

# الوحدة الثانية

## التوالد عند النباتات

التوالد عند الكائنات الحية هو وظيفة تمكن من نقل الحياة من الآباء إلى الأبناء، وتهدف هذه الوظيفة إلى استمرارية الحياة، والحفاظ على التنوع البيولوجي عبر الأجيال.

تتميز الحميلات البيئية بتنوع هائل، فمن بين العشيرة الإحيائية التي تعيش بداخلها نجد النباتات الزهرية التي تصنف إلى نوعين: كاسيات البذور *Les angiospermes*، وعاريات البذور *Les gymnospermes*، والنباتات اللازهرية كالطحالب *Les algues*، والسرخسيات *Les fougères*، والحزازيات *Les mousses* وتتكاثر هذه النباتات عن طريق التوالد الجنسي والتوالد اللاجنسي.

- 1) كيف تتوالد هذه النباتات وما هي الأعضاء المتدخلة في هذا التوالد؟
- 2) ما هي الآليات التي تقود من الزهرة إلى البذرة؟
- 3) كيف تؤمن البذرة تكون نبات جديد؟

# الفصل الأول: التوالد الجنسي عند النباتات الزهرية

**تمهيد:** تتميز النباتات الزهرية بوجود الزهرة التي تعتبر جهاز التوالد لدى هذه النباتات.

- كيف تتوالد النباتات الزهرية؟ وما هي الأعضاء المتدخلة في هذا التوالد؟
- ما الآليات المؤدية إلى تشكل المشيج الذكري والمشيج الأنثوي عند النباتات الزهرية؟
- أين وكيف يتم الإخصاب عند النباتات الزهرية؟
- كيف يتم تشكل البذرة وكيف يتم إنباتها؟

## I – التوالد الجنسي عند كاسيات البذور.

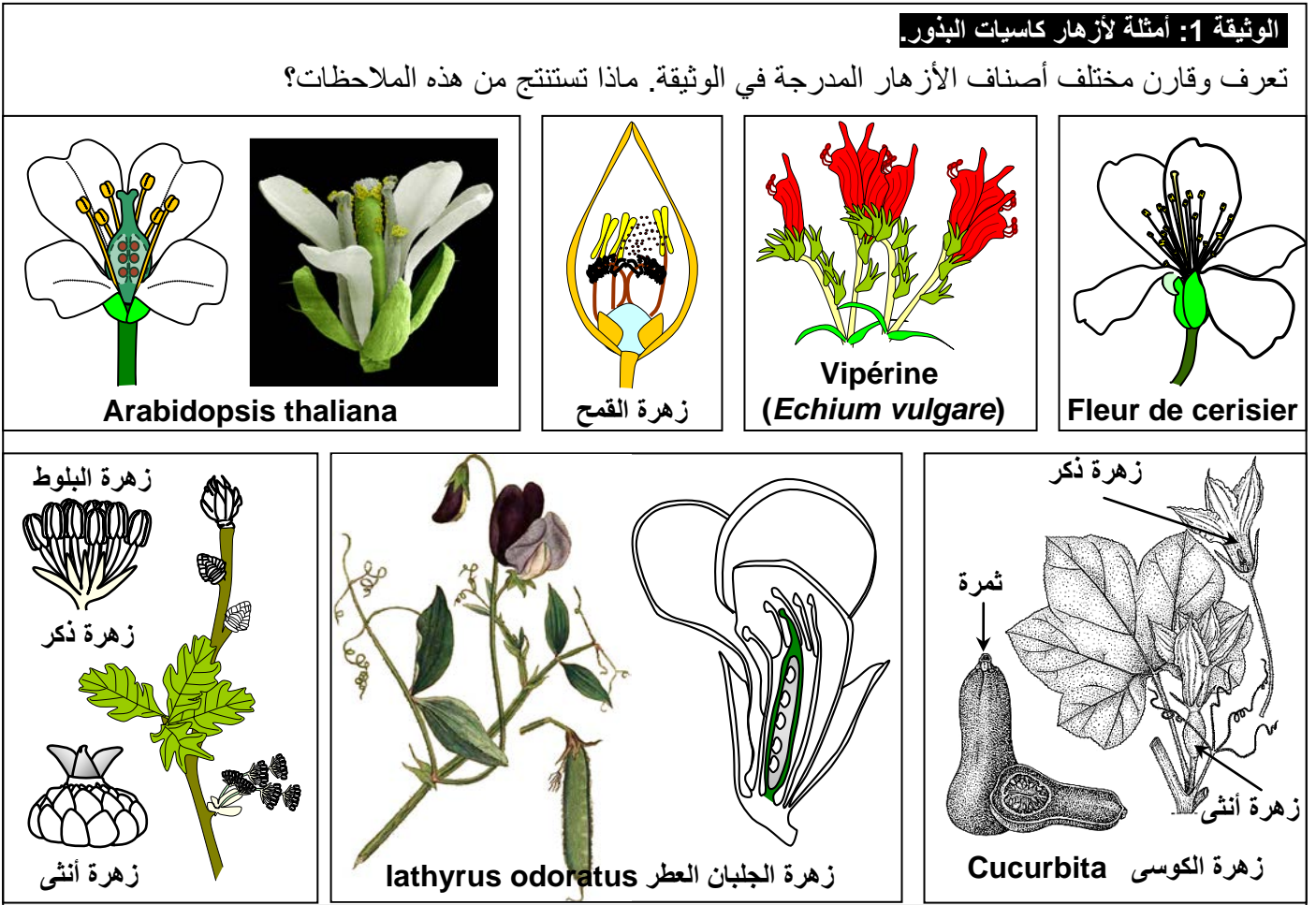
النباتات كاسيات البذور هي نباتات زهرية تتميز أساسا بكونها تنتج بذورا محفوظة داخل الثمرة.

### ① تعضي الزهرة عند كاسيات البذور

أ – ملاحظة أزهار مختلفة: أنظر الوثيقة 1.

#### الوثيقة 1: أمثلة لأزهار كاسيات البذور.

تعرف وقارن مختلف أصناف الأزهار المدرجة في الوثيقة. ماذا تستنتج من هذه الملاحظات؟



هناك تنوع كبير فيما يخص الأزهار عند كاسيات البذور، حيث نجد:

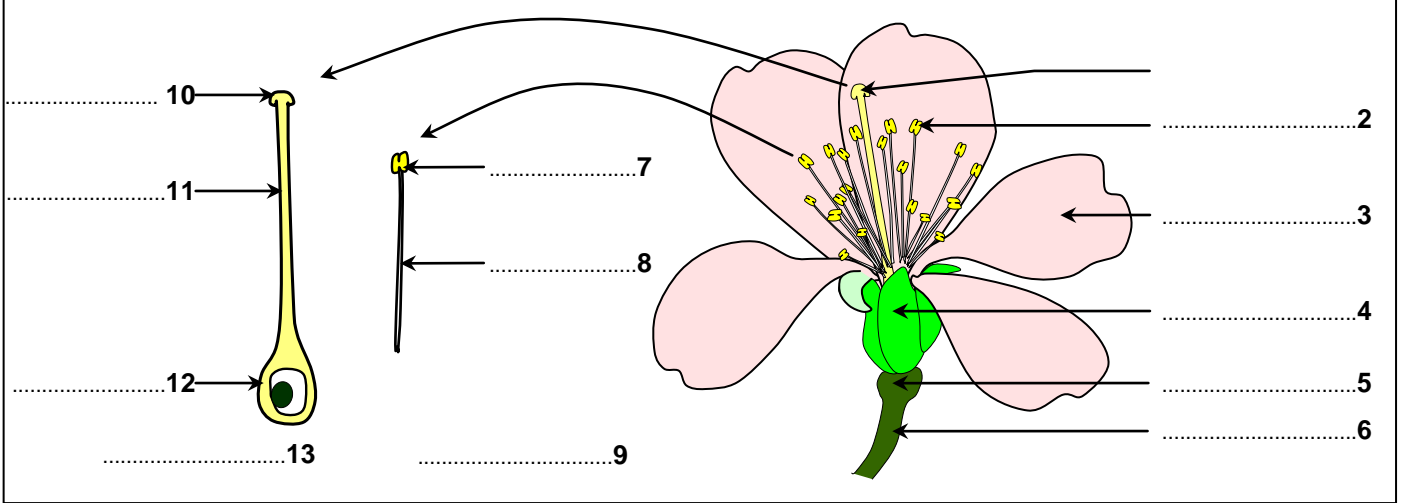
- تنوع في لون، شكل، عدد، وتموضع أعضاء الزهرة.
- أزهارا بسيطة (زهرة البرتقال) وأخرى مرافقة من عدة زهارات تتوفر كل واحدة على الأعضاء الزهرية الموجودة عند الزهرة البسيطة (زهرة دوار الشمس).
- أزهار ثنائية الجنس Bisexuée تحمل الأعضاء الذكرية والأنثوية (زهرة البرتقال)، وأخرى أحادية الجنس Monosexuée تحمل أعضاء ذكرية أو أنثوية (زهرة الكوسى).

لكن رغم تنوع شكلها الخارجي، تتميز أزهار كاسيات البذور بوحدة التعضي.

## ب - تشريح زهرة البرتقال: أنظر الوثيقة 2.

### الوثيقة 2: تشريح زهرة كاسيات البذور.

انطلاقاً من تشريح عدة أزهار كاسيات البذور، بين ان هذه الأخيرة رغم تنوعها فإنها تتميز بوحدة التعضي.



تتمثل دراسة الزهرة في انجاز مقطع طولي، وأخطوط زهري لتعرف مختلف عناصرها وتمثيلها.

### a - ملاحظة وتشريح الزهرة:

تتشكل الزهرة عند كاسيات البذور من:

\* أعضاء وقائية:

- الكأس ( Le calice ) وهو مجموع السبلات ( Les sépales )، تكون إما ملتحمة أو منفصلة.
- التويج ( Le Corolle ) وهو مجموع الأوراق التويجية التي تسمى البتلات (Les pétales). تكون ملتحمة أو منفصلة.

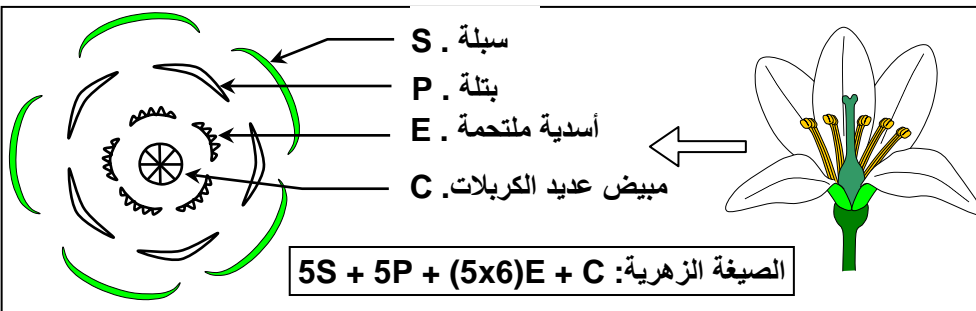
\* أعضاء التوالد:

- أعضاء ذكورية: الكش ( L'androcée ) وهو عبارة عن مجموعة من الأسدية (Les étamine)، وتتكون كل سداة من خويط filet ومئبر Anthère .
- أعضاء أنثوية: المدقة ( Le gynécée ) وهو عبارة عن كربة ( Carpelle ) أو مجموعة من الكربلات، حيث تتكون الكربة من مبيض، قلم، وميسم.

### b - انجاز الأخطوط الزهري: أنظر الوثيقة 3.

### الوثيقة 3: نموذج لأخطوط زهري ولصيغة زهرية

مستعينا بمعطيات هذه الوثيقة، قم بتشريح زهرة كاسي البذور وأنجز رسماً تخطيطياً لمختلف أجزائها، ثم أنجز الأخطوط الزهري لهذه الزهرة.



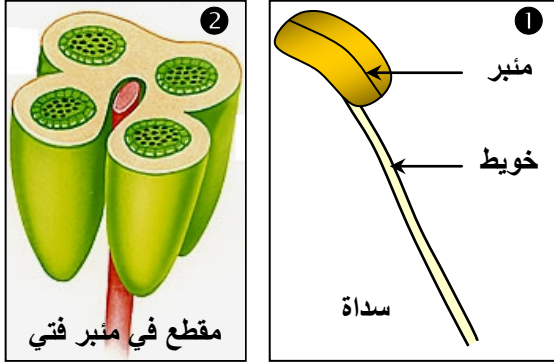
الأخطوط الزهري هو تمثيل لمختلف القطع الزهرية على دوائر مع ترتيبها واحترام تموضعها بالنسبة لبعضها البعض.

## ② تعضي جهاز التوالد عند كاسيات البذور.

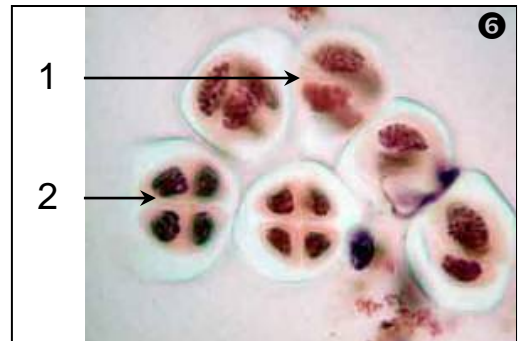
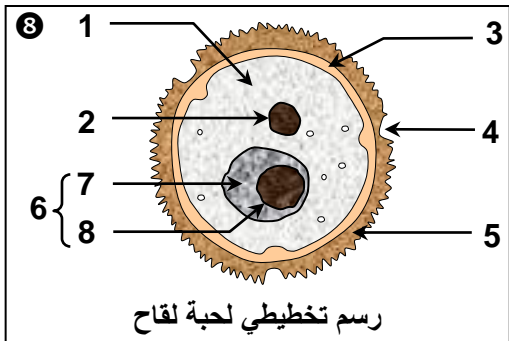
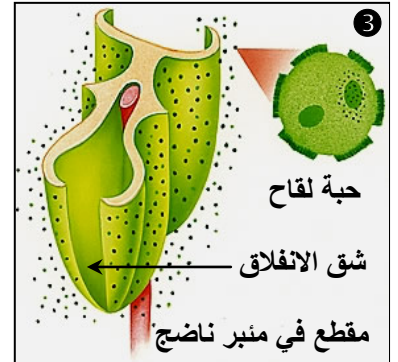
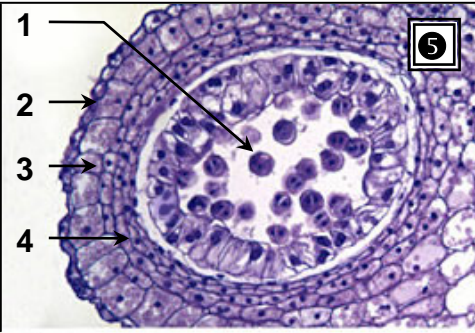
### أ - السداة جهاز التوالد الذكري:

#### a - تعضي جهاز التوالد الذكري: أنظر الوثيقة 4.

#### الوثيقة 4: السداة جهاز توالد ذكري ينتج حبوب اللقاح.



الشكل ① يبين الشكل الخارجي لسداة.  
 الشكل ② صورة لمقطع عرضي لمنبر فتي.  
 الشكل ③ صورة لمقطع عرضي لمنبر ناضج.  
 الشكل ④ ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للمنبر.  
 الشكل ⑤ ملاحظة مقطع عرضي لكيس اللقاح.  
 الشكل ⑥ ملاحظة الخلايا الأم لحبوب اللقاح.  
 انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة، تعرف تعضي جهاز التوالد الذكري وتعرف بنية حبة اللقاح.



عناصر الشكل ④ من الوثيقة: ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للمنبر  
 1 = خلايا أم لحبوب اللقاح Grains de pollen، 2 = كيس لقاحي Sac pollinique،  
 3 = شق الانفلاق Fente de déhiscence.

عناصر الشكل ⑤ من الوثيقة: ملاحظة مقطع عرضي لكيس اللقاح  
 1 = حبة اللقاح. 2 = بشرة. Epiderme 3 = طبقة آلية. Assise mécanique  
 4 = طبقة مغذية. Assise nourricière.

عناصر الشكل ⑥ من الوثيقة: ملاحظة الخلايا الأم لحبوب اللقاح  
 1 = مرحلة خليتين. 2 = مرحلة أربع خلايا. (رباعية)

عناصر الشكل ⑧ من الوثيقة: رسم تخطيطي لحبة لقاح  
 1 = سيتوبلازم. 2 = نواة الخلية الانباتية. 3 = غشاء داخلي Intine. 4 = ثقب Pore.  
 5 = غشاء خارجي Exine. 6 = خلية توالدية Cellule reproductrice = 7 = سيتوبلازم.  
 8 = نواة الخلية التوالدية.

**حصيلة الملاحظات:** تتكون السداة من خويط ينتهي بمئبر. كل مئبر يتكون من أربعة أكياس لقاحية محاطة بثلاث طبقات: البشرة في الخارج، وطبقة مغذية في الداخل بينها طبقة آلية. تتشكل حبوب اللقاح داخل الأكياس اللقاحية ثم تتحرر خلال مرحلة النضج عبر شق يسمى شق الانفلاق. تتكون حبة اللقاح الناضجة من خليتين: خلية كبيرة تسمى خلية إنباتية وخلية صغيرة تسمى خلية توالدية.

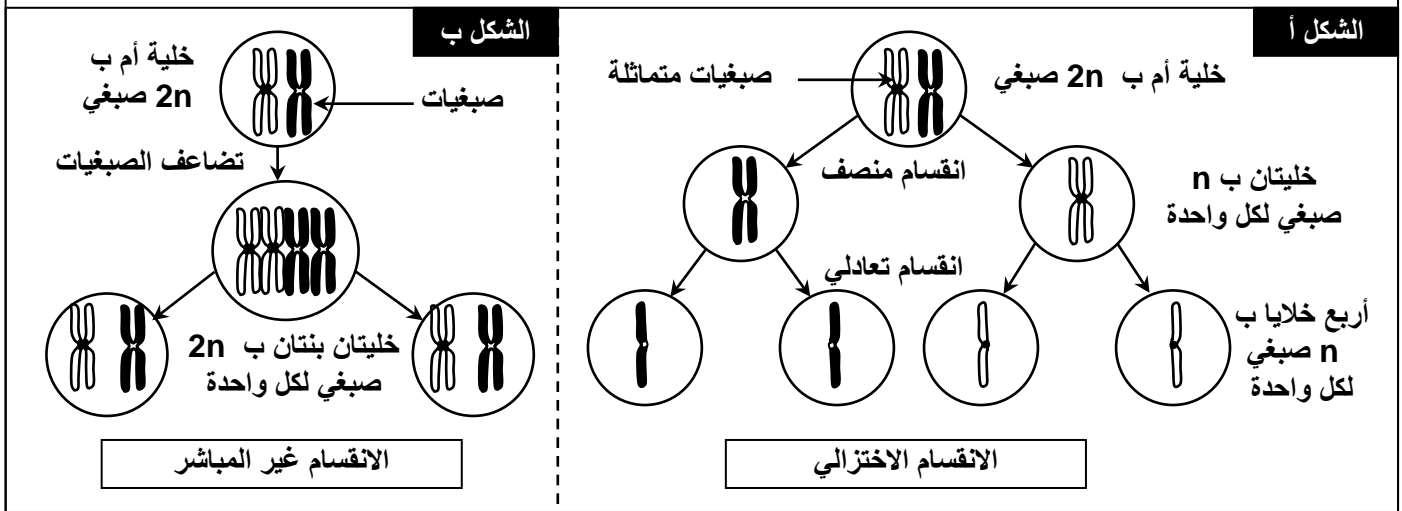
### b - تشكل حبوب اللقاح:

- ★ تختلف حبوب اللقاح من حيث الحجم والشكل حسب نوع النبات، إذ يمكن أن تكون كروية أو بيضاوية، ملساء أو مشوكة.
- بالمجهر الضوئي تبدو حبة اللقاح مكونة من نواتين، نواة توالدية وإنباتية. يعني أن حبة اللقاح تتكون من خليتين: خلية أنباتية وخلية توالدية.
- ★ خلال تشكلها، تتعرض الخلايا الأم لحبوب اللقاح لانقسام خاص يسمى الانقسام الاختزالي، أنظر الوثيقة 5.

#### الوثيقة 5: دور الانقسام الاختزالي في تشكل حبوب اللقاح.

تتوفر الخلية الأم لحبة اللقاح على صبغيات متماثلة، تتجمع على شكل أزواج. نقول أنها خلية ثنائية الصيغة الصبغية (عدد صبغياتها  $2n$ ). خلال الانقسام الاختزالي *Méiose* (الشكل أ) تتعرض الخلية الأم لانقسامين متتاليين:

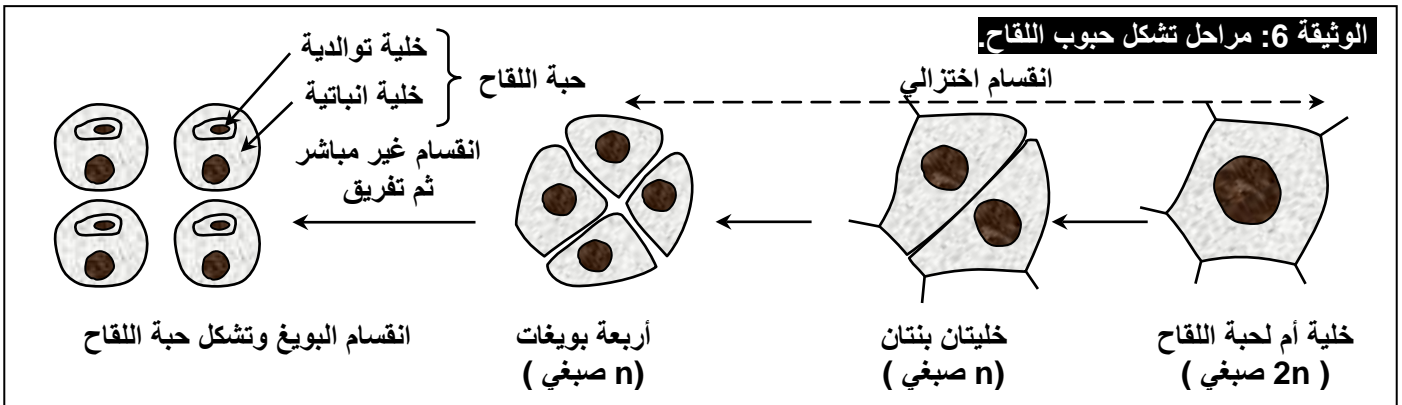
- خلال الانقسام الأول تتفرق الصبغيات المتماثلة لنحصل على خليتين تتوفر كل واحدة على نصف عدد الصبغيات ( $n$ )، فنقول أنها أحادية الصيغة الصبغية.
- خلال الانقسام الثاني، نحصل على أربع خلايا متشابهة وأحادية الصيغة الصبغية ( $n$ ). تتعرض نواة كل خلية لانقسام غير مباشر (الشكل ب) لتعطي حبة لقاح تتشكل من خليتين أحاديتي الصيغة الصبغية.



يتميز الانقسام الاختزالي بكونه يتم عبر انقسامين متتاليين، الشيء الذي يمكننا من المرور من خلية ثنائية الصيغة الصبغية ( $2n$ ) إلى أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية ( $n$ ).

- ★ تتشكل حبوب اللقاح داخل المأبر حسب المراحل الأساسية التالية: أنظر الوثيقة 6.

#### الوثيقة 6: مراحل تشكل حبوب اللقاح.




- تكون الخلايا الأم لحبوب اللقاح ثنائية الصيغة الصبغية من خلال انحدارها من إحدى خلايا المئبر.
- تتعرض الخلايا الأم ( $2n$ ) لانقسام اختزالي فتعطي 4 خلايا تسمى بويغات أحادية الصيغة الصبغية ( $n$ )
- تنقسم نواة كل بويغ بانقسام غير مباشر لتعطي نواة انباتية ونواة توالدية.
- بعد مجموعة من التحولات خلال مرحلة تسمى مرحلة التفریق، يتحول كل بويغ إلى حبة لقاح مكونة من خليتين إحداهما إنباتية والأخرى توالدية.

## ب - المدقة جهاز التوالد الأنثوي:

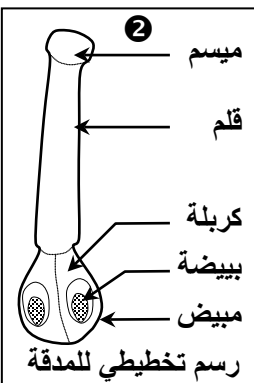
### a - تعضي جهاز التوالد الأنثوي: أنظر الوثيقة 7.

**الوثيقة 7: المدقة جهاز توالد أنثوي ينتج الكيس الجنيني.**

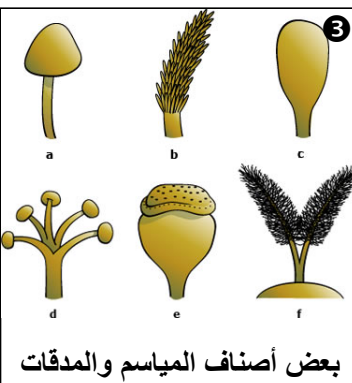
انطلاقاً من معطيات هذه الوثيقة، تعرف تعضي جهاز التوالد الأنثوي وتعرف بنية المبيض، البيضة والكيس الجنيني.




1 صورة لمدقة زهرة



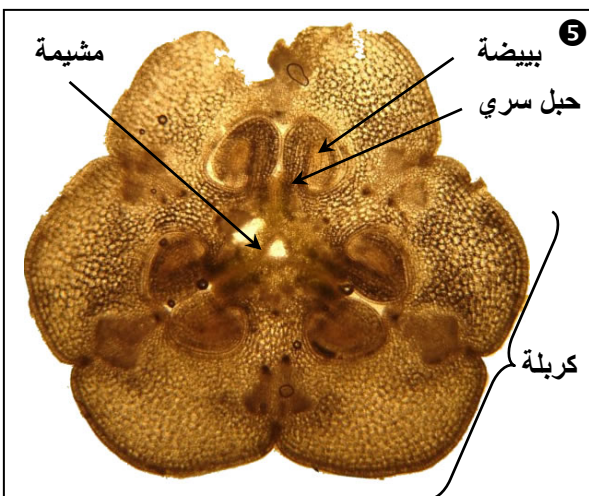
2 رسم تخطيطي للمدقة



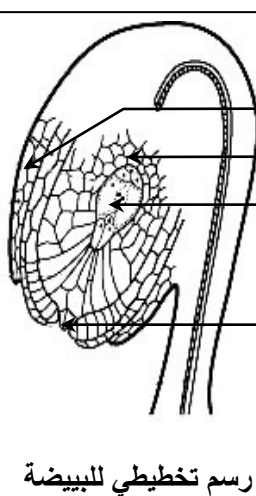
3 بعض أصناف المياسم والمدقات



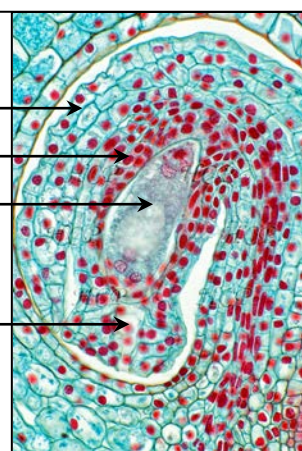
4 مقطع عرضي للمبيض



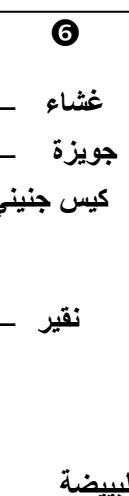
5 كربة بيضة حبل سري مشيمة



6 رسم تخطيطي للبيضة



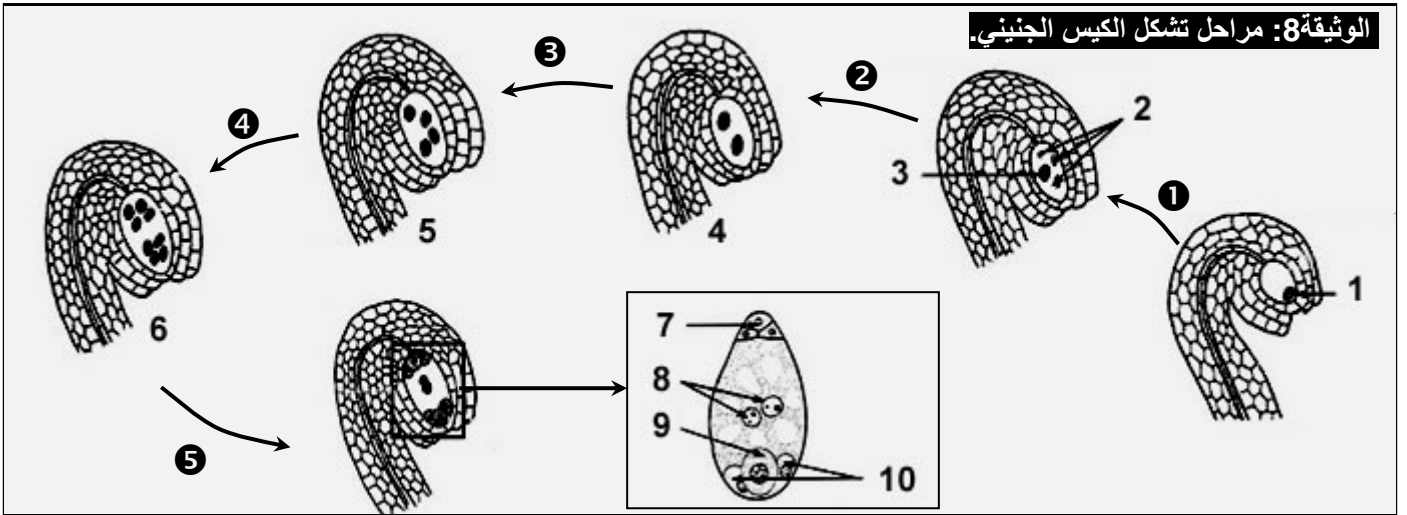
7 صورة مجهرية لمقطع للبيضة



8 غشاء جويضة كيس جنيني نقير

- تتشكل المدقة (Gynécée (Pistil) من ميسم Stigmate ، قلم الميسم Style، والمبيض Ovaire.
- يمكن ملاحظة عدة أشكال من المدقات حسب أنواع الأزهار.
- تبين ملاحظة مقاطع عرضية للمبيض أنه يتكون من كربة واحدة أو عدة كربلات Carpelles. فنجد مثلاً زهرة أحادية الكربة أو متعددة الكربلات.
- تحتوي كل كربة على بيضة أو أكثر Ovules، ترتبط بالمشيمة Placenta بواسطة الحبل السري Funicule وتتكون من نسيج يسمى الجويضة Nucelle، تحتوي في جزئها الأعلى على الكيس الجنيني. ويحيط بالجويضة غشاءان يحددان فتحة صغيرة تسمى النقير Micropyle.
- ينتج الكيس الجنيني Sac embryonnaire انطلاقاً من تكاثر خلايا الجويضة.

## b - تشكل الكيس الجنيني: أنظر الوثيقة 8.



عناصر الوثيقة:

- 1 = الخلية الأم للكيس الجنيني. 2 = ثلاثة أبواغ ضامرة. 3 = بوع كبير  
 4 = الانقسام الأول. 5 = الانقسام الثاني. 6 = الانقسام الثالث. 7 = خلايا معاكسة.  
 8 = نواتا الكيس الجنيني. 9 = ببيضة غير ملقحة. 10 = خليتان مساعدتان.  
 1 = انقسام اختزالي، 2 و 3 و 4 = انقسامات غير مباشرة، 5 = تشكل الكيس الجنيني.

يتشكل الكيس الجنيني عبر المراحل الأساسية التالية:

- تتعرض احدى خلايا الجوزية للتفريق فتعطي الخلية الأم للكيس الجنيني، تكون ثنائية الصيغة الصبغية.
- تتعرض الخلية الأم للانقسام الاختزالي فتعطي أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n)، تتحل ثلاثة منها وتبقى واحدة.
- تتعرض نواة الخلية المتبقية لثلاث انقسامات غير مباشرة فتعطي 8 نوى أحادية الصيغة الصبغية (n).
- تتفرق هذه الخلية فتتوزع النوى الثمانية على سبع خلايا تعطي الكيس الجنيني وهذه الخلايا هي:
  - ✓ ببيضة غير ملقحة والتي تقوم مقام المشيج الأثوي تتموضع قرب النقيير.
  - ✓ خليتان مساعدتان تحيطان بالبويضة غير الملقحة.
  - ✓ ثلاث خلايا معاكسة تتموضع بالقرب المعاكس.
  - ✓ خلية مركزية تضم نواتين.

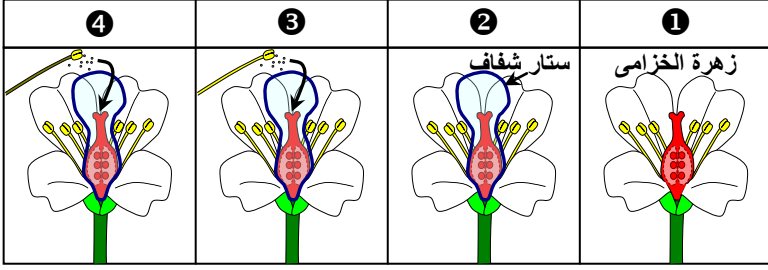
## ج - خلاصة:

تخضع الكائنات الحية عامة والنباتات خاصة لنوعين من الانقسامات، حسب طبيعة الوظيفة المؤهلة للقيام بها ويمكن التمييز بين:

- الانقسام غير المباشر: يمكن من تكاثر وتضاعف خلايا الكائنات الحية، دون تغيير صيغتها الصبغية. حيث تنقسم كل خلية ثنائية الصيغة الصبغية (2n) إلى خليتين ثنائيتي الصيغة الصبغية (2n).
- الانقسام الاختزالي وهو ظاهرة تخضع لها الخلايا التي تلعب دورا في التوالد الجنسي، لتعطي أمشاجا أحادية الصيغة الصبغية، وذلك للحفاظ على ثبات عدد الصبغيات بعد الإخصاب. ويتميز بانقسامين متتاليين لخلية أم ثنائية الصيغة الصبغية (2n)، لنحصل على أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n).

### ③ الأبر، أنواعه وأهميته الزراعية. أ - الأبر وأنواعه: أنظر الوثيقة 9

#### الوثيقة 9: دور الأسدية والمدقة في تكون الثمرة.



لدينا أربع نباتات من الخزامى ①، ②، ③، و ④، كما هو مبين على الرسم أمامه.

① : نترك الأزهار عادية (شاهدة).

النتيجة: تحول المدقة إلى ثمرة تحتوي على بذور.

② : نغطي مدقة الزهرة بستار شفاف، قبل نضج الأسدية. النتيجة: عدم تحول المدقة إلى ثمرة.

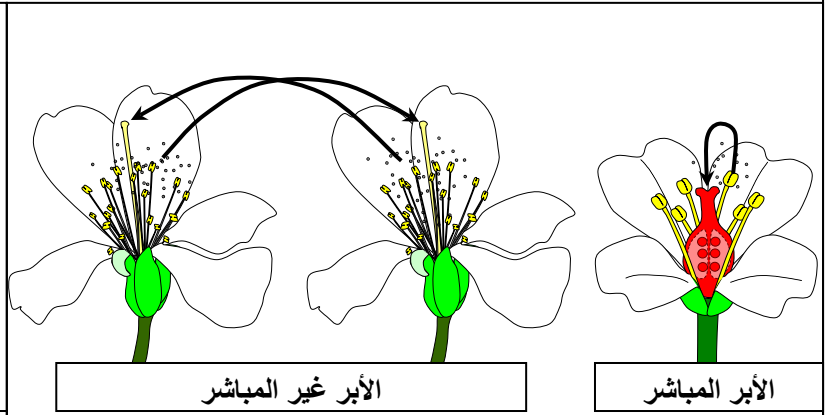
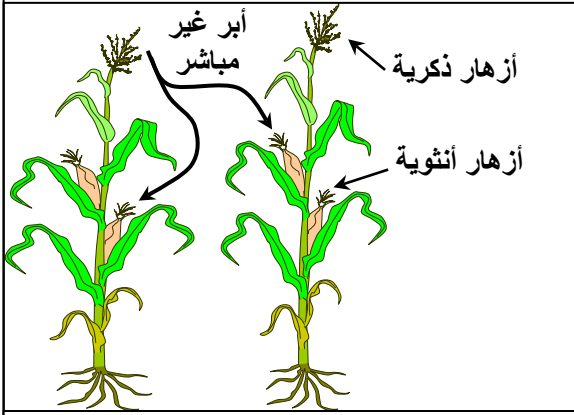
③ : نرج سداة هذه الزهرة فوق الميسم، قبل تغطية المدقة بستار شفاف. النتيجة: تحول المدقة إلى ثمرة.

④ : نرج سداة زهرة البنفسج فوق ميسم زهرة الخزامى، قبل تغطية مدقة الخزامى بستار شفاف. النتيجة: تحول المدقة إلى ثمرة.

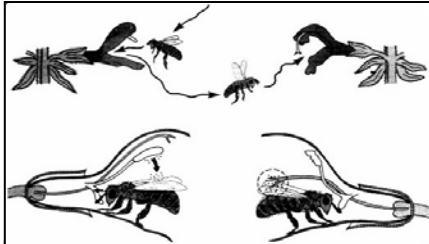
1) ماذا تستنتج من هذه التجربة؟

2) كشفت هذه التجربة عن ظاهرة أساسية في حياة الزهرة. سم هذه الظاهرة، وأعط تعريفا لها.

3) بالاعتماد على ما سبق وعلى الوثائق التالية، أذكر أنواع هذه الظاهرة.



عند نبات الذرة تتموضع الأسدية بالأزهار الذكورية والمدقات بالأزهار الأنثوية في مستويين مختلفين.



الأبر عن طريق الرياح

الأبر عن طريق الطيور

أبر أزهار نبات القويصة بواسطة النحل

تدخل الإنسان في عملية الأبر

1) نستنتج من هذه التجربة أن حبوب اللقاح يجب أن تصل إلى مياسم الأزهار لتتحول إلى ثمار ثم بدور. وأن حبوب اللقاح هذه يجب أن تكون لزهرة من نفس النوع.

2) الظاهرة التي تكشف عنها هذه التجربة هي ظاهرة الأبر La pollinisation ، ويتمثل الأبر في نقل حبوب اللقاح من المنبر والتصاقها بميسم زهرة من نفس النوع.

3) يتم الأبر بعدة عوامل مثل: الرياح، الجاذبية، الماء بالنسبة للنباتات المائية، بعض الحيوانات خاصة الحشرات، الإنسان.

ونميز بين نوعين من الأبر:

- الأبر المباشر أو الذاتي: عندما يتم نقل حبوب اللقاح من أسدية زهرة إلى مدقة نفس الزهرة. ويكون هذا الأبر ممكنا في حالة الأزهار ثنائية الجنس.



- الأبر غير المباشر أو المتقاطع: عندما يتم نقل حبوب اللقاح من أسدية زهرة إلى مدقة زهرة أخرى من نفس النوع.
- ويكون الأبر المتقاطع ضروريا بالنسبة للأزهار الأحادية الجنس مثل النخيل. ولبعض الأزهار الثنائية الجنس، نظرا لوجود بعض المعينات الفيزيولوجية، كعدم النضج المترامن لكل من الأسدية والمدقات، والمعينات الشراحية كقصر الأسدية بالمقارنة مع المدقة.

## ب - الأبر وأهميته الزراعية: أنظر الوثيقة 10

### الوثيقة 10: أهمية الأبر في الميدان الفلاحي.

- ★ جرت العادة في واحات النخيل أن يقوم الفلاحون بقطع أزهار النخيل الذكر، وتحريكها فوق أزهار النخيل الأنثوي
- ★ يلجأ الباحث إلى تقنية الأبر الاصطناعي عندما يرغب في انتقاء سلالات نباتية جيدة، أو عند انجاز تزاوجات مرغوب فيها، حيث يستأصل الأسدية ويحفظ الأزهار المبتورة بأكياس بلاستيكية. ويمكن تخصيبها يدويا بحبوب اللقاح المختارة.
- ★ نقوم بقياس كمية إنتاج البذور لدى أزهار نبات عباد الشمس، وذلك حسب المسافة بين حقل التجربة وخلايا النحل. نتائج هذه الملاحظات مدونة على الجدول التالي.

المسافة بm بين خلايا النحل وحقل التجربة	40 - 0	100 - 80	120 - 100	160 - 120	200 - 160
إنتاج البذور ب Kg/ha بحقل التجربة	1400	1200	1100	1000	1000
إنتاج البذور ب Kg/ha بحقل شاهد	800				

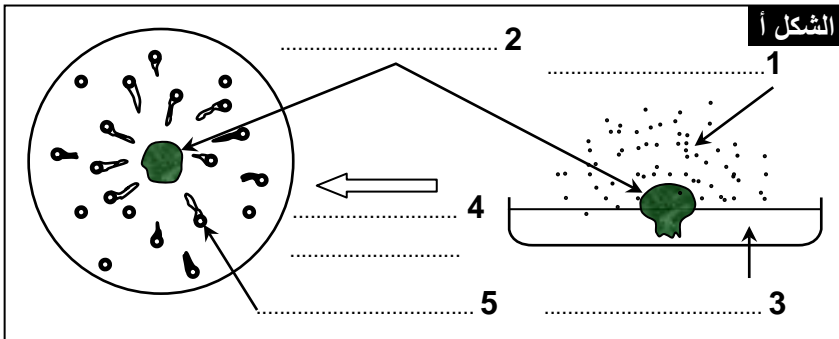
انطلاقا من هذه المعطيات بين أهمية الأبر في الميدان الزراعي.

- يتبين من معطيات هذه الوثيقة أن الأبر يلعب دورا أساسيا في الميدان العلمي والفلاحي.
- نلاحظ أنه كلما كانت المسافة بين خلايا النحل وحقل التجربة قصيرة، إلا وكانت المردودية كبيرة. أي كلما ساهم عدد كبير من النحل في ظاهرة الأبر تزداد المردودية.
- إذن للأبر أهمية كبيرة في الميدان الزراعي، يعني أن هناك ارتباط وثيق بين المردودية الزراعية وظاهرة نقل حبوب اللقاح إلى مياسم الأزهار.

## ④ إنبات حبوب اللقاح. أنظر الوثيقة 11

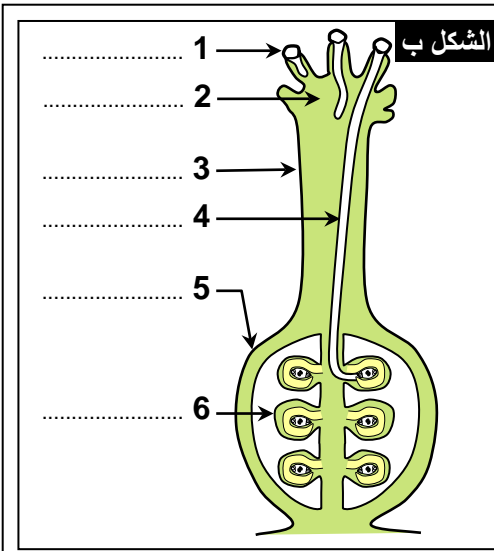
### الوثيقة 11: الكشف عن الاتئاع الكيمائي لأنبوب اللقاح.

نقوم بتحضير محلول جيلاتيني سكري (10 غرام من السكر + 2 غرام من الجيلاتين + 100 cm<sup>3</sup> من الماء).



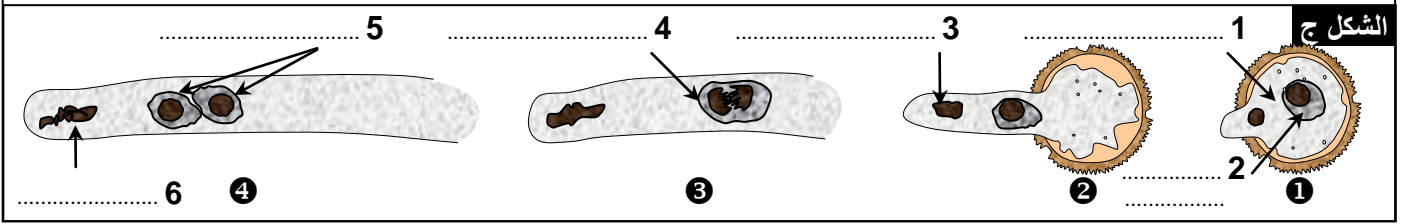
نضع الخليط في علبه بتري. نضع في مركز الإناء قطعة ميسم زهرة، ثم نرج مئبرا ناضجا فوق الجيلاتين. نقوم بتبليل سطح الجيلاتين بقطرات من الماء. نترك الإناء في وسط درجة حرارته 20 °C، وبعد يومين، نلاحظ بواسطة المكبر الزوجي النتائج المحصل عليها ( أنظر الشكل أ ).

- (1) صف توجه أنابيب اللقاح كلما اقتربت من الميسم. كيف تفسر ذلك؟  
تمكن ملاحظة مقاطع طولية للكربلات من تتبع مسار أنابيب اللقاح. يعطي الشكل ب رسما تخطيطيا لمسار أنابيب اللقاح داخل المدقة.
- (2) حدد مسار أنابيب اللقاح أثناء انباتها.
- (3) انطلاقا من هذه المعطيات ومعلوماتك، ما هي شروط إنبات حبة اللقاح؟



يعطي الشكل ج مراحل إنبات حبة اللقاح.

(4) أبرز التحولات التي تعرفها حبة اللقاح خلال ظاهرة الإنبات.



(1) بوجود الماء والعناصر المغذية تنبت حبوب اللقاح فتحرر أنبوبا يسمى أنبوب اللقاح 'Tube pollinique' يتوجه جهة الميسم. نستنتج أن الميسم يفرز مادة كيميائية تحدد اتجاه نمو أنابيب اللقاح، نتكلم عن ظاهرة الانتحاء الكيميائي = **Chimiotropisme**.

(2) في الظروف الطبيعية، تمتص حبة اللقاح الماء والعناصر المغذية الموجودة في الميسم فتنتبت، ويمتد أنبوب اللقاح داخل القلم حتى يصل إلى المبيض فيدخل عبر النقيير.

(3) يتطلب إنبات حبوب اللقاح عدة شروط منها:

- نضج حبوب اللقاح وجودتها والمرتبطة بأمد حياتها منذ تحريرها حتى وصولها الميسم.
- سقوط حبوب اللقاح على المدقة خلال فترة تكون فيها قابلة لاستقبال حبوب اللقاح.
- وجود الماء والعناصر المغذية في الميسم.
- حصول تلاؤم بين حبوب اللقاح والميسم (أن يكونا من نفس النوع).

(4) مراحل إنبات حبة اللقاح:

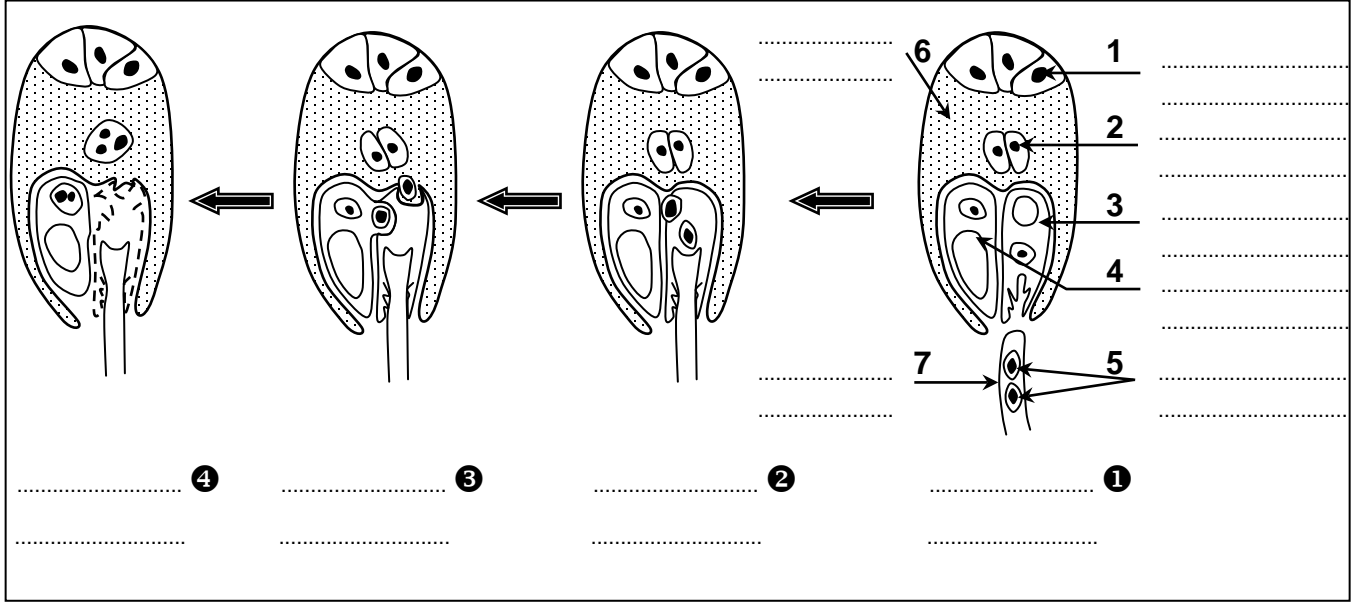
- بعد سقوطها على الميسم، تمتص حبة اللقاح الماء فيظهر أنبوب لقاحي.
- في بداية الإنبات، تحتل النواة الإنباتية مقدمة أنبوب اللقاح متبوعة بالخلية التوالدي.
- خلال استطالة أنبوب اللقاح داخل القلم، يتقلص حجم النواة الإنباتية، بينما تخضع الخلية التوالدية لانقسام غير مباشر لتعطي مشيجين ذكريين نسميهما حبيبين مثبريين.
- عندما يصل أنبوب اللقاح إلى البويضة تكون الخلية الإنباتية قد تلاشت وانحلت.

⑤ الإخصاب المضاعف وتكون البذرة وإنباتها.

أ – الإخصاب المضاعف: أنظر الوثيقة 12.

**الوثيقة 12: رسوم تخطيطية توضيحية لمراحل الإخصاب عند نبات كاسي البذور.**

- تبين الوثيقة ظاهرة بيولوجية تحدث على مستوى البويضة عند وصول أنبوب اللقاح إلى الكيس الجنيني.
- 1) أكتب أسماء العناصر المرقمة على هذه الوثيقة.
  - 2) صف مراحل هذه الظاهرة مبينا سلوك الصبغيات.
  - 3) بماذا تتعت هذه الظاهرة؟ علل جوابك.



1) أسماء العناصر: أنظر الوثيقة.

2) عندما يصل أنبوب اللقاح إلى الكيس الجنيني فإنه يلج عبر النقير إلى البويضة فيخترق الجوزة ويفرغ الحبيبين المثبريين داخل الكيس الجنيني.

★ يتحد أحد الحبيبين المثبريين ( $n$ ) مع البويضة غير الملقحة ( $n$ ) فينتج عن ذلك بويضة ثنائية الصيغة الصبغية ( $2n$ ) نسميها البويضة الرئيسية  $\text{Oeuf principal}$ .

★ يتحد الحي المثيري الثاني ( $n$ ) مع نواتي الكيس الجنيني ( $n+n$ ) فينتج عن ذلك تكون خلية ثلاثية الصيغة الصبغية ( $3n$ )، نسميها البويضة الثانوية أو البويضة التابعة  $\text{Oeuf secondaire}$ .

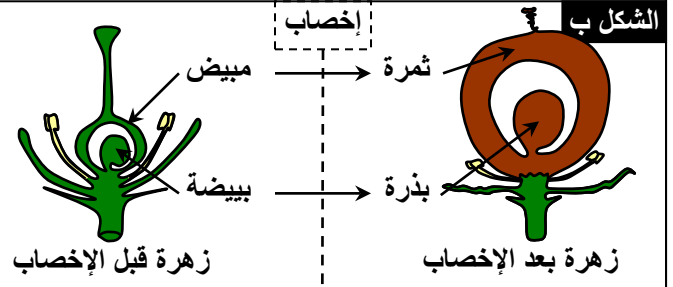
إذن خلال هذه الظاهرة يؤدي تجمع صبغيات الحي المثبري مع صبغيات البويضة غير الملقحة إلى استعادة الخلية الناجمة الصيغة الصبغية الثنائية ( $2n$ ).

3) تتعت الظاهرة بالإخصاب المضاعف  $\text{Double fécondation}$ ، لأن الحبيبين المثبريين يلحقان خليتين منفردتين: البويضة غير الملقحة و خلية الكيس الجنيني.

**ب - تشكل البذرة: أنظر الوثيقة 13.**

### الوثيقة 13: تشكل بذرة نبات ذي فلتقتين

انطلاقاً من معطيات الوثيقة، حدد التحولات التي تعرفها الزهرة بعد الإخصاب المضاعف.

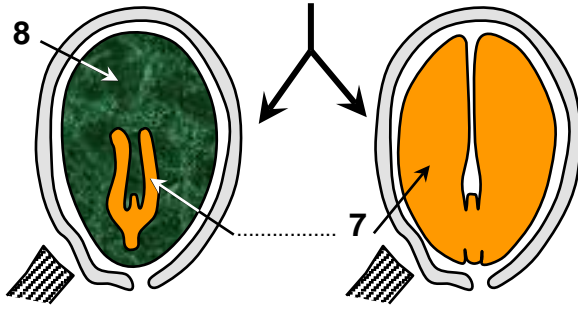
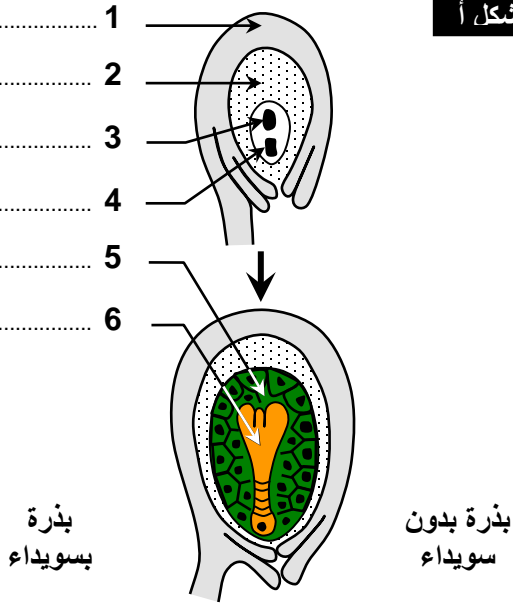


### الشكل ج: فقدان الماء عند بذور الذرة

عدد الأيام بعد الإزهار	21	42	63	77	91
كتلة الماء ب g في كل 50 بذرة	8	10.5	8	6.3	4.4

### الشكل د: التركيب الكيميائي لبعض البذور

ماء	دهنيات	بروتينات	سكريات	
14	2	25	55	بذور الفاصوليا
7	60	20	10	بذور الخروع
12	5	11	70	بذور الذرة



بعد الإخصاب تذبل وتنحل الأوراق الواقية والأسدية، تضرر الخلايا المساعدة والخلايا المعاكسة، فيتحول المبيض إلى ثمرة وتتحوّل البيضة إلى بذرة.

★ تتعرض البيضة الرئيسية لانقسامات غير مباشرة فتعطي البنيات الأولية للجنين (الجذير، الفلقة أو الفلتقتين، البرعم النهائي).

★ تتعرض البيضة التابعة إلى انقسامات غير مباشرة فتعطي كتلة خلوية مليئة بالمدخرات الغذائية نسميها السويداء Albumen. في هذه الحالة نتحدث عن بذرة ذات سويداء.

★ تشكل السويداء والجنين ما نسمي بالبذرة.

★ تراكم البذرة خلال نضجها مدخرات سكرية، دهنية، وبروتينية. ثم تتعرض للتجفيف (فقدان الماء)، فتخفض من تبادلاتها الغذائية والتنفسية مع الوسط الخارجي لتدخل في الحياة البطيئة.

★ ان الظواهر التي رافقت نضج البذرة تسمح لهذه الأخيرة بتحمل الظروف القاسية للوسط في انتظار الإنبات.

### ج - إنبات البذرة: أنظر الوثيقة 14.

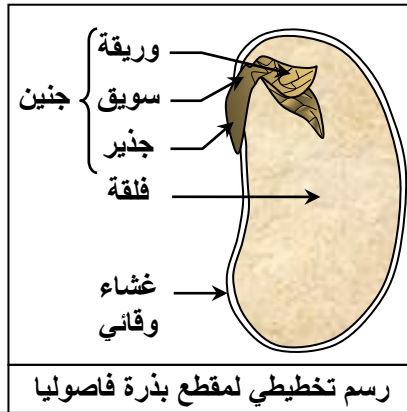
### a - البذرة ومكوناتها: أنظر الشكل أ.

## الوثيقة 14: إنبات البذرة.

**الشكل ب:** أهمية الحرارة والرطوبة في إنبات البذور

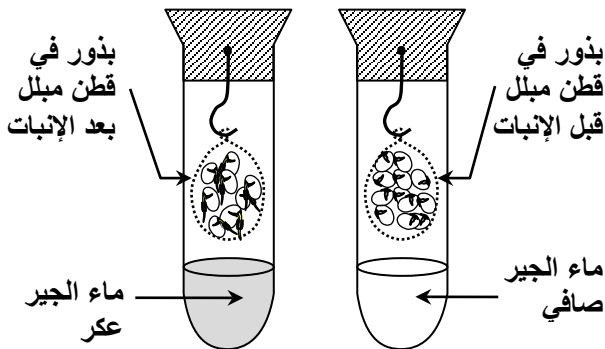
النتائج	ظروف وسط الزرع	
	حالة القطن	درجة الحرارة
إنبات البذور	مبلل بالماء	20 °C
عدم إنبات البذور	جاف	20 °C
عدم إنبات البذور	مبلل بالماء	6 °C

**الشكل أ:** مناولة: نضع بذور فاصوليا في إناء به ماء لعدة ساعات، ثم نزيل قشرتها، ونلاحظها بالعين المجردة، ثم بالمكبر الزوجي.

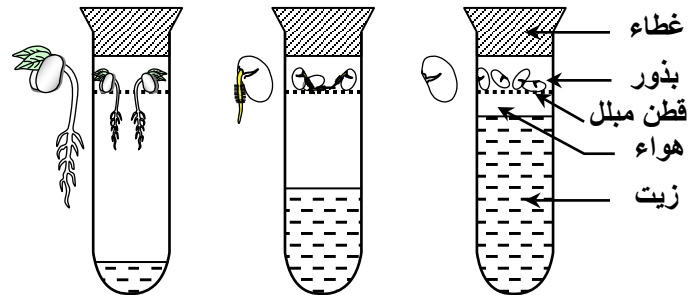


بذرة مشرحة

**الشكل د:** الكشف عن التنفس عند البذور.



**الشكل ج:** نضع فوق قطن مبلل بذور نبات الفاصوليا، وفق الظروف التجريبية المبينة في الوثيقة أسفله. ماذا تستنتج من نتائج هذه التجربة؟



تتكون البذرة من قشرة خارجية تحيط بفلقة أو فلقتين غنية بالمدخرات، يوجد بها جنين يتكون من جذير وسويق ووريقات ( الشكل أ ).

### b - شروط إنبات البذرة: أنظر الشكل ب، ج ود.

يتطلب الإنبات ظروفًا ملائمة. أهمها:

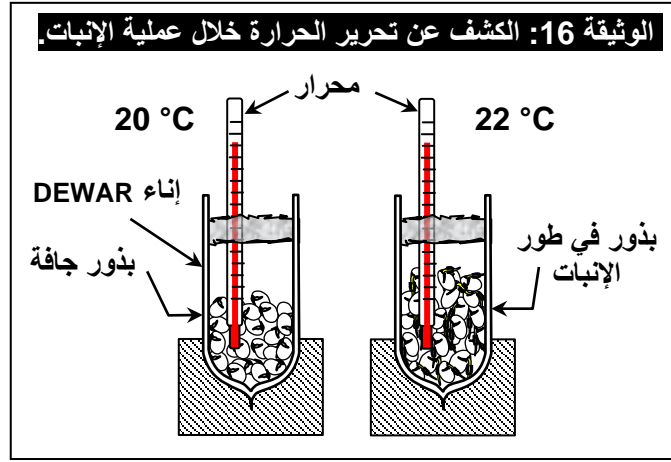
- وجود الماء الذي يسمح بتليين أغلفة البذرة حيث تصبح مرنة ونفوذ للغازات، مما يؤدي استعادة نشاط البذرة، الذي ينتج عنه تمزيق الأغلفة وبروز الجذير.
- الحرارة الملائمة التي تلعب دورًا مهمًا في تنشيط الأنزيمات وبالتالي استعادة نشاط البذرة.
- الهواء ( الأكسجين ) الذي يمكن من تفكيك المدخرات العضوية لإنتاج الطاقة الضرورية لنمو الجنين وبالتالي إنباته.

### c - المظاهر الفيزيولوجية لإنبات البذرة: أنظر الوثيقة 15 والوثيقة 16.

**الوثيقة 15:** نأخذ بذورًا في مراحل مختلفة من الإنبات. نزيل أجنحتها ونحتفظ بالسويداء. نهرس سويداء كل من البذور في إناء مختلف بوجود الماء.

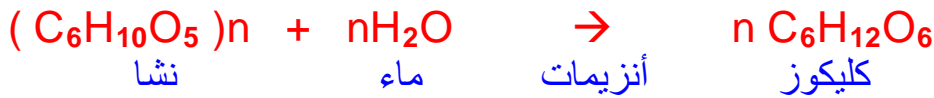
نرشح المحلول المحصل عليه ثم نختبر الرشاخة باستعمال الماء اليودي الذي يكشف عن وجود النشا، ومحلول فهلينغ الذي يكشف عن الكليكو. النتائج المحصل عليها مدونة في الجدول أسفله.  
على ضوء نتائج تلون الكواشف، حدد كمية كل من النشا ثم سكر الكليكو في سويداء البذور. باستعمال الرموز التالية:  
+++ وجود كمية مهمة، ++ كمية متوسطة، + كمية قليلة، - غياب.  
كيف تفسر نتائج هذه التجربة؟

مراحل الإنبات	ساعة	ساعتين	ثلاث ساعات
الاختبار بالماء اليودي	تلون أزرق داكن	تلون أزرق داكن	تلون أزرق جد فاتح
كمية النشا			
الاختبار بمحلول فهلينغ + التسخين	غياب الراسب الأحمر	راسب أحمر أجوري	راسب أحمر قاتم
كمية الكليكوز			



خلال إنبات البذور، نسجل:

✓ انخفاض تدريجي للنشا (سكر معقد) وظهور تدريجي للكليكوز (سكر بسيط) (الوثيقة 15)، لا يمكن تفسير هذه النتيجة إلا بكون النشا يتعرض للتحلل بوجود الماء فيتحول إلى كليكوز، نسمي هذا التفاعل بحلماة النشا ويحدث وفق التفاعل الكيميائي التالي:



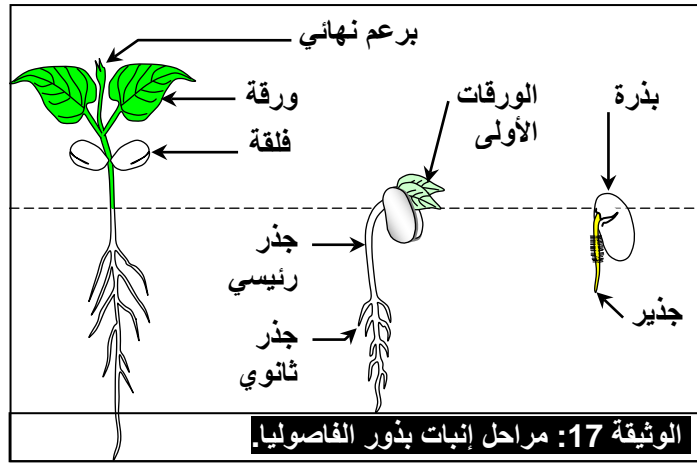
✓ طرح البذرة لثاني أكسيد الكربون مع تحريرها لكمية من الطاقة، يفقد جزء منها في شكل حرارة، (الوثيقة 16). لا يمكن تفسير هذه النتيجة إلا بحدوث تفاعلات أكسدة مستهلكة لمادة طاقية (الكليكوز) لدى خلايا الجنين من أجل الحصول على الطاقة اللازمة للنمو، يمكن تلخيص ذلك في التفاعل الكيميائي التالي:



يتمثل الإنبات إذن في مظاهر فيزيولوجية تتجلى في تنشيط الوظائف الفيزيولوجية الأساسية (تغذية، تنفس، نمو، تركيب ...) حيث تخرج البذرة ثم النبتة من الحياة البطيئة إلى الحياة النشيطة.

**ملحوظة:** تحتاج هذه التفاعلات إلى أنزيمات، تلزم حرارة معينة، هذا ما يبرر حدوث الإنبات في ظروف حرارية محددة.

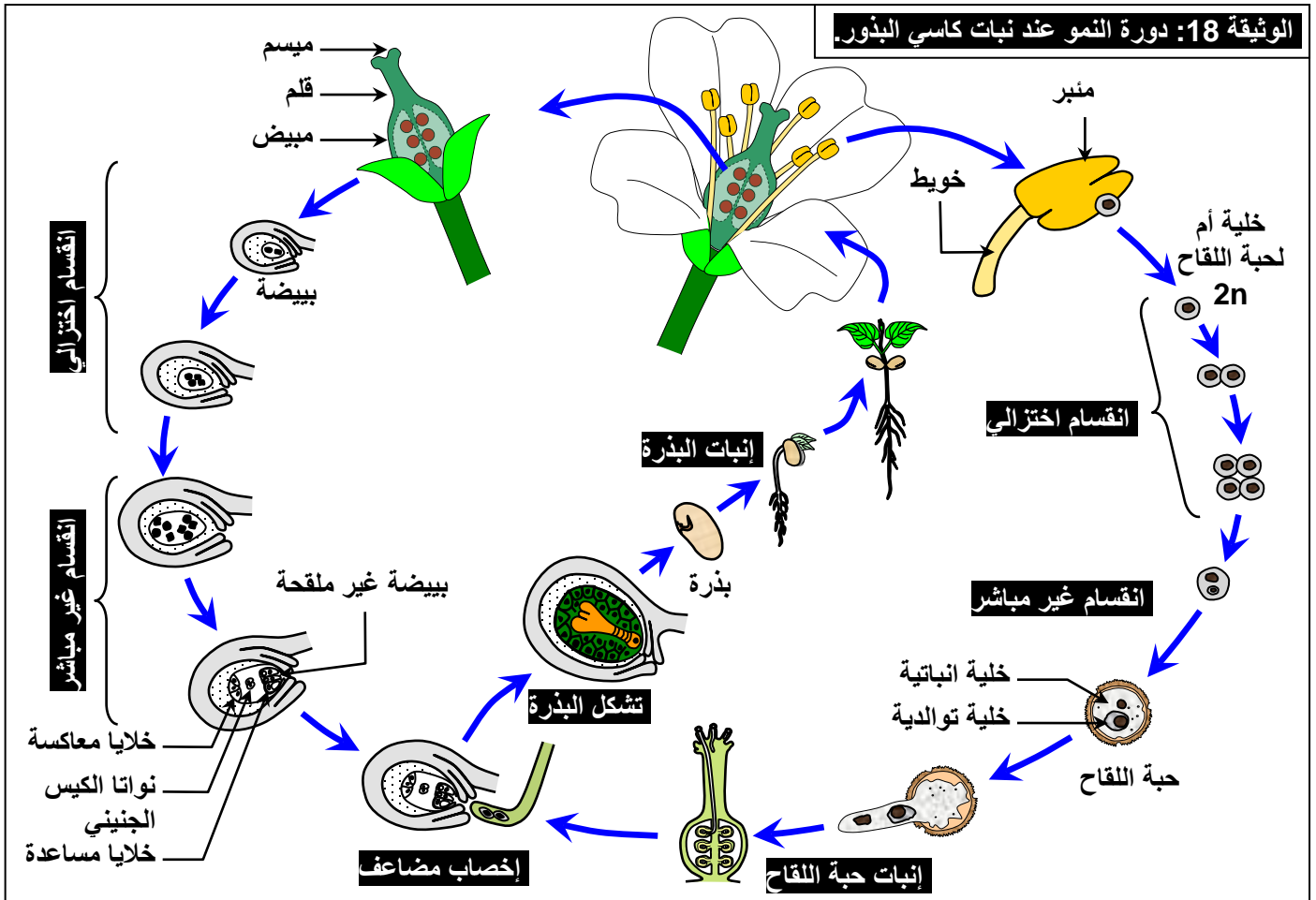
## d - مراحل إنبات البذرة: أنظر الوثيقة 17.



عندما تتوفر الظروف الملائمة من ماء، هواء وحرارة، فان البذرة تنبت حسب المراحل التالية:

- دخول الماء إلى البذرة مما يؤدي إلى انتفاخها وتمزق الأغشية المحيطة بها.
- بروز الجدير وانغرازه في التربة.
- نمو الجدير وتفرعه إلى جذور ثانوية.
- بروز الساق وبروز البرعم الذي سيعطي الأوراق.
- يتلاشى غشاء البذرة وتذبل الفلقتين.

## ⑥ دورة النمو عند كاسيات البذور. أنظر الوثيقة 18



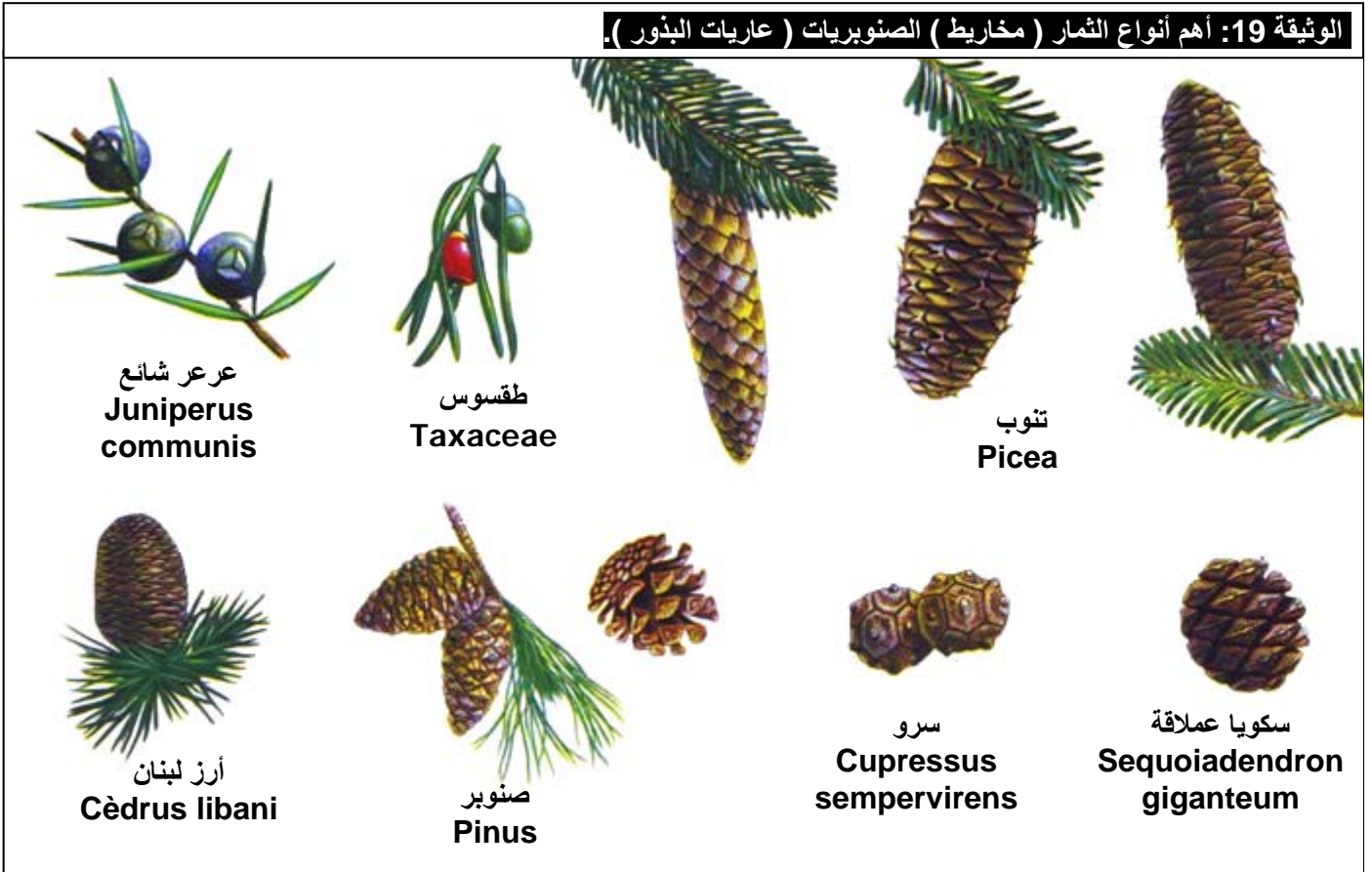
تتميز حياة الكائن الحي الذي يتوالد جنسيا، كالنباتات كاسيات البذور، بتعاقب ظاهرتين أساسيتين: الإخصاب والانقسام الاختزالي.

خلال دورة حياة هذا الكائن الحي، نقوم بتحديد موقع الإخصاب والانقسام الاختزالي. وبهذا نحدد مرحلتين:

- مرحلة ثنائية الصيغة الصبغية: من الإخصاب إلى الانقسام الاختزالي.
- مرحلة أحادية الصيغة الصبغية من الانقسام الاختزالي إلى الإخصاب.

## I – التوالد الجنسي عند عاريات البذور.

النباتات عاريات البذور هي نباتات زهرية تتميز أساسا بكونها تنتج بذورا غير محفوظة داخل الثمرة. وتضم مجموعة كثيرة التنوع من الأشجار، والشجيرات مثل الصنوبر Le pin، الأرز Le cèdre، العرعر Juniperus ... ( أنظر الوثيقة 19 )



تحمل غالبية عاريات البذور بذورها داخل مخاريط. وتُعدُّ المخروطيات أكثر نباتات عاريات البذور شهرة، وتتميز أوراق غالبية المخروطيات بأنها شبه إبرية. وتنمو بذورها على السطح العلوي للحراشف التي تتكون منها المخاريط.

تضل غالبية المخروطيات دائمة الخضرة، و ذلك بتساقط الأوراق المسنة، ونمو أوراق حديثة باستمرار.

- ما هي البنيات المسؤولة عن التوالد عند عاريات البذور ؟
- كيف يتم التوالد الجنسي عند عاريات البذور ؟

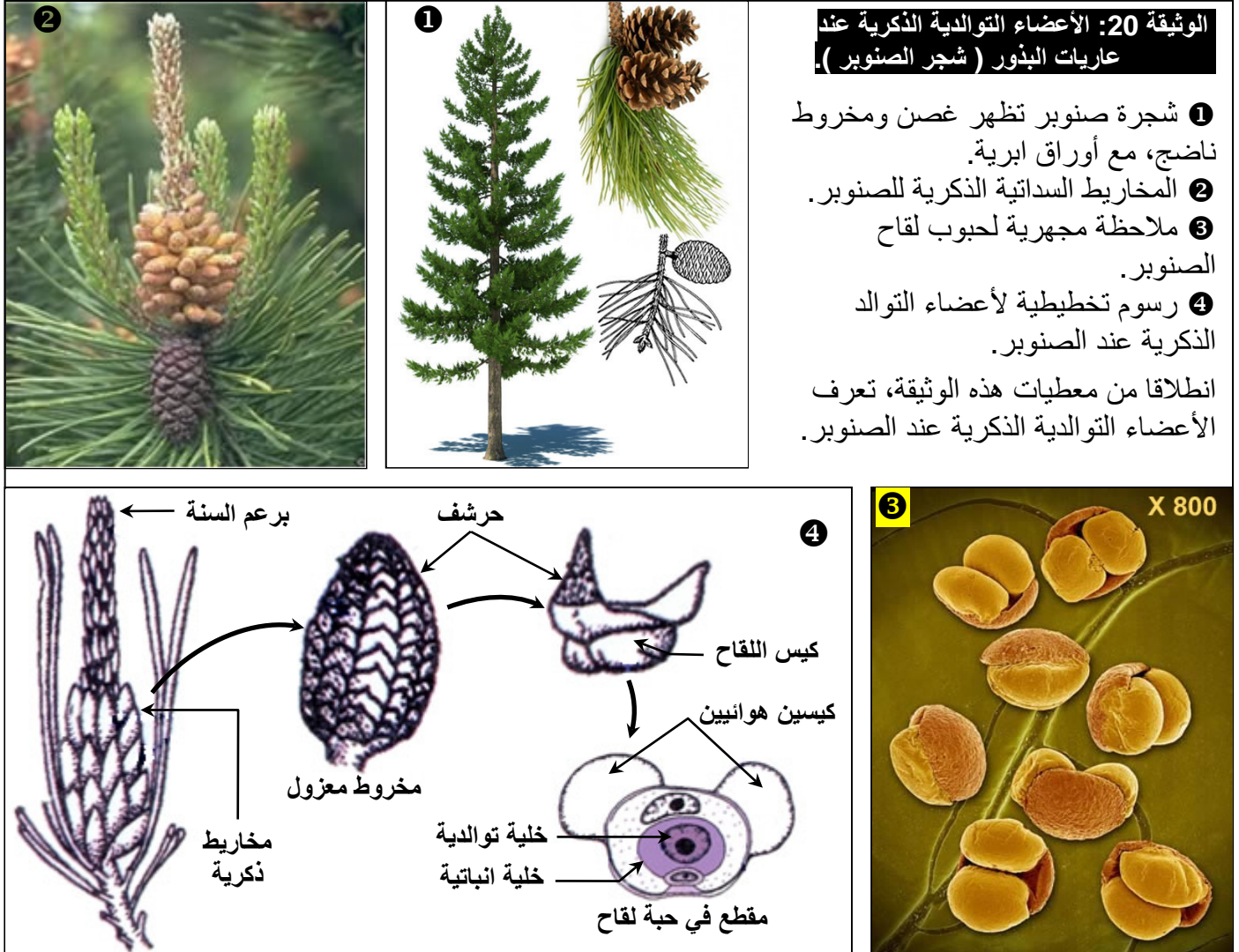
### ① أعضاء التوالد عند عاريات البذور.

أ – أعضاء التوالد عند الصنوبر:



يتم التوالد الجنسي عند عاريات البذور على مراحل، ويتطلب عدة سنوات، وغالبا ما يحدث ابتداء من فصل الربيع. توجد الأزهار عند عاريات البذور ضمن مخاريط، وهي أزهار مختزلة في الأعضاء التوالدية أي بدون كأس أو تويج. لدى تصنيف هذه النباتات ضمن ما نسمي بالمخروطيات = les Conifères.

## a - أعضاء التوالد الذكرية: أنظر الوثيقة 20.

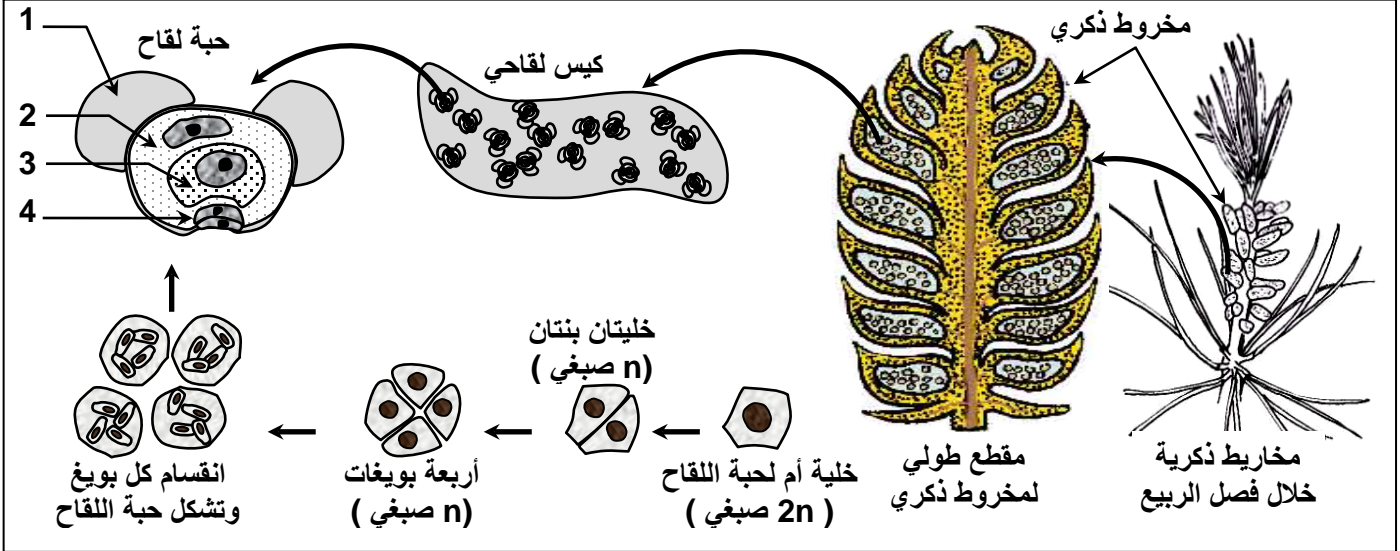


– تتمثل الأعضاء التوالدية الذكرية في شكل مجموعة من المخاريط، تتموضع في قاعدة برعم السنة. ويتشكل كل مخروط ذكرى من عدة حراشف Ecailles متموضعة حول المحور.

– يحمل كل حشف في وجهه السفلي كيسين منبريين (كيسي لقاح) توجد بداخلهما حبوب اللقاح. و تتميز حبوب اللقاح عند الصنوبر بتوفرها على كيسين هوائيين يسهلان تبعثرها بواسطة الرياح.

– مقارنة مع كاسيات البذور، يمكن اعتبار الحشف الذكرى سداة وبالتالي فإن المخروط عبارة عن زهرة أحادية الجنس.

– تتشكل حبوب اللقاح داخل كيس اللقاح عبر المراحل الأساسية التالية: أنظر الوثيقة 21.



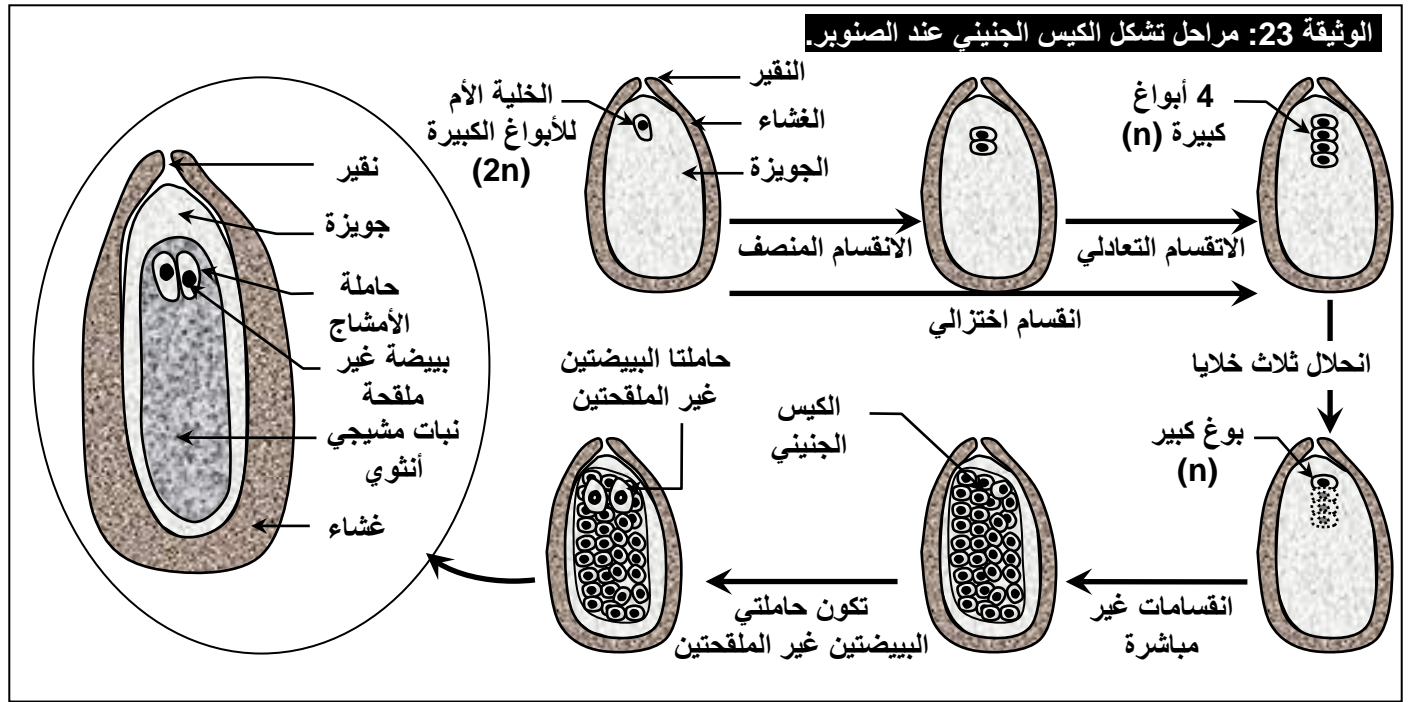
- تتعرض الخلية الأم لحبة اللقاح (2n) إلى انقسام اختزالي فتعطي أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية تدعى بويغات (n).
- يتعرض كل بويغ إلى انقسامين غير مباشرين ليعطي أربع خلايا.
- تخضع هذه الخلايا لمرحلة تفريق (يتكون الكيسان الهوائيان بامتلاء الحيز البيغشائي على الجانبين بالهواء) فنحصل على حبة لقاح تحتوي على خلية أو خليتا النبات المشيجي (الخلايا المشيرية)، خلية انباتية، وخلية توالدية.

### b - أعضاء التوالد الأنثوية: أنظر الوثيقة 22.



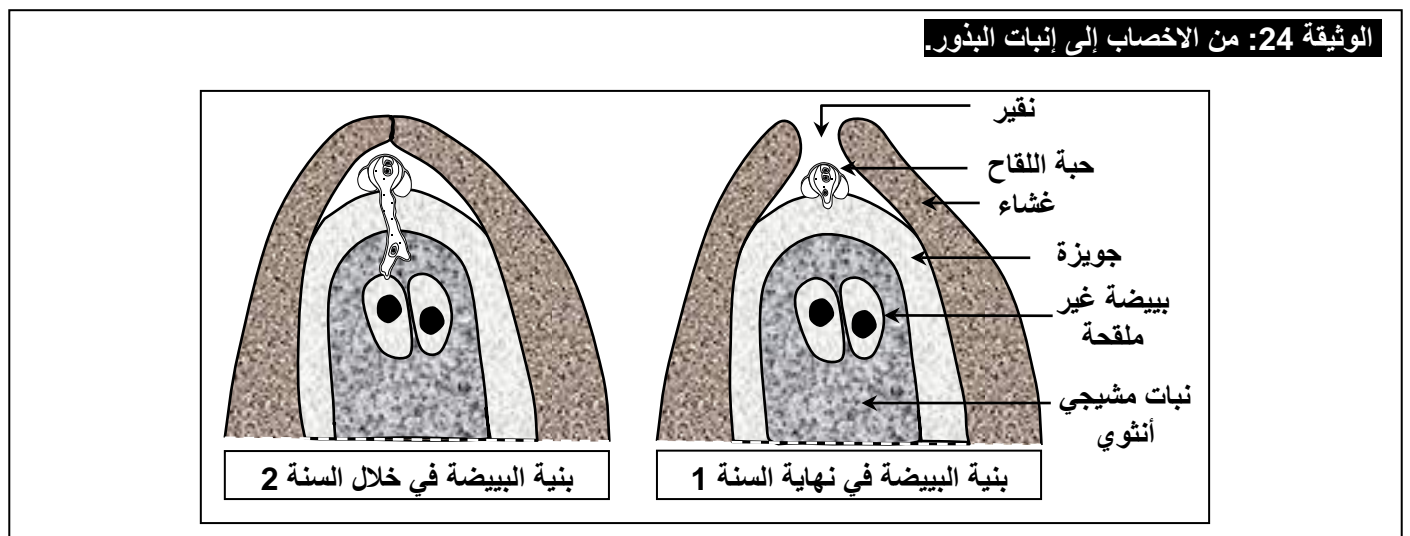
– تتمثل الأعضاء التوالدية الأنثوية في شكل مخروط صغير (1 cm)، مكون من عدة حراشف حمراء اللون، ويتموضع في قمة برعم السنة.

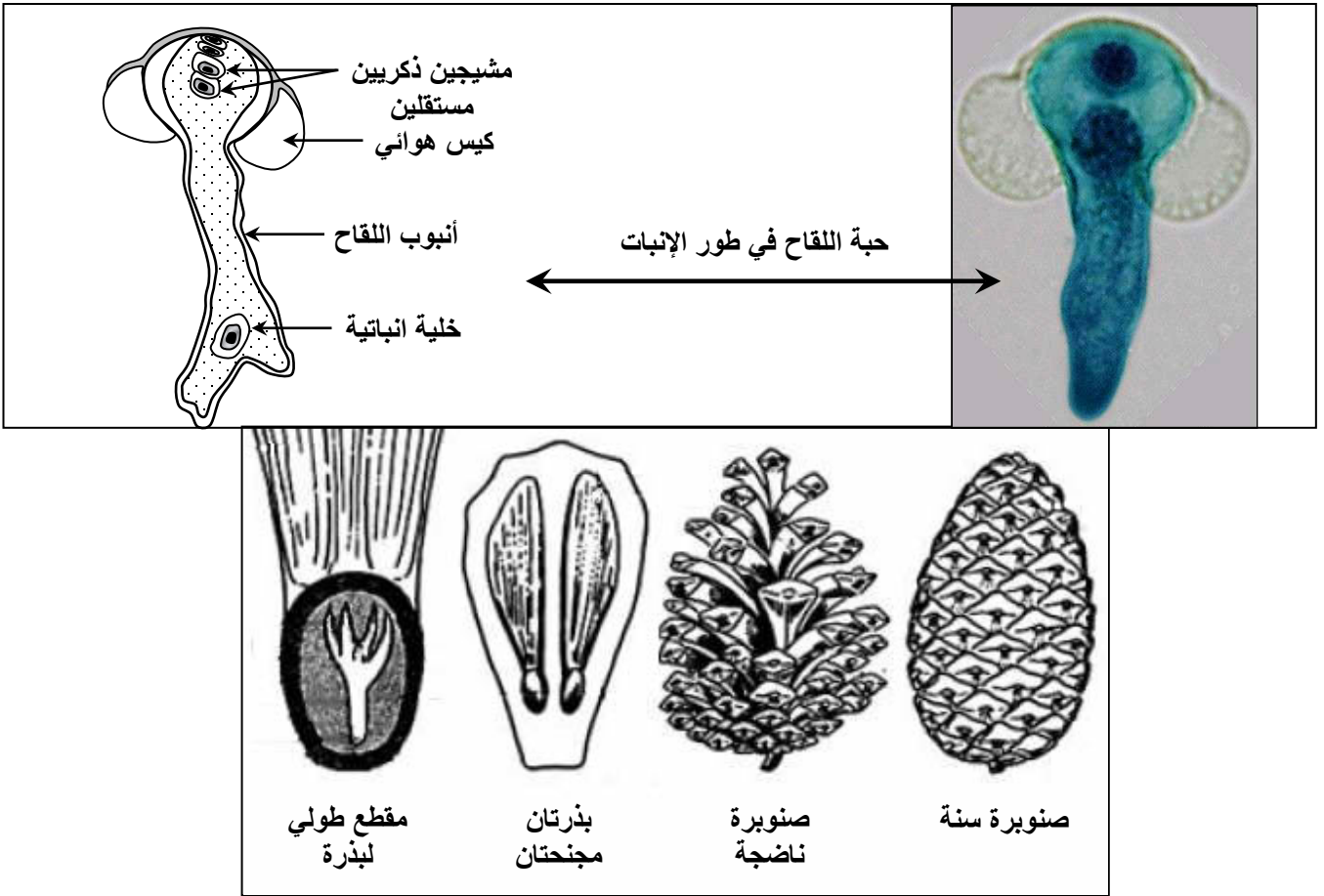
– يحمل كل حرشف على وجهه العلوي ببيضتين ويسمى حرشفا بيضيا، وبالتالي فالمخروط هو عبارة عن زهرة أحادية الجنس.  
– تتشكل حاملات الأمشاج عند الصنوبر حسب المراحل التالية: أنظر الوثيقة 23.



- تظهر الخلية الأم الثنائية الصيغة الصبغية في مخروط السنة.
- في السنة الأولى، تخضع هذه الخلية إلى انقسام اختزالي فتعطي 4 خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n) تسمى الأبواغ الكبيرة.
- تتحلل 3 أبواغ وتبقى واحدة. تخضع لعدة انقسامات غير مباشرة، لتشكل الكيس الجنيني (مشيرة أنثوية)، الذي ينمو على حساب الجويزة.
- يتوقف نمو المشيرة خلال فصل الشتاء ليستأنف في ربيع السنة الموالية، حيث تتفرق خليتان أو ثلاث من خلال الكيس الجنيني الموجودة قرب النقيير، وتعطي كل واحدة منها حاملات ببيضة غير ملقحة (حاملات الأمشاج) تتضمن ببيضة غير ملقحة محاطة بطبقة من الخلايا العقيمة.

## ② من الإخصاب إلى إنبات البذور. أنظر الوثيقة 24.





### a - الأبر:

- يتوفر الصنوبر (وجل عاريات البذور) على أزهار مختزلة، يغيب فيها الكأس (مجموع السبلات) والتويج (مجموع الأوراق التويجية)، مما لا يترك مجالاً للأبر بواسطة الحشرات، حيث تتم هذه العملية أساساً بواسطة الرياح.
- تتوفر حبوب اللقاح على أكياس هوائية تساعدها على الأبر بواسطة الرياح. ويكون هذا الأبر غير مباشر (متقاطع).
- بوصولها إلى المخروط الأنثوي، تنسل حبوب اللقاح بين الحراشف الأنثوية، فتصل إلى قمة البيضة. بعد ذلك تنسد حراشف المخروط الأنثوي لحماية البيضات المأبورة.
- في نفس السنة، يبدأ إنبات حبوب اللقاح، حيث يحرر أنبوب لقاح، يخترق الجوزة حاملاً في مقدمته الخلية الانباتية، أما الخلية التوالدية فتبقى في مكانها. وبهذه الأحداث يتوقف الإنبات خلال السنة الأولى.

### b - الإخصاب:

- في ربيع السنة الثانية، يتواصل نمو أنبوب اللقاح في اتجاه حاملة الأمشاج التي تكون في طور التشكل. فتتضاعف الخلية التوالدية لتعطي حبيبين مئبريين يتموضعان خلف الخلية الانباتية داخل أنبوب اللقاح.
- يخترق أنبوب اللقاح عنق حاملة الأمشاج، فينحل طرفه ثم يفرغ محتواه داخل البيضة غير الملقحة.
- يتم إخصاب البيضة غير الملقحة بواسطة حيي مئبري واحد، أما الحيي المئبري الآخر والخلية الانباتية فيتعرضان للانحلال.
- ينتج عن الإخصاب بيضة ثنائية الصيغة الصبغية (2n).

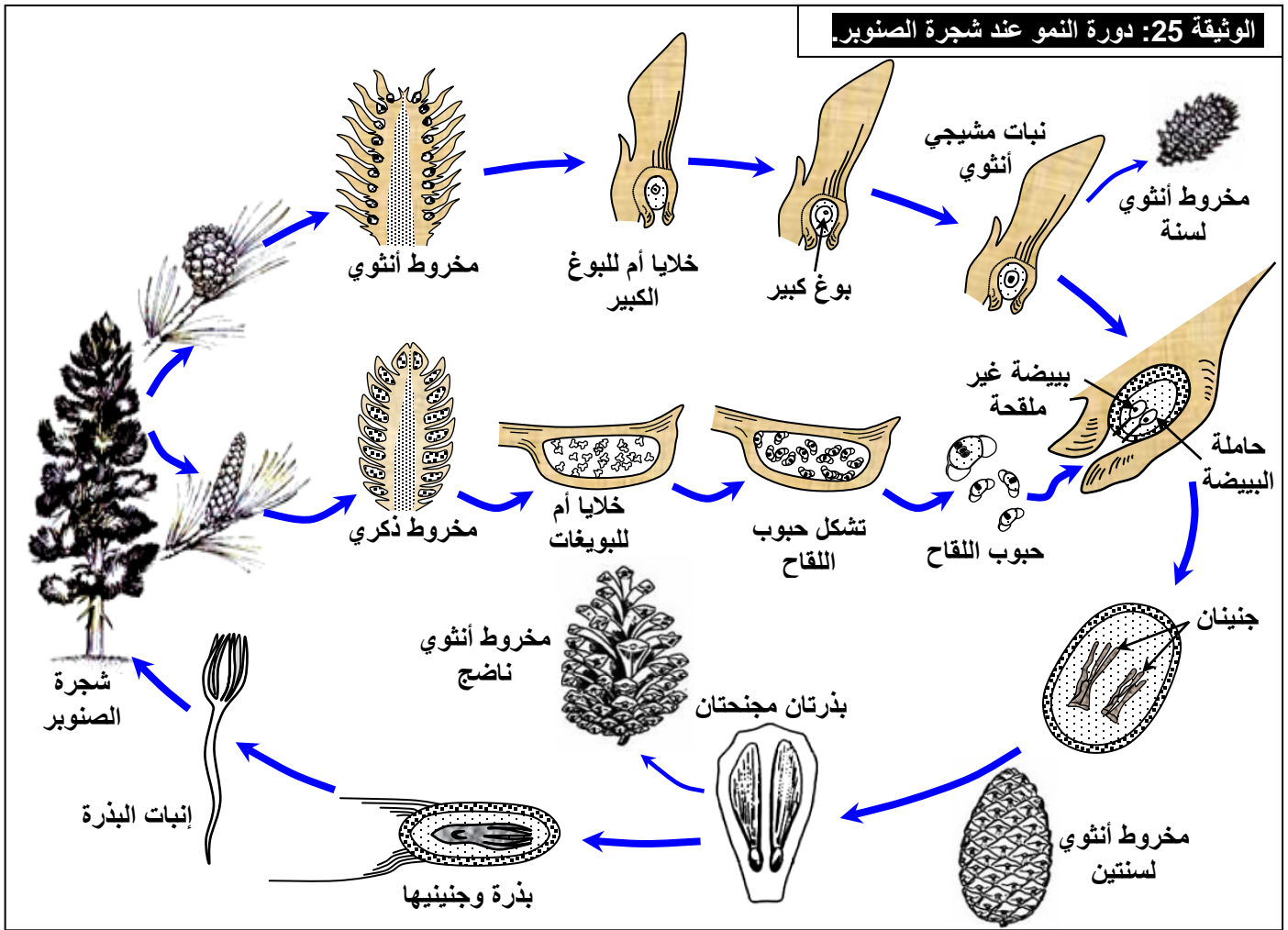
## c - تشكل البذور وإنباتها:

مباشرة بعد الإخصاب، تتعرض البيضة إلى انقسامين، فتتكون أربع خلايا جنينية، تتطور كل واحدة منها لتعطي جنينا، لكن سرعان ما يتوقف نمو ثلاثة منها، بينما يواصل جنين واحد نموه ليُعطي نبتة فتية. في نفس الوقت تتجمع المدخرات المقيمة في خلايا السويداء، و يتلجنن (يخشوشب) غشاء البيضة الملقحة، وتفقد الماء، لتدخل في حياة بطيئة. إنها البذرة.

تظل البذرتان المشكلتان خلال صيف السنة الثانية داخل المخاريط الأنثوية. و خلال فصل الربيع من السنة الثالثة، تيبس الحراشف وتتفصل عن بعضها البعض، حيث يحمل كل حرشف على سطحه بذرتين مجنحتين يسهل انتشارهما بواسطة الرياح.

بعد سقوطها على التربة، تنبت بذور عاريات البذور وفق ظروف و شروط الإنبات عند كاسيات البذور، لتعطي نبتة جديدة.

## d - دورة النمو عند عاريات البذور: ( شجرة الصنوبر ) أنظر الوثيقة 25.



تتميز دورة النمو عند عاريات البذور بوجود جيلين : جيل ثنائي الصيغة الصبغية يتمثل في الصنوبر المورق الذي يشكل النبات البوغي، وهي المرحلة السائدة في الدورة. وجيل أحادي الصيغة الصبغية ممثل في المشيرة التي تحتوي على حاملة الأمشاج (نبات مشيجي). إن دورة نمو الصنوبر هي دورة أحادية - ثنائية الصيغة الصبغية مع سيادة الطور الثنائي الصيغة الصبغية.

## التوالد الجنسي عند النباتات اللازهرية

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

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

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 اللازهرية ؟ وكيف 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 ...



*Chlorella vulgaris var. vulgaris*

الكلوريل  
طحلب أخضر مجهري



الأسيتابولاريا  
طحلب أخضر وحيد الخلية



الأسبيروجير  
طحلب خيطي



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 تصنيف حسب توفرها على أحد جهازي التوالد أو على كليهما فنجد:

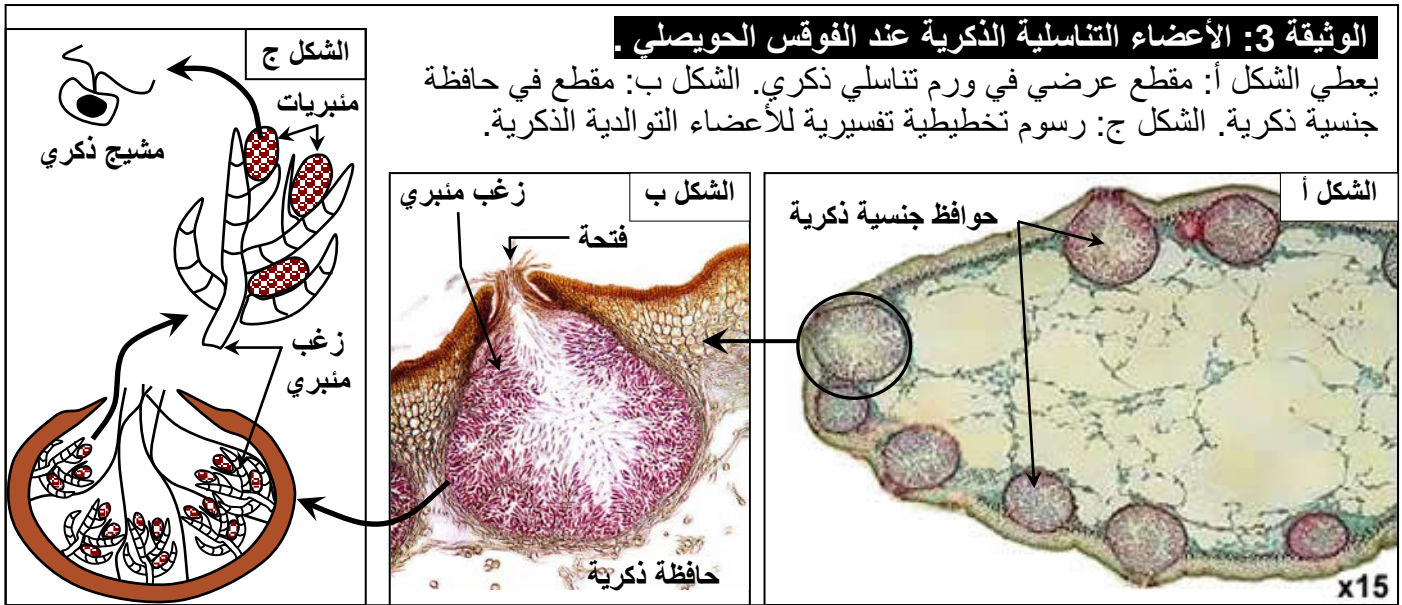
- طحالب متشابهة المشرة، حيث جهازي التوالد الذكري والأنثوي محمولان على نفس المشرة (مشرة ثنائية الجنس).
- طحالب مختلفة المشرة، أي أن جهازي التوالد الذكري والأنثوي محمولان على مشرتين مختلفتين (مشرة أحادية الجنس).

② التوالد الجنسي عند الفوقس الحويصلي.  
أ - الجهاز الانباتي للفوقس الحويصلي. أنظر الوثيقة 2.



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.

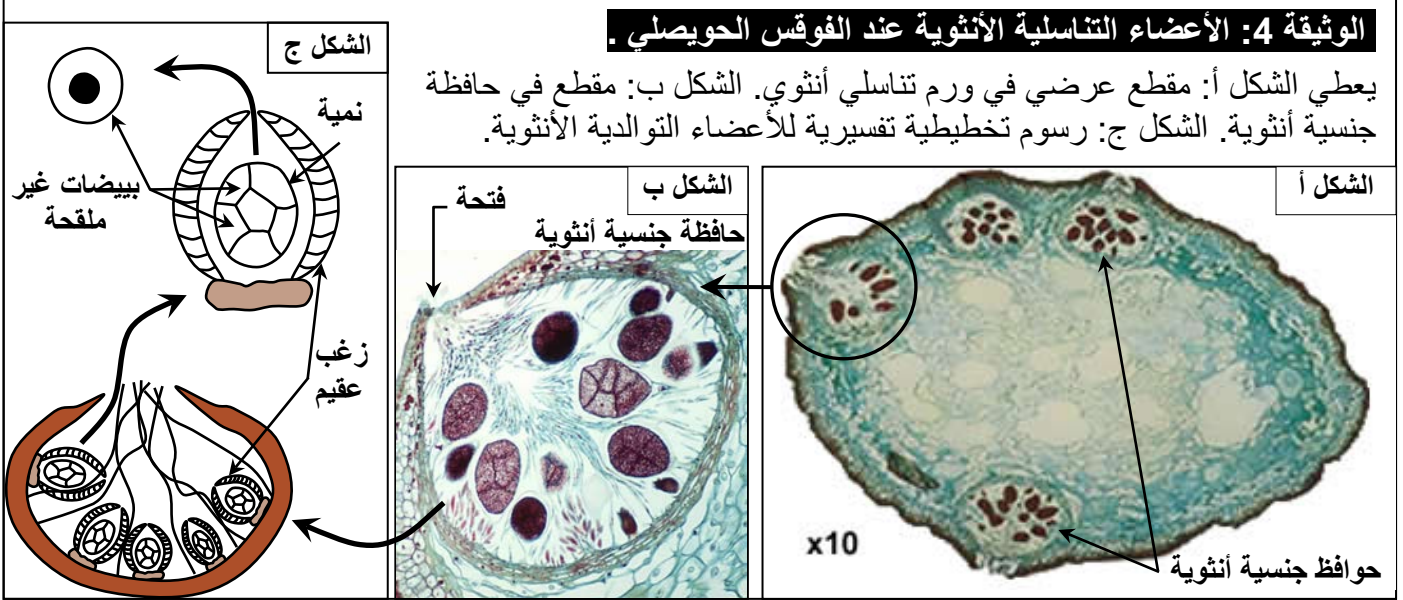


تتكون الحافظات الجنسية الذكرية من زغب منبري مفرع يحمل أكياسا صغيرة بيضوية الشكل تدعى منبريات ( = كيس مشيجي ذكري ) **Anthéridies**، تضم بداخلها الخلايا الأم للحيوانات المنوية.

b - الأعضاء التوالدية الأنثوية: أنظر الوثيقة 4.

#### الوثيقة 4: الأعضاء التناسلية الأنثوية عند الفوقس الحويصلي.

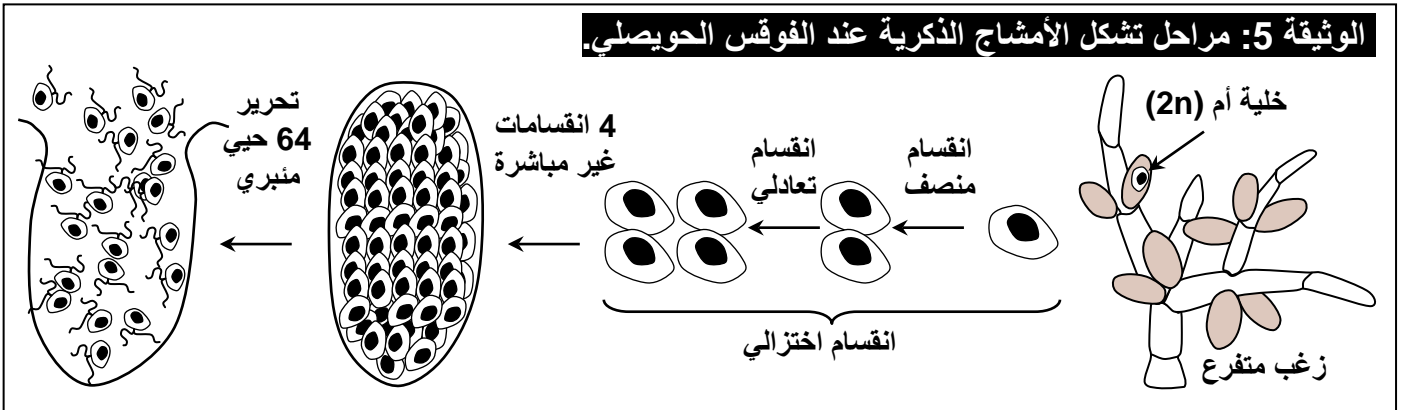
يعطي الشكل أ: مقطع عرضي في ورم تناسلي أنثوي. الشكل ب: مقطع في حافظة جنسية أنثوية. الشكل ج: رسوم تخطيطية تفسيرية للأعضاء التوالدية الأنثوية.



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

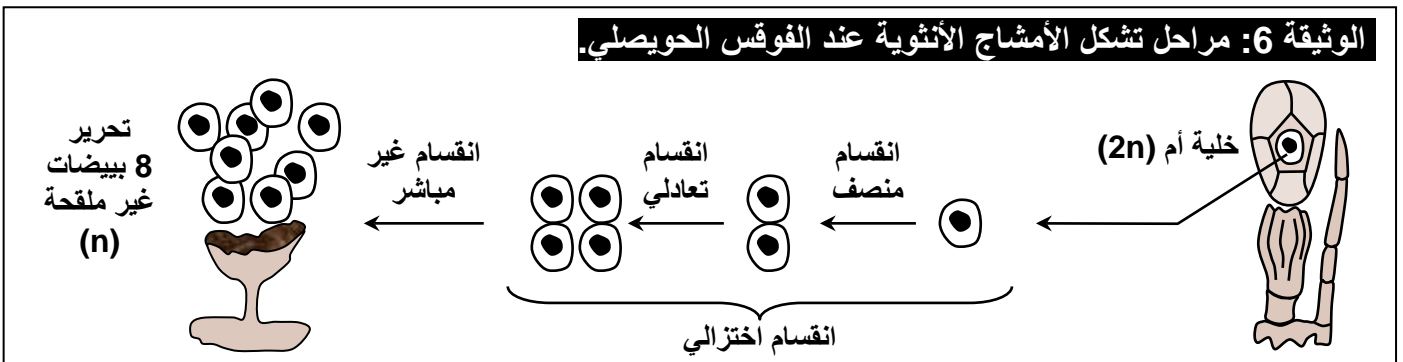
#### ج - تشكل الأمشاج عند الفوقس الحويصلي.

#### a - تشكل الأمشاج الذكرية: أنظر الوثيقة 5.



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

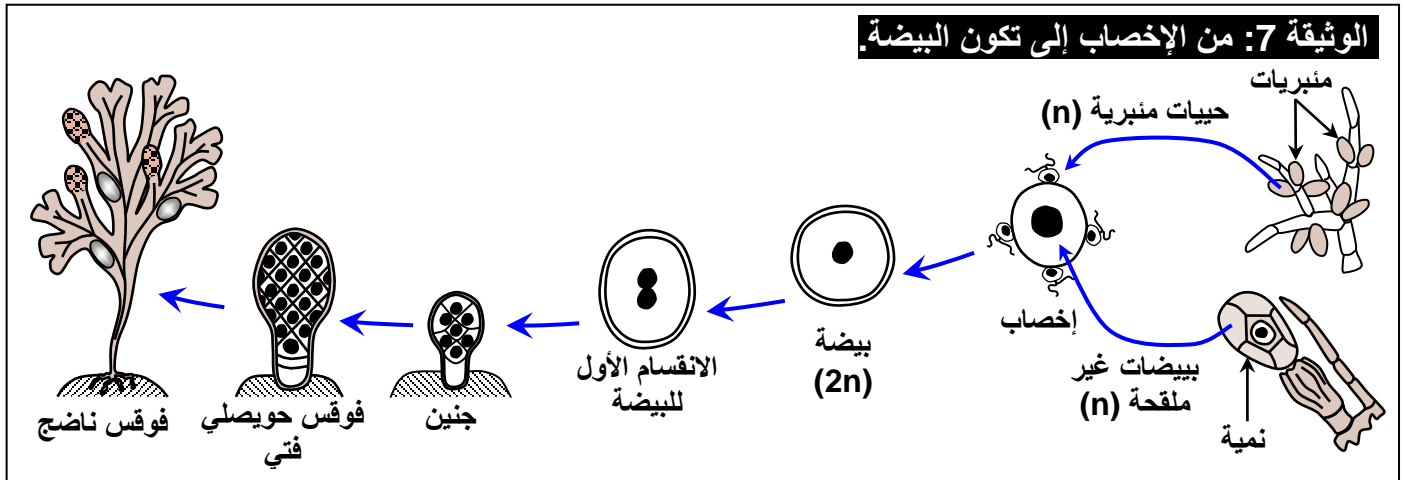
#### b - تشكل الأمشاج الأنثوية: أنظر الوثيقة 6.





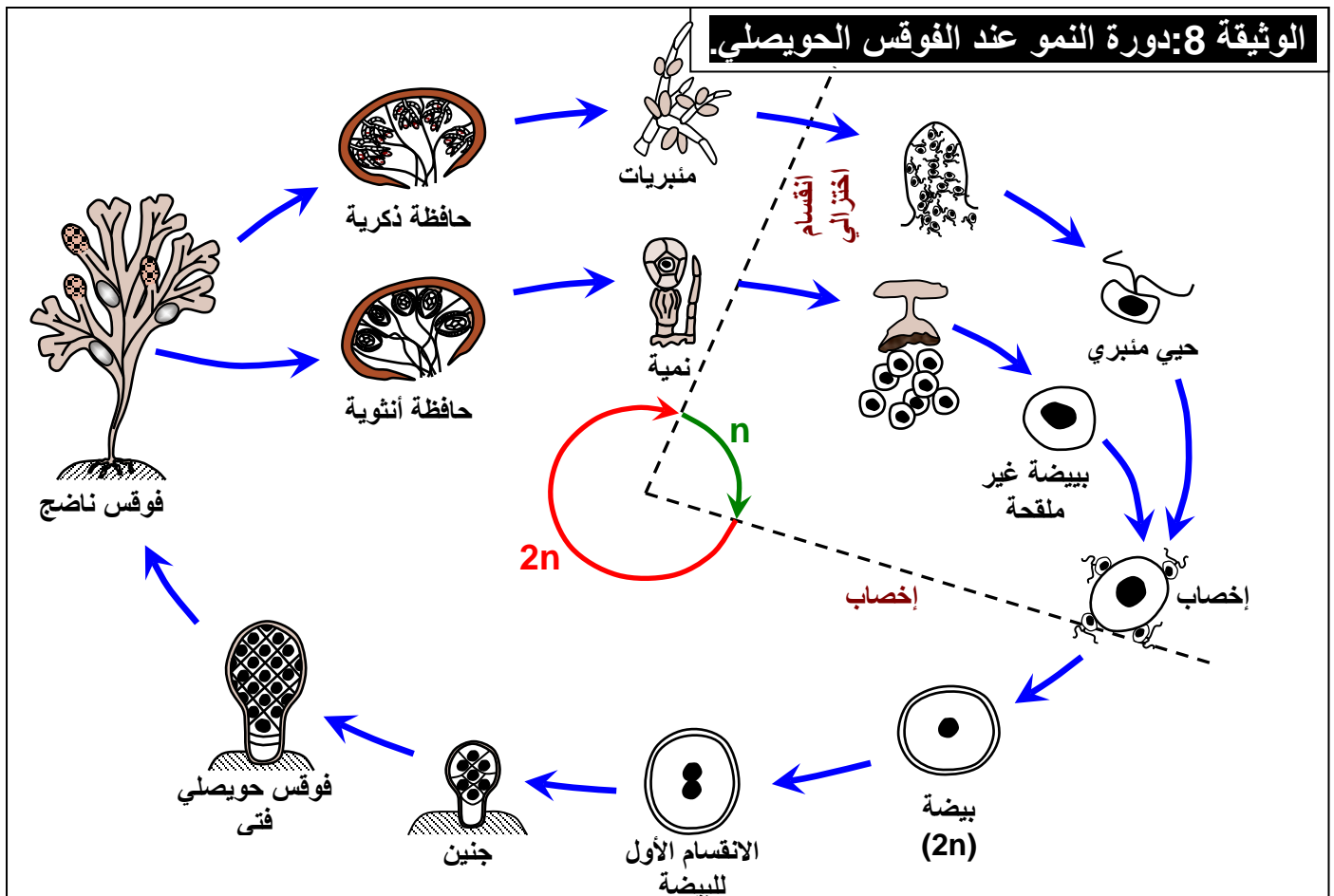
تتعرض الخلية الأم ( $2n$ ) داخل النمية لانقسام اختزالي لتعطي أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية ( $n$ ). تتضاعف هذه الأخيرة بانقسام غير مباشر فتعطي 8 خلايا تكبر وتتطور لتعطي 8 بويضات غير ملقحة أحادية الصيغة الصبغية لا تمتلك سوطا. تحرر عبر فتحة الحافظة الجنسية في ماء البحر

#### د - الإخصاب ومصير البيضة. أنظر الوثيقة 7.

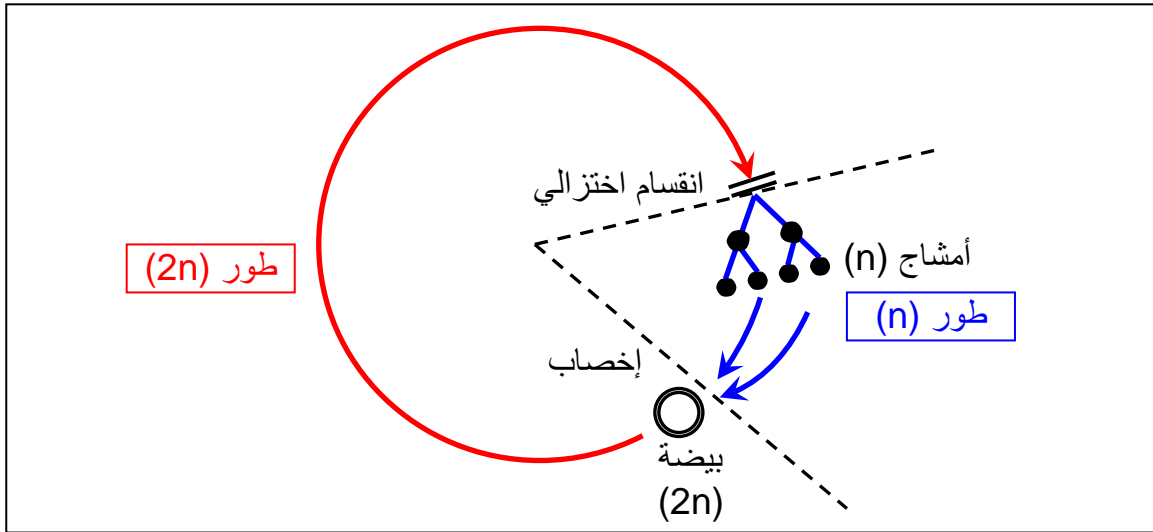


يتم تحرير الأمشاج في ماء البحر، فتترسب البويضات غير الملقحة. أما الحيوانات المنوية، فتستعمل سباطها، لتتجه نحو البويضات بفعل ظاهرة الانجذاب الكيميائي. تحيط بكل بيضة أعداد كبيرة من الحيوانات المنوية، لكن واحد فقط يتمكن من اختراق غشائها. تدخل نواة الحيوان المنوي، في حين يبقى السوطان في الخارج، ثم تقترب نواة الحيوان المنوي من نواة البيضة، 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.



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:

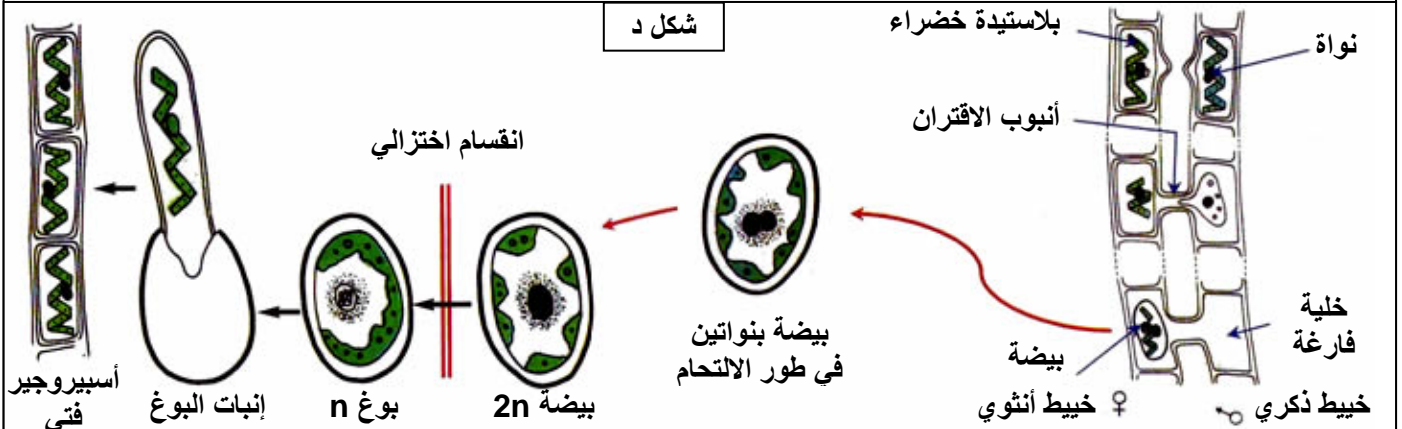
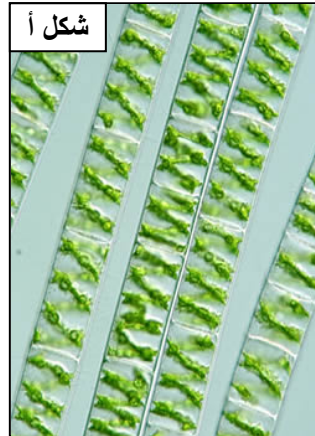


### ③ التوالد الجنسي عند طحلب الأسبيروجير.

#### أ - الإخصاب ومصير البيضة. أنظر الوثيقة 9.

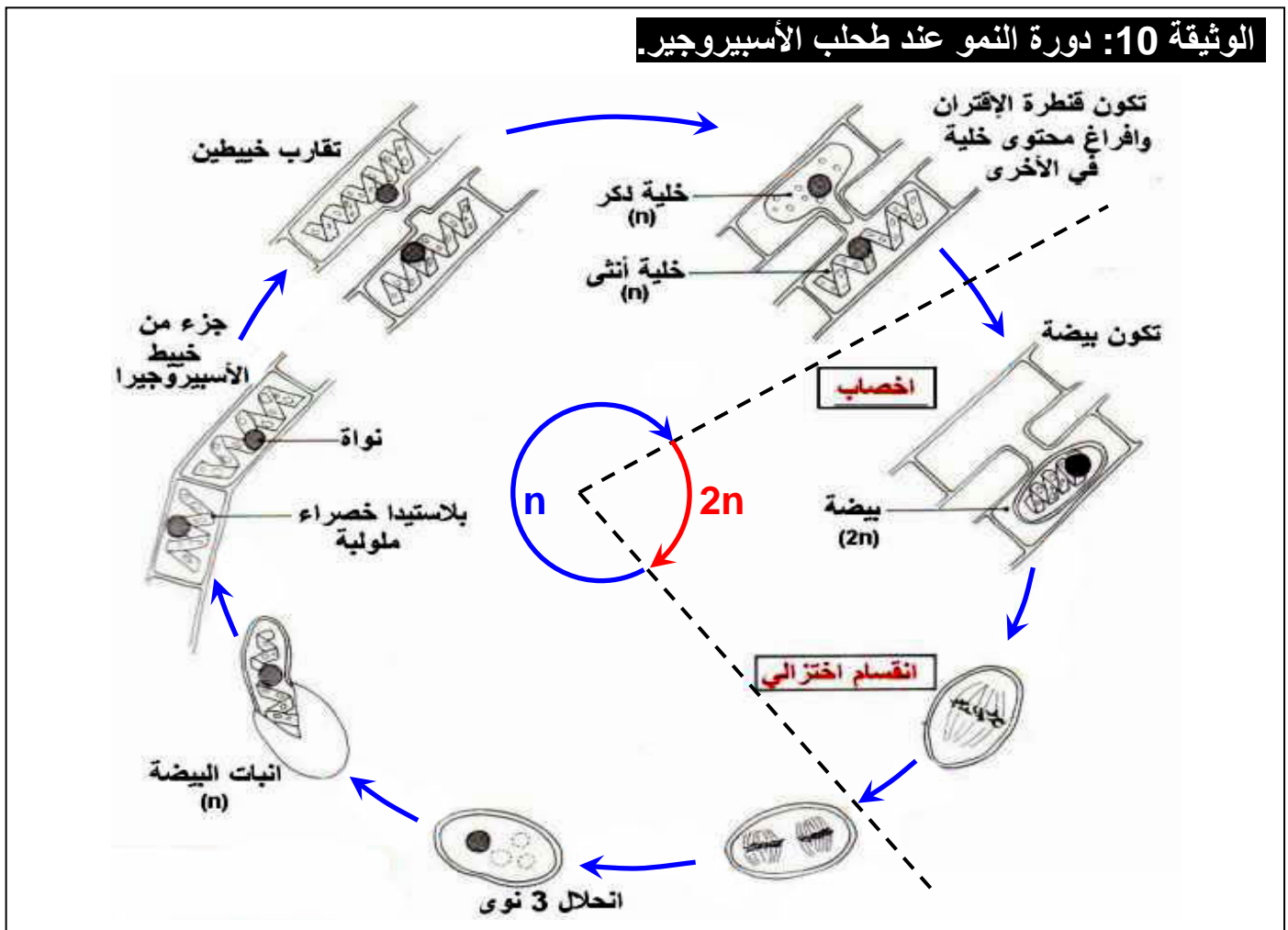
#### الوثيقة 9: التوالد عند طحلب الأسبيروجير.

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.

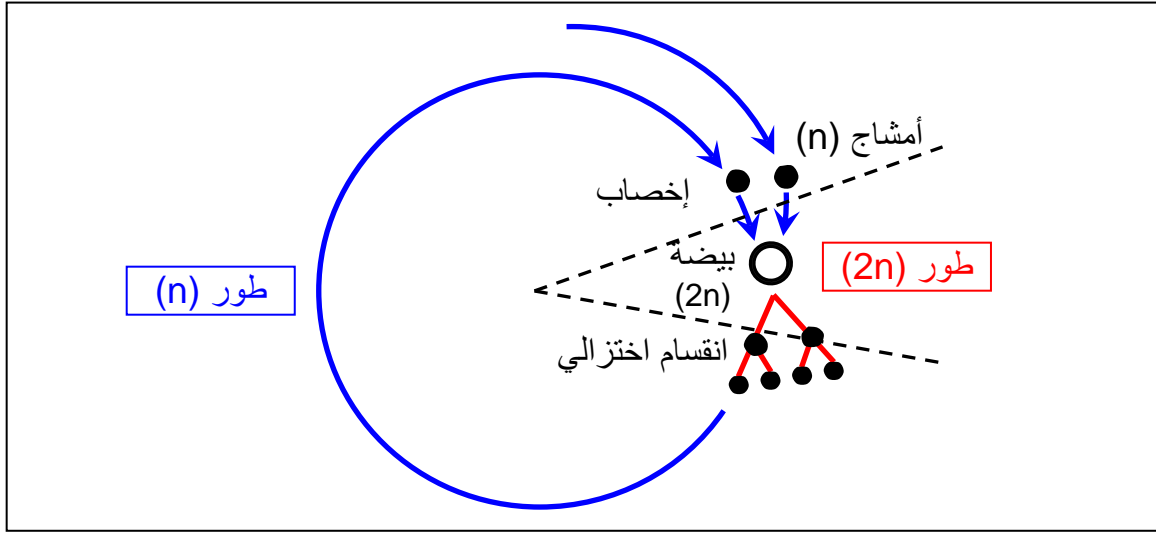


الأسبيروجير طحلب أخضر يعيش في المياه العذبة، وهو عبارة عن خييط مكون من عدة خلايا أحادية الصيغة الصبغية ( $n$ ) مرتبطة فيما بينها. يتكاثر طحلب الأسبيروجير عادة عن طريق انقسامات غير مباشرة، مما يؤدي إلى استطالة خييطاته (توالد لا جنسي) وعندما تصبح الظروف المناخية غير ملائمة لهذا النوع من التكاثر، يعتمد 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.



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.



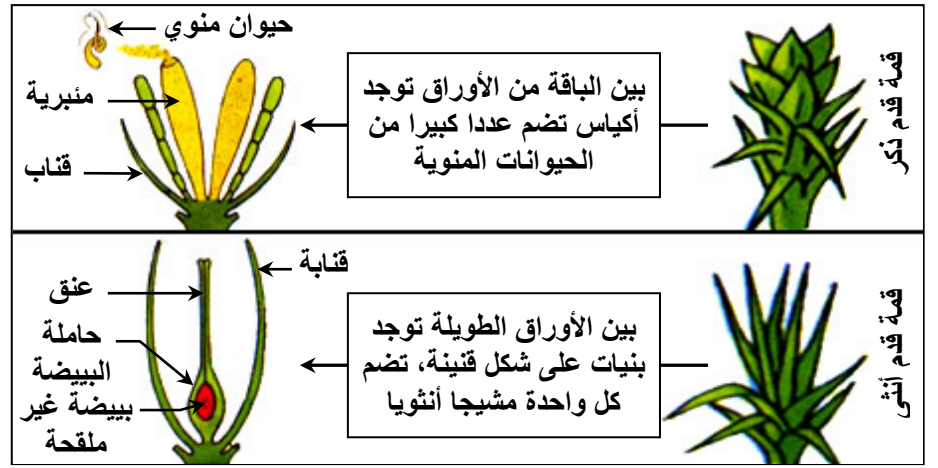
نبات مشيجي أنثوي + نبات بوغي



نبات مشيجي ذكري

### الوثيقة 11: الخصائص النباتية وأعضاء التوالد عند الحزازيات.

تنمو الحزازيات Bryophytes في الأوساط الرطبة، وتشكل غطاء أخضر اللون خلال فترات الرطوبة، أو رماديا خلال فترات القحولة. ويتكون هذا الغطاء من نباتات يخضورية تحمل خييطات Soie تعلوها جفينة Capsule مغطاة بكمة Coiffe. وتوجد داخل الجفينة أكياس بوغية Sporangium يحدث بداخلها الانقسام الاختزالي لتتشكل الأبوغ Spores. عند سقوطها على التربة، تنمو الأبوغ لتشكل خيوطا متفرعة تدعى النيميس Protonéma. ينمو هذا الأخير، وتتكون في نهايته مثيريات Anthéridies، حيث تتكون الأمشاج الذكرية، و/أو حاملات البويضات Archégones التي توجد بوسطها ببيضة غير ملقحة. يقع الإخصاب داخل حامله البيضة، فتنشك البيضة تنمو وتتطور لتعطي نباتا بوغيا جديدا Sporophyte.



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 أوباغا تتشكل نتيجة الانقسام الاختزالي.

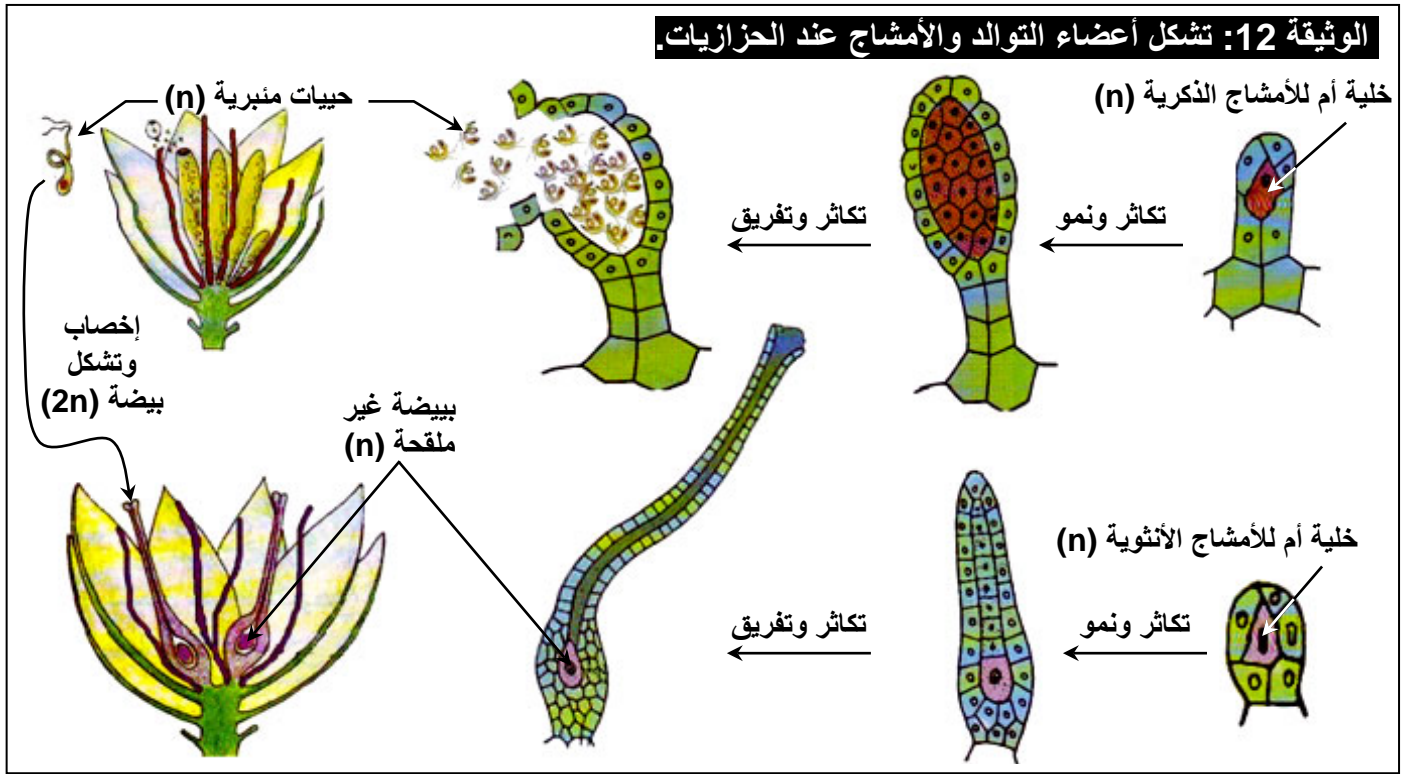
## ② جهاز التوالد عند الحزازيات. أنظر الوثيقة 11. أ - جهاز التوالد الذكري.

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 (= حبيبات مئبرية ).

## ب - جهاز التوالد الأنثوي.

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

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

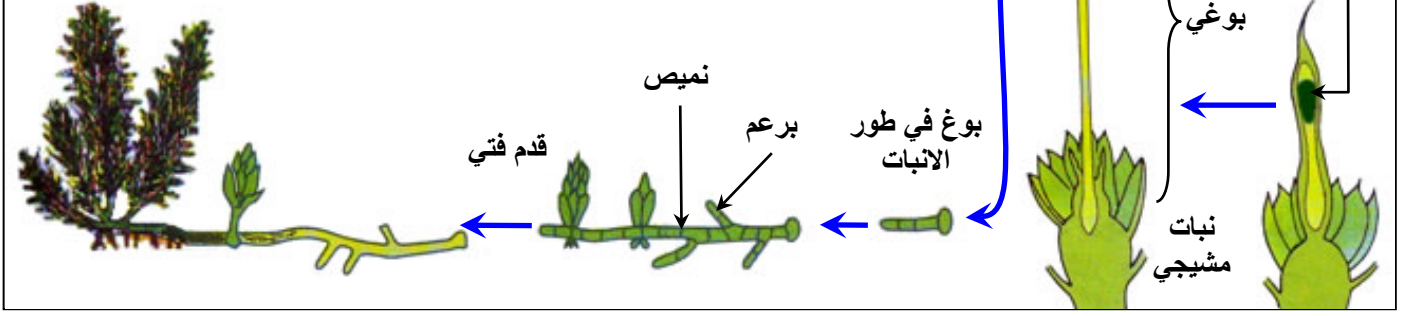


تتشكل كل من المئبرية وحاملة الأمشاج الأنثوية انطلاقا من إحدى خلايا العضو الذكري أو الأنثوي، تسمى خلية أصلية، وهي أحادية الصيغة الصبغية. بعد التكاثر والنمو والتفريق يتم الحصول على مئبرية تحتوي على حبيبات مئبرية (n)، وعلى حاملة أمشاج تحتوي على بييضة غير ملقحة (n).

## ④ الإخصاب ومصير البيضة. أنظر الوثيقة 13.

### الوثيقة 13: من الأبواغ إلى النباتات.

تشكل قنابات أنثوية  
وأخرى ذكورية جديدة

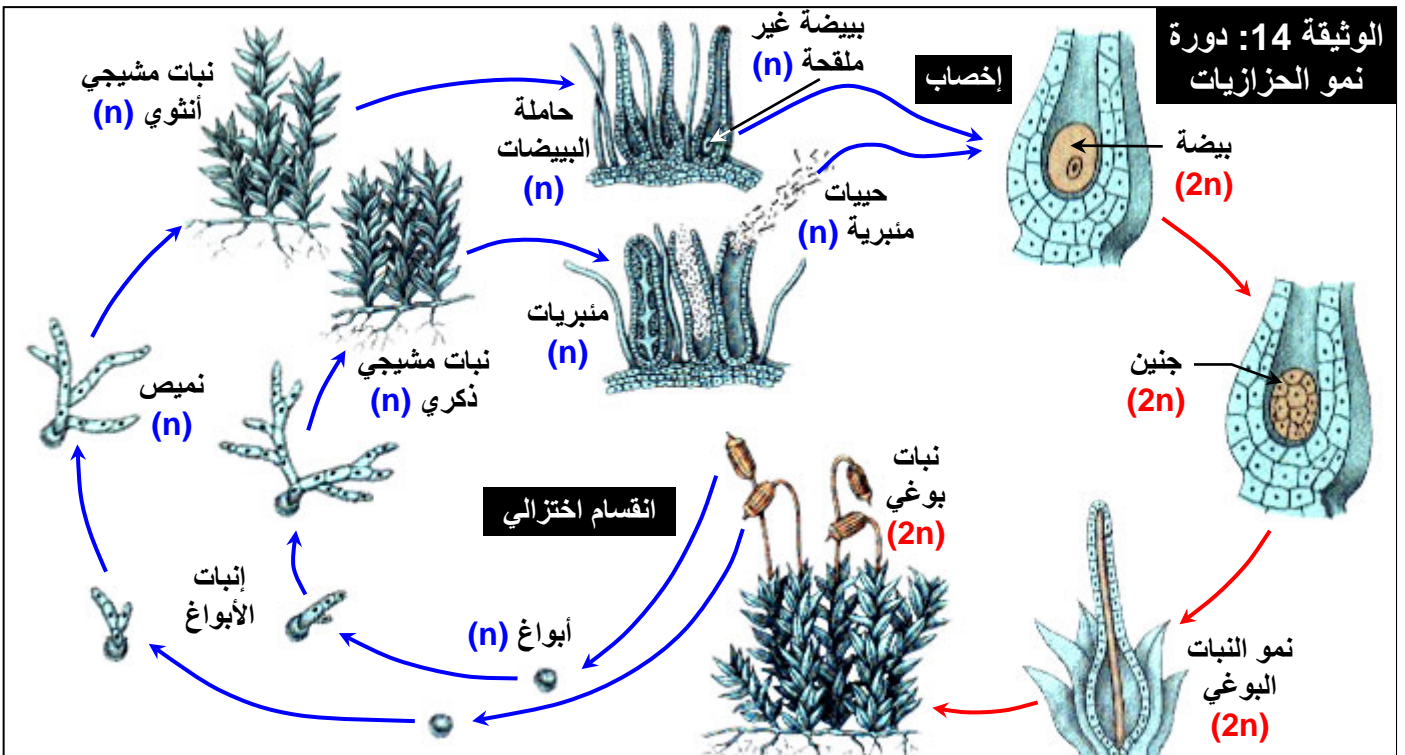


عندما تتوفر الظروف الملائمة خصوصا توفر الماء، تحرر المنبريات حبيبات مثبرية تسبح بواسطة سياتها حتى تصل إلى حاملة الأمشاج وتخرق عنقها ثم إلى البيضة غير الملقحة حيث يتم الإخصاب فنحصل على بيضة (2n).

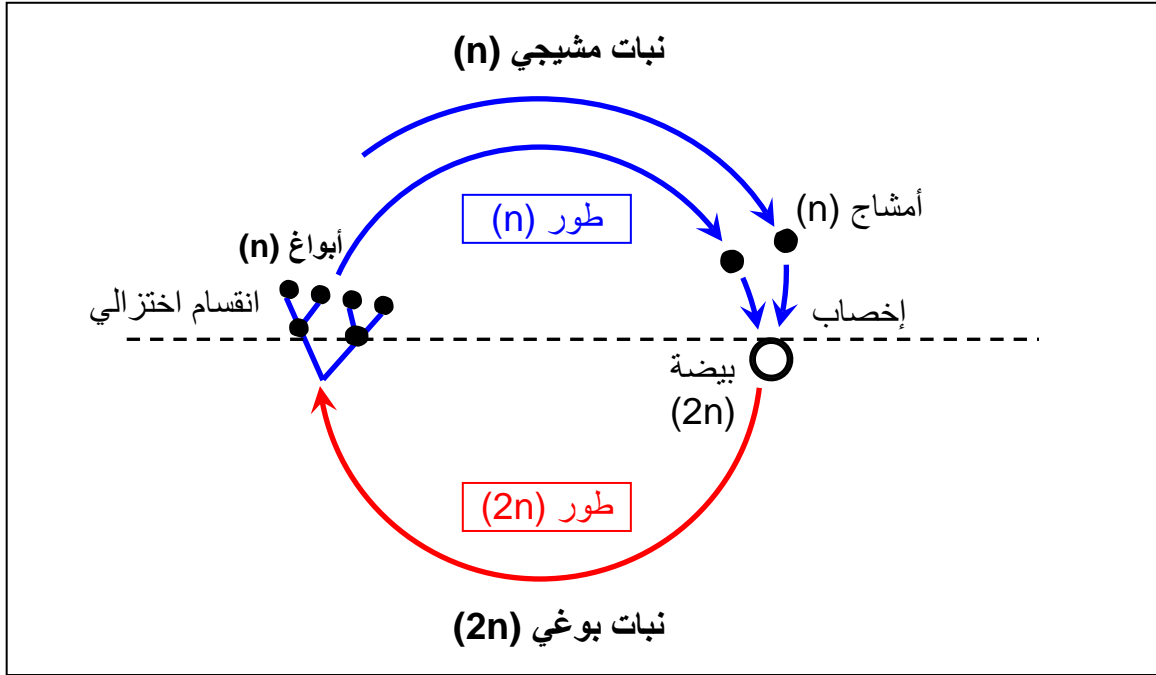
تتعرض البيضة بعد الإخصاب لانقسامات غير مباشرة متتالية وتنمو لتعطي جنينا يعيش متطفلا على النبات المشيجي الأنثوي. يتحول الجنين إلى نبات بوغي يحمل في نهايته كيسا بوغيا. توجد داخل الكيس البوغي الخلايا الأم للأبواغ، التي تتعرض للانقسام الاختزالي مشكلة عددا كبيرا من الأبواغ الأحادية الصيغة الصبغية. عند نضج الكيس البوغي ينحني، وتسقط السديدة، فتحرر الأبواغ الناضجة.

عند توفر الظروف الملائمة، تنبت الأبواغ، وتعطي خيوطا سرعان ما تتفرع، مكونة نميصات Protonemas. 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 الإنبتي 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 إنبتي لسرخس الخنشار.  
 ② = الوجه السفلي لورقة سرخس الخنشار.  
 ③ = ملاحظة مجهرية لكيس بوغي منفتح.

مثال سرخس الخنشار = *Polypodium vulgare*  
 ينمو سرخس الخنشار في الأماكن الرطبة والمظللة، تحت الأشجار أو الصخور وعلى الجدران القديمة والحافات. ويتكون جهازه النباتي من جذور Rhizome تنبثق منه أوراق مفصصة ومجموعة من الجذور العرضية التي تثبته بالتربة.

يتواجد سرخس الخنشار على شكلين:

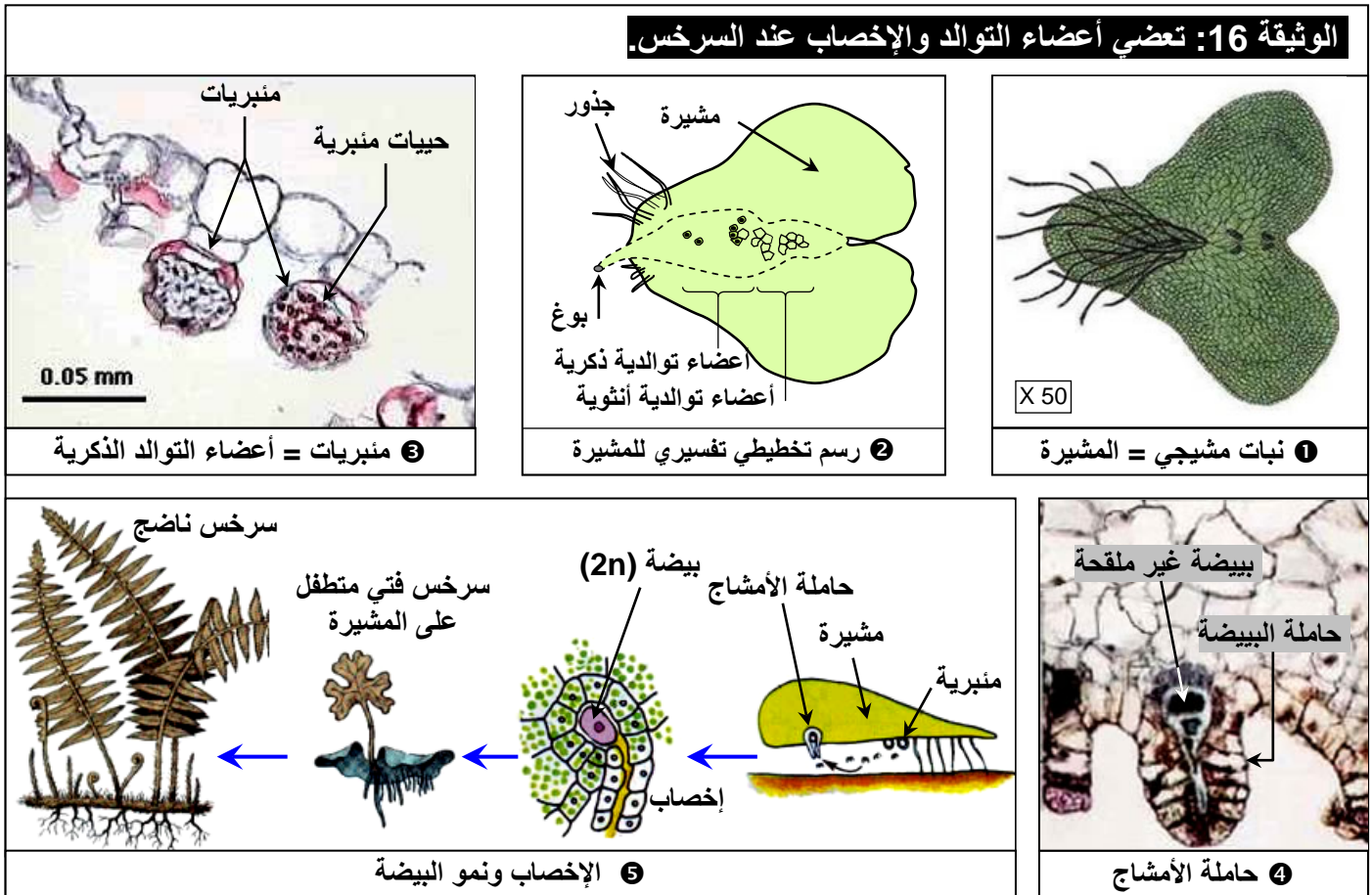
- الشكل المورق الذي ينتج الأبواغ، يسمى النبات البوغي.
- الشكل الذي ينتج الأمشاج، يسمى المشيرة أو النبات المشيجي.

## 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 ①، ②، ③، و ④.



تنتشر الأبواغ بواسطة الرياح، وعند سقوطها على التربة، وتتواجد 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 (المثبريات)، والأعضاء التوالدية الأنثوية (حاملات الأمشاج).

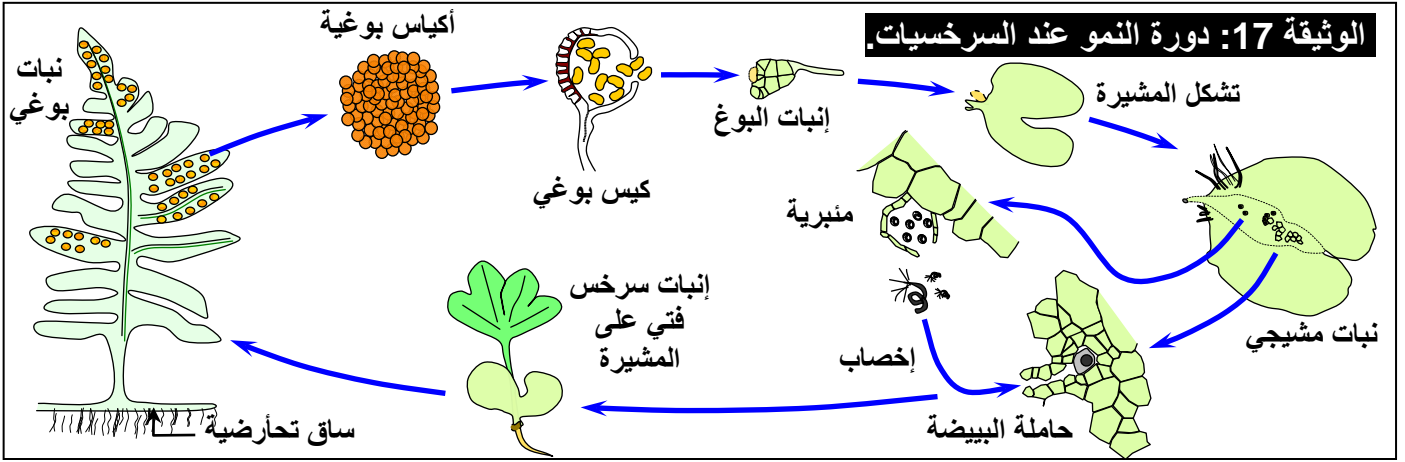
بعد نضجها، تحرر المثبريات عدة حبيبات مثبرية أحادية الصيغة الصبغية ومتحركة بواسطة عدة اسواط. عند نضجها، تحمل حامله الأمشاج ببيضة غير ملقحة أحادية الصيغة الصبغية وكبيرة الحجم وغير متحركة.



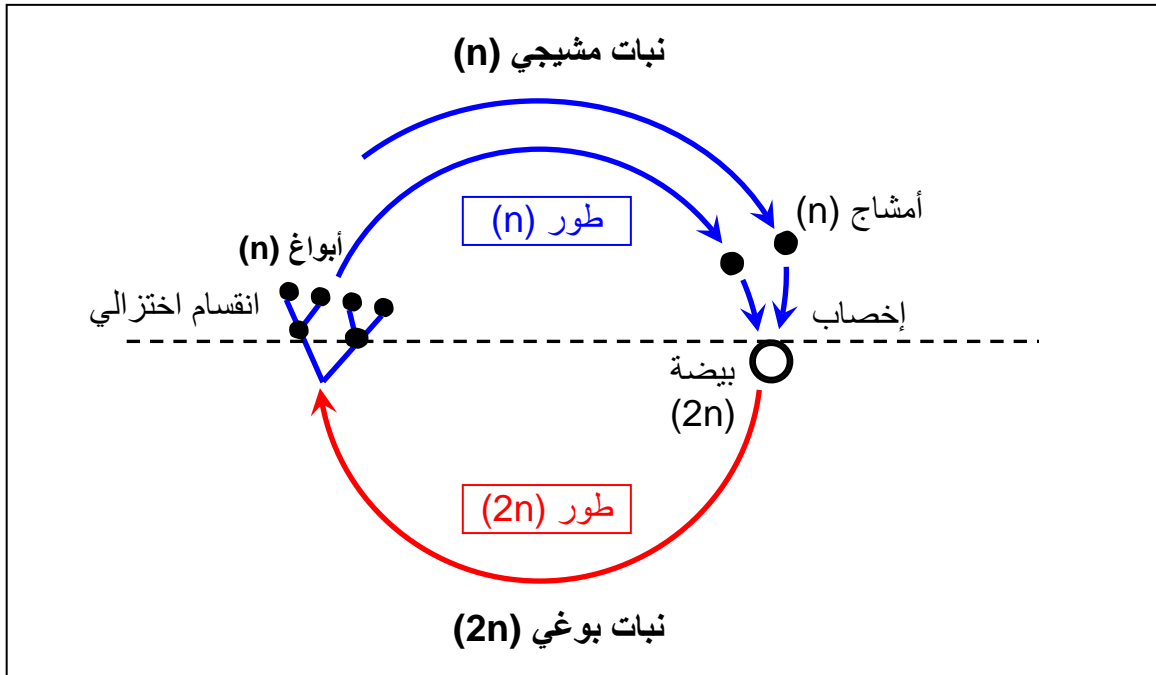
### ③ من الإخصاب إلى نمو البويضة. أنظر الوثيقة 16، شكل 5.

عند نضج الحيوانات المنوية والبويضات غير الملقحة، تكون طبقة من الماء على سطح المشيرة كافية لتمزيق غشاء المثبرية وانفتاح عنق حامله البويضة غير الملقحة. تسبح الحيوانات المنوية في هذه الطبقة من الماء بفضل قدرتها على الحركة، وتتجه نحو البويضة غير الملقحة. يتمكن حيوان منوي واحد من تخصيب البويضة، فتتكون البويضة ( $2n$ )، 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.



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:



## التوالد اللاجنسي عند النباتات

**تمهيد:** تتكاثر النباتات الزهرية واللازهرية عادة عن طريق التوالد الجنسي الذي يتطلب تدخل الأمشاج الذكرية و الأنثوية. لكن توجد إمكانية أخرى للتوالد عند النباتات، تتم دون تدخل الأمشاج فتسمى بالتوالد اللاجنسي = التكاثر الخضري = التكاثر الانباتي = La multiplication végétative.

- كيف يتم هذا التوالد وما هي الأعضاء والخلايا المسؤولة عن حدوثه؟
- ما هي أهمية هذا التوالد بالنسبة للنباتات؟ وكيف يمكن استغلاله في الميدان الزراعي؟

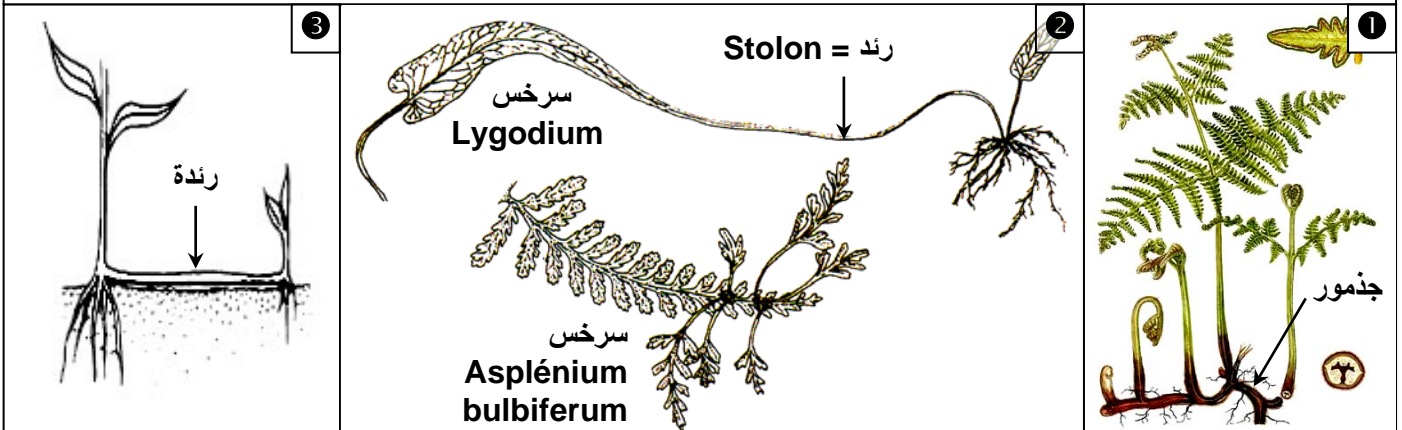
### I – التكاثر الخضري أو التكاثر الانباتي. أنظر الوثيقة 1.

#### الوثيقة 1: بعض أشكال التوالد اللاجنسي عند النباتات

★ يتوفر سرخس الخنشار على ساق تحأرضية تدعى الجذمور يحمل جذورا وبراعم. يستطيل الجذمور ويتفرع ويظهر أوراق وبراعم جديدة وجذور ( الشكل 1 ).

★ عند سرخس *Asplénium bulbiforme* تتكون على الأوراق مكان الأكياس البوغية بصيالات تنبت على النبات الأم لتعطي نباتات جديدة ( الشكل 2 ).

★ عند سرخس *Lygodium* تتمدد نهاية نصل الأوراق بكيفية مفرطة، مشكلة رثدات *Stolons* عند تماسها مع التربة تبرز جذورا تنشأ عنها نبتة جديدة ( الشكل 2 ) والشكل 3 ).

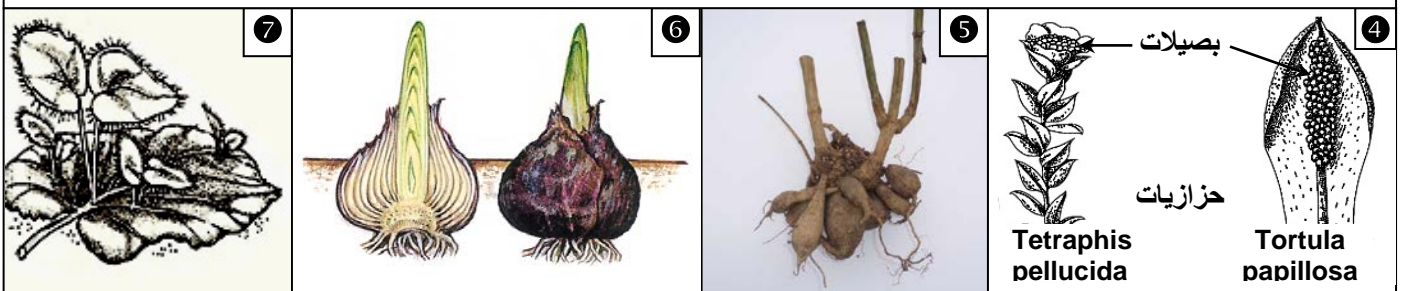


★ تحمل نهاية بعض الحزازيات بصيالات مكونة من تجمعات خلوية برعمية. عندما تنفصل هذه الكتل عن الحزازية، تتجذر وتنبت نبتة شبيهة بالنبتة الأم ( الشكل 4 ).

★ درنة البطاطس ساق تحأرضية غنية بالمدخرات وتتوفر على عيون قادرة على إعطاء نباتات جديدة ( الشكل 5 ).

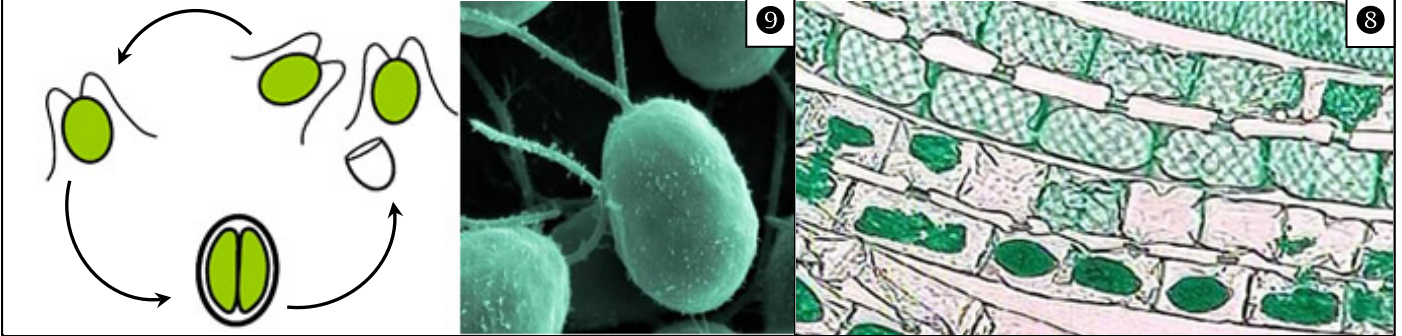
★ تتكون البصلات من ساق تحأرضية قصيرة تحمل جذورا، وبراعم، وأوراقا تحأرضية، على شكل قشور لحمية غنية بالمدخرات المقيمة. ينمو البرعم المركزي ويعطي نبتة جديدة ( الشكل 6 ).

★ تسقط أوراق نبات *Bégonia* على التربة الرطبة فتتجذر وتعطي نبتة جديدة شبيهة بالنبتة الأم ( الشكل 7 ).



★ يتكاثر طحلب الأسبيروجير ( 8 ) عن طريق استطالة الخلايا، متبوعة بانسطار ثنائي، حيث يمكن لبعض الخلايا بعد انفصالها عن الخيط الأصلي، أن تتكاثر لتعطي خيطا جديدا من الأسبيروجير. مثال تكاثر الكلاميدوموناس (9).

★ تتكاثر بعض الطحالب عن طريق التبوغ المباشر. حيث تخضع بعض الخلايا الأم لانقسامات غير مباشرة لتعطي أباغا ثنائية الصيغة الصبغية تدعى الأبواغ المباشرة. عند إنباته يعطي كل بوغ طحلبا جديدا.



انطلاقا من تحليل معطيات هذه الوثيقة، أعط تعريفا للتكاثر الخضري (الانباتي)، ثم حدد مختلف أشكال هذا التكاثر.

### ① تعريف التكاثر الانباتي.

التكاثر الانباتي هو مجموع الآليات المؤدية إلى تكون نباتات جديدة انطلاقا من الأعضاء النباتية للنبات الأم دون تدخل الأمشاج والإخصاب، ويتم بواسطة عدة أشكال.

### ② أشكال التكاثر الانباتي.

#### 1- التكاثر بواسطة الجذوم Rhizome (الخنشار نموذجا)

يعتبر الجذوم ساقا تحارضية، يحمل جذورا و براعم مغطاة بحراشف بنية. يستطيل الجذوم ويتفرع على مستوى البراعم ليعطي نباتات جديدة. تموت الأجزاء القديمة للجذوم، وتختفي، وتصبح الأجزاء الحديثة مستقلة.

#### 2- التكاثر بواسطة الدرناات Les Tubercules (نبات البطاطس نموذجا)

تمثل درناات البطاطس سيقان تحارضية غنية بالمدخرات المقيتة، وتحمل براعم. تنمو هذه الأخيرة، عند الإنبات، وتعطي سيقان فتية، تظهر في أسفلها جذور. تنمو كل ساق، وتعطي نبتة جديدة، مشابهة للنبتة الأصلية، تنتج بدورها عددا من الدرناات.

#### 3- التكاثر بواسطة البصلات Les Bulbes

تتكون البصلات من ساق تحارضية قصيرة تحمل جذورا، وبراعم، وأوراقا تحارضية، على شكل قشور لحمية غنية بالمدخرات المقيتة. ينمو البرعم المركزي ويعطي نبتة جديدة تتغذى في مراحلها الأولى على مدخرات البصلة التي تتلاشى تدريجيا، وتنمو النبتة الجديدة وتزهر وتعطي بصلة جديدة.

#### 4- التكاثر بواسطة الرئدات Les Stolons (نبات توت الأرض نموذجا)

ينتج نبات توت الأرض سيقان أفقية، تسمى الرئدات. عندما تتصل هذه الرئدات بالترربة، تنمو وتظهر في طرفها المورق جذورا، وتنشأ عندها نبتة جديدة شبيهة بالنبتة الأصلية. بعد ذلك، تجف الرئدة، وتصبح النبتة الجديدة مستقلة، وتنتج بدورها رئدات جديدة.

#### 5- التكاثر عن طريق التنصف Bipartition (طحلب Chlamydomonas نموذجا)

الكلاميدوموناس طحلب أخضر وحيد الخلية، يمكنه أن يتجزأ و يعطي خليتين بنتين شبيهتين بالخلية الأم.

#### 6- التكاثر بواسطة جزء من الورقة (نبات Bégonia نموذجا)

تسقط أوراق نبات Bégonia على تربة غابوية رطبة فتتجذر وتعطي نبتة جديدة شبيهة بالنبتة الأم.

### ③ تطبيقات التكاثر الخضري في الميدان الزراعي.

وظف الإنسان خاصيات التكاثر الإنباتي الطبيعي في الميدان الزراعي، للزيادة من عدد النباتات. والحصول على توليفات نباتية جديدة مرغوب فيها. وتتجلى تقنيات التكاثر الإنباتي الاصطناعي في عدة ممارسات، منها الافتسال والترقيد والتطعيم.

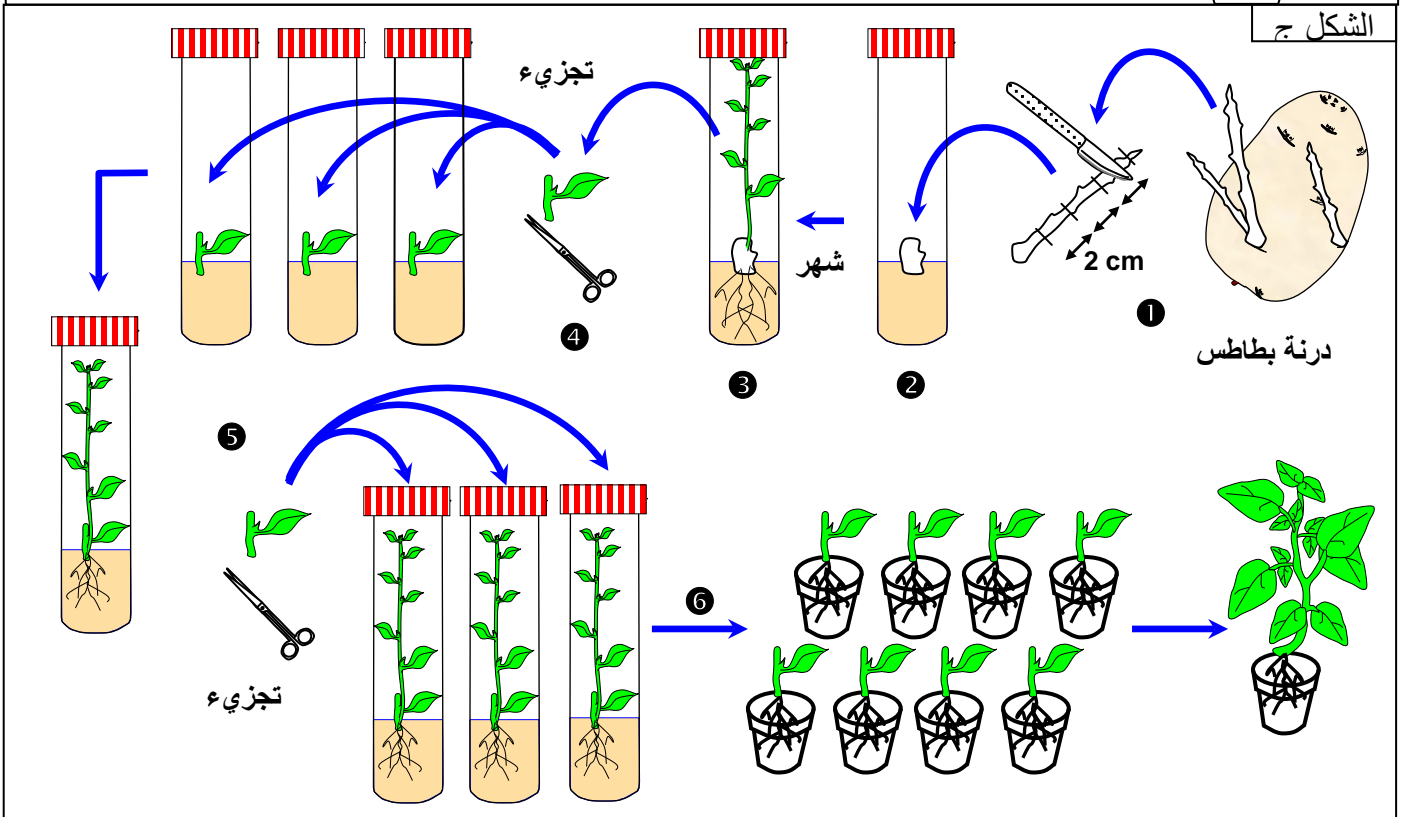
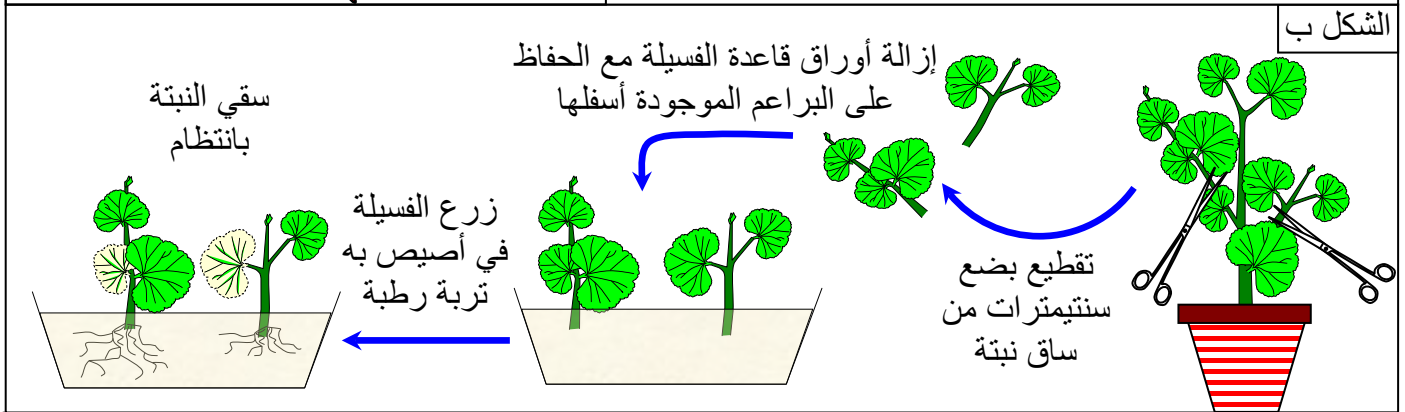
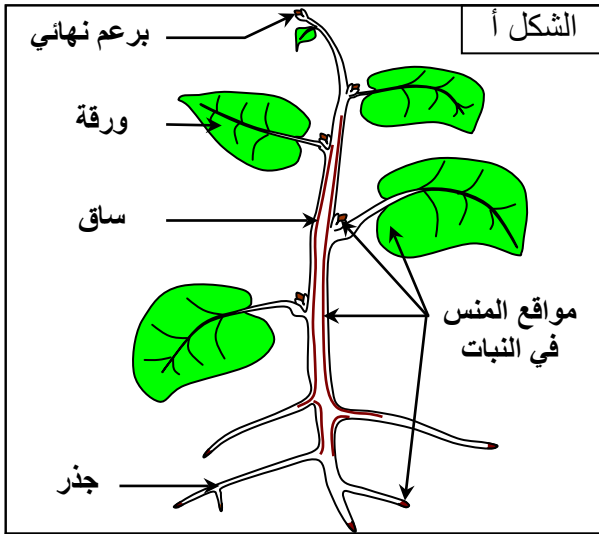
#### أ – الافتسال **Le bouturage**. أنظر الوثيقة 2.

#### الوثيقة 2: الافتسال **Bouturage**.

الشكل أ: مواقع المنس Le méristème في النبات.  
الشكل ب: الافتسال عند نبات الغرنوق **Géranium**.  
الشكل ج: الافتسال الدقيق **Microbouturage** لدرة البطاطس.

انطلاقاً من معطيات الوثيقة:

- أعط تعريفاً للمنس، وحدد مواقعها في النبات.
- حدد فيم تتمثل عملية الافتسال.
- حدد العنصر الأساسي في عملية الافتسال.
- صف مراحل الافتسال الدقيق واستخرج شروط انجازه.
- استنتج أهمية الافتسال في الميدان الزراعي.



- 1: أخذ برعم من درنة البطاطس.
- 2: غرس البرعم في وسط زرع يتوفر على عناصر مقبلة وهرمونات نباتية بعد تعقيم الأنبوب والسداة.
- 3: بعد مرور شهر تتكون نبتة انطلاقا من البرعم.
- 4: تجزيء الفسيلة إلى قطع تتوفر كل منها على برعم.
- 5: إعادة عملية الزرع في عدة أوساط. ( يمكن إعادة الاقتسال إلى ما لانهاية ).
- 6: بعد تكون نبتة جديدة انطلاقا من الفسيلة في كل وسط زرع، توضع النباتات في التربة لبدء زراعة جديدة.

- المنس Le méristème هو مجموعة خلايا جد فتية تتميز بقدره كبيرة على التكاثر، وهي مسؤولة على نمو النبات في الطول وفي العرض. وتتميز بقدرتها على التفريق لإعطاء نبتة جديدة تشبه النبتة الأم. يتموضع هذا النسيج أساسا في أطراف الجذور والطرف العلوي للساق وفي نقط بزوغ الأوراق.
- تتمثل عملية الاقتسال في طمر كلي أو جزئي لقطعة من عضو نباتي، غالبا ما تكون من الساق، كما يمكن أخذ قطعة جذر أو ورقة. وتسمى هذه القطعة فسيلة Bouture.
- تتميز الفسيلة بتوفرها على برعم مكون من خلايا منسية.
- تقتضي عملية الاقتسال الدقيق أخذ جزء من أحد أعضاء النبتة، ثم زرعها في أوساط زرع معينة وتحت ظروف ملائمة (= الزراعة في الزجاج). تتكاثر الخلايا المنسية ثم تتجذر فتعطي نباتات شبيهة للنبتة الأم.
- يعتبر الاقتسال الدقيق أهم تقنية لإكثار النباتات ذات الصفات المرغوبة، حيث يسمح وفي وقت قصير من إنتاج عدد كبير من النباتات لها نفس الصفات الوراثية للنبتة الأم.

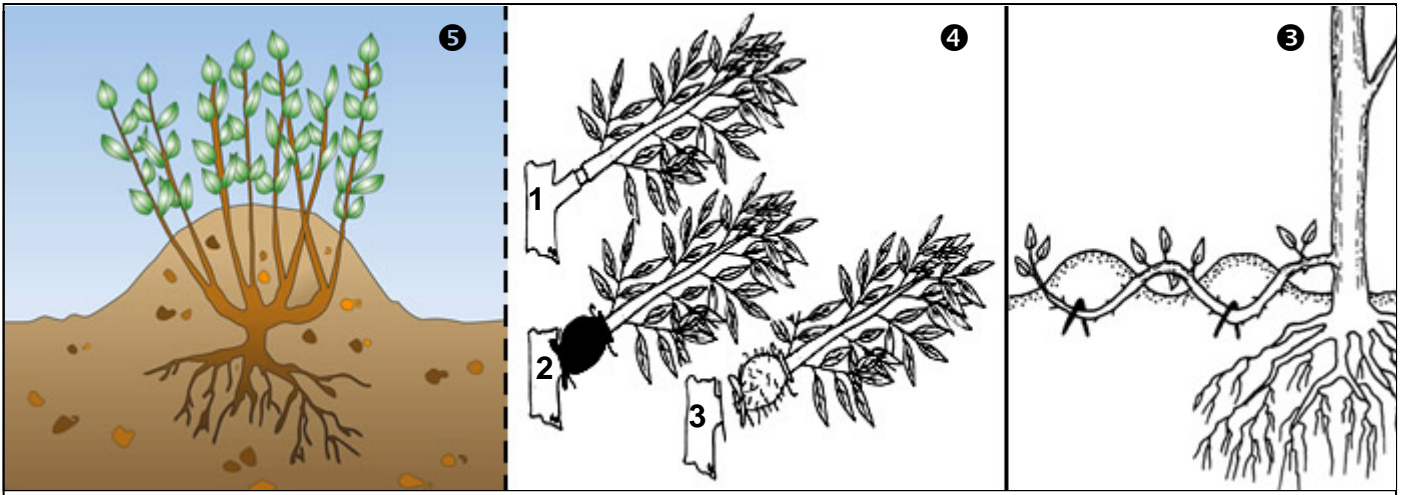
### ب - الترقيد Le marcottage. أنظر الوثيقة 3.

#### الوثيقة 3: الترقيد Le marcottage

- الترقيد هو عملية عزل جزء الجهاز النباتي عن النبتة الأم بعد ظهور الجذور. ويمكن ملاحظة الترقيد الطبيعي عند نبات العليق الذي يتوفر على جذور عارضية، وعند النباتات الجذومية أو الرئدية كتوت الأرض.
- 1 الترقيد بالإرقاد Marcottage par couchage مثلا عند كرم العنب حيث يتم انحناء غصن وغرزه في التربة بعد جرحه طوليا، وتثبيته طوليا.
  - 2 الترقيد في الأصيص Marcottage en pot مثلا عند نبات القرنفل حيث يوضع في أصيص مملوء بالتربة غصن مقشر وحامل لجرح دائري.



- 3 الترقيد المتعدد.
- 4 الترقيد الهوائي Marcottage aérien نزيل أوراق غصن ثم نقطع جزءا حلقيًا من لحاء الغصن ثم نغطي المنطقة المجروحة بتربة حتى تتكون جذور فنفصل الفسيلة عن النبات الأصلي.
- 5 الترقيد بالحضن Marcottage par buttage يقطع النبات الأم عرضيا لحصر النسغ مما يؤدي إلى تكون أغصان غنية بالجذور، حينئذ يمكن تقطيع كل غصن وإعادة زرعه في مكان آخر ليعطي نبات شبيه بالنبتة الأم.



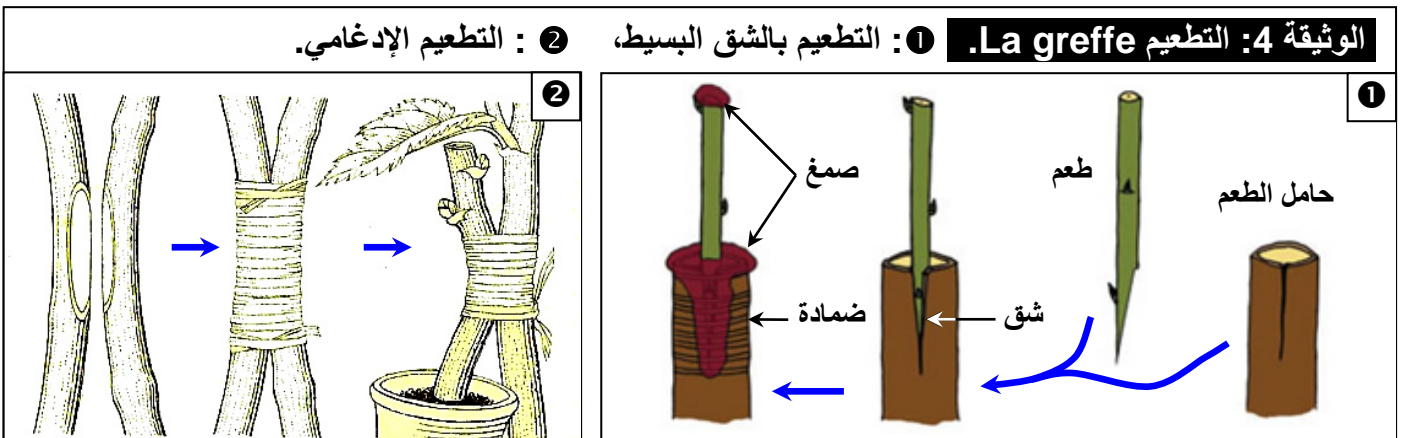
انطلاقاً من معطيات الوثيقة بين فيم تتمثل عملية الترقيد، واستنتاج أهميته في الميدان الزراعي.

يتمثل الترقيد في طمر جزء من النبات في التربة دون فصله عن النبتة الأم إلى أن يتجذر فيتم فصل النبتة الجديدة عن النبتة الأم.

يقتضي التكاثر بالترقيد، مثل الاقتسال، على توفر الغصن المراد ترقيده على خلايا منسية تضمن التكاثر ونمو النبتة، هذا ما يبرر اشتراط توفر الغصن على عيون.

غالبا ما يطبق الترقيد في الميدان الزراعي على بعض أشجار الفواكه وبعض نباتات التزيين. ويضمن الترقيد الحفاظ على الصفات الوراثية للنباتات المرغوبة، إلا أن النبتة الأم يضعف عطاؤها، بالإضافة إلى أن هذه التقنية تحتاج لمساحات كبيرة، هذا ما جعل تطبيقها حاليا يبقى جد محدود خاصة مع التطور الكبير الحاصل في تقنيات الاقتسال الدقيق.

### ج – التطعيم *Le greffage*. أنظر الوثيقة 4.



تقتضي هذه التقنية تثبيت طعم (غصن حامل لبرعم أو برعم فقط)، على نبات يمثل حامل الطعم، بحيث ينمو الطعم، و يعطي الفروع والأوراق.

يرتكز التطعيم على ربط مباشر بين أنسجة الحامل وأنسجة الطعم خصوصا بين أنابيب دوران النسغ (Xylème et Phloème) وبين كمبيومي Cambium النبتتين.

( الكمبيوم *le cambium* هو نسيج خلوي يوجد داخل ساق النبات، يتوفر على خلايا منسية تضمن التكاثر بفعل الانقسام ).

هناك عدة أنواع من التطعيم حسب نوع الطعم، أهمها التطعيم الإدغامي والتطعيم بالشق والتطعيم ببرعم التطعيم.

يهدف التطعيم في الميدان الزراعي إلى إكثار النباتات المرغوب فيها (كأشجار الفواكه و نباتات التزيين) وتأمين الإخصاب عند بعض الأنواع وذلك بالجمع بين الأزهار الذكرية والأنثوية على نفس النبات.

# التعديل الوراثي عند النباتات

## Modification génétique chez les végétaux

**تمهيد:** التعديل الوراثي هو إدخال صفات وراثية جديدة على صنف ما من الكائنات الحية باستخدام تقنيات محددة، قصد الحصول على كائنات ذات صفات جديدة مرغوب فيها، وذلك في الميدان الفلاحي والطبي والصناعي. وهكذا يعتبر النبات معدلا وراثيا ((Organisme Génétiquement Modifié (OGM) عندما يحدث تغيير في البرنامج الوراثي لهذا النبات.

- كيف يتم تعديل النباتات وراثيا؟ وما هي التقنيات المعتمدة لإنتاج نبات معدل وراثيا؟
- ما هي الفائدة من إنتاج نباتات معدلة وراثيا؟
- هل لانتشار النباتات المعدلة وراثيا، تأثيرات على الصحة البيئية؟

## I - التعديل الوراثي الطبيعي عند النباتات.

تحمل الصبغيات الخبر الوراثي المسؤول عن الصفات الوراثية في شكل مورثات (قطعة من الصبغي تتحكم في صفة وراثية معينة). ينقل التوالد الجنسي الخبر الوراثي من جيل إلى آخر. في الطبيعة يحدث في بعض الأحيان نقل المورثات من كائن حي لتندمج في البرنامج الوراثي لكائن حي آخر. فكيف يتم إذن النقل الطبيعي للمورثات وما نتيجة هذا النقل؟

### ① جرب السنخ (Galle de collet) ورم وراثي طبيعي. أنظر الوثيقة 1.

★ عندما تصاب النباتات بجرب السنخ، تظهر أوراما سرطانية، وهي كتل خلوية خارجية تظهر نتيجة التكاثر العشوائي لخلايا النبات Prolifération anarchique.

### ② البكتيريا ناقل طبيعي للخبر الوراثي

★ تظهر الملاحظة أن الورم النباتي يتكون من خلايا نباتية تأوي البكتيريا Agrobacterium-T التي تمرر المورثة الممرضة (ADN - T) ( جزء من البلاسميد Ti البكتيري) داخل نواة الخلية النباتية، لتندمج ضمن برنامجها الوراثي، فتصبح الخلية النباتية معدلة وراثيا.

★ يتجسد تعبير ADN - T داخل الخلية النباتية في تركيب كميات كبيرة من مواد خاصة تسمى الأوبينات. وهي بروتينات ضرورية لتكاثر ونمو البكتيريا، وبالتالي تكاثر متواصل وعشوائي للخلايا النباتية، الشيء الذي يؤدي إلى تكون الورم.

★ يتبن من المعطيات السابقة أن التعديل الوراثي الطبيعي هو آلية انتقال مورثة أو عدة مورثات من كائن حي إلى كائن حي آخر، لنحصل على كائنات ذات صفات جديدة.



## الوثيقة 1: التعديل الوراثي الطبيعي عند النباتات.

★ جرب السنخ ورم وراثي طبيعي:

تصاب بعض النباتات بمرض يسمى جرب السنخ La galle du collet، وهو عبارة عن ورم سرطاني ضخم يظهر على مستوى السنخ (منطقة التقاء الساق والجذر) (الشكل 1) الورم النباتي هو عبارة عن كتلة خلوية خارجية تظهر نتيجة التكاثر العشوائي Prolifération anarchique لخلايا النبات.

★ البكتيريا ناقل طبيعي للخبر الوراثي:

✓ عزل الباحثان Smith و Townsend سنة 1970 من ورم

سرطاني في جذر نبات بكتيريا تدعى *Agrobacterium tumefaciens* (الشكل 2). وبعد ذلك تم زرع هذه البكتيريا في فتحة حديثة (أقل من يومين) أنجرت على نبات سليم، فلاحظ ظهور الورم السرطاني في النبتة.

✓ تعيش *A. tumefaciens* في التربة ويمكنها أن تصيب النباتات

(الشكل 3). لا تحتوي *A. tumefaciens* على نواة. تتكون

مادتها الوراثية من صبغي وحيد (حمض نووي ADN) وحلقات

من جزيئة ADN تسمى بلاسميد (Tumor inducing) Ti.

✓ عند تماس البكتيريا بالخلية النباتية، يمكن أن تمر المورثة

الممرضة (ADN - T) داخل نواة الخلية. تندمج المورثة ضمن

البرنامج الوراثي للخلية النباتية فتكتسب صفة جديدة وهي القدرة

على التكاثر العشوائي مما يؤدي إلى تكون الورم. نقول أن الخلية

النباتية أصبحت معدلة وراثيا ويسمى النبات المكون من هذه الخلايا

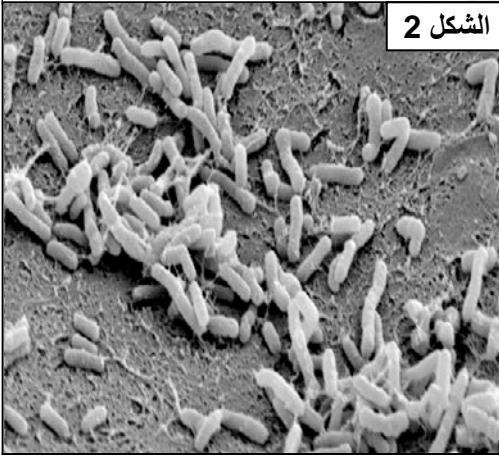
متعضيا معدلا وراثيا بكيفية طبيعية.

استخلص من معطيات هذه الوثيقة مفهوم التعديل الوراثي الطبيعي.

الشكل 1

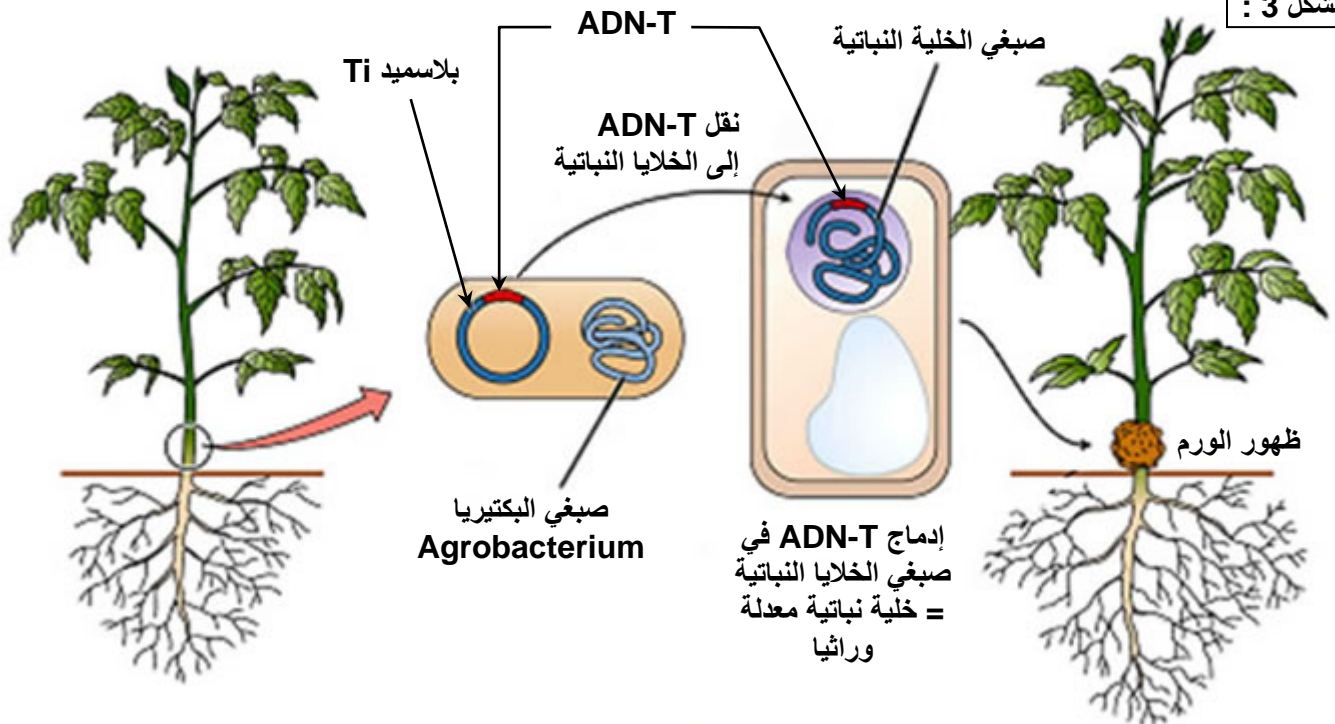


الشكل 2



*Agrobacterium tumefaciens*

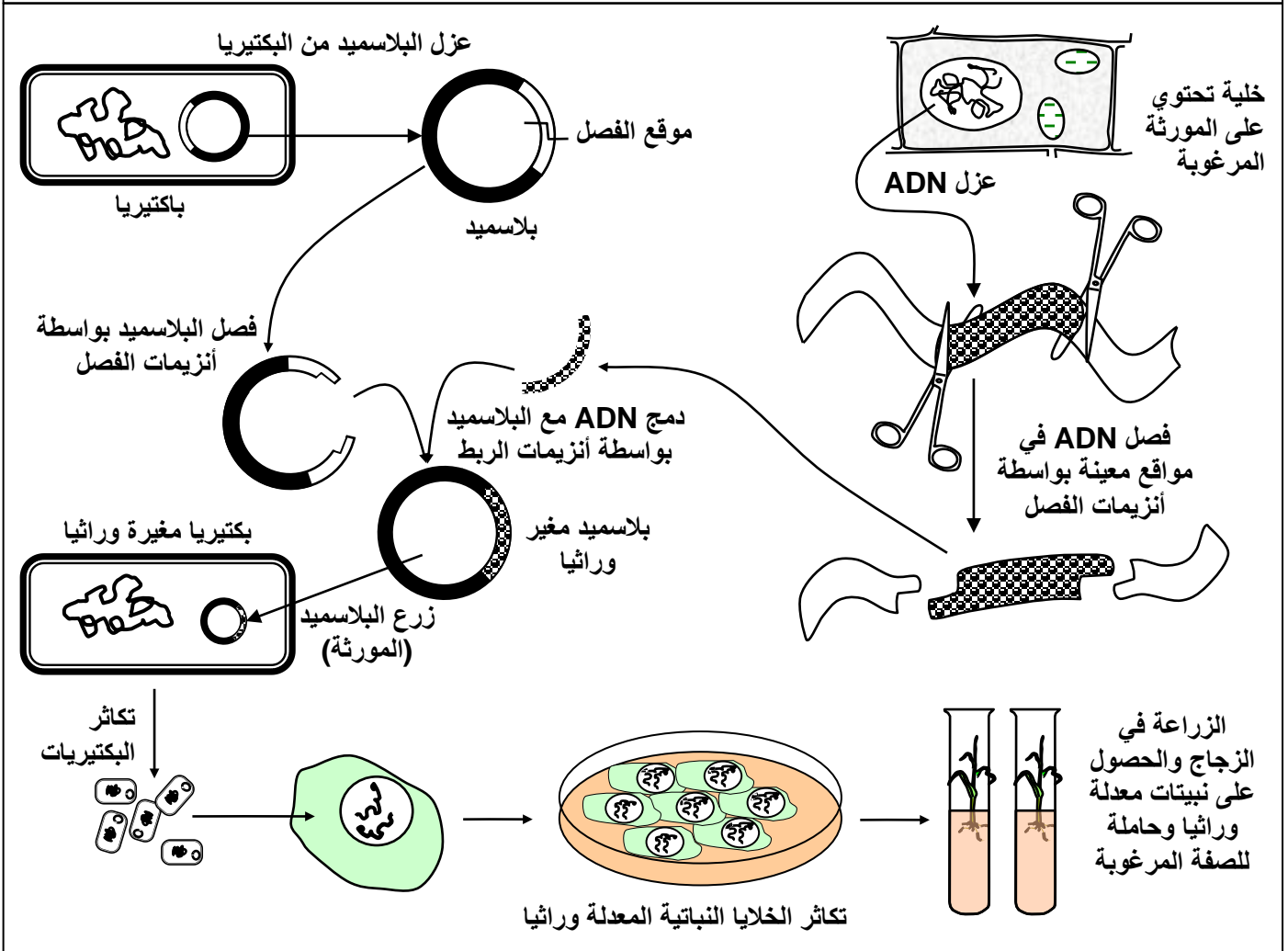
الشكل 3 :



**II - تقنيات التعديل الوراثي عند النباتات في المختبر.** يتم اعتماد مبدأ التعديل الوراثي الطبيعي عند النباتات لانجاز نقل مورثة من كائن حي إلى نبات داخل المختبر. وهناك تقنيتان أساسيتان للتعديل الوراثي، إحداها تعتمد على ناقل بيولوجي، والأخرى تعتمد على أجهزة فيزيائية تسمى القنبلة أو رشاش ADN.

**① نقل مورثة باستعمال ناقل بيولوجي.** أنظر الوثيقة 2.

**الوثيقة 2: مراحل نقل مورثة من خلية إلى بكتيريا.**



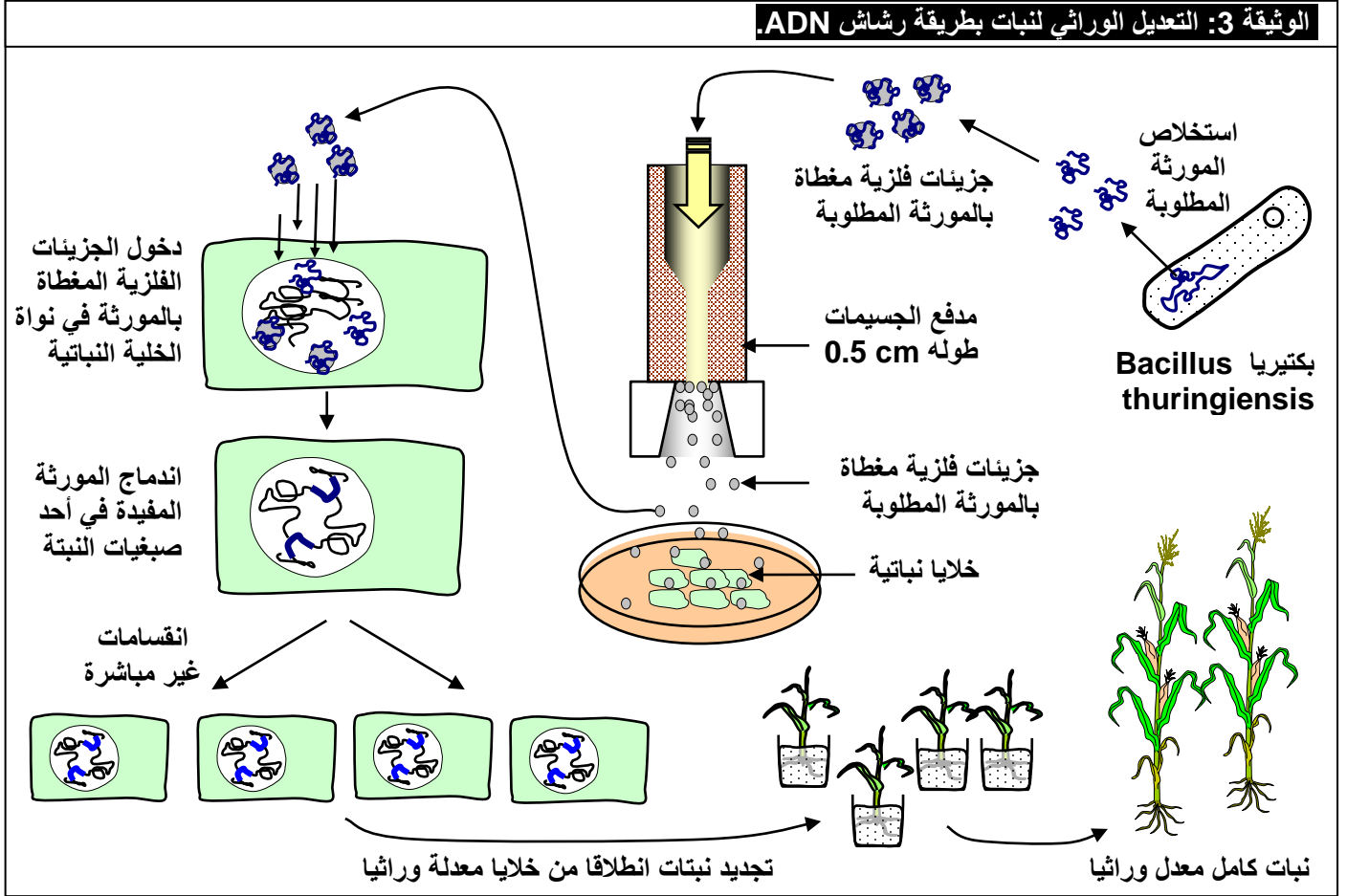
لنقل مورثة le gène من كائن لآخر يتم :

- تحديد مورثة مفيدة (مرغوب فيها)، يكون مصدرها متعضي آخر (بكتيريا، نبات أو حيوان).
- عزل المورثة المفيدة، التي تمثل قطعة من ADN.
- دمج المورثة في عضي ناقل، حيث أن البلازميد Ti يعتبر العضي الناقل الأكثر استعمالا. وبذلك نحصل على بلازميد يحمل المورثة الجديدة، يسمى بلازميد مغير أو بلازميد جديد التركيب.
- إدخال البلازميد المغير والحامل للمورثة المفيدة في متعضي ناقل (بكتيريا At مثلا)، التي تتميز بقدرتها على حقن مورثات لخلايا بعض النباتات.
- تستعمل أنزيمات القطع أثناء عملية عزل المورثات وأنزيمات الربط أثناء عملية الدمج.
- وضع البكتيريا التي تحمل البلازميد الجديد التركيب إلى جانب خلايا نباتية في وسط زرع ملائم، لتتم البلازميدات من البكتيريا إلى داخل الخلايا النباتية.
- تتكاثر الخلايا النباتية المعدلة وراثيا فنحصل على أكتاب Cals (مجموعة خلايا نباتية قادرة على التكاثر و التفريق يتم الحصول عليها عن طريق الزرع في الزجاج).

- يتم افنتسال جزء من الكنب في وسط زرع ملائم للحصول على نبتة جديدة معدلة وراثيا عن طريق التكاثر الخضري.
- تتم بعد ذلك عملية تأقلم ثم غرس النباتات المعدلة وراثيا في أصيصات في انتظار نقلها إلى المزارع.

## ② نقل مورثة باستعمال تقنية القنبلة أو رشاش ADN.

- تتمثل تقنية القنبلة أو رشاش ADN (Technique de bombardement ou à canon à ADN)، في نقل مورثة بشكل مباشر باستعمال مدفع جزيئات دقيقة تسمح بدمج المورثة ضمن المادة الوراثية للخلية النباتية. بعد تكاثر وتجديد هذه الخلايا نحصل على نبتة كاملة معدلة وراثيا. أنظر الوثيقة 3.



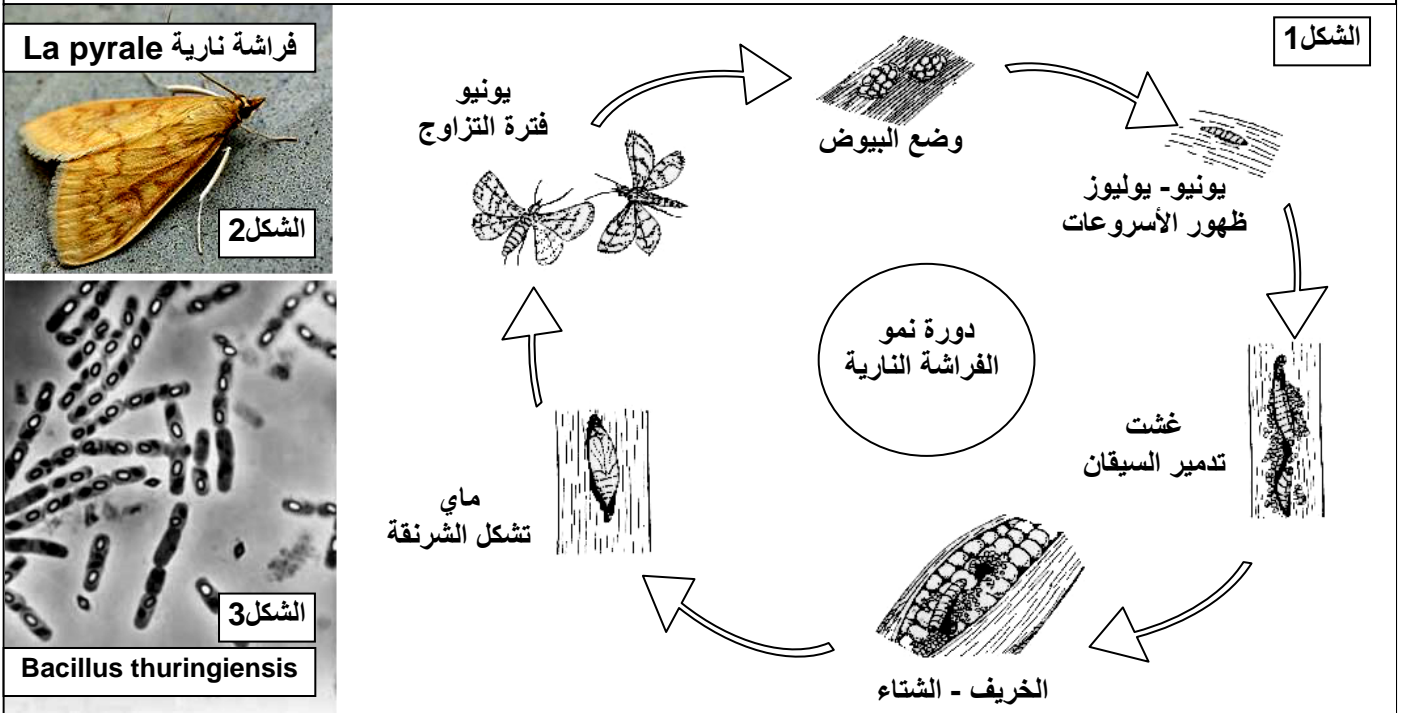
- مثال عند نبات الذرة ( أنظر الوثيقة 4 ):

للحصول على ذرة مقاومة لحشرة الفراشة النارية، يتم عزل مورثة مسؤولة عن إنتاج بروتين سام، مبيد للأسروعات انطلاقا من بكتيريا *Bacillus Thuringiensis*، ثم تدمج هذه المورثة في أحد صبغيات الخلية النباتية بطريقة " رشاش ADN ":

- ✓ عزل المورثة المطلوبة والمكونة من جزيئة ADN.
- ✓ تثبيت المورثة على جزيئات فلزية من التنغستين Tungstène يتراوح سمكها ما بين 0.4 و 5 ميكرومتر.
- ✓ إرسال الجزيئات الفلزية مغطاة بالمورثة المطلوبة بسرعة كبيرة، بواسطة رشاش ADN، قصد إدخالها الخلايا النباتية.
- ✓ اندماج المورثة المطلوبة مع أحد صبغيات الخلية النباتية.
- ✓ تكاثر الخلايا المعدلة وراثيا للحصول على نباتات مغيرة وراثيا، قادرة على إنتاج البروتين السام بالنسبة للأسروعات.

#### الوثيقة 4: نقل القدرة على محاربة الحشرات الضارة.

تعتبر أسر وعاء الفراشات النارية **La pyrale du maïs**، أكبر متلف لنبات الذرة، إذ تتوغل الأسر وعاء داخل ساق النبتة لتتغذى على أنسجتها، ولما تحدث أضراراً على مستوى السنابل والبذور، فيصبح النبات المصاب ضعيف النمو. لمقاومة أسر وعاء الفراشات النارية، اكتشف بعض العلماء نوعاً من البكتيريا تدعى **Bacillus thuringiensis** تستطيع تركيب بروتين سام بالنسبة للأسر وعاء، وغير ضار بالنسبة للفقريات.



### III – إشكالية التعديل الوراثي عند النباتات. أنظر الوثيقة 5

#### الوثيقة 5: بعض التطبيقات للتعديل الوراثي.

خلال الثلاثين سنة المقبلة على الفلاحة أن توفر الغذاء لمليارين إضافيين من الأشخاص انطلاقاً من الموارد الطبيعية التي تعرف حالياً هشاشة متصاعدة. فالتحدي المراد رفعه، يشتمل تطوير التقنيات التي تساعد في أن واحد، على الرفع من المردودية وتخفيض تكاليف الإنتاج والحفاظ على البيئة وتحسين النوعية الاقنيتائية للمنتجات الغذائية المعروضة على المستهلكين مع منح الضمان الغذائي ووسائل العيش للمحرومين. و تمكن البيوتكنولوجيا من تحسين النوعية الاقنيتائية للمنتجات الغذائية وخلق منتوجات جديدة موجهة للاستعمال الصناعي والصحي حسب تقرير منظمة الفاو. عن تقرير منظمة الفاو: روما 2004 بتصرف

من أجل تلبية الحاجات الغذائية المتزايدة للإنسان، يسعى الباحثون إلى الحصول على أنواع نباتية وحيوانية ذات مردودية عالية بتعديلها وراثياً وذلك باستغلال التكنولوجيا الحديثة في علم الوراثة. إلى أي حد إذن يمكن الاعتماد على الكائنات المعدلة وراثياً في حل إشكالية التغذية؟

#### ① ايجابيات التعديل الوراثي.

★ انطلاقاً من تحليل الوثائق 6، 7، 8، و9 حدد طبيعة الرهانات التي يمكن للنباتات المعدلة وراثياً، تقديمها للإنسانية.

#### الوثيقة 6: التعديل الوراثي عند نبات الطماطم.



بفضل تقنيات التعديل الوراثي تمكن نبات الطماطم من اكتساب صفة جديدة بحيث أصبح قادراً على تحمل كميات كبيرة من الملح في التربة دون أن يؤثر ذلك على جودة الثمار.

### الوثيقة 7: التعديل الوراثي عند نبات الذرة



- ✓ مكن التعديل الوراثي لنبات الذرة بالولايات المتحدة من ربح : مليون هكتار من المساحات المزروعة.
- ✓ 600000 طن من الأسمدة.
- ✓ 100 مليون لتر من الفيول.
- ✓ 20 إلى 30 مليون دولار من تكاليف مبيد الحشرات.

### الوثيقة 8: الأرز الذهبي غذاء واحد Golden Rice



الأرز الأبيض

الأرز الذهبي

تشكو بعض مجتمعات دول آسيا، التي تعتمد أساسا في تغذيتها على الأرز، من عوز في الفيتامين A، و من اضطرابات خطيرة في وظيفة الإبصار. لذلك تم التفكير في إنتاج الأرز الذهبي، وهو أحد سلالات الأرز *Oryza sativa* المنتجة من خلال الهندسة الوراثية، تحتوي بذوره على كميات كبيرة من البيتا-كاروتين (beta-carotène) وهو طليعة الفيتامين A الضرورية لإبصار سليم. وقد يؤدي استهلاك الأرز المذهب إلى القضاء نهائيا على هذا العوز الفيتاميني.

### الوثيقة 9: التعديل الوراثي لتنظيف التربة

يمكن لبعض النباتات أن تنمو فوق تربة ملوثة بمواد سامة كالزنك والكاديوم وبعض المواد العضوية. هذه النباتات لها قدرة كبيرة على تخزين هذه المواد السامة في سيقانها وأوراقها. بعد إزالة هذه النباتات، وحرقتها نكون قد نظفنا التربة وحصلنا على طاقة حرارية. هذه النباتات سعتها الاستيعابية للمواد السامة صغيرة ولهذا السبب تم إيجاد نوع من الذرة معدل وراثيا خاص بتنظيف التربة من المعادن الثقيلة.

★ يشكل التعديل الوراثي للنباتات حولا علمية من بين أخرى، تلبى حاجيات الإنسان الغذائية وذلك ب:

- ✓ الرفع من المردود الفلاحي بتوفير نباتات مقاومة للحشرات والفطريات، ونباتات متحملة لمبيدات الأعشاب وكذا متحملة للجفاف، ولملوحة وحمضية التربة، وهكذا نحافظ على المخزون المائي – المعدني للتربة.
- ✓ التقليل من استعمال مبيدات الأعشاب ومبيدات الحشرات، وبالتالي الحفاظ على توازنات الحميلات البيئية.
- ✓ إنتاج أدوية غذائية: أغذية غنية بالفيتامينات أو بالبروتينات أو بلفاحات ضد الأمراض (أرز غني بفيتامين A، نبات بطاطس منتج للقاح ضد الكوليرا).
- ✓ إنتاج نباتات ذات جودة غذائية (زيتون ذو جودة عالية).

### ② سلبيات التعديل الوراثي.

★ انطلاقا من تحليل الوثائق 10، و 11 اقترح بعض الفرضيات التي تقدم حول المخاطر المحتملة نتيجة زراعة واستهلاك النباتات المعدلة وراثيا.

★ تطمح البيوتكنولوجيا والصناعات الغذائية إلى إنتاج وتسويق منتجات غذائية معدلة وراثيا لتلبية حاجيات الإنسان الاقتصادية. إلا أن هذه المنتجات لازالت تطرح إشكاليات عامة حول كيفية إنتاجها، وقيمتها الاقتصادية، ومخاطرها المحتملة على صحة الإنسان وعلى البيئة. إذ لا تزال الكثير من أضرار النباتات المعدلة وراثيا محل جدل بين المنتجين والوكالات الصحية ولم تثبت حتى الآن أي دراسة صحية أكيدة أن لهذه النباتات ضرر واضح على الإنسان.

## الوثيقة 10: الأخطار المحتملة للتعديل الوراثي Golden Rice

قد تمثل الكائنات المعدلة وراثيا بعض الايجابيات على صحة الإنسان، كما يطرح اعتمادها احتمال وجود آثار سلبية على النباتات والحيوانات والإنسان:

- ◀ قد تحدث المورثة المحمولة اضطرابا في وظيفة الكائن المعدل وراثيا بإنتاج مواد سامة جديدة.
- ◀ يستخدم في إنتاج الأغذية المعدلة وراثيا مورثات مقاومة للمضادات الحيوية مثل نبات الذرة المقاوم للبنسيلين. وقد تمثل هذه الخاصية خطرا محتملا على جسم الإنسان عند علاجه بالمضادات الحيوية.
- ◀ يمكن لبعض الجزيئات الناتجة عن التعديل الوراثي أن تحدث تسممات غذائية وحساسية مفرطة خاصة عند الأطفال والأشخاص المسنين.
- ◀ من خاصيات النباتات المعدلة وراثيا قدرتها على مقاومة مبيدات الأعشاب مما يؤهلها لأن تصبح سائدة على النباتات الطبيعية، حيث قد تحدث اختلالات في التوازنات الطبيعية.

الأخطار المحتملة	الرهانات المنتظرة
<ul style="list-style-type: none"><li>• تسمم الإنسان</li><li>• ظهور نباتات مقاومة لمبيدات الأعشاب</li><li>• ظهور حشرات مقاومة للسمينات</li><li>• تلوث الماء والتربة</li><li>• انتشار النباتات المعدلة وراثيا بواسطة البذور وحبوب اللقاح.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• الذرة: مقاومة الحشرات</li><li>• الصوجا والقطن: مقاومة مبيدات الأعشاب</li><li>• الطماطم: تحسين ظروف التصبير</li><li>• السلجم: مقاومة الفطريات</li><li>• الخس: الخفض من النترات في النبات</li></ul>

## الوثيقة 11: الأخطار المحتملة للتعديل الوراثي

يقول الخبراء أن أضرار النباتات المعدلة وراثيا لا تظهر على الفرد مباشرة بعد أكلها بل تتأخر أعراضها إلى فترات طويلة نسبيا قد تمتد إلى سنوات. ولا تزال الكثير من أضرار هذه النباتات محل جدل بين المنتجين والوكالات الصحية. ولم تثبت دراسة صحية أكيدة حتى الآن أن هذه النباتات لها ضرر واضح على الإنسان. الأمر الذي جعل المنتجين يزيدون من إنتاجها دون إجراء اختبارات الأمان الكافية لمعرفة هل هي مناسبة للإستخدام الأدمي أو لا. مما جعل الصراع على أشده بين الوكالات الصحية ومنتجي هذه الأصناف.

وقد تم التوصل أخيرا إلى اتفاق بين هذه الوكالات والمنتجين يقضي بوجوب كتابة عبارة: يحتوي على مواد معدلة وراثيا أو عبارة: لا يحتوي على المواد المعدلة وراثيا .

وبهذا يكون الخيار للمشتري في شراء منتجات تحتوي على مواد معدلة وراثيا غير مأمونة من الناحية الصحية أو بقائه على المنتجات الزراعية العادية.