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.

- **كيف تتوالد هذه النباتات وما هي الأعضاء المتدخلة في هذا التوالد؟**
- **ما هي الآليات التي تقود من الزهرة إلى البذرة؟**
- **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.

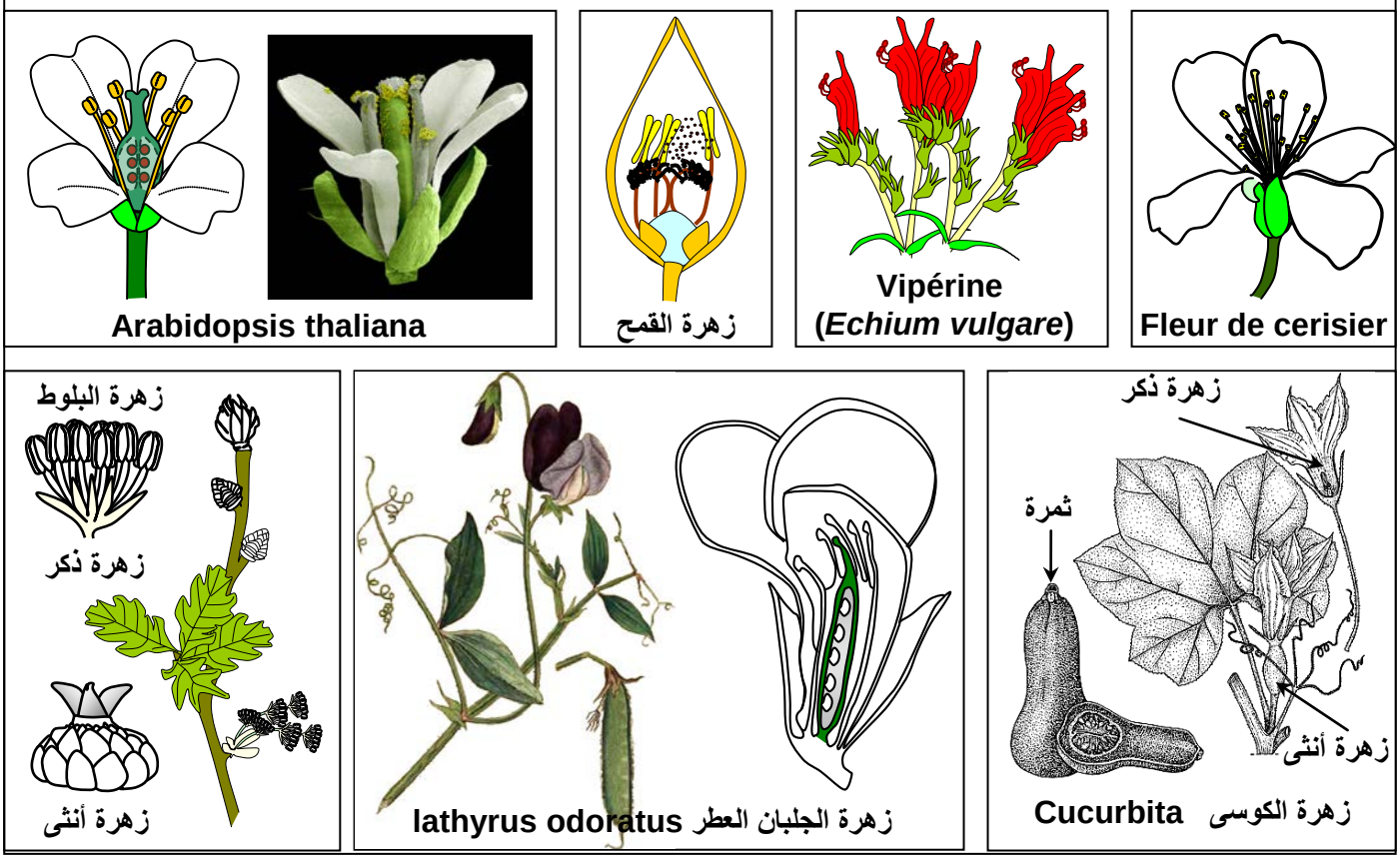
النباتات كاسيات البذور هي نباتات زهرية تتميز أساسا بكونها تنتج بذورا محفوظة داخل الثمرة.

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:

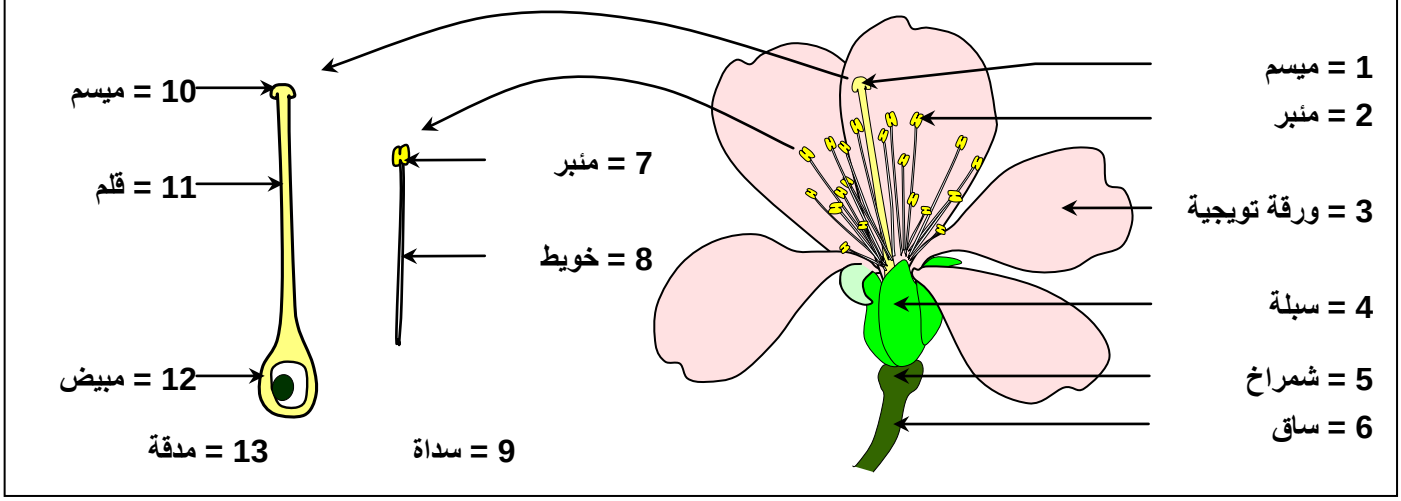
- تنوع في لون، شكل، عدد، وتموضع أعضاء الزهرة.
- أزهارا بسيطة (زهرة البرتقال) وأخرى مركبة من عدة زهرات تتوفر كل واحدة على الأعضاء الزهرية الموجودة عند الزهرة البسيطة (زهرة دوار الشمس).
- أزهار ثنائية الجنس Bisexuée تحمل الأعضاء الذكرية والأنثوية (زهرة البرتقال)، وأخرى أحادية الجنس Monosexuée تحمل أعضاء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

انطلاقا 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.

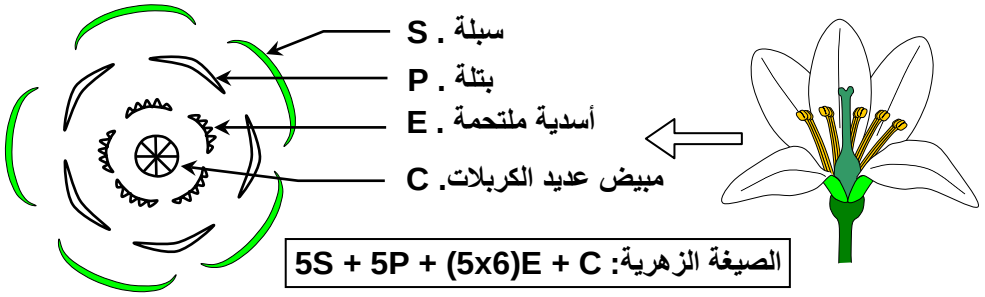
✶ أعضاء التوالد:

- أعضاء ذكرية: 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 كربلة (Carpelle) أو مجموعة من الكربلات، حيث تتكون الكربلة 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 رسما تخطيطيا لمختلف أجزائها، ثم أنجز الأخطوط الزهري لهذه الزهرة.



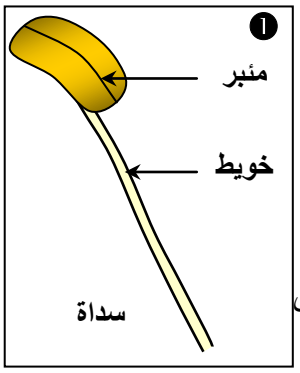
الأخطوط الزهري هو تمثيل لمختلف القطع الزهرية على دوائر مع ترتيبها واحترام تموضعها بالنسبة لبعضها البعض.

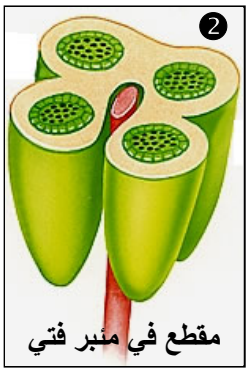
② تعضي جهاز التوالد عند كاسيات البذور.

أ – السداة جهاز التوالد الذكري:

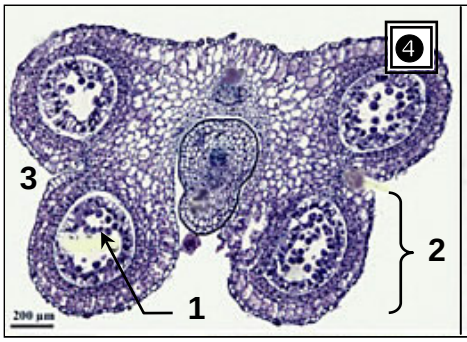
a – تعضي جهاز التوالد الذكري: أنظر الوثيقة 4.

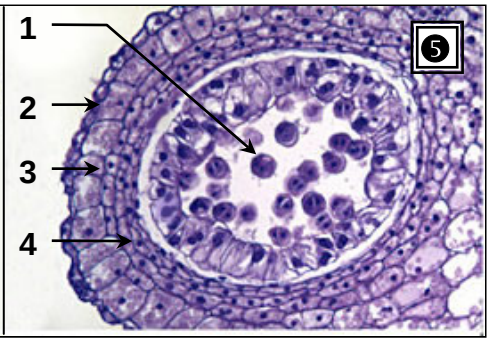
الوثيقة 4: السداة جهاز توالد ذكري ينتج حبوب اللقاح.

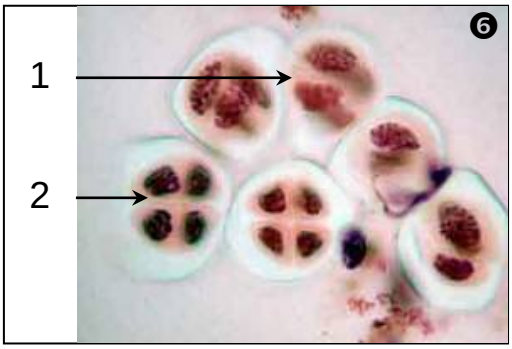




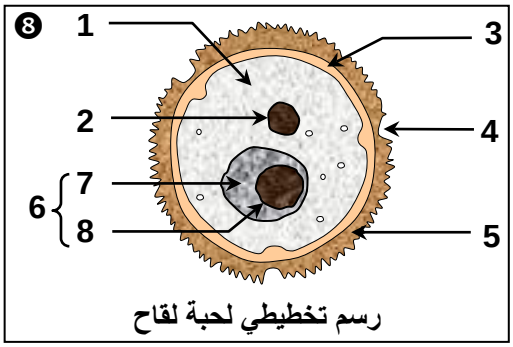
الشكل ❶ يبين الشكل الخارجي لسداة.
الشكل ❷ صورة لمقطع عرضي لمئبر فتي.
الشكل ❸ صورة لمقطع عرضي لمئبر ناضج.
الشكل ❹ ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للمئبر.
الشكل ❺ ملاحظة مقطع عرضي لكيس اللقاح.
الشكل ❻ ملاحظة الخلايا الأم لحبوب اللقاح.
انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة، تعرف تعضي جهاز التوالد الذكري وتعرف بنية حبة اللقاح.







حبة لقاح ملاحظة بالمجهر



رسم تخطيطي لحبة لقاح

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

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

عناصر الشكل ❽ 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 وانباتية. يعني أن حبة اللقاح تتكون من خليتين: خلية أنباتية وخلية توالدية.

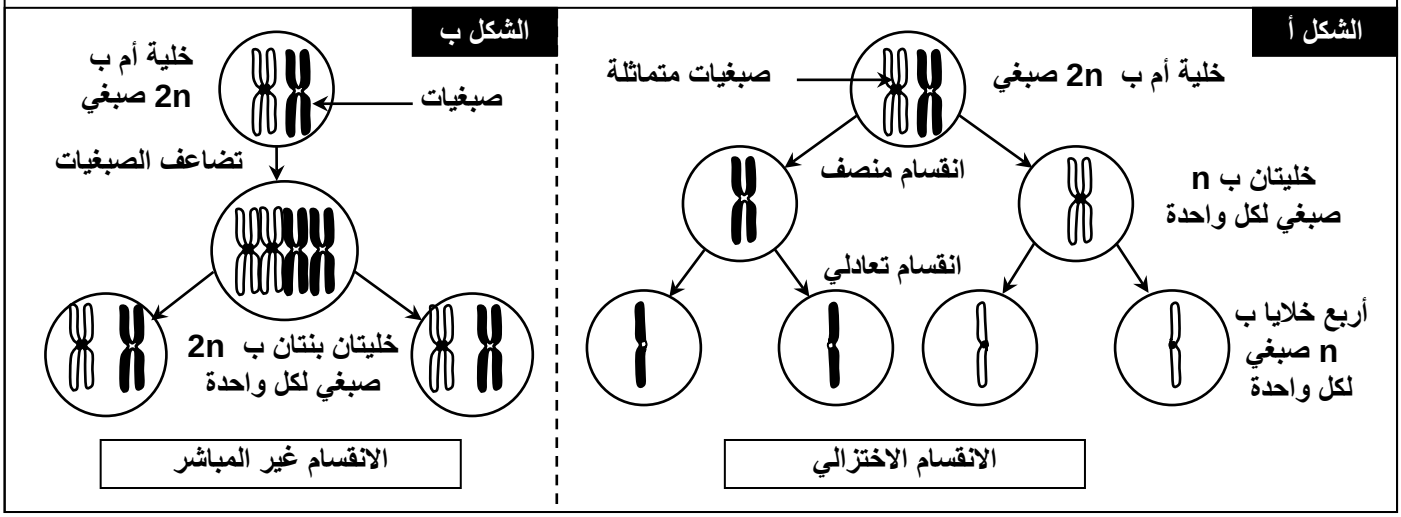
★ خلال تشكلها، تتعرض الخلايا الأم لحبوب اللقاح لانقسام خاص يسمى الانقسام الاختزالي، أنظر الوثيقة5.

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)

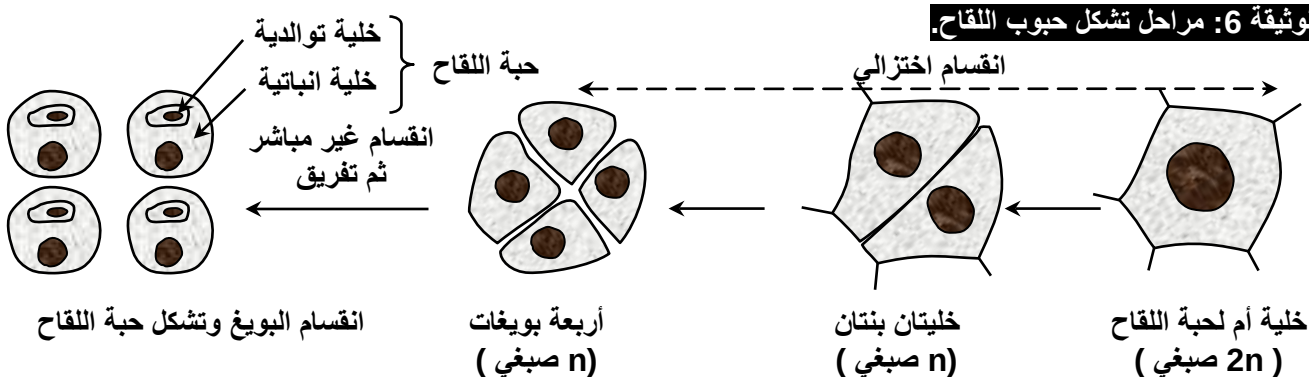
تتعرض نواة كل خلية لانقسام غير مباشر (الشكل ب) لتعطي حبة لقاح تتشكل من خليتين أحاديتي الصيغة الصبغية.



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

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

الوثيقة 6: مراحل تشكل حبوب اللقاح.



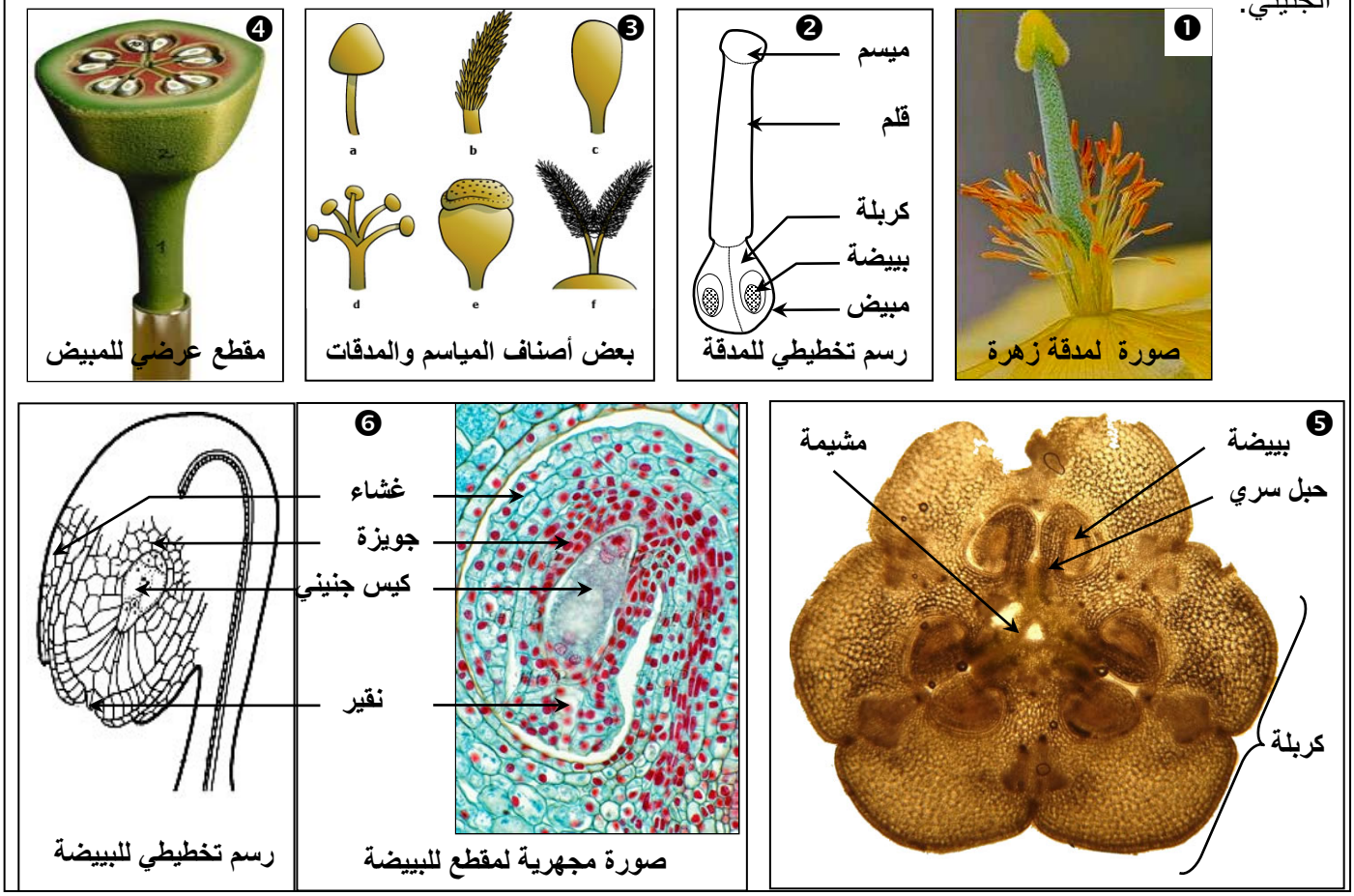
- تكون الخلايا الأم لحبوب اللقاح ثنائية الصيغة الصبغية من خلال انحدارها من إحدى خلايا المئبر.
- تتعرض الخلايا الأم (2n) لانقسام اختزالي فتعطي 4 خلايا تسمى بويغات أحادية الصيغة الصبغية (n)
- تنقسم نواة كل بويغ بانقسام غير مباشر لتعطي نواة انباتية ونواة توالدية.
- بعد مجموعة من التحولات خلال مرحلة تسمى مرحلة التفريق، 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.

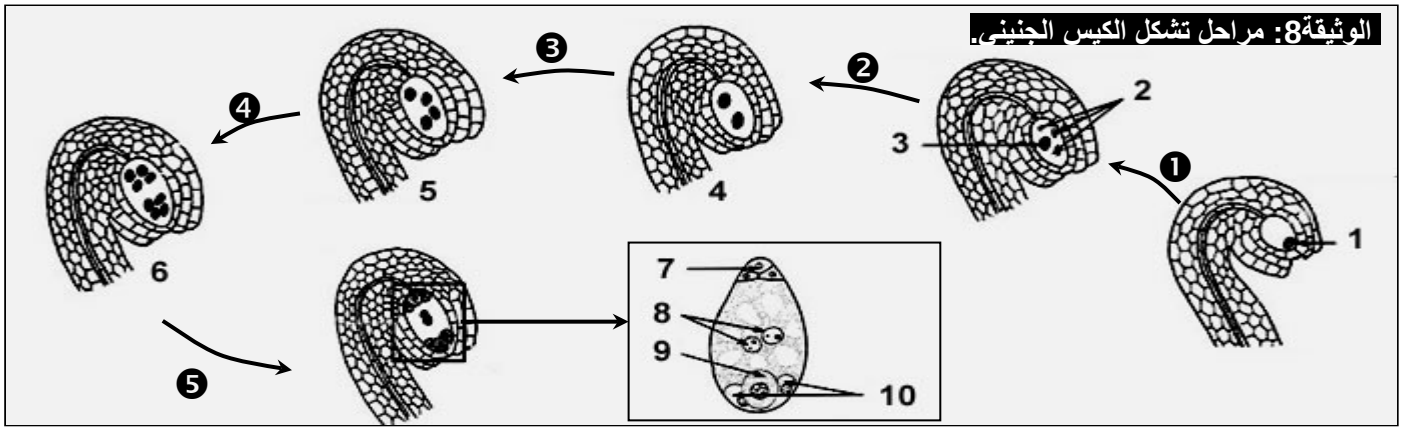
انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة، تعرف تعضي جهاز التوالد الأنثوي وتعرف بنية المبيض، البييضة والكيس الجنيني.



- 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 كربلة واحدة أو عدة كربلات Carpelles. فنجد مثلا زهرة أحادية الكربلة أو متعددة الكربلات.
- تحتوي كل كربلة على بييضة أو أكثر Ovules، ترتبط بالمشيمة Placenta بواسطة الحبل السري Funicule وتتكون من نسيج يسمى الجويزة Nucelle، تحتوي في جزئها الأعلى على الكيس الجنيني. ويحيط بالجويزة غشاءان يحددان فتحة صغيرة تسمى النقير Micropyle.
- ينتج الكيس الجنيني Sac embryonnaire انطلاقا من تكاثر خلايا الجويزة.

b – تشكل الكيس الجنيني: أنظر الوثيقة 8.

الوثيقة8: مراحل تشكل الكيس الجنيني.



عناصر الوثيقة:
1 = الخلية الأم للكيس الجنيني. 2 = ثلاثة أبواغ ضامرة. 3 = بوغ كبير
4 = الانقسام الأول. 5 = الانقسام الثاني. 6 = الانقسام الثالث. 7 = خلايا معاكسة.
8 = نواتا الكيس الجنيني. 9 = بييضة غير ملقحة. 10 = خليتان مساعدتان.

❶ = انقسام اختزالي، ❷ و❸ و❹ = انقسامات غير مباشرة، ❺ = تشكل الكيس الجنيني.

يتشكل الكيس الجنيني عبر المراحل الأساسية التالية:
- تتعرض احدى خلايا الجويزة للتفريق فتعطي الخلية الأم للكيس الجنيني، تكون ثنائية الصيغة الصبغية.
- تتعرض الخلية الأم للانقسام الاختزالي فتعطي أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n)، تنحل 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:

✓ بييضة غير ملقحة والتي تقوم مقام المشيج الأنثوي تتموضع قرب النقير.
✓ خليتان مساعدتان تحيطان بالبويضة غير الملقحة.
✓ ثلاث خلايا معاكسة تتموضع بالقطب المعاكس.
✓ خلية مركزية تضم نواتين.

ج – خلاصة:

تخضع الكائنات الحية عامة والنباتات خاصة لنوعين من الانقسامات، حسب طبيعة الوظيفة المؤهلة للقيام بها ونميز 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).

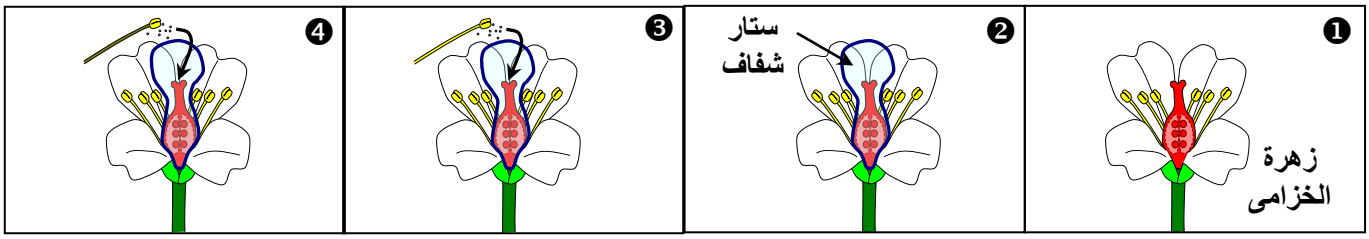
- الانقسام الاختزالي وهو ظاهرة تخضع لها الخلايا التي تلعب دورا في التوالد الجنسي، لتعطي أمشاجا أحادية الصيغة الصبغية، وذلك للحفاظ على ثبات عدد الصبغيات بعد الإخصاب. ويتميز بانقسامين متتاليين لخلية أم ثنائية الصيغة الصبغية (2n)، لنحصل على أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n).

③ الأبر، أنواعه وأهميته الزراعية.

أ – الأبر وأنواعه: أنظر الوثيقة 9

الوثيقة 9: دور الأسدية والمدقة في تكون الثمرة.

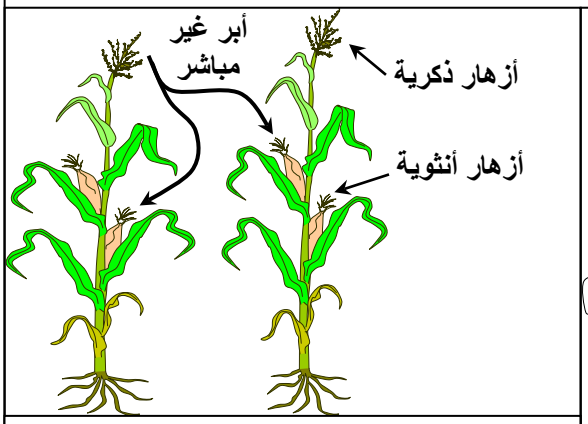
لدينا أربع نبتات من الخزامى ❶، ❷، ❸، و❹، كما هو مبين على الرسم أسفله.



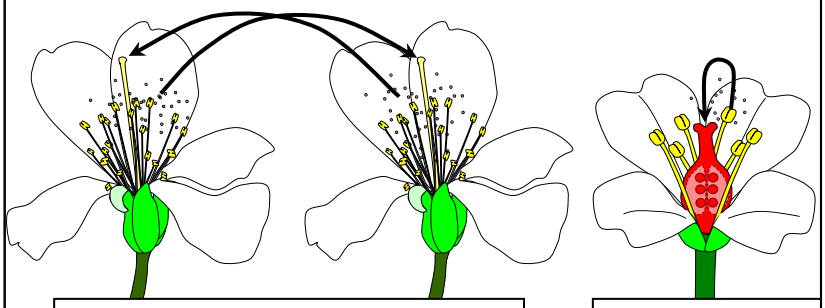
❶ : نترك الأزهار عادية (شاهدة).
النتيجة: تحول المدقة إلى ثمرة تحتوي على بذور.
❷ : نغطي مدقة الزهرة بستار شفاف، قبل نضج الأسدية. النتيجة: عدم تحول المدقة إلى ثمرة.
❸ : نرج سداة هذه الزهرة فوق الميسم، قبل تغطية المدقة بستار شفاف، النتيجة: تحول المدقة إلى ثمرة تحتوي على بذور.
❹ : نرج سداة زهرة البنفسج فوق ميسم زهرة الخزامى، قبل تغطية مدقة الخزامى بستار شفاف، النتيجة: عدم 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.

(تابع) الوثيقة 9: دور الأسدية والمدقة في تكون الثمرة.

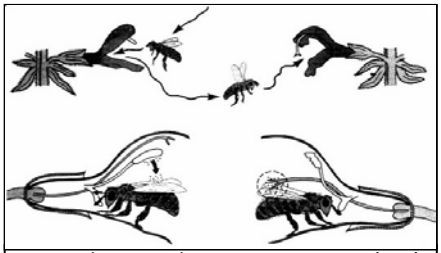


عند نبات الذرة تتموضع الأسدية بالأزهار الذكرية والمدقات بالأزهار الأنثوية في مستويين مختلفين.



الأبر المباشر | الأبر غير المباشر

تدخل الإنسان في عملية الأبر



أبر أزهار نبات القويصة بواسطة النحل

الأبر عن طريق الطيور

الأبر عن طريق الرياح

1) نستنتج من هذه التجربة أن حبوب اللقاح يجب أن تصل إلى مياسم الأزهار لتتحول إلى ثمار ثم بذور. 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 المئبر 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 المعيقات الفيزيولوجية، كعدم النضج المتزامن لكل من الأسدية والمدقات، والمعيقات 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				

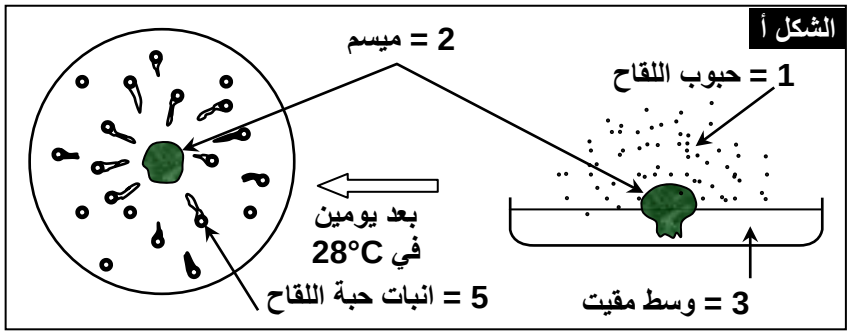
انطلاقا من هذه المعطيات بين أهمية الأبر في الميدان الزراعي.

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

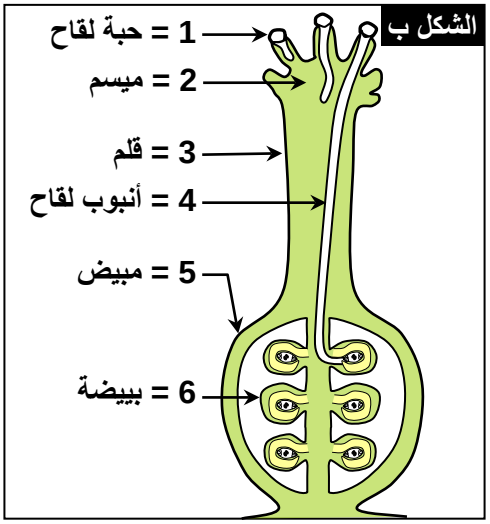
الوثيقة 11: الكشف عن الانتحاء الكيميائي لأنبوب اللقاح.

نقوم بتهييء محلول جيلاتيني سكري (10 غرام من السكر + 2 غرام من الجيلاتين + 100 cm^3 من الماء).
نضع الخليط في علبة 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 28 °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.

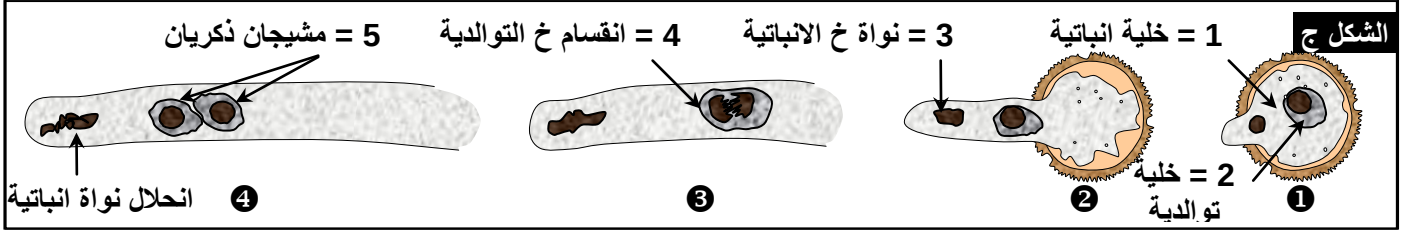


2) حدد مسار أنابيب اللقاح أثناء انباتها.

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 فتنبت، ويمتد أنبوب اللقاح داخل القلم حتى يصل إلى المبيض فيدخل عبر النقير.

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 التوالدية.
- خلال استطالة أنبوب اللقاح داخل القلم، يتقلص حجم النواة الانباتية، بينما تخضع الخلية التوالدية لانقسام غير مباشر لتعطي مشيجين ذكريين نسميهما حيبين مئبريين.
- عندما يصل أنبوب اللقاح إلى البويضة تكون الخلية الانباتية قد تلاشت وانحلت.

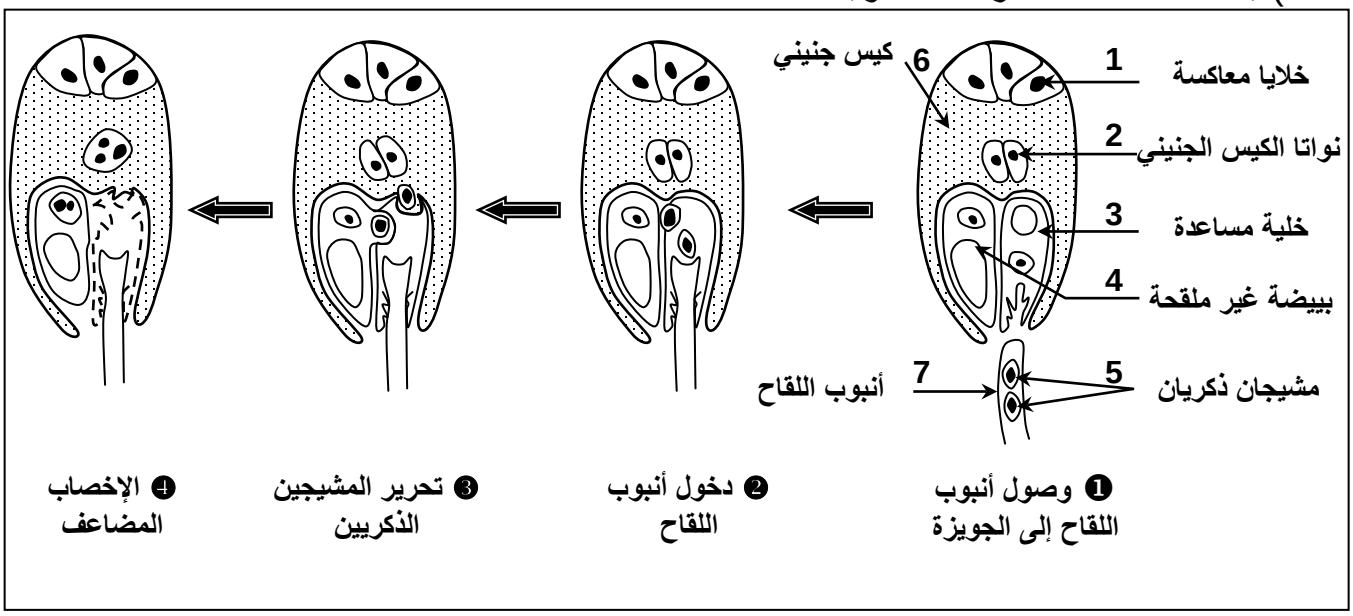
⑤ الإخصاب المضاعف وتكون البذرة وإنباتها.

أ – الإخصاب المضاعف: أنظر الوثيقة 12.

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

تبين الوثيقة ظاهرة بيولوجية تحدث على مستوى البييضة 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 تنعت هذه الظاهرة؟ علل جوابك.



1) أسماء العناصر: أنظر الوثيقة.

2) عندما يصل أنبوب اللقاح إلى الكيس الجنيني فانه يلج عبر النقير إلى البييضةفيخترق الجويزة ويفرغ الحيبين المئبريين داخل الكيس الجنيني.

★ يتحد أحد الحيبين المئبريين (n) مع البييضة غير الملقحة (n) فينتج عن ذلك تكون بيضة ثنائية الصيغة الصبغية (2n) نسميها البيضة الرئيسية Œuf principal.

★ يتحد الحيبي المئبري الثاني (n) مع نواتي الكيس الجنيني (n+n) فينتج عن ذلك تكون خلية ثلاثية الصيغة الصبغية (3n)، نسميها البيضة الثانوية أو البيضة التابعة Œuf secondaire.

إذن خلال هذه الظاهرة يؤدي تجمع صبغيات الحيبي المئبري مع صبغيات البييضة غير الملقحة إلى استعادة الخلية الناجمة الصيغة الصبغية الثنائية (2n).

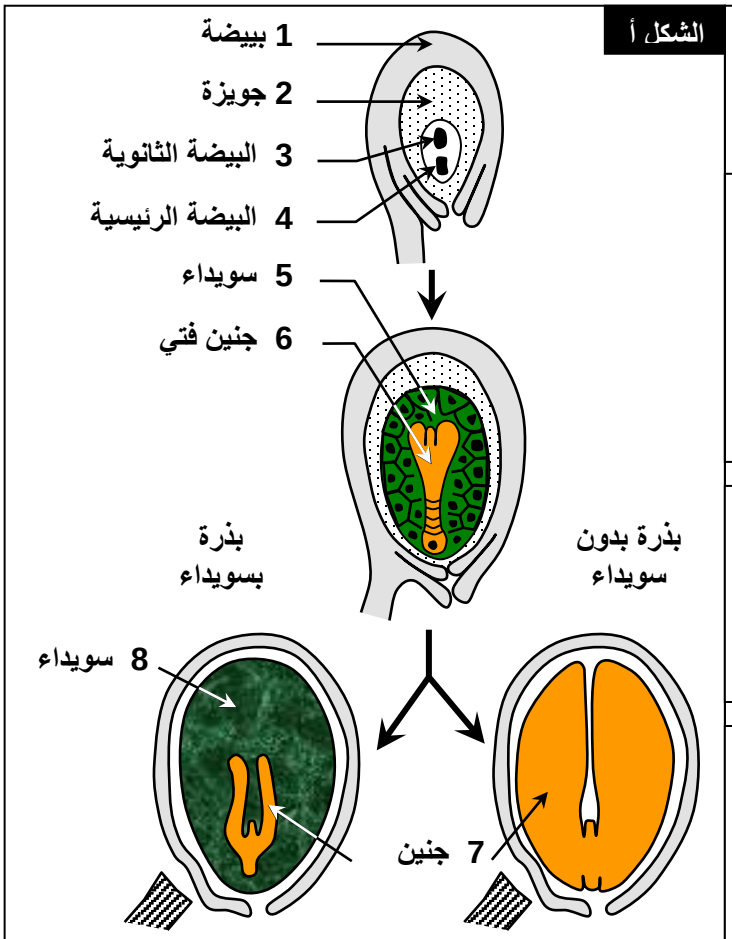
3) تنعت الظاهرة بالإخصاب المضاعف Double fécondation، لأن الحيبين المئبريين يلقحان خليتين منفردتين: البييضة غير الملقحة وخلية الكيس الجنيني.

ب – تشكل البذرة: أنظر الوثيقة 13.

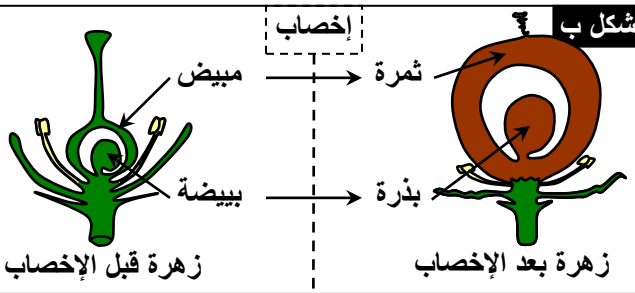
الوثيقة 13: تشكل بذرة نبات ذي فلقتين.

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

الشكل أ



الشكل ب



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

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

بعد الإخصاب تذبل وتنحل الأوراق الواقية والأسدية، تضمر الخلايا المساعدة والخلايا المعاكسة، فيتحول المبيض إلى ثمرة وتتحول البييضة إلى بذرة.

★ تتعرض البيضة الرئيسية لانقسامات غير مباشرة فتعطي البنيات الأولية للجنين (الجذير، الفلقة أو الفلقتين، 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، وبروتيدية. 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.

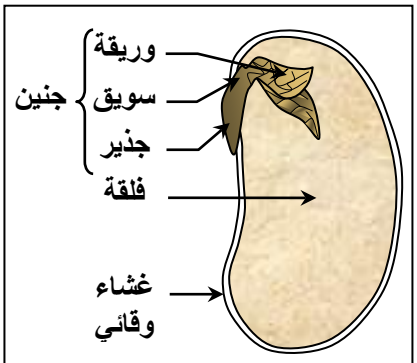
ج – إنبات البذرة: أنظر الوثيقة 14.

a – البذرة ومكوناتها: أنظر الشكل أ.

الوثيقة 14: إنبات البذرة.

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

بذرة مشرحة

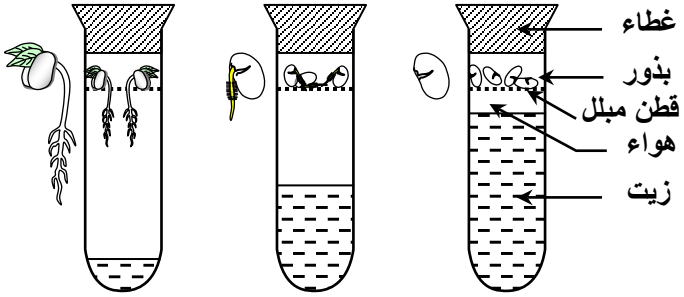


رسم تخطيطي لمقطع بذرة فاصوليا

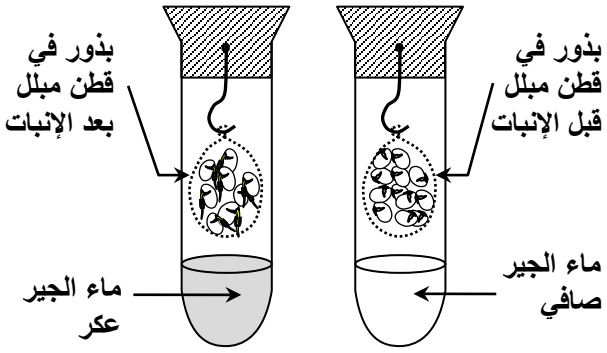
الشكل ب: أهمية الحرارة والرطوبة في إنبات البذور

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

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



الشكل د: الكشف عن التنفس عند البذور.



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

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

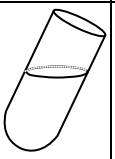
يتطلب الإنبات ظروفا ملائمة. أهمها:

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

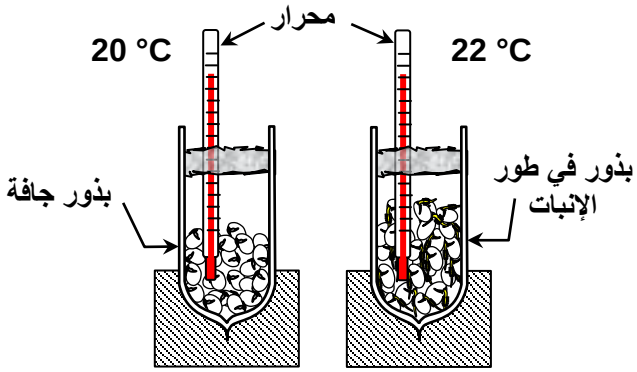
c – المظاهر الفيزيولوجية لإنبات البذرة: أنظر الوثيقة 15 والوثيقة 16.

الوثيقة 15: نأخذ بذورا في مراحل مختلفة من الإنبات. نزيل أجنتها ونحتفظ بالسويداء. نهرس سويداء كل من البذور في إناء مختلف بوجود الماء.
نرشح المحلول المحصل عليه ثم نختبر الرشاحة باستعمال الماء اليودي الذي يكشف عن وجود النشا، ومحلول فهلينغ الذي يكشف عن الكليكوز. النتائج المحصل عليها مدونة في الجدول أسفله.
على ضوء نتائج تلون الكواشف، حدد كمية كل من النشا ثم سكر الكليكوز 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 جد 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			

الوثيقة 16: الكشف عن تحرير الحرارة خلال عملية الإنبات.



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 بحلمأة النشا ويحدث وفق التفاعل الكيميائي التالي:

$$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \xrightarrow{\text{أنزيمات}} n\,C_6H_{12}O_6$$

نشا — ماء — كليكوز

✓ 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:

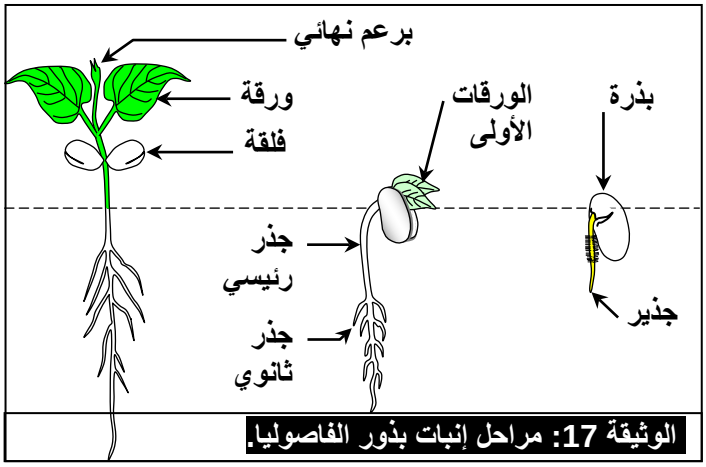
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 6CO_2 + 6H_2O + E$$

كليكوز — أنزيمات — طاقة

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.

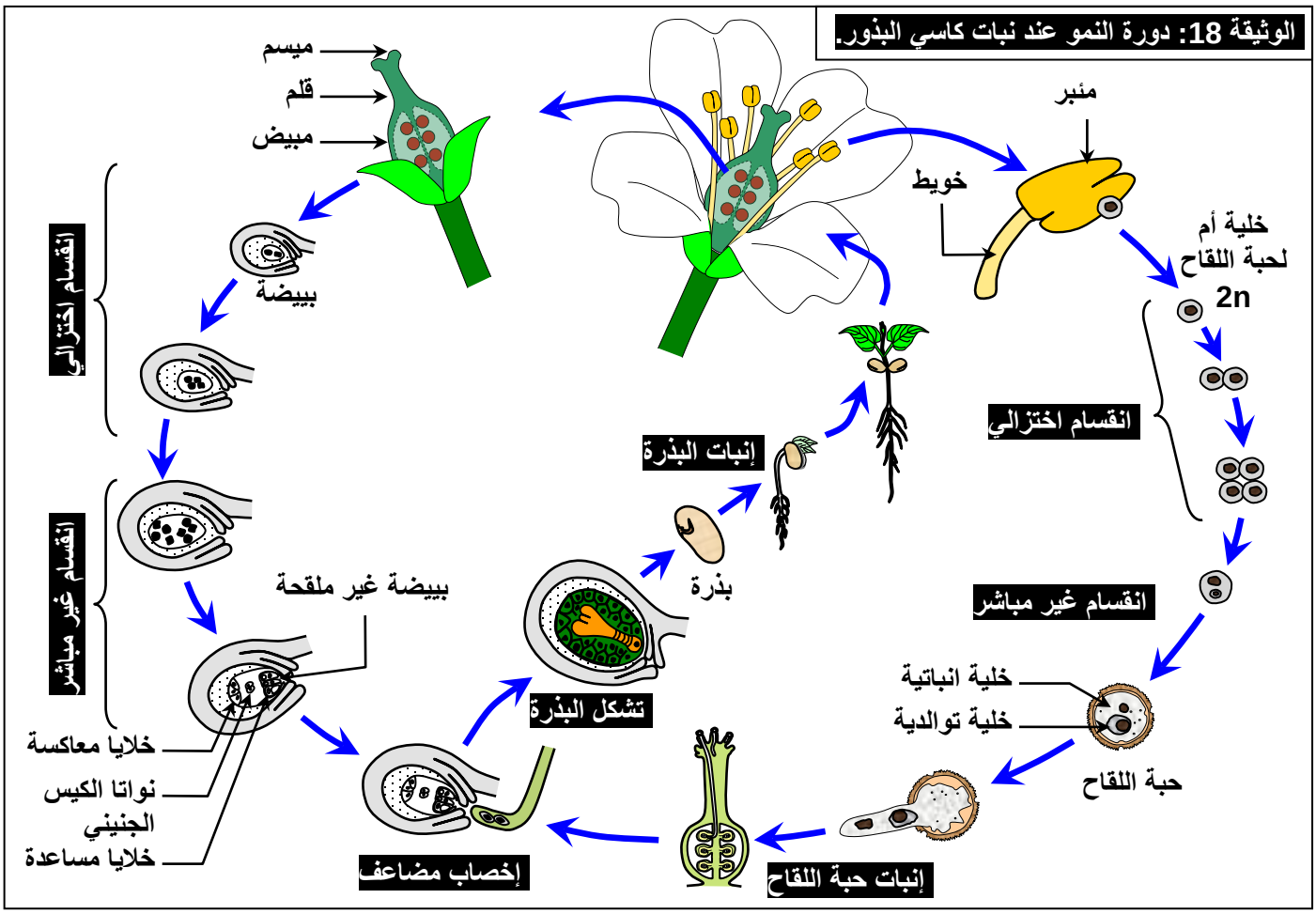


الوثيقة 17: مراحل إنبات بذور الفاصوليا.

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



الوثيقة 18: دورة النمو عند نبات كاسي البذور.

تتميز حياة الكائن الحي الذي يتوالد جنسيا، بتتالي عدة أحداث تبتدئ بالإخصاب وتنتهي بالإخصاب الموالي، مرورا بالنمو والانقسام الاختزالي. يشكل تعاقب هذه الأحداث دورة النمو

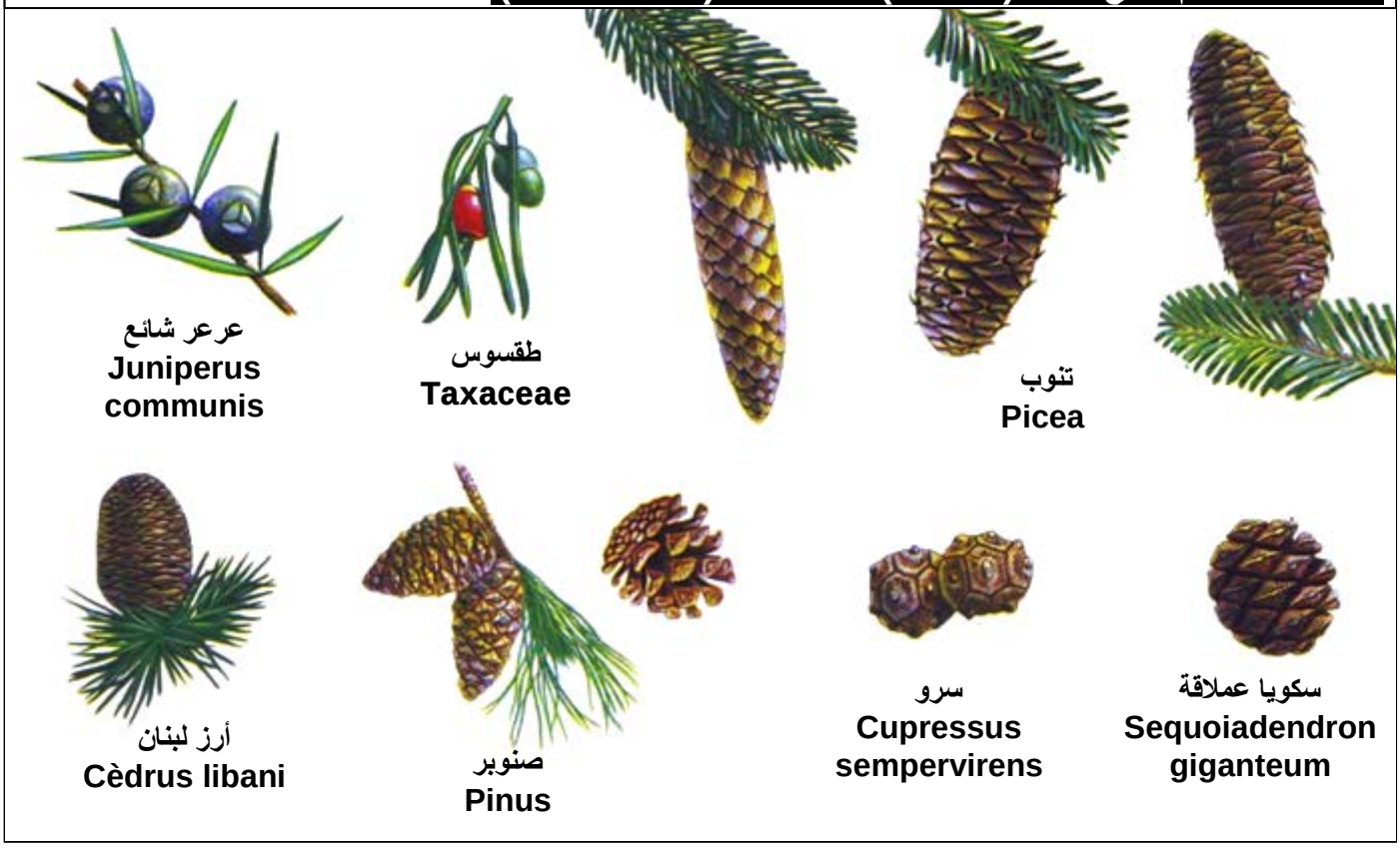
خلال دورة النمو عند كاسيات البذور، نقوم بتحديد موقع الإخصاب والانقسام الاختزالي. وبهذا نحدد مرحلتين أو جيلين:

- جيل ثنائي الصيغة الصبغية يتمثل في النبات المورق: من الإخصاب إلى الانقسام الاختزالي.
- جيل أحادي الصيغة الصبغية، يتمثل في الكيس الجنيني وحبوب اللقاح، من الانقسام الاختزالي إلى الإخصاب.

II – 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)

الوثيقة 19: أهم أنواع الثمار (مخاريط) الصنوبريات (عاريات البذور).



تحمل غالبية عاريات البذور بذورها داخل مخاريط. وتُعدُّ المخروطيات أكثر النباتات 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.

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 تصنف هذه النباتات ضمن ما نسمي بالمخروطيات = les Conifères.

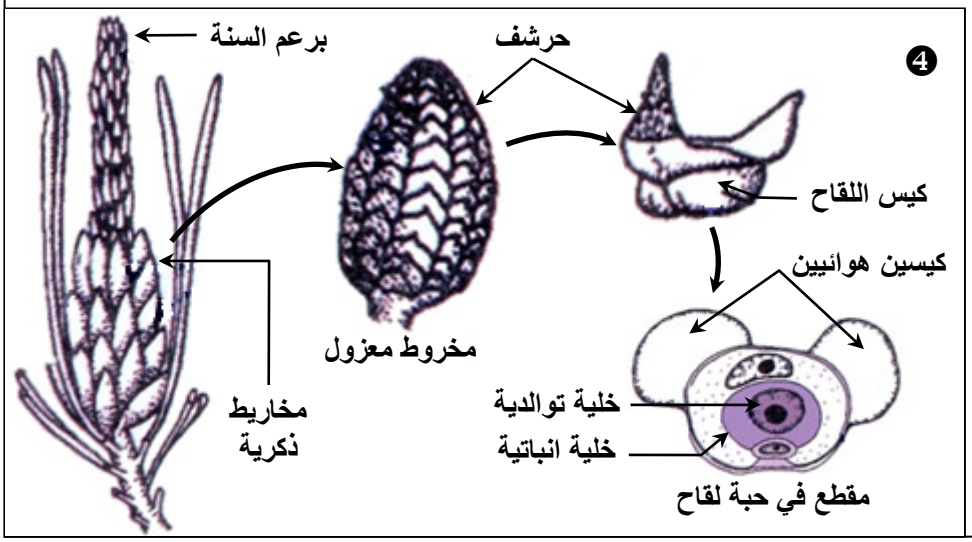
لدراسة التوالد الجنسي عند عاريات البذور، نأخذ كمثال نبات الصنوبر.

أ – أعضاء التوالد الذكرية: أنظر الوثيقة 20.

الوثيقة 20: الأعضاء التوالدية الذكرية عند عاريات البذور (شجر الصنوبر).

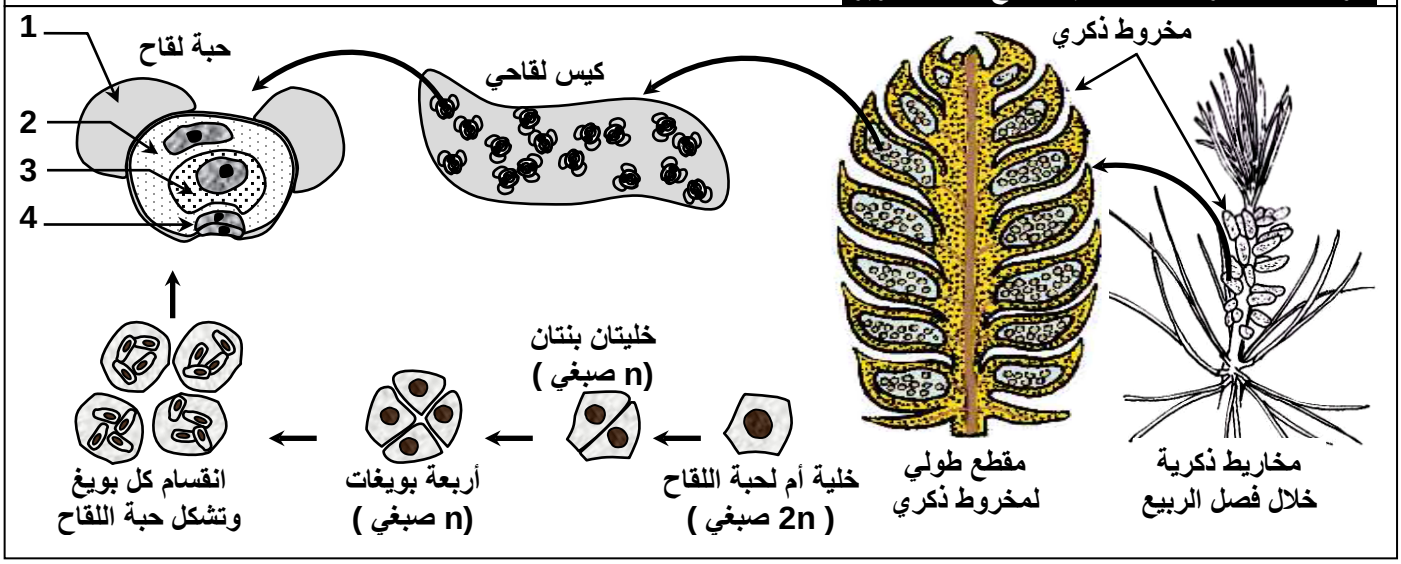
❶ شجرة صنوبر تظهر غصن ومخروط ناضج، مع أوراق ابرية.
❷ المخاريط السداتية الذكرية للصنوبر.
❸ ملاحظة مجهرية لحبوب لقاح الصنوبر.
❹ رسوم تخطيطية لأعضاء التوالد الذكرية عند الصنوبر.

انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة، تعرف الأعضاء التوالدية الذكرية عند الصنوبر.



✓ تتمثل الأعضاء التوالدية الذكرية في شكل مجموعة من المخاريط، تتموضع في قاعدة برعم السنة.
ويتشكل كل مخروط ذكري من عدة حراشف Ecailles متموضعة حول المحور.
✓ يحمل كل حرشف في وجهه السفلي كيسين مئبريين (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 الحرشف الذكري سداة وبالتالي فإن المخروط عبارة عن زهرة أحادية الجنس.
✓ تتشكل حبوب اللقاح داخل كيس اللقاح عبر المراحل الأساسية التالية: أنظر الوثيقة 21.

الوثيقة 21: مراحل تشكل حبة اللقاح عند الصنوبر.



- تتعرض الخلية الأم لحبة اللقاح (2n) لانقسام اختزالي فتعطي 4 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.

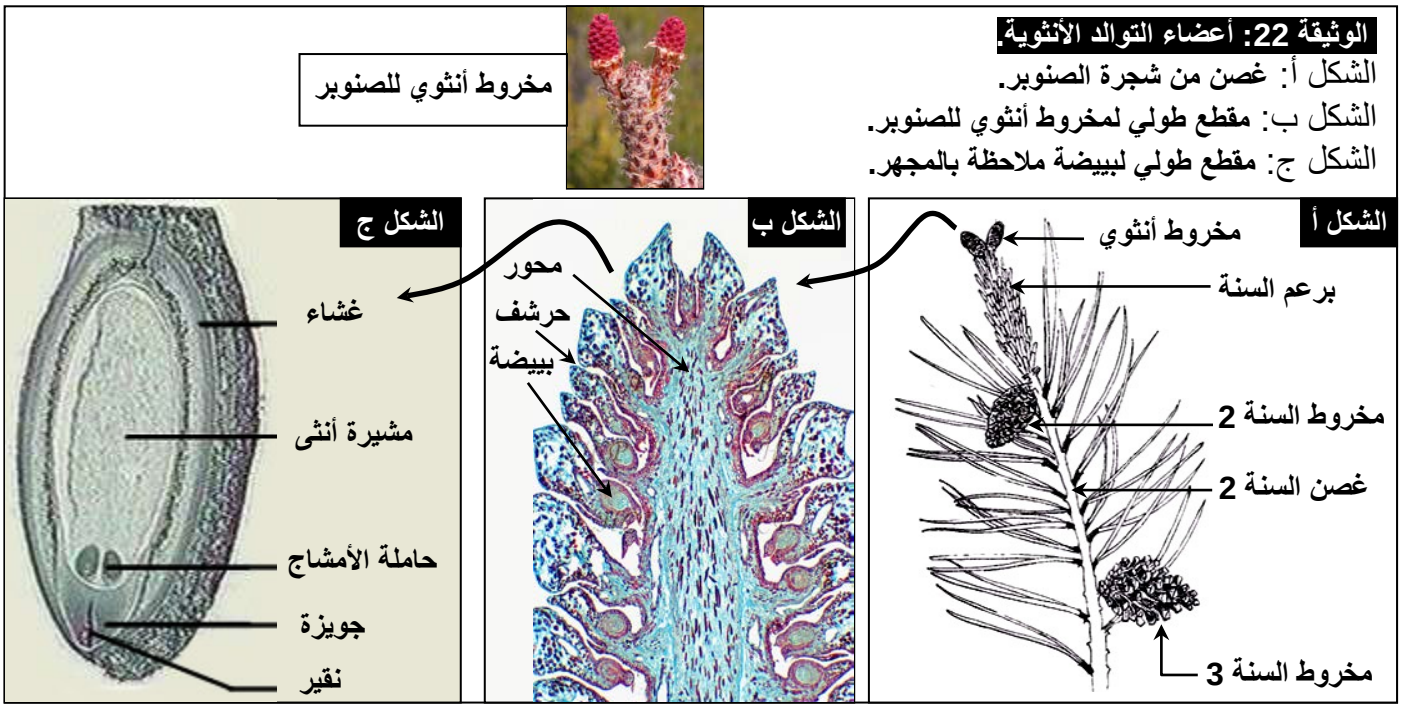
ب – أعضاء التوالد الأنثوية: أنظر الوثيقة 22.

الوثيقة 22: أعضاء التوالد الأنثوية.

الشكل أ: **غصن من شجرة الصنوبر.**

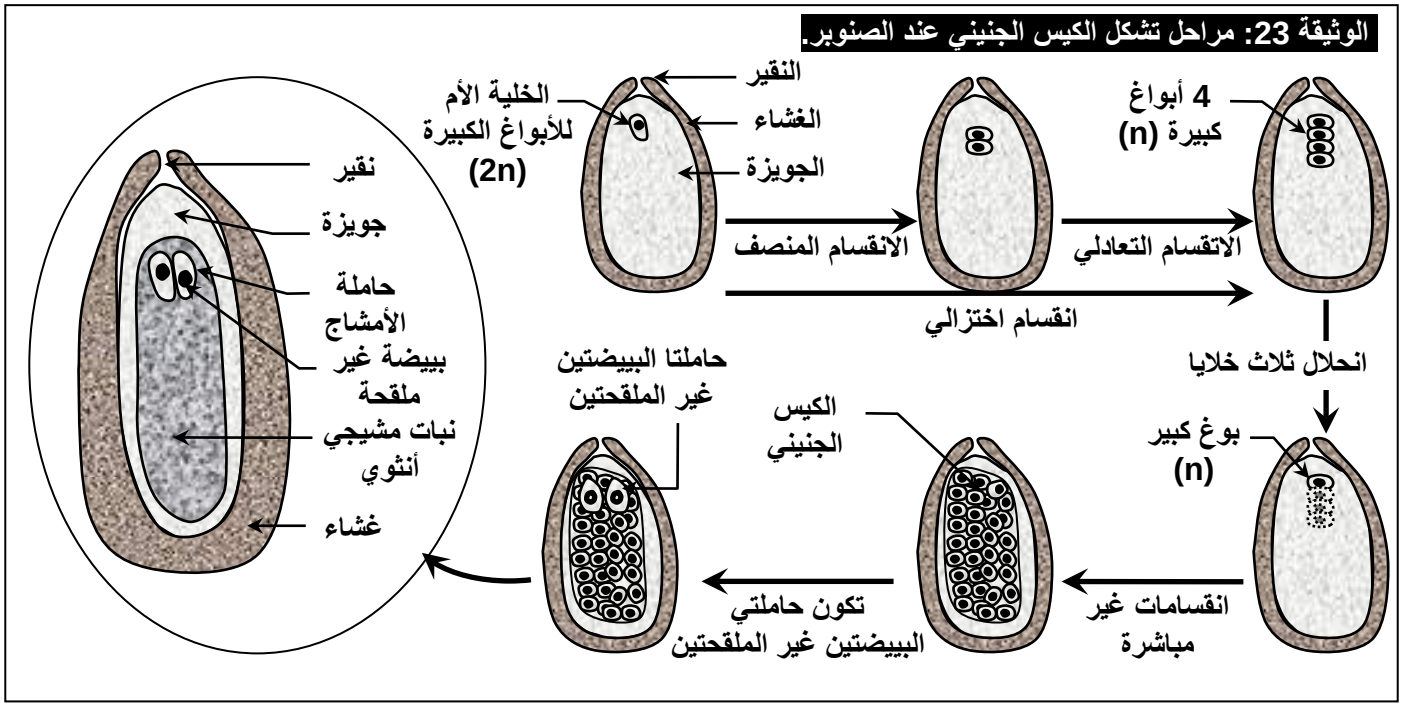
الشكل ب: **مقطع طولي لمخروط أنثوي للصنوبر.**

الشكل ج: **مقطع طولي لبييضة ملاحظة بالمجهر.**



- ✓ 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 بييضتين ويسمى حرشفا بييضيا، وبالتالي فالمخروط هو عبارة عن زهرة أحادية الجنس.
- ✓ تتشكل حاملة الأمشاج عند الصنوبر حسب المراحل التالية: أنظر الوثيقة 23.

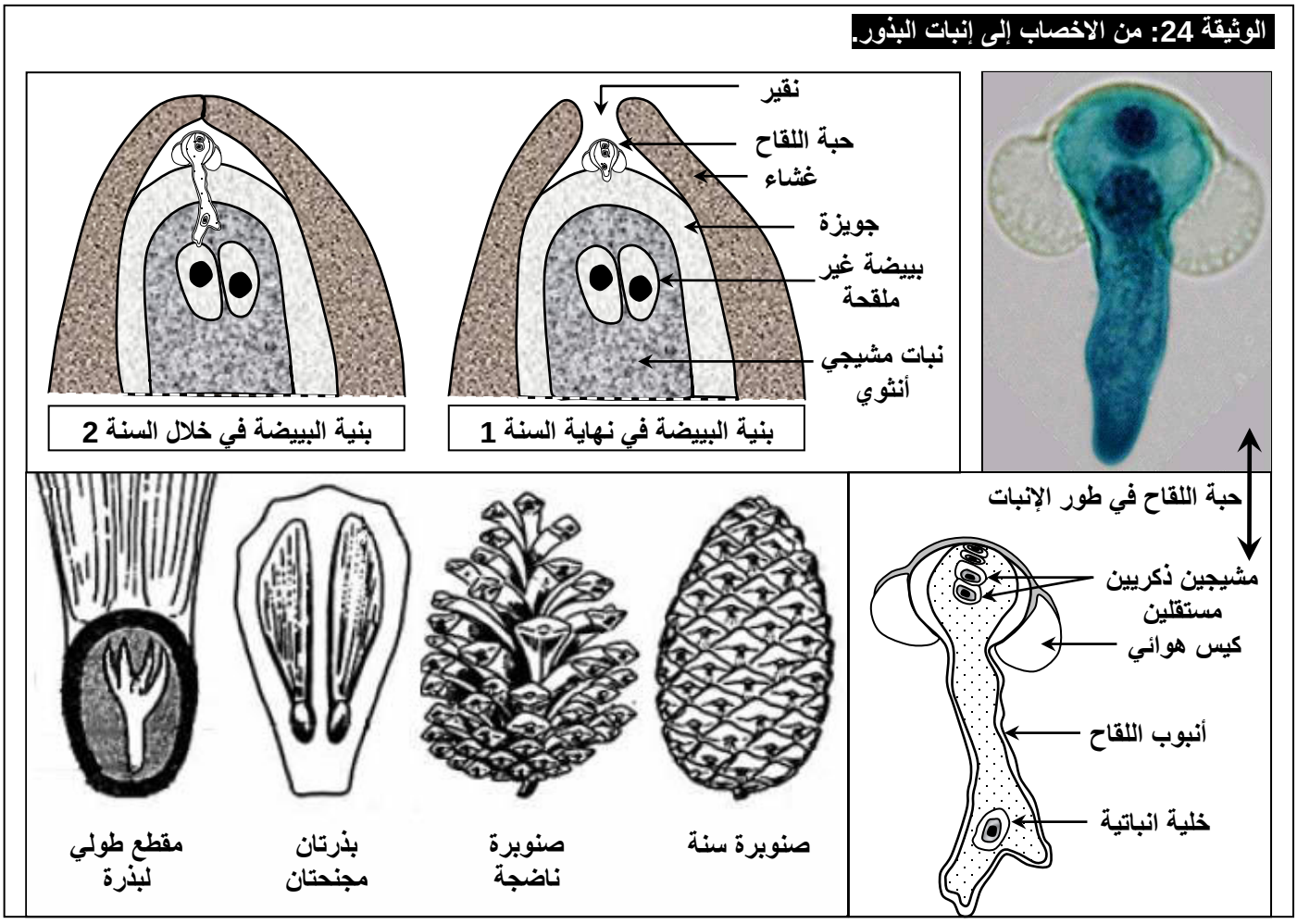
الوثيقة 23: مراحل تشكل الكيس الجنيني عند الصنوبر.



- في السنة الأولى، تخضع هذه الخلية إلى انقسام اختزالي فتعطي 4 خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n) تسمى الأبواغ الكبيرة.
- تنحل 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 خلايا الكيس الجنيني الموجودة قرب النقير، وتعطي كل واحدة منها حاملة بييضة غير ملقحة (حاملة الأمشاج) تتضمن بييضة غير ملقحة محاطة بطبقة من الخلايا العقيمة.

② من الإخصاب إلى إنبات البذور. أنظر الوثيقة 24.

الوثيقة 24: من الاخصاب إلى إنبات البذور.



أ – الأبر:

- يتوفر الصنوبر (وجل عاريات البذور) على أزهار مختزلة، يغيب فيها الكأس (مجموع السبلات) والتويج (مجموع الأوراق التويجية)، مما لا يترك مجالا للأبر بواسطة الحشرات، حيث تتم هذه العملية أساسا 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 البييضة. بعد ذلك تنسد حراشف المخروط الأنثوي لحماية البييضات المأبورة.
- في نفس السنة، يبدأ إنبات حبوب اللقاح، حيث يحرر أنبوب لقاح، يخترق الجويزة حاملا في مقدمته الخلية الانباتية، أما الخلية التوالدية فتبقى في مكانها. وبهذه الأحداث يتوقف الإنبات خلال السنة الأولى.

ب – الاخصاب:

- في ربيع السنة الثانية، يتواصل نمو أنبوب اللقاح في اتجاه حاملة الأمشاج التي تكون في طور التشكل. فتتضاعف الخلية التوالدية لتعطي حييين مئبريين يتموضعان خلف الخلية الانباتية داخل أنبوب اللقاح
- يخترق أنبوب اللقاح عنق حاملة الأمشاج، فينحل طرفه ثم يفرغ محتواه داخل البييضة غير الملقحة.

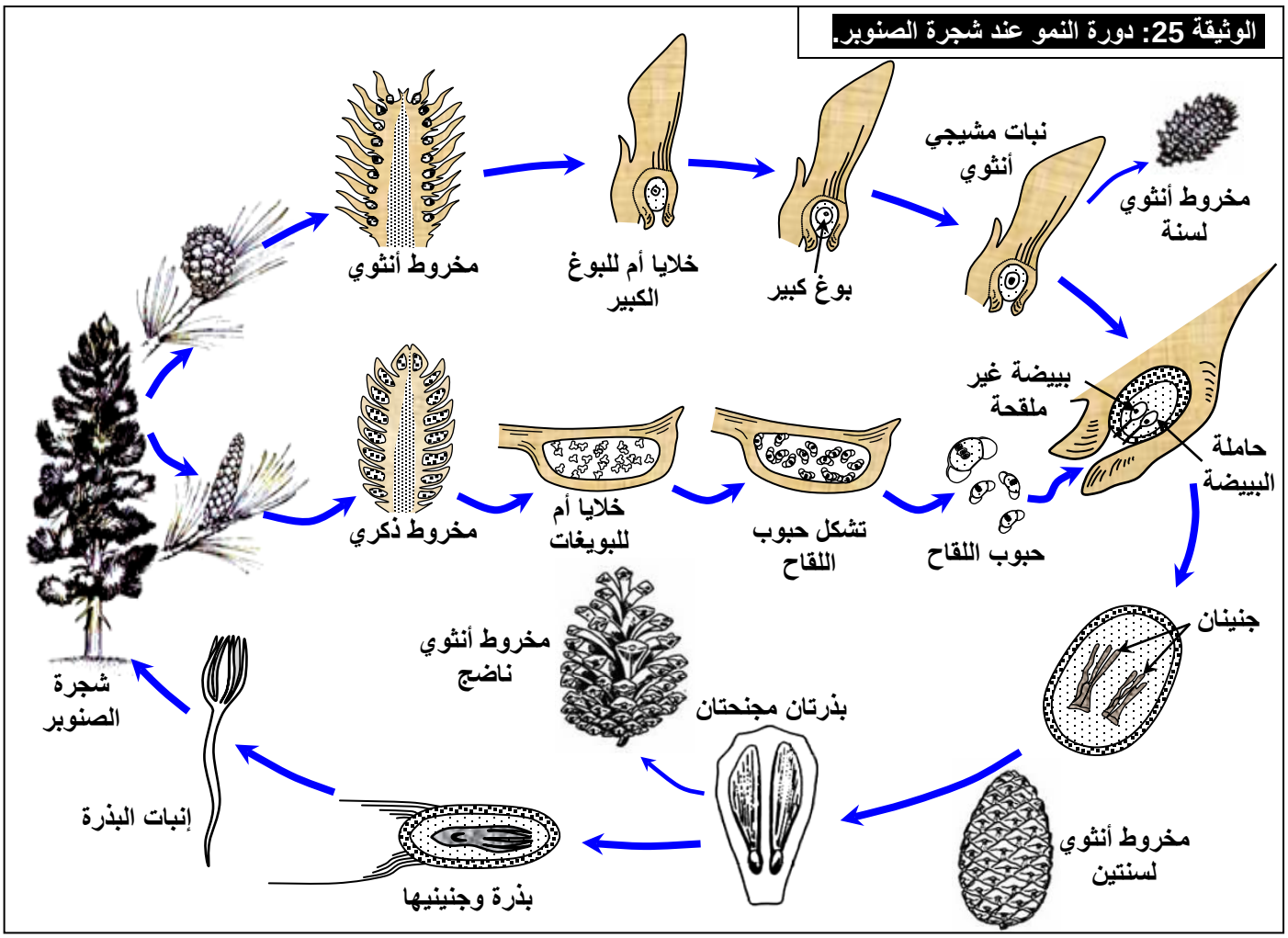
- يتم إخصاب البييضة غير الملقحة بواسطة حيي مئبري واحد، أما الحيي المئبري الآخر والخلية الانباتية فيتعرضان للانحلال.
- ينتج عن الإخصاب بيضة ثنائية الصيغة الصبغية (2n).

ج – تشكل البذور وانباتها:

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 ليعطي نبيتة فتية. في نفس الوقت تتجمع المدخرات المقيتة في خلايا السويداء، و يتلجن (يخشوشب) غشاء البييضة 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 وتنفصل 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.

د – دورة النمو عند عاريات البذور: (شجرة الصنوبر) أنظر الوثيقة 25.

الوثيقة 25: دورة النمو عند شجرة الصنوبر.



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.