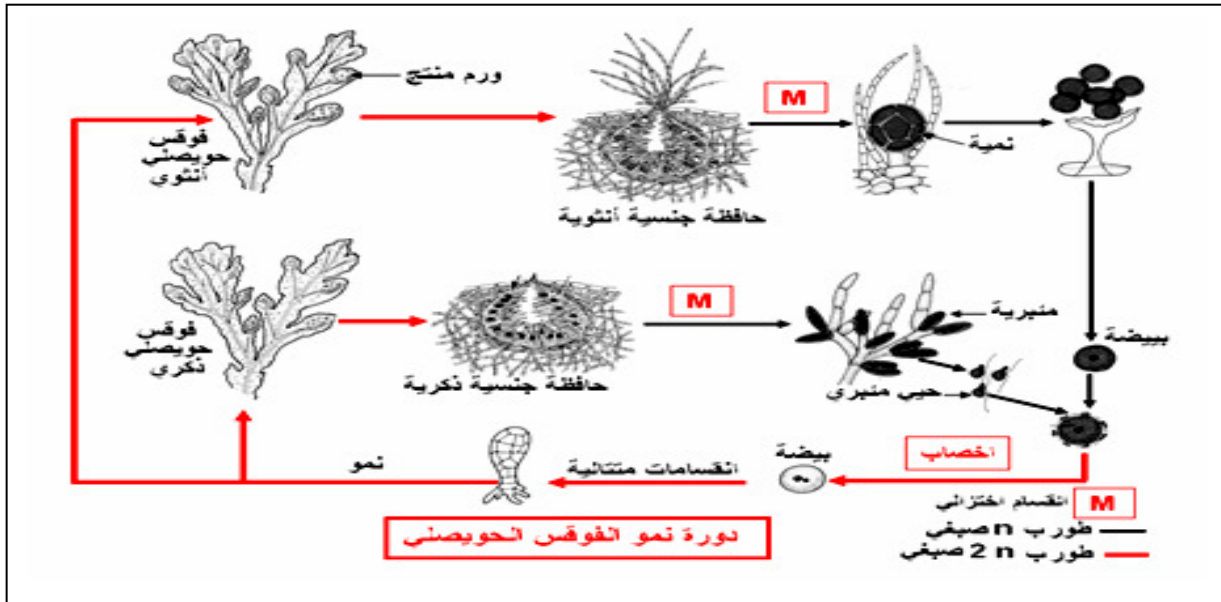
يمكن الانقسام الاختزالي من الحصول على خلايا أحادية الصيغة الصبغية تخضع حسب الانواع الى تغيرات لتعطي أمشاج . الإخصاب هو التقاء و التحام مشيج ذكري بمشيج أنثوي فتتكون بيضة ( ثنائية الصيغة الصبغية ) .

أذن يضمن الانقسام الاختزالي و الإخصاب الانتقال من جيل الى جيل موالى و بالتالي بقاء الدخيرة الوراثية لكل نوع ثابتة عبر الاجيال .

يشكل تعاقب ظاهرتي الانقسام الاختزالي و الإخصاب دورة نمو الكائنات الحية و التي تتميز بطورين : طور أحادي الصيغة الصبغية و طور ثنائي الصيغة الصبغية . تتميز مدة كل طور باختلاف المدة الفاصلة بين حدوث الإخصاب و الانقسام الاختزالي . و هكذا ومن أجل التبسيط نقتصر على ثلاث دورات نمو : دورة ذات طور ثنائي الصيغة الصبغية و دورة ذات طور أحادي الصيغة الصبغية و أخيرا دورة ذات طور أحادي-ثنائي الصيغة الصبغية .

#### 1- مثال لدورة ذات طور ثنائي الصيغة الصبغية

الفوقس الحويصلي طحلب أسمر يعيش مثبتا على صخور الشواطئ البحرية . يظهر هذا الطحلب على شكل صفيحة منبسطة تطفو في الماء بواسطة عقد مملوءة بغاز تسمى طافيات . عند فترة النضج التناسلي تظهر على الطحلب أوراما تناسلية تحتوي على تجاويف تسمى حوافظ جنسية : برتقالية اللون عند الطحلب الذكر و سمرء عند الطحلب الأنثى .

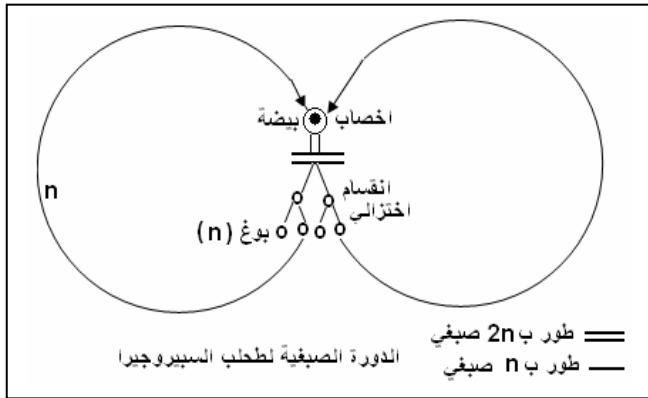
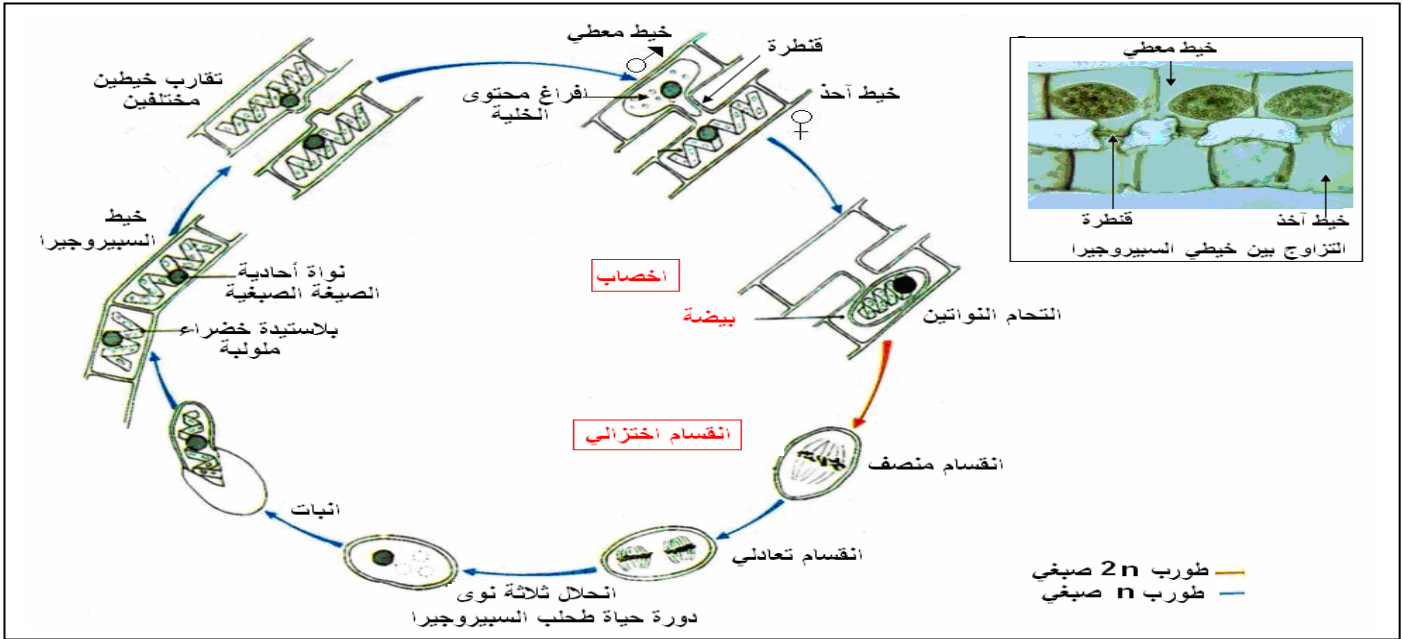


يتميز الفوقس الحويصلي بكونه ثنائي الصيغة الصبغية و يقتصر الطور الأحادي الصيغة الصبغية على الأمشاج فقط و مدة عيشها قصيرة لذا فالدورة الصبغية للفوقس الحويصلي هي دورة ذات طور ثنائي الصيغة الصبغية .

#### 2- مثال لدورة ذات طور أحادي الصيغة الصبغية

- السبيروجيرا طحلب أخضر خيطي يعيش في المياه العذبة و يتوالد بطريقتين :
- عندما تكون ظروف الوسط ملائمة تنفصل بعض الخلايا من الخيط الخلوي و تنجز عدة انقسامات غير مباشرة لتشكيل خيوط جديدة .
  - عندما تصير الظروف غير ملائمة يحدث التوالد الجنسي بحيث تفرغ خلية محتواها ( تعتبر خلية ذرية ) عبر أنبوب في الخلية المجاورة ( تعتبر خلية أنثوية ) و التي تنتمي لخبيط آخر . ينتج عن التحام نواتي الخليتين تشكل بيضة بها  $2n$  صبغى محاطة بغلاف سميك يمكنها من مقاومة الظروف غير الملائمة . عندما تصبح ظروف الوسط ملائمة تنجز البيضة انقساما اختزاليا بدون انقسام السيتوبلازم . تضم 3 نوى و تبقى واحدة ( بها  $n$  صبغى ) و تنجز عدة انقسامات غير مباشرة لتشكيل خيط جديد .

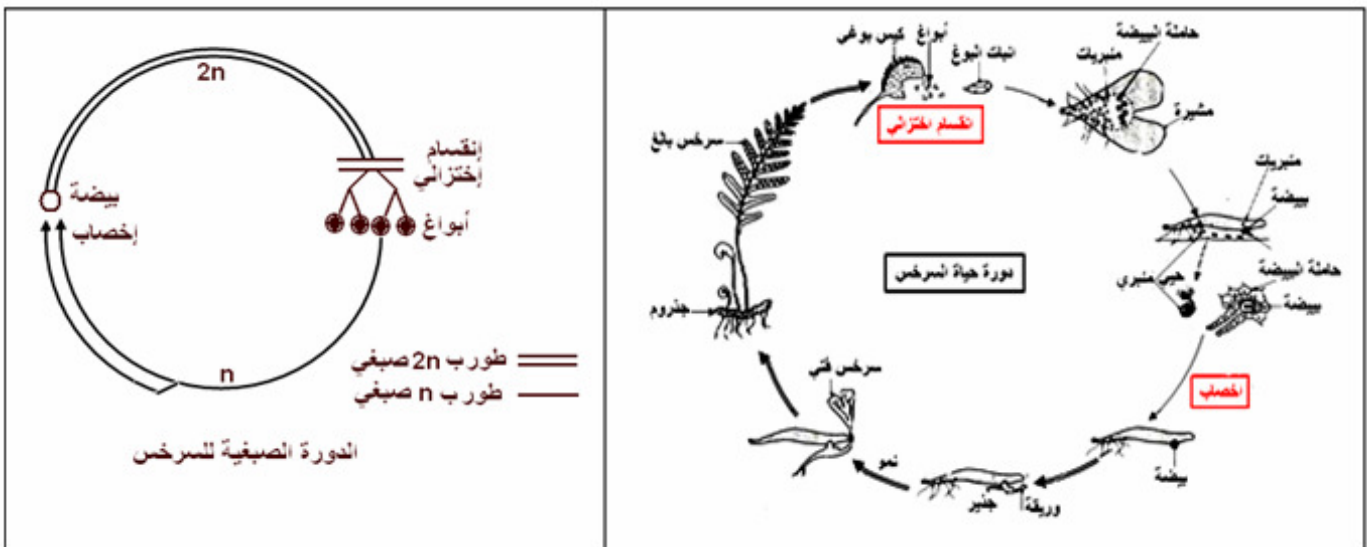
- املاً الفراغات في الوثيقة الموالية
- انجز الدورة الصبغية لهذا الطحلب



يتميز طحلب السبيروجيرا بكونه أحادي الصيغة الصبغية وبعد الإخصاب تتكون بيضة التي تقاوم الظروف غير الملائمة. يلاحظ أن الطور الأحادي الصيغة الصبغية يقتصر على البيضة فقط وهي تعتبر وسيلة لمقاومة الظروف غير الملائمة فقط لذا فدورة نمو هذا الطحلب هي دورة ذات طور أحادي الصيغة الصبغية

### 3- مثال لدورة ذات طور أحادي- ثنائي الصيغة الصبغية

السرخس نبات أخضر ثنائي الصيغة الصبغية له أوراق مفصصة تحمل في جبهتها الخلفية أكياسا بوجية. في داخل كل كيس توجد خلايا تنجز انقساماً اختزالياً لتعطي أبواغاً des spores (بها n صبغى). بعد تحرير الأبواغ وعندما تكون الظروف ملائمة تنبت لتعطي نبات أخضر يدعى المشيرة le prothalle يتوفر على زغب الامتصاص ثم تظهر عليه منبريات و حاملات البييضات. تنفجر المنبريات و تحرر عدة حبيبات منبرية des antherozoides ثم تجذبها البييضات فيحدث الإخصاب. تتشكل بيضة التي تنجز عدة انقسامات غير مباشرة متتالية لتعطي سرخس فتى.



يتعاقب الطور الثنائي الصيغة الصبغية الممثل بالنبات البوغي (سرخس) و الذي ينتج أبواغاً أحادية الصيغة الصبغية و الطور الأحادي الصيغة الصبغية الممثل بالنبات المشيجي (مشيرة) الذي ينتج أمشاجاً. يلاحظ تساوي الطورين لذا فدورة السرخس هي دورة ذات طور أحادي- ثنائي الصيغة الصبغية un cycle haplodiplontique.

