الفصل الثاني:

التوالد الجنسي عند النباتات اللازهرية

تمهيد: النباتات اللازهرية هي نباتات لا تتوفر على أزهار، أي أن جهازها ألتوالدي يحمل على أعضاء خاصة، تأخذ أسماء مختلفة حسب نوع هذه النباتات، ويضم هذا النوع من النباتات عدة مجموعات منها:

- ✓ الطحالب = les algues
- ✓ السرخسيات = les fougères
- ✓ الحزازيات = les mousses

و يتميز كل نوع بخصائص انباتية وتوالدية تميزه عن باقي الأنواع، وتساعده على التأقلم مع ظروف الوسط الذي يحتله.

- **فما هي المميزات الانباتية والتوالدية عند النباتات الازهرية؟**
- **و كيف يتم التوالد الجنسي عندها؟**

I – التوالد الجنسي عند الطحالب.

① الخصائص النباتية عند الطحالب. أنظر الوثيقة 1.

الوثيقة 1: بعض أنواع الطحالب.

الطحالب عبارة عن نباتات بدائية تتميز ببنية مبسطة وبتنوع هائل، فهناك طحالب أحادية الخلية أو متعددة الخلايا، هذه الأخيرة قد تكون على شكل خيطي كطحلب الأسبيروجير (Spirogyre) أو على شكل طحالب كبيرة مشرية مثل طحلب الفوقس الحويصلي (Fucus vésiculaire).

تحتوي جميع الطحالب على اليخضور، وقد يكون مقنعا بصبغة سمراء (طحالب سمراء)، أو حمراء (طحالب حمراء)،... وتستطيع الطحالب العيش في جل الأوساط الرطبة: مياه عذبة أو مالحة، جدران، جذوع الأشجار ...

Chlorelle الكلوريل
طحلب أخضر مجهري

Acétabularia الأسيتابولاريا
طحلب أخضر وحيد الخلية

Spirogyre الأسبيروجير
طحلب خيطي

Le fucus الفوقس
طحلب بحري

تصنف الطحالب حسب ألوانها فنجد:

- طحالب خضراء كطحلب الأسبيروجير Spirogyre.
- طحالب سمراء كطحلب الفوقس الحويصلي Fucus vésiculaire.
- طحالب حمراء كطحلب الجيليديوم Gelidium.

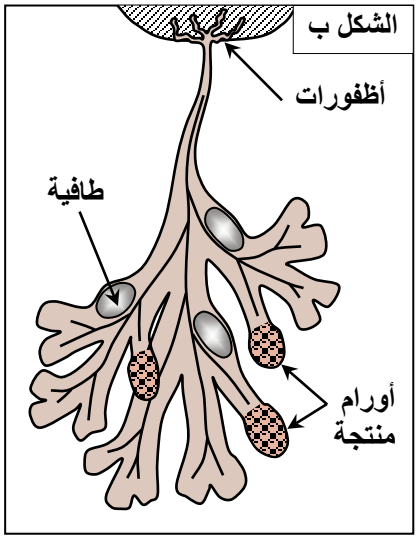
كما تصنف حسب توفرها على أحد جهازي التوالد أو على كليهما فنجد:

- طحالب متشابهة المشرة، حيث جهازي التوالد الذكري والأنثوي محمولان على نفس المشرة (مشرة ثنائية الجنس).
- طحالب مختلفة المشرة، أي أن جهازي التوالد الذكري والأنثوي محمولان على مشرتين مختلفتين (مشرة أحادية الجنس).

② التوالد الجنسي عند الفوقس الحويصلي.

أ – الجهاز الانباتي للفوقس الحويصلي. أنظر الوثيقة 2.

الوثيقة 2: الجهاز الانباتي عند الفوقس .



الفوقس الحويصلي طحلب أسمر، يعيش مثبتا على صخور الشواطئ الأطلسية بواسطة أظفورات **Crampons**.
خلال فترة نضجه تظهر في نهاياته كريات أسفنجية محببة تسمى أوراما منتجة، تحمل أكياسا مفتوحة على الوسط الخارجي، بواسطة ثقوب، تسمى حوافظ الجنسية، تشكل الجهازين التوالديين. حيث يكون لون الحافظات الأنثوية أسمر يميل إلى الاخضرار، أما الحافظات الذكرية فتكون برتقالية اللون.
الشكل أ: صورة لفوقس حويصلي أسمر.
الشكل ب: رسم تفسيري للفوقس الحويصلي.

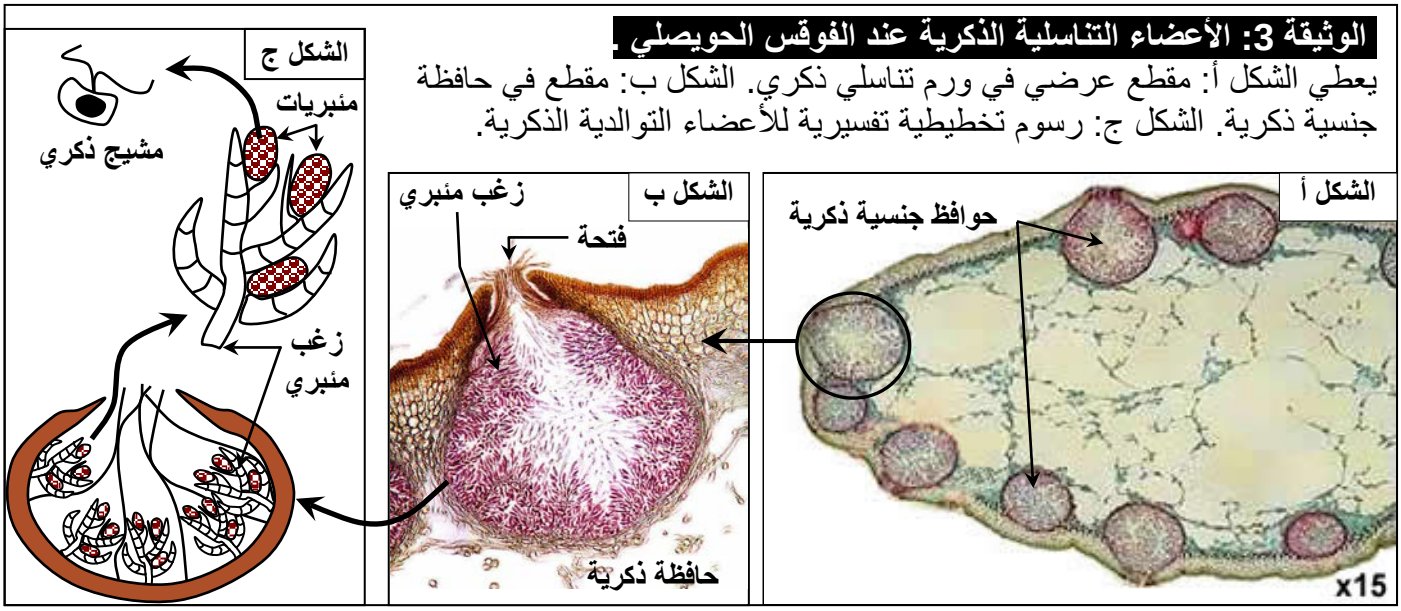
يتميز الفوقس الحويصلي بجهاز إنباتي بسيط يسمى مشرة = Thalle ، حيث لا يمتلك جذور ولا ساق ولا أوراق، يبدي نهايات متفرعة مملوءة بغاز تسمى الطافيات، وكريات أسفنجية محببة تسمى أوراما منتجة.

ب – تعضي بنيات التوالد عند الفوقس الحويصلي.

a – الأعضاء التوالدية الذكرية: أنظر الوثيقة 3.

الوثيقة 3: الأعضاء التناسلية الذكرية عند الفوقس الحويصلي .

يعطي الشكل أ: مقطع عرضي في ورم تناسلي ذكري. الشكل ب: مقطع في حافظة جنسية ذكرية. الشكل ج: رسوم تخطيطية تفسيرية للأعضاء التوالدية الذكرية.

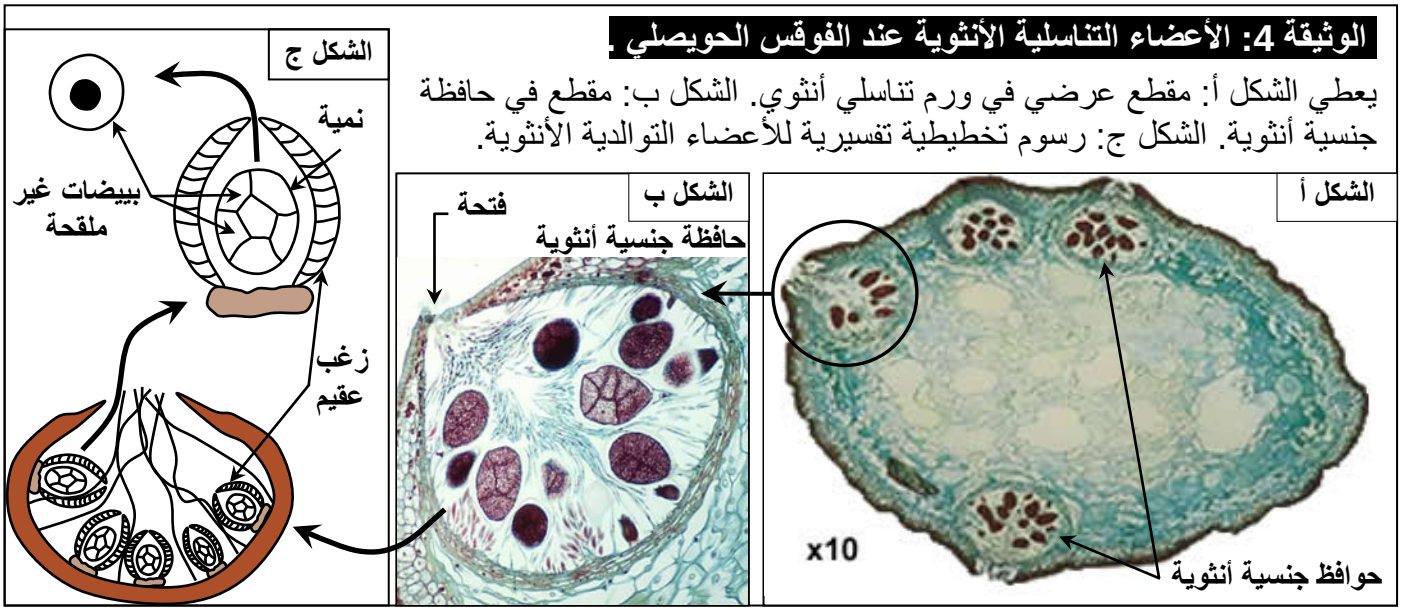


تتكون الحافظات الجنسية الذكرية من زغب مثبري مفرع يحمل أكياسا صغيرة بيضوية الشكل تدعى مثبريات (= كيس مشيجي ذكري) Anthéridies، تضم بداخلها الخلايا الأم للحيوانات المنوية.

b – الأعضاء التوالدية الأنثوية: أنظر الوثيقة 4.

الوثيقة 4: الأعضاء التناسلية الأنثوية عند الفوقس الحويصلي

يعطي الشكل أ: مقطع عرضي في ورم تناسلي أنثوي. الشكل ب: مقطع في حافظة جنسية أنثوية. الشكل ج: رسوم تخطيطية تفسيرية للأعضاء التوالدية الأنثوية.

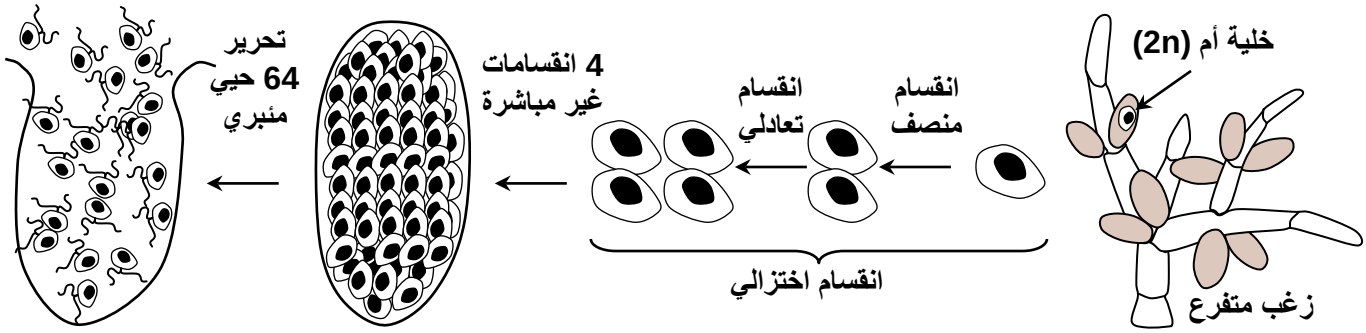


تتكون الحافظات الجنسية الأنثوية من زغب عقيم غير مفرع، يحمل أكياسا بيضوية الشكل تدعى النميات Oogones ، تحتوي على الخلايا الأم للأمشاج الأنثوية.

ج – تشكل الأمشاج عند الفوقس الحويصلي.

a – تشكل الأمشاج الذكرية: أنظر الوثيقة 5.

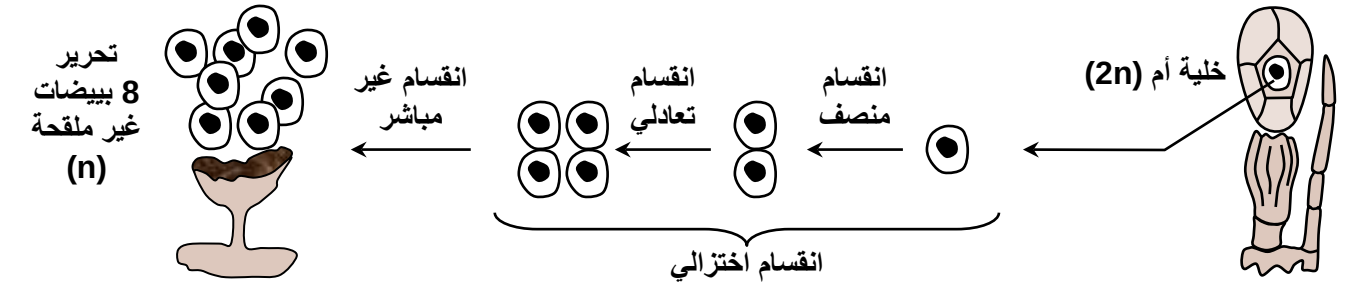
الوثيقة 5: مراحل تشكل الأمشاج الذكرية عند الفوقس الحويصلي



تتعرض الخلية الأم (2n) داخل المئبرية لانقسام اختزالي لتعطي أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n)، تتضاعف هذه الأخيرة عن طريق أربعة انقسامات غير مباشرة، لتعطي 64 حيوان منوي (حيي مئبري)، كل حيوان منوي مزود بسوطين. تحرر مع سائل برتقالي في ماء البحر عبر فتحة الحافظة الجنسية.

b – تشكل الأمشاج الأنثوية: أنظر الوثيقة 6.

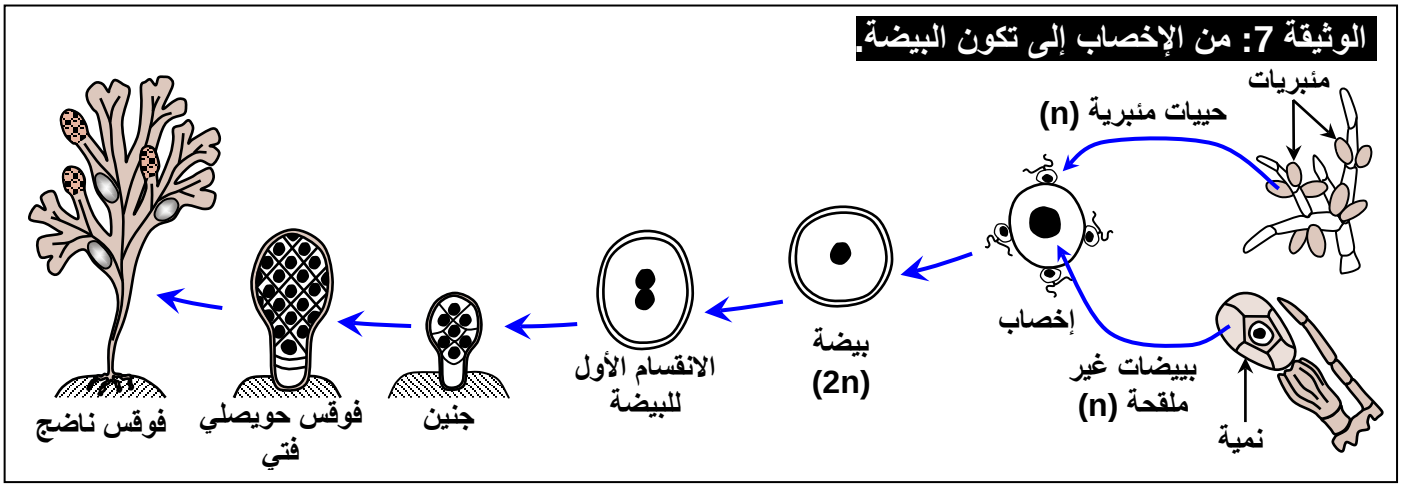
الوثيقة 6: مراحل تشكل الأمشاج الأنثوية عند الفوقس الحويصلي



تتعرض الخلية الأم (2n) داخل النمية لانقسام اختزالي لتعطي أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n). تتضاعف هذه الأخيرة بانقسام غير مباشر فتعطي 8 خلايا تكبر وتتطور لتعطي 8 بييضات غير ملقحة أحادية الصيغة الصبغية لا تمتلك سوطا. تحرر عبر فتحة الحافظة الجنسية في ماء البحر

د – الإخصاب ومصير البيضة. أنظر الوثيقة 7.

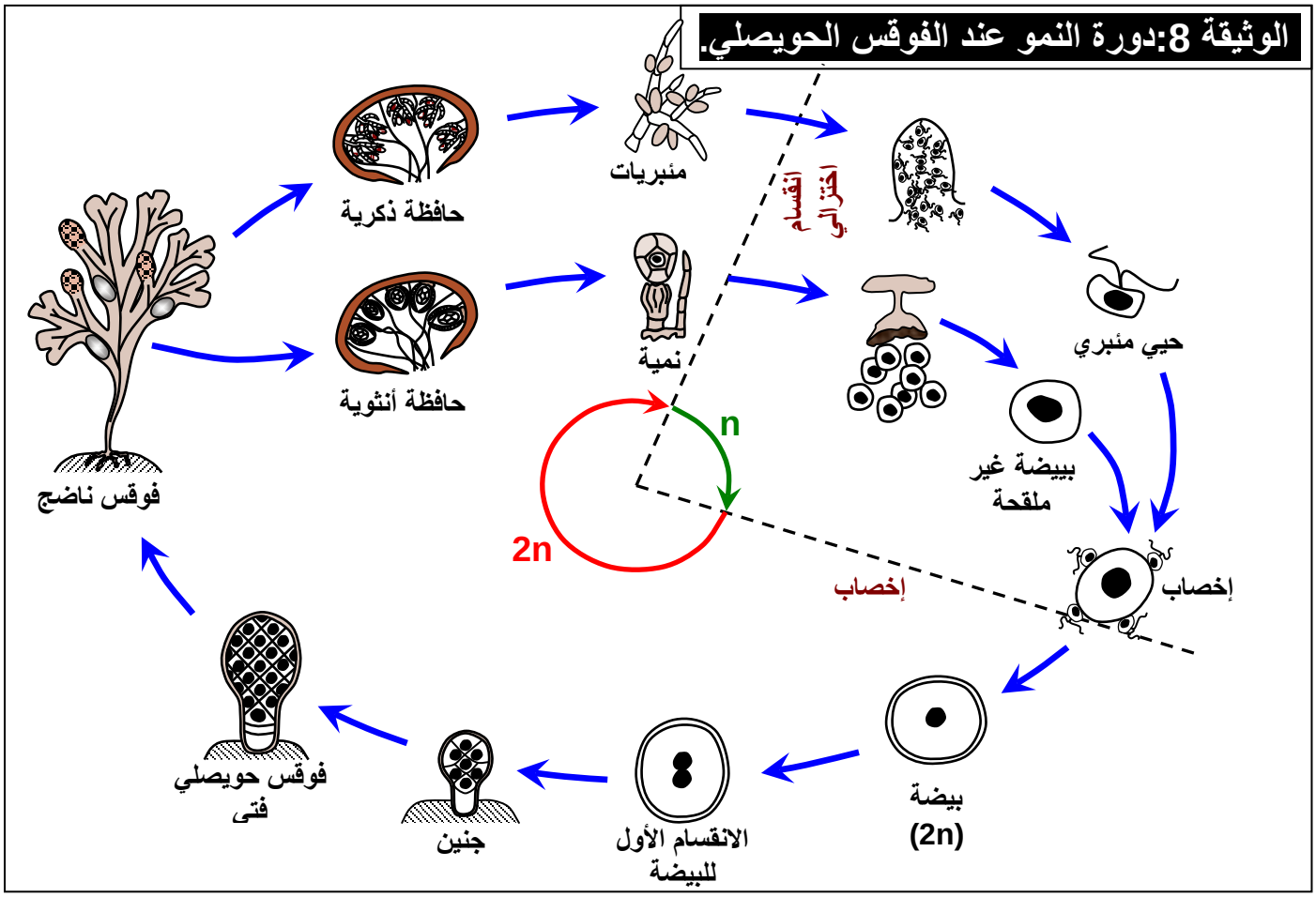
الوثيقة 7: من الإخصاب إلى تكون البيضة.



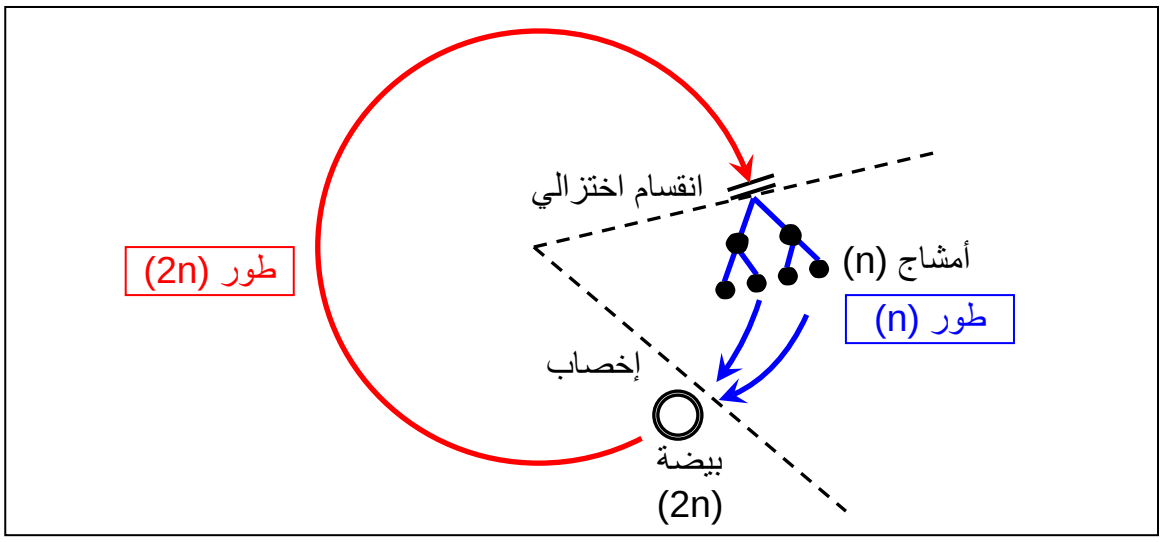
يتم تحرير الأمشاج في ماء البحر، فتترسب البييضات غير الملقحة. أما الحيوانات المنوية، فتستعمل سياطها، لتتجه نحو البييضات بفعل ظاهرة الانجذاب الكيميائي. تحيط بكل بييضة أعداد كبيرة من الحيوانات المنوية، لكن واحد فقط يتمكن من اختراق غشائها. تدخل نواة الحيوان المنوي، في حين يبقى السوطان في الخارج، ثم تقترب نواة الحيوان المنوي من نواة البييضة، فيلتحمان، وينتج عن ذلك بيضة ثنائية الصيغة الصبغية (2n)، تتكاثر وتنمو فتعطي إما نباتا مشيجيا ذكريا أو أنثويا.

ه – دورة النمو عند الفوقس الحويصلي. أنظر الوثيقة 8.

الوثيقة 8:دورة النمو عند الفوقس الحويصلي.



يشكل تعاقب ظاهرتي الانقسام الاختزالي والإخصاب دورة النمو Cycle de développement.
تتميز دورة النمو عند الفوقس الحويصلي بطول الطور ثنائي الصيغة الصبغية، بينما يقتصر الطور أحادي الصيغة الصبغية على الأمشاج فقط. نقول إذن أن للفوقس دورة ثنائية الصيغة الصبغية.
ويمكن تمثيلها تخطيطيا على الشكل التالي:



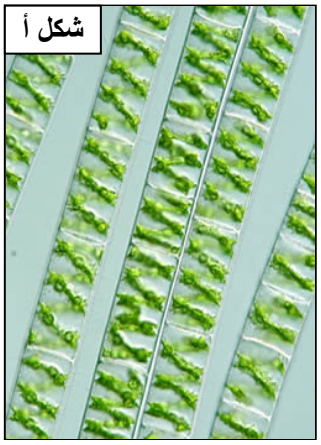
③ التوالد الجنسي عند طحلب الأسبيروجير.

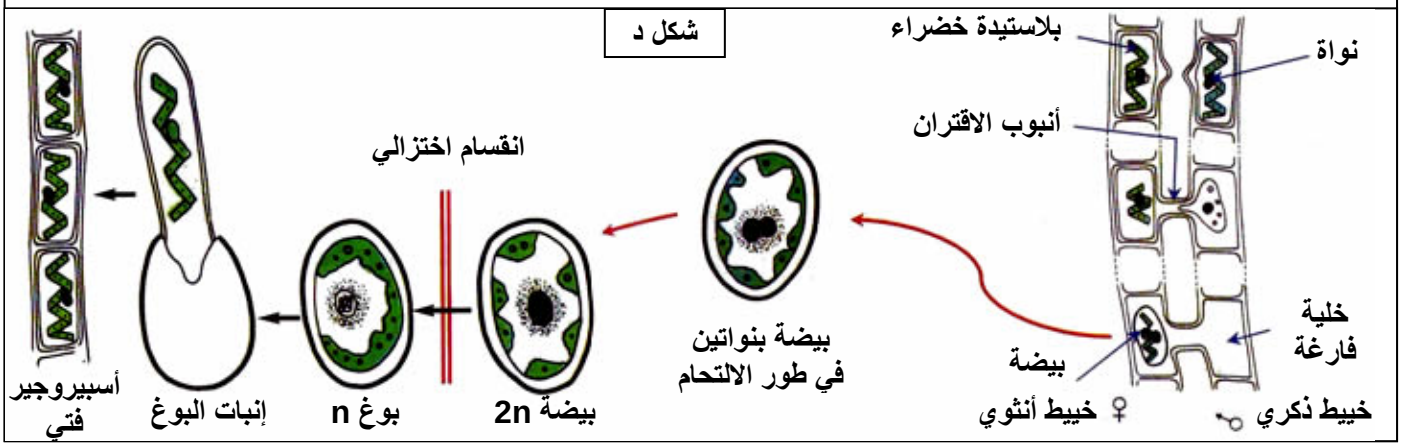
أ – الإخصاب ومصير البيضة. أنظر الوثيقة 9.

الوثيقة 9: التوالد عند طحلب الأسبيروجير.

الشكل أ: خييطات الأسبيروجير
الشكل ب: ظاهرة الاقتران عند طحلب الأسبيروجير.
الشكل ج: تكون بيضة ثنائية الصيغة الصبغية.
الشكل د: من الإخصاب إلى تكون البيضة عند الأسبيروجير

اعتمادا على معطيات هذه الوثيقة بين خاصيات التوالد لدى طحلب الأسبيروجير.



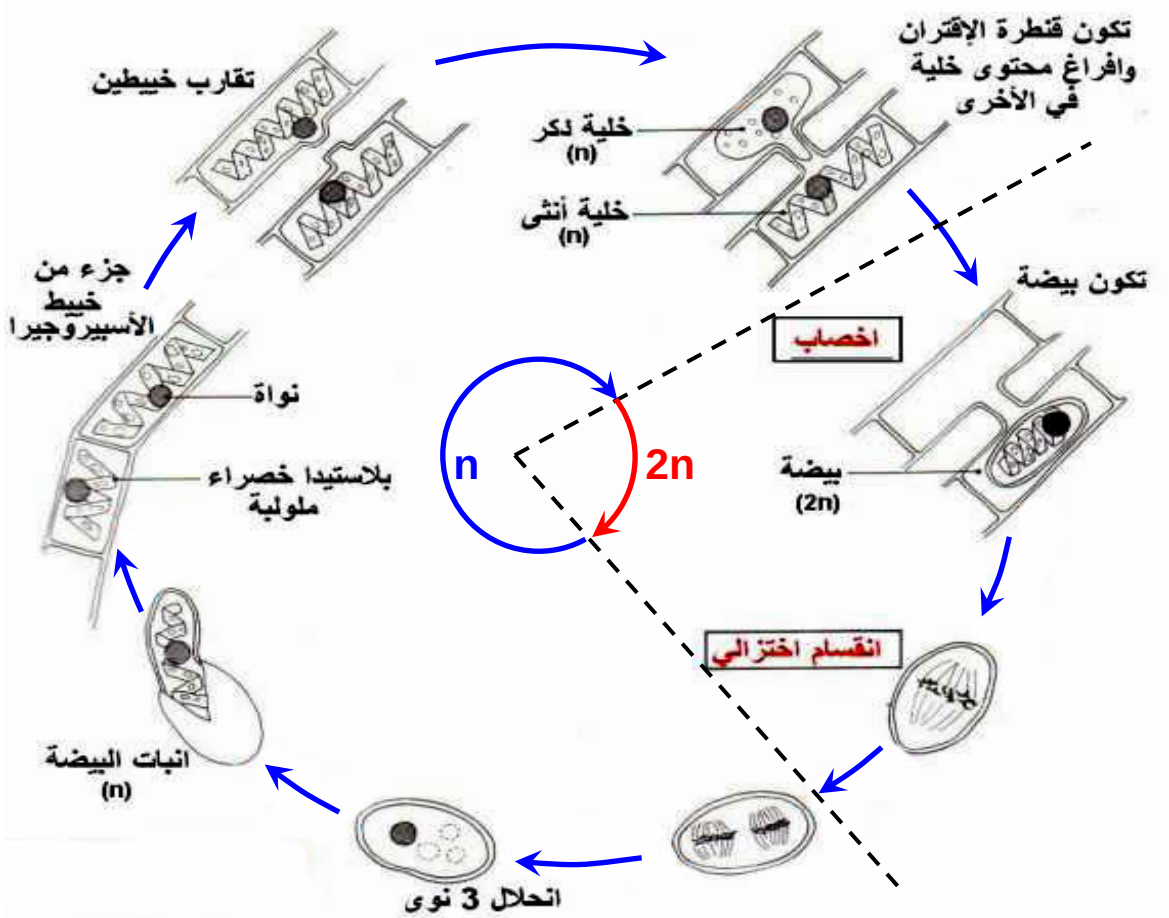


الأسبيروجير طحلب أخضر يعيش في المياه العذبة، وهو عبارة عن خييط مكون من عدة خلايا أحادية الصيغة الصبغية(n) مرتبطة فيما بينها.
يتكاثر طحلب الأسبيروجير عادة عن طريق انقسامات غير مباشرة، مما يؤدي إلى استطالة خييطاته (توالد لا جنسي) وعندما تصبح الظروف المناخية غير ملائمة لهذا النوع من التكاثر، يعتمد طريقة ثانية، يمكن اعتبارها نوعا من التوالد الجنسي لهذا النوع من الطحالب، حيث يحدث نوع من التزاوج بين خييطين متقابلين، وتظهر بين خلاياها المتقابلة أنابيب تدعى قناطر الاقتران Pons de conjugaison والتي تسمح بمرور نواة أحد الخييطين (والذي يمكن اعتباره خييطا

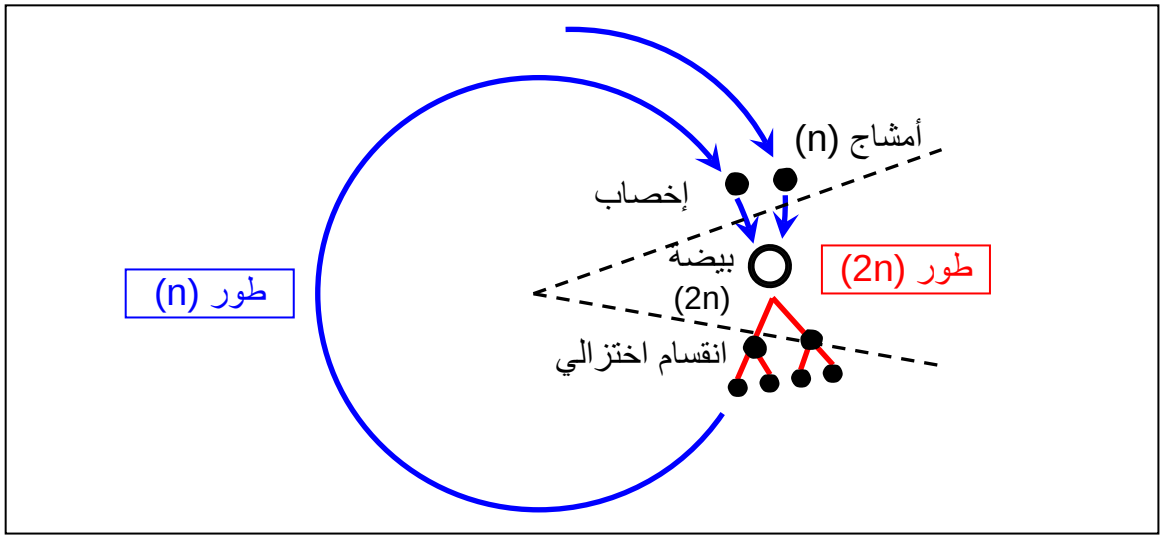
ذكريا) نحو نواة الخييط المقابل (والذي يمكن اعتباره خييطا أنثويا). تتحد النواتان وتتشكل بيضة ثنائية الصيغة الصبغية (2n).
تتعرض البيضة مباشرة بعد الإخصاب للانقسام الاختزالي مكونة أربعة أبواغ (n)، ثلاثة من بينها تتلاشى ويدخل البوغ المتبقي في حياة بطيئة. وعندما تصبح الظروف ملائمة، ينبت البوغ ويعطي خييط أسبيروجير جديد أحادي الصيغة الصبغية (n).

ب – دورة النمو عند الأسبيروجير. أنظر الوثيقة 10.

الوثيقة 10: دورة النمو عند طحلب الأسبيروجير.



تتميز دورة النمو عند الأسبيروجير بطول الطور الأحادي الصيغة الصبغية، بينما يقتصر الطور ثنائي الصيغة الصبغية على البيضة فقط. نقول إذن أن للأسبيروجير دورة أحادية الصيغة الصبغية.
ويمكن تمثيلها تخطيطيا على الشكل التالي:



II – التوالد الجنسي عند الحزازيات. Les Bryophytes

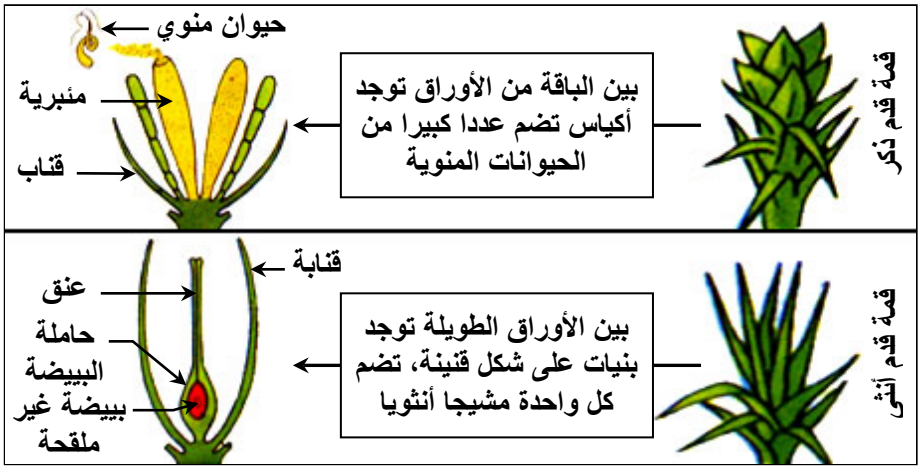
① الخصائص النباتية عند الحزازيات. أنظر الوثيقة 11.

الوثيقة 11: الخاصيات الانباتية وأعضاء التوالد عند الحزازيات.

تنمو الحزازيات Bryophytes في الأوساط الرطبة، وتشكل غطاءا أخضر اللون خلال فترات الرطوبة، أو رماديا خلال فترات القحولة. ويتكون هذا الغطاء من نبيتات يخضورية تحمل خييطات Soie تعلوها جفينة Capsule مغطاة بكمة Coiffe. وتوجد داخل الجفينة أكياس بوغية Sporange يحدث بداخلها الانقسام الاختزالي لتتشكل الأبواغ Spores. عند سقوطها على التربة، تنمو الأبواغ لتشكل خيوطا متفرعة تدعى النميص Protonéma. ينمو هذا الأخير، وتتكون في نهايته مئبريات Anthéridies، حيث تتكون الأمشاج الذكرية، و/أو حاملات البييضات Archégones التي توجد بوسطها بييضة غير ملقحة. يقع الإخصاب داخل حاملة البييضة، فتتشكل بيضة تنمو وتتطور لتعطي نباتا بوغيا جديدا Sporophyte.

نبات مشيجي أنثوي + نبات بوغي

نبات مشيجي ذكري



الحزازيات نباتات لا زهرية صغيرة القد، لها ساق و أوراق ولكن ليس لها جذور (وبر أو زغب جذري Rhizoïde). تعيش في الأماكن الرطبة، حيث يمكن أن نجدها في التربة وعلى الجدران والسقوف وعلى جذوع الأشجار، كما أن بعضها يعيش في المستنقعات بل وحتى في المياه الجارية.

يتبين من معطيات الوثيقة أن الحزازيات خلال دورة حياتها تظهر على شكلين:

- نبات مشيجي Gamétophyte يتكون جهازه الانباتي من وبر جذري وساق وأوراق صغيرة وفي نهايته توجد أعضاء التوالد (ذكرية أو أنثوية).
- نبات بوغي Sporophyte يعيش متطفلا على النبات المشيجي الأنثوي ويحمل كيسا بوغيا يحرر أثناء النضج أبواغا تتشكل نتيجة الانقسام الاختزالي.

② جهاز التوالد عند الحزازيات. أنظر الوثيقة 11.

أ – جهاز التوالد الذكري.

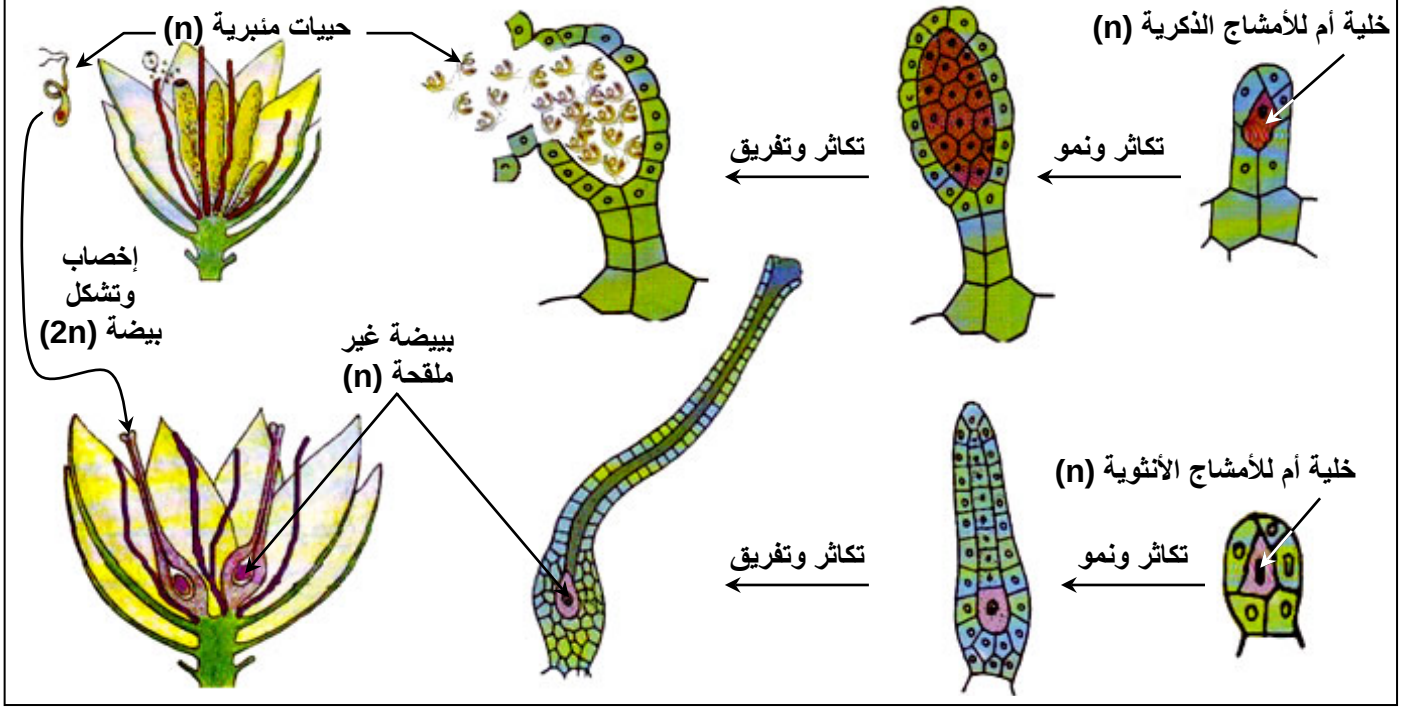
يوجد جهاز التوالد الذكري على شكل وعاء في قمة النبات المشيجي الذكري. يحتوي على عدة أكياس تسمى المئبريات، يتم على مستواها إنتاج حيوانات منوية ثنائية السوط (= حييات مئبرية).

ب – جهاز التوالد الأنثوي.

يوجد جهاز التوالد الأنثوي في قمة النبات المشيجي الأنثوي، ويتكون من قنابات طويلة تضم بداخلها حاملة البييضة غير الملقحة.

③ **تشكل أعضاء التوالد والأمشاج عند الحزازيات.** أنظر الوثيقة 12.

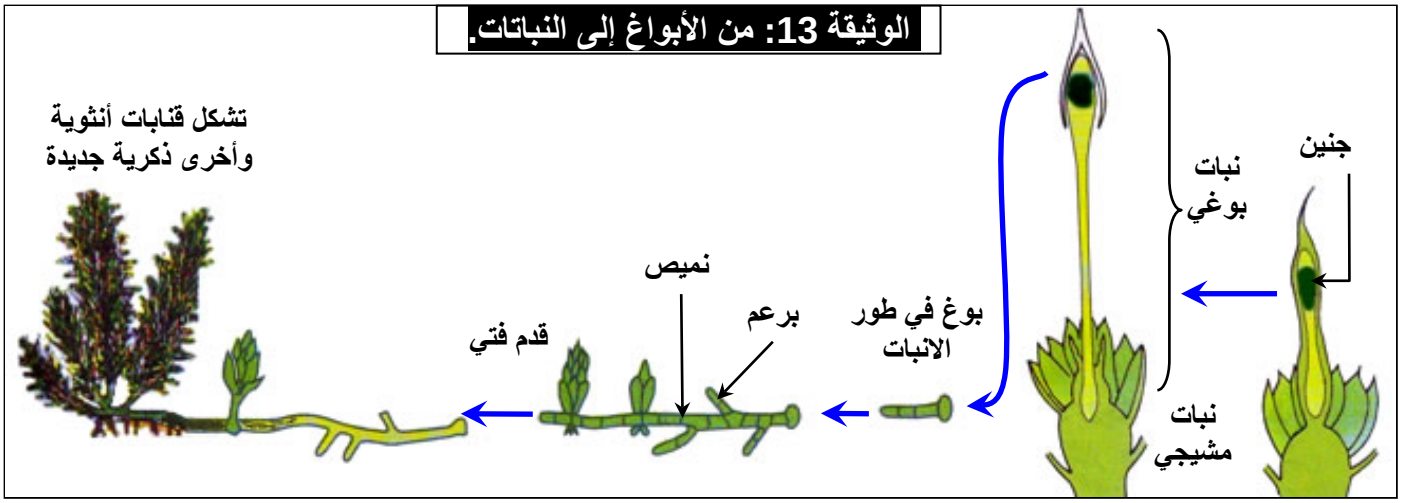
الوثيقة 12: تشكل أعضاء التوالد والأمشاج عند الحزازيات.



تتشكل كل من المئبرية وحاملة الأمشاج الأنثوية انطلاقا من إحدى خلايا العضو الذكري أو الأنثوي، تسمى خلية أصلية، وهي أحادية الصيغة الصبغية. بعد التكاثر والنمو والتفريق يتم الحصول على مئبرية تحتوي على حييات مئبرية(n)، وعلى حاملة أمشاج تحتوي على بييضة غير ملقحة (n).

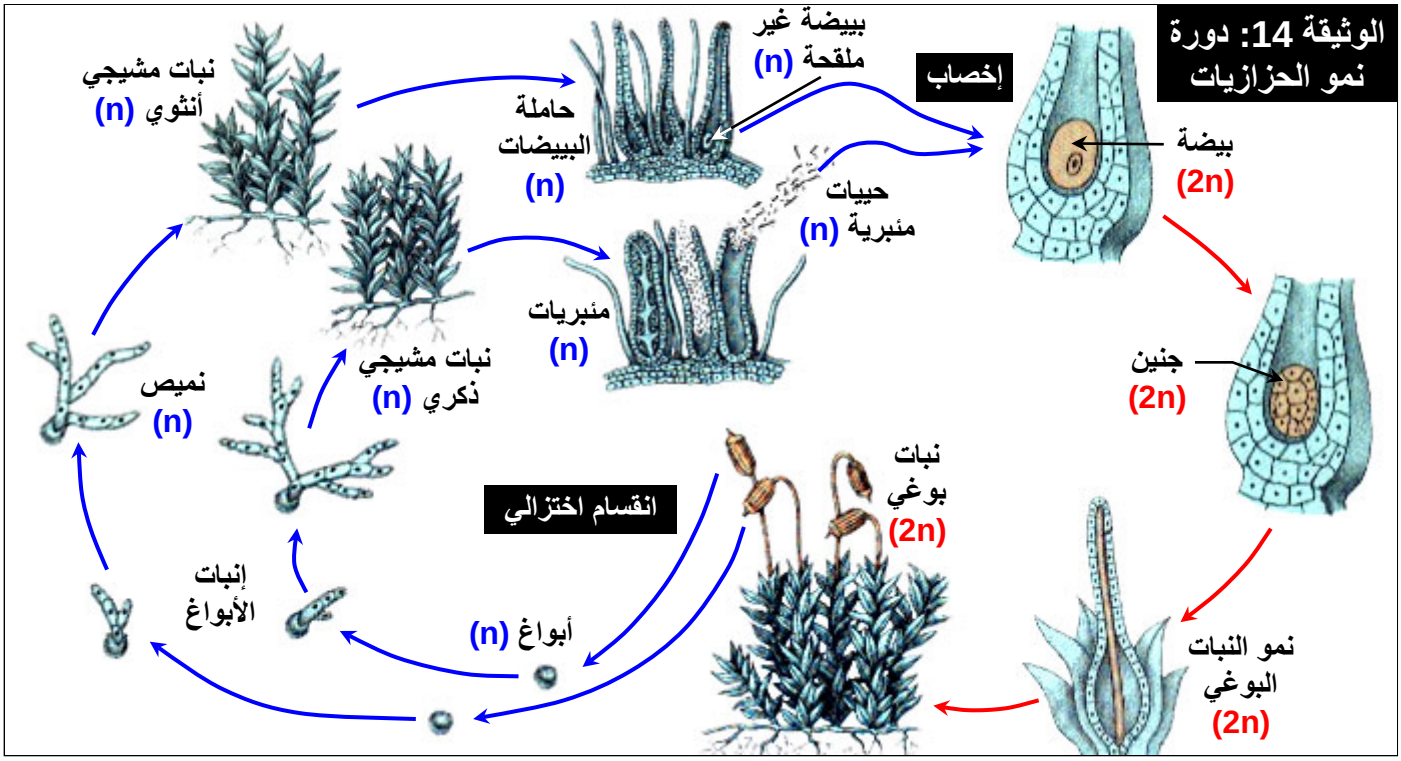
④ **الإخصاب ومصير البيضة.** أنظر الوثيقة 13.

الوثيقة 13: من الأبواغ إلى النباتات.

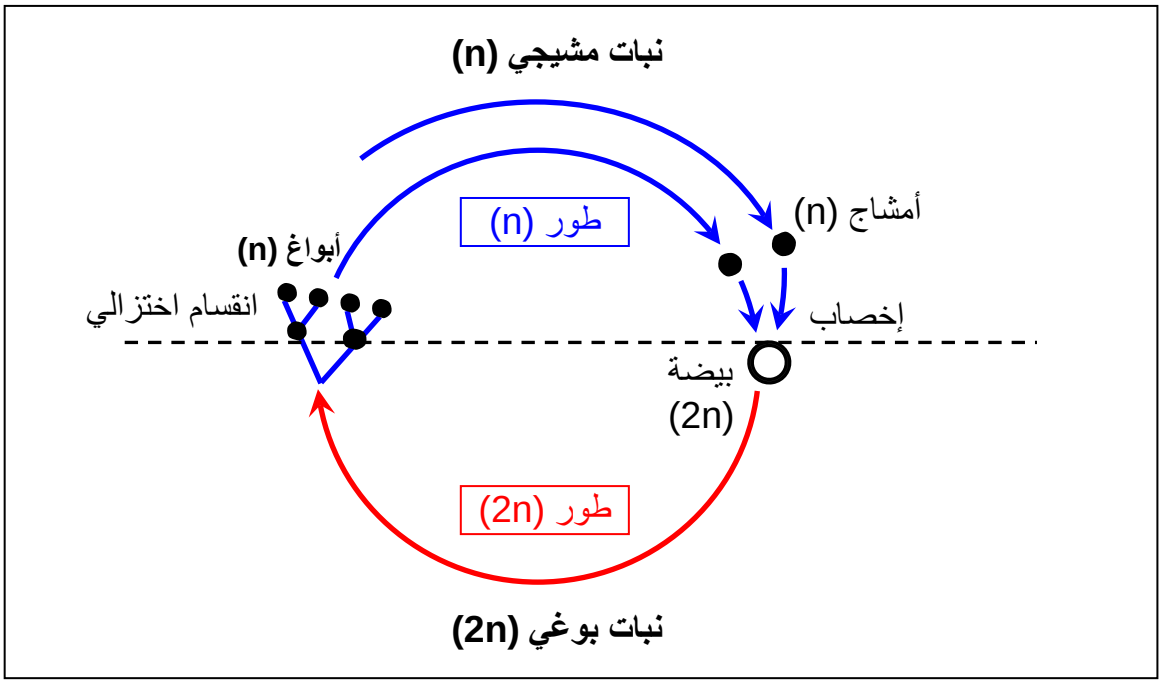


عندما تتوفر الظروف الملائمة خصوصا توفر الماء، تحرر المئبريات حييات مئبرية تسبح بواسطة سياطها حتى تصل إلى حاملة الأمشاج وتخترق عنقها ثم إلى البييضة غير الملقحة حيث يتم الإخصاب فنحصل على بيضة(2n).
تتعرض البيضة بعد الإخصاب لانقسامات غير مباشرة متتالية وتنمو لتعطي جنينا يعيش متطفلا على النبات المشيجي الأنثوي. يتحول الجنين إلى نبات بوغي يحمل في نهايته كيسا بوغيا.
توجد داخل الكيس البوغي الخلايا الأم للأبواغ، التي تتعرض للانقسام الاختزالي مشكلة عددا كبيرا من الأبواغ الأحادية الصيغة الصبغية. عند نضج الكيس البوغي ينحني، وتسقط السديدة، فتتحرر الأبواغ الناضجة.
عند توفر الظروف الملائمة، تنبت الأبواغ، وتعطي خيوطا سرعان ما تتفرع، مكونة نميصات Protonémas. بعض الفروع تتحول إلى براعم، و البعض الآخر يتحول إلى جذيرات تثبت في التربة، وينتج عن إنبات الأبواغ نباتات مشيجية، تنتشر على شكل بساط في الأماكن الرطبة.

⑤ **دورة النمو عند الحزازيات.** أنظر الوثيقة 14.



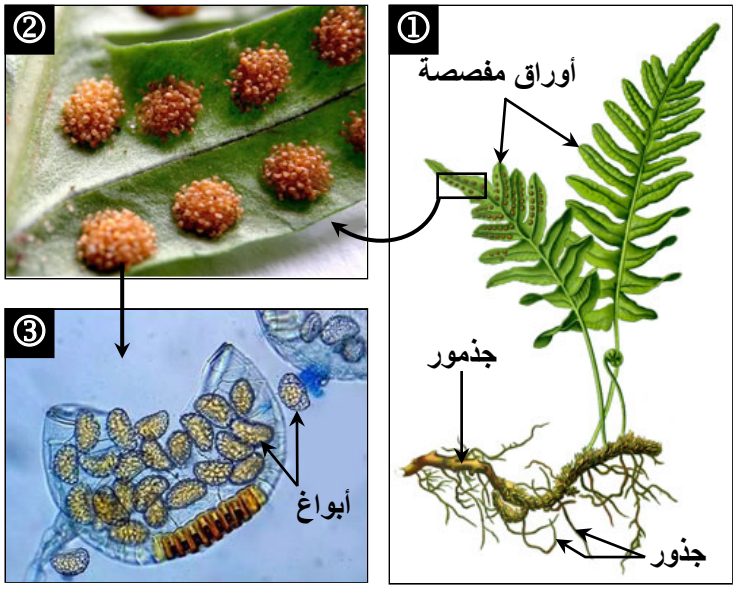
تتميز دورة النمو عند الحزازيات بوجود جيل أحادي الصيغة الصبغية، المتمثل في النبات المشيجي الذكري والأنثوي، وجيل ثنائي الصيغة الصبغية، المتمثل في النبات البوغي. نقول إذن أن دورة نمو الحزازيات هي دورة أحادية ثنائية الصيغة الصبغية. ويمكن تمثيلها تخطيطيا على الشكل التالي:



III – التوالد الجنسي عند السرخسيات. Les fougères

① **الخصائص النباتية عند السرخسيات.** أنظر الوثيقة 15.

الوثيقة 15: الجهاز الانباتي لسرخس الخنشار.



السرخسيات نباتات يخضورية وعائية تنتشر في الكثير من مناطق العالم، باستثناء المناطق الجافة. تتكون من جهاز نباتي جد متفرق يتضمن جذورا وساقا وأوراق.
على الوجه السفلي للأوراق الناضجة تظهر في فصل الربيع تكدسات من الأكياس البوغية، تلعب دورا أساسيا في تكاثر السرخس.

① = جهاز إنباتي لسرخس الخنشار.
② = الوجه السفلي لورقة سرخس الخنشار.
③ = ملاحظة مجهرية لكيس بوغي منفتح.

مثال سرخس الخنشار= Polypodium vulgaire
ينمو سرخس الخنشار في الأماكن الرطبة والمظللة، تحت الأشجار أو الصخور وعلى الجدران القديمة والحافات. ويتكون جهازه النباتي من جذمور Rhizome تنبثق منه أوراق مفصصة ومجموعة من الجذور العرضية التي تثبته بالتربة.
يتواجد سرخس الخنشار على شكلين:

- الشكل المورق الذي ينتج الأبواغ، يسمى النبات البوغي.
- الشكل الذي ينتج الأمشاج، يسمى المشيرة أو النبات المشيجي.

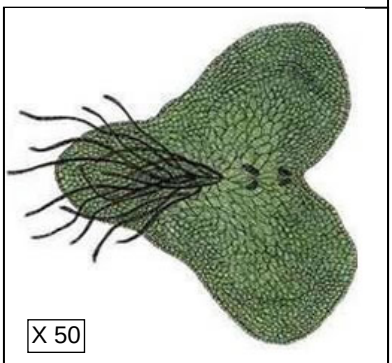
② تعضي أعضاء التوالد عند السرخسيات.

أ – النبات البوغي وتشكل الأبواغ. أنظر الوثيقة 15.

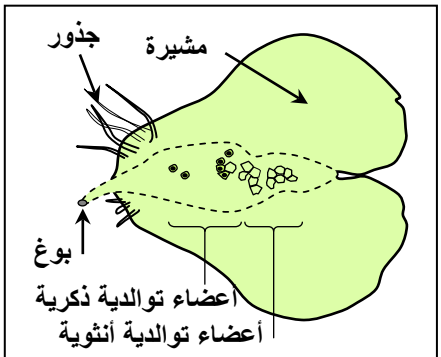
يتشكل النبات البوغي من خلايا ثنائية الصيغة الصبغية (2n). في فصل الربيع، تظهر على الوجه السفلي لأوراق النبات البوغي كتل منتفخة صفراء (صرر) تحتوي على أكياس بوغية.
تتضمن الأكياس البوغية عدة خلايا أم للأبواغ ثنائية الصيغة الصبغية.
عند النضج تتعرض كل خلية أم لانقسام اختزالي مكونة أربعة أبواغ أحادية الصيغة الصبغية.

ب – النبات المشيجي وتشكل الأمشاج. أنظر الوثيقة 16، شكل ❶، ❷، ❸، و❹.

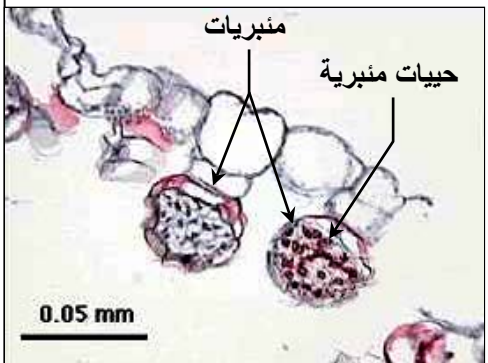
الوثيقة 16: تعضي أعضاء التوالد والإخصاب عند السرخس.



❶ نبات مشيجي = المشيرة

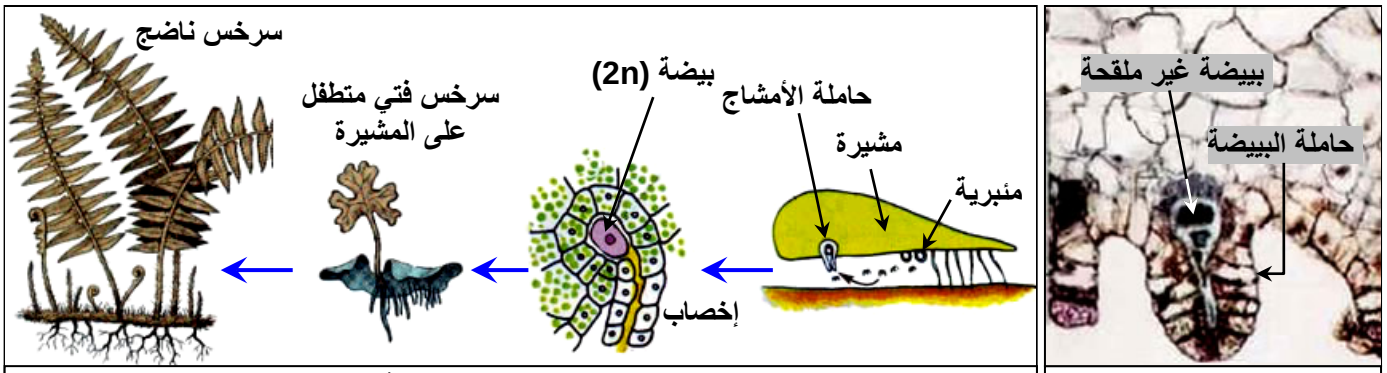


❷ رسم تخطيطي تفسيري للمشيرة



❸ مئبريات = أعضاء التوالد الذكرية

(تابع) الوثيقة 16: تعضي أعضاء التوالد والإخصاب عند السرخس.



تنتشر الأبواغ بواسطة الرياح، وعند سقوطها على التربة، وبتواجد الظروف الملائمة، تنبت لتعطي وريقة خضراء ذاتية التغذية تدعى المشيرة Prothalle، لها شكل قلب وقطر بين 6 و 12mm.وتمثل النبات المشيجي.

تتكون المشيرة من خلايا أحادية الصيغة الصبغية. في الجهة السفلى من المشيرة تنمو جذيرات تثبتها بالتربة وتمكنها من الحصول على الماء والأملاح المعدنية.
تتكون في الجهة السفلى من المشيرة الأعضاء التوالدية الذكرية (المئبريات)، والأعضاء التوالدية الأنثوية (حاملات الأمشاج).

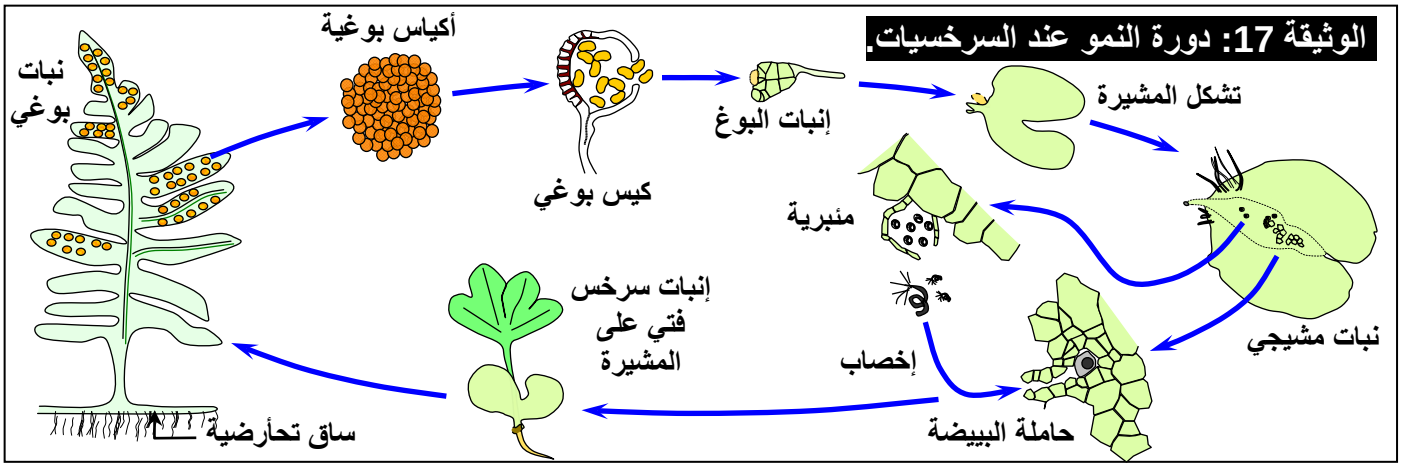
بعد نضجها، تحرر المئبريات عدة حييات مئبرية أحادية الصيغة الصبغية ومتحركة بواسطة عدة اسواط.
عند نضجها، تحمل حاملة الأمشاج ببيضة غير ملقحة أحادية الصيغة الصبغية وكبيرة الحجم وغير متحركة.

③ من الإخصاب إلى نمو البيضة. أنظر الوثيقة 16، شكل ❺.

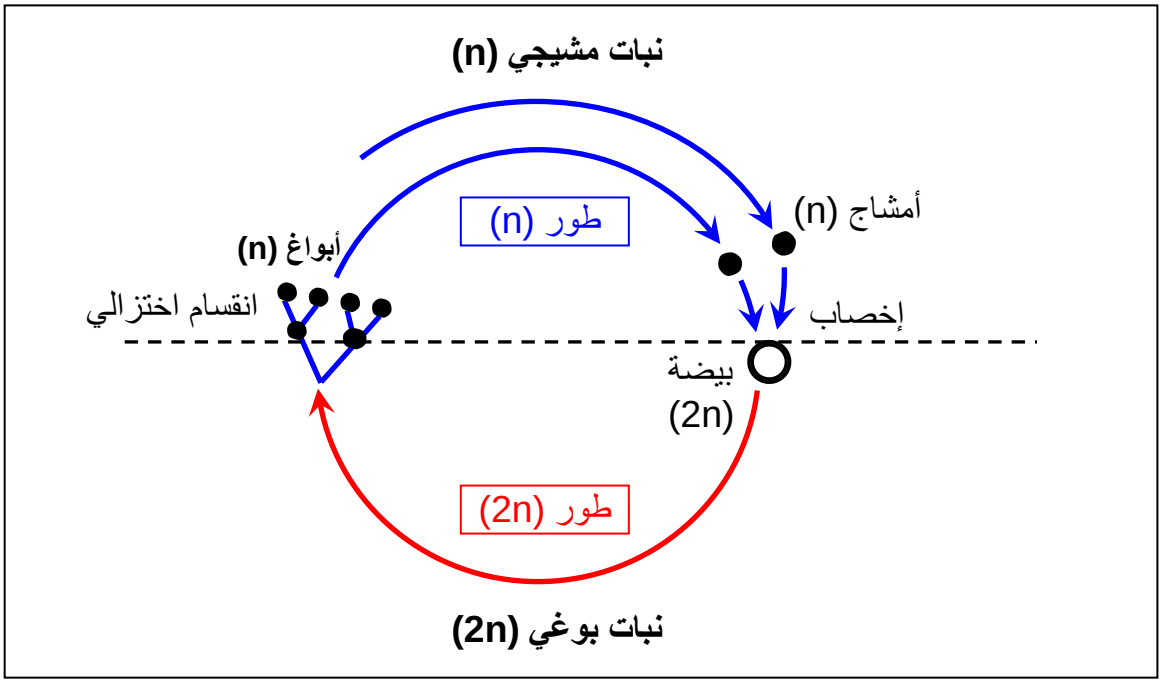
عند نضج الحيوانات المنوية والبييضات غير الملقحة، تكون طبقة من الماء على سطح المشيرة كافية لتمزيق غشاء المئبرية وانفتاح عنق حاملة البييضة غير الملقحة. تسبح الحيوانات المنوية في هذه الطبقة من الماء بفضل قدرتها على الحركة، وتتجه نحو البييضة غير الملقحة.
يتمكن حيوان منوي واحد من تخصيب البييضة، فتتكون البيضة (2n)، التي تبدأ في الانقسام مباشرة بعد الإخصاب. ينتج عن هذه الانقسامات تشكل جنين سرخس، ينمو في البداية متطفلا على المشيرة ثم يصير تدريجيا نبتة فتية خضراء مستقلة بذاتها تنمو لتعطي نباتا بوغيا.

④ دورة النمو عند السرخسيات. أنظر الوثيقة 17.

الوثيقة 17: دورة النمو عند السرخسيات.



تتميز دورة النمو عند السرخسيات بوجود جيل ثنائي الصيغة الصبغية (2n)، المتمثل في النبات البوغي، والذي ينتج أبواغا أحادية الصيغة الصبغية (n). وجيل أحادي الصيغة الصبغية، المتمثل في النبات المشيجي، والذي ينتج أمشاجا أحادية الصيغة الصبغية. نقول إذن أن دورة نمو السرخسيات هي دورة أحادية ثنائية الصيغة الصبغية. ويمكن تمثيلها تخطيطيا على الشكل التالي:


نبات مشيجي (n)
طور (n)
أمشاج (n)
أبواغ (n)
انقسام اختزالي
إخصاب
بيضة
(2n)
طور (2n)
نبات بوغي (2n)