

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 الحميات البيئية بتنوع هائل، فمن بين العشيرة الإحيائية التي تعيش بداخلها نجد النباتات الزهرية التي تصنف إلى نوعين: كاسيات البذور *Les gymnospermes*، وعارضيات البذور *Les angiospermes*، 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 تشكيل المشيغ الذكري والمشيغ الأنثوي عند النباتات الزهرية؟
- أين وكيف يتم الإخصاب عند النباتات الزهرية؟
- كيف يتم تشكيل البذرة وكيف يتم إنباتها؟

I - التوالد الجنسي عند كاسيات البذور.

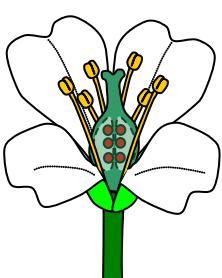
النباتات كاسيات البذور هي نباتات زهرية تتميز أساساً بكونها تنتج بذوراً محفوظة داخل الثمرة.

① تعضي الزهرة عند كاسيات البذور

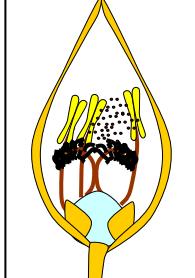
أ – ملاحظة أزهار مختلفة: انظر الوثيقة 1.

الوثيقة 1: أمثلة لأزهار كاسيات البذور.

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



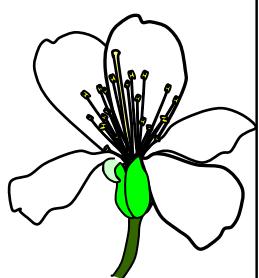
Arabidopsis thaliana



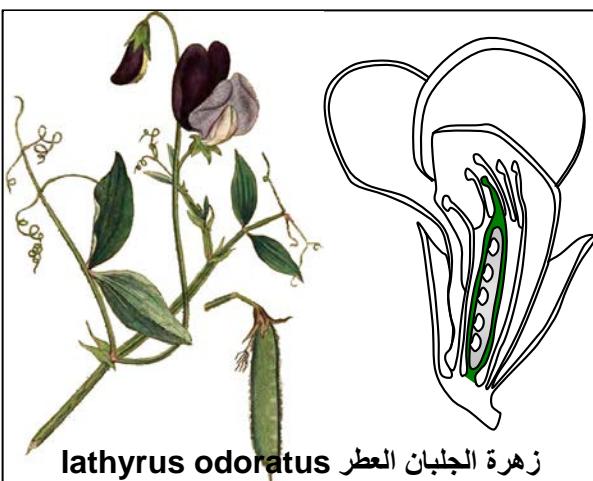
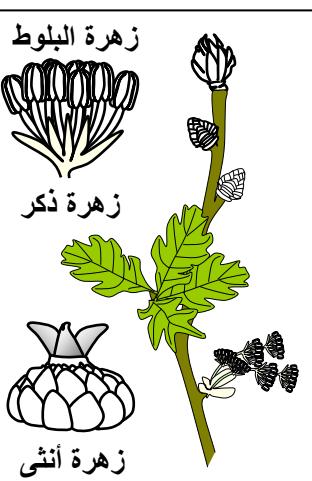
زهرة القمح



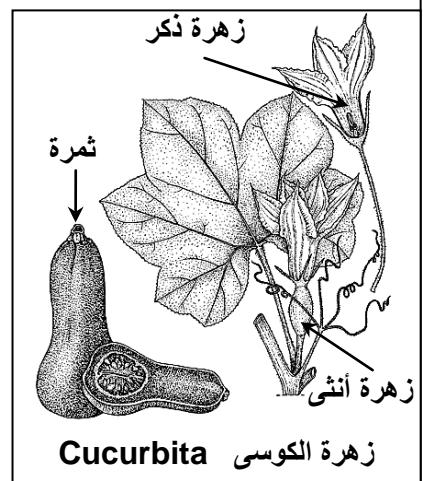
Vipérine
(Echium vulgare)



Fleur de cerisier



زهرة الجبان العطر lathyrus odoratus



زهرة الكوسى Cucurbita

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

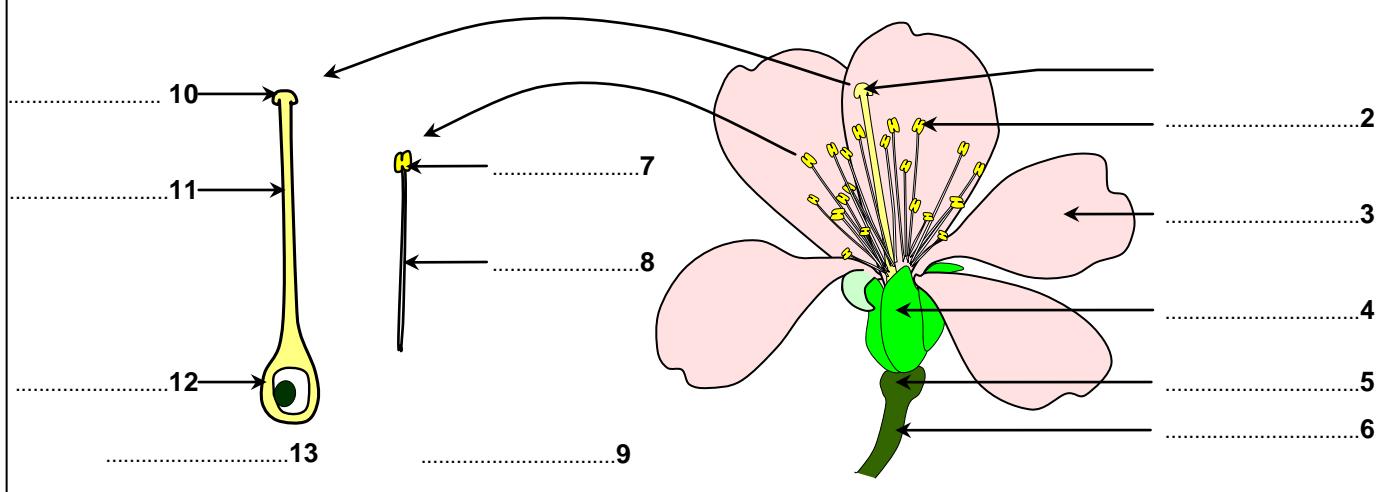
- تنوع في لون، شكل، عدد، وتموضع أعضاء الزهرة.
- أزهار بسيطة (زهرة البرتقال) وأخرى مركبة من عدة زهارات تتتوفر كل واحدة على الأعضاء الزهرية الموجودة عند الزهرة البسيطة (زهرة دوار الشمس).
- أزهار ثنائية الجنس Bisexuée تحمل الأعضاء الذكورية والأنثوية (زهرة البرتقال)، وأخرى أحادية الجنس Monosexuée تحمل أعضاء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

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

ب - تshireح زهرة البرتقال: انظر الوثيقة 2.

الوثيقة 2: تshireح زهرة كاسيات البذور.

انطلاقا من تshireح عدة أزهار كاسيات البذور، بين ان هذه الأخيرة رغم تنوّعها فإنها تميّز بوحدة التعصي.



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

a - ملاحظة وتshireح الزهرة:

تشكل الزهرة عند كاسيات البذور من:

* أعضاء وقائمة:

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

* أعضاء التوالد:

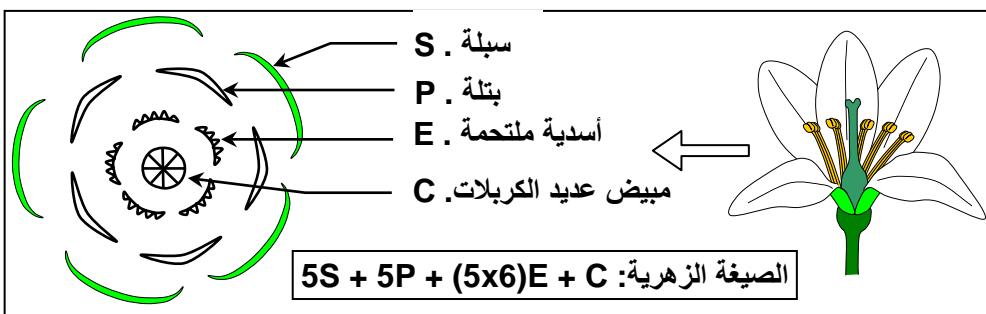
- أعضاء ذكيرية: الكشن (L'androcée) وهو عبارة عن مجموعة من الأسدية (Les étamine)، وتكون كل سداة من خويط filet ومثير Anthère .
- أعضاء أنثوية: المدققة (Le gynécée) أو مجموعة من الكرابلات (Carpelle) أو مجموعة من الكرابلات، حيث تتكون الكربلة من مبيض، قلم، ومبيس.

b - انجاز الأخطوط الزهري:

انظر الوثيقة 3.

الوثيقة 3: نموذج لأخطوط زهري ولصيغة زهرية

مستعينا بمعطيات هذه الوثيقة، قم بتshireح زهرة كاسي البذور وأنجز رسمًا تخطيطياً لمختلف أجزاءها، ثم أنجز الأخطوط الزهري لهذه الزهرة.



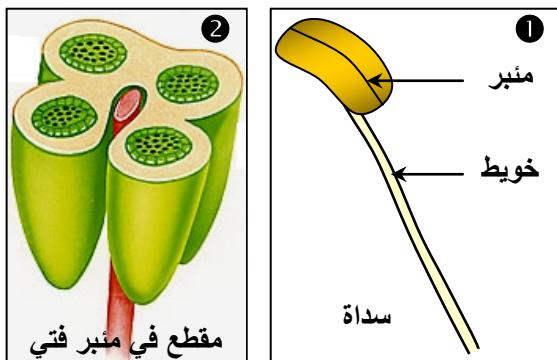
الأخطوط الزهري هو تمثيل لمختلف القطع الزهرية على دوائر مع ترتيبها واحترام تموّضعها بالنسبة لبعضها البعض.

② تعضي جهاز التوالد عند كاسيات البدور.

أ - السداة جهاز التوالد الذكري:

a - تعضي جهاز التوالد الذكري: انظر الوثيقة 4.

الوثيقة 4: السداة جهاز توالد ذكري ينتج حبوب اللقاح.



الشكل ① يبين الشكل الخارجي لسداء.

الشكل ② صورة لمقطع عرضي لمثير فتي.

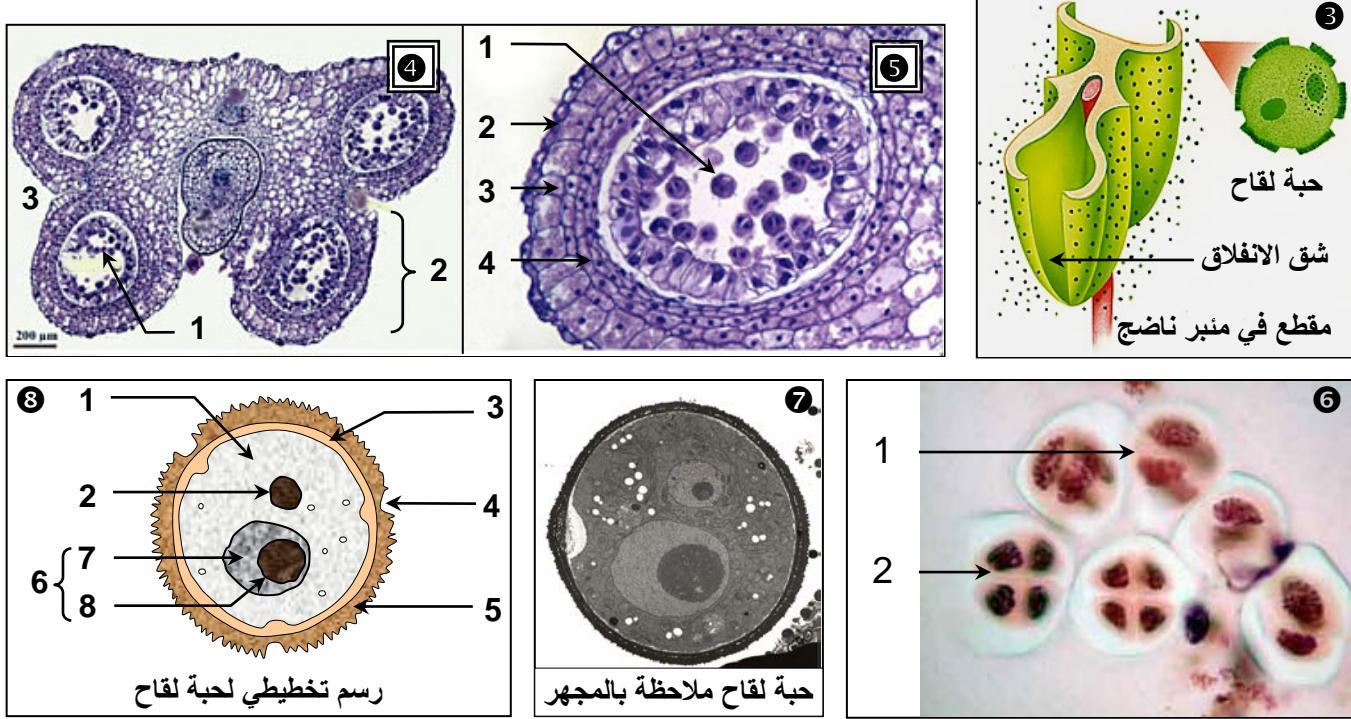
الشكل ③ صورة لمقطع عرضي لمثير ناضج.

الشكل ④ ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للمثير.

الشكل ⑤ ملاحظة مقطع عرضي لكيس اللقاح.

الشكل ⑥ ملاحظة الخلايا الأم لحبوب اللقاح.

انطلاقاً من معطيات هذه الوثيقة، تعرف تعضي جهاز التوالد الذكري ونعرف بنية حبة اللقاح.



عناصر الشكل ④ من الوثيقة: ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للمثير

1 = خلايا أم لحبوب اللقاح

2 = كيس لقاحي

3 = شق الانفلاق

.Sac pollinique Grains de pollen Fente de déhiscence

عناصر الشكل ⑤ من الوثيقة: ملاحظة مقطع عرضي لكيس اللقاح

1 = حبة اللقاح. 2 = بشرة.

Assise mécanique 3 = طبقة آلية.

Epiderme 4 = طبقة مغذية.

.Assise nourricière

عناصر الشكل ⑥ من الوثيقة: ملاحظة الخلايا الأم لحبوب اللقاح

1 = مرحلة خلتين.

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 تواليدية Cellule reproductrice. 7 = سيتوبلازم.

8 = نواة الخلية التواليدية.

حصيلة الملاحظات: تتكون السدادة من خويط ينتهي بمثير. كل مثير ينبع 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 خلتين: خلية كبيرة تسمى خلية إنباتية وخلية صغيرة تسمى خلية توالية.

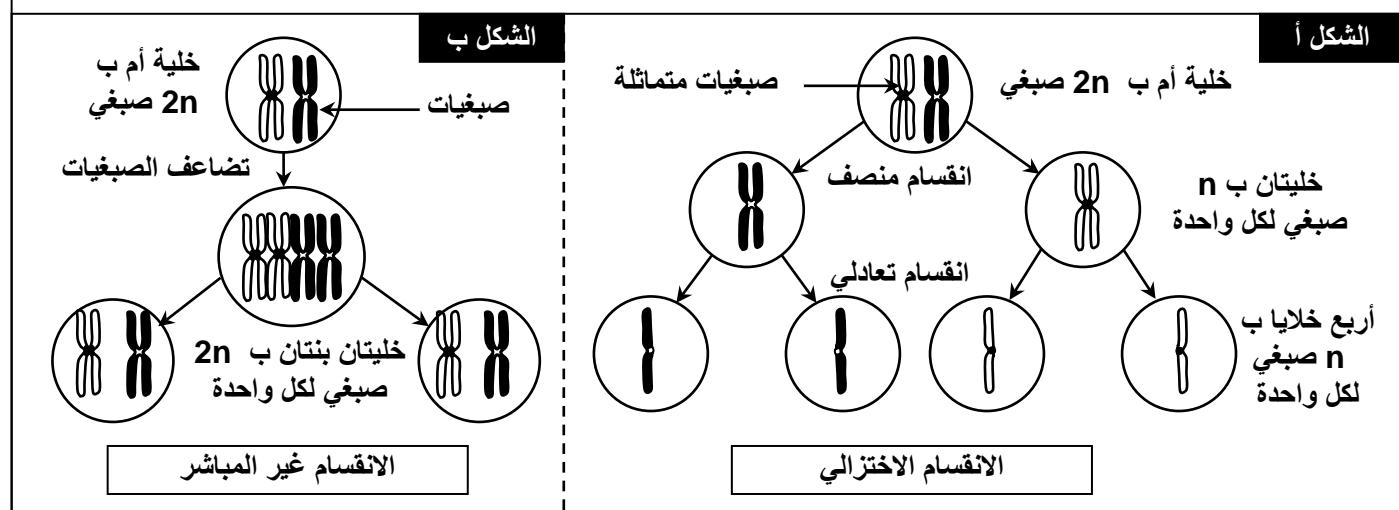
b - تشكل حبوب اللقاح:

- ★ 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 توالية وانباتية. يعني أن حبة اللقاح تتكون من خلتين: خلية إنباتية وخلية توالية.
- ★ خلال تشكيلها، تتعرض الخلايا الأم لحبوب اللقاح لانقسام خاص يسمى الانقسام الاختزالي، انظر الوثيقة 5.

الوثيقة 5: دور الانقسام الاختزالي في تشكيل حبوب اللقاح.

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

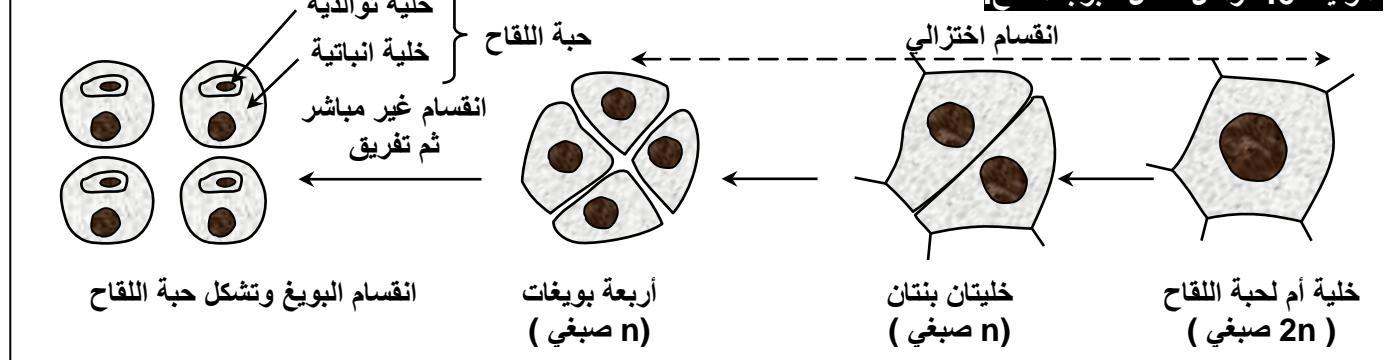
- خلال الانقسام الأول تفرق الصبغيات المتماثلة لتحصل على خلتين تتوفر كل واحدة على نصف عدد الصبغيات (n)، فنقول أنها أحادية الصبغية الصبغية.
- خلال الانقسام الثاني ، نحصل على أربع خلايا متشابهة وأحادية الصبغية الصبغية (n) ت تعرض نواة كل خلية لانقسام غير مباشر (الشكل ب) لتعطي حبة لقاح تتكون من خلتين أحاديتين الصبغية الصبغية.



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

- ★ تتشكل حبوب اللقاح داخل الماء حسب المراحل الأساسية التالية: انظر الوثيقة 6.

الوثيقة 6: مراحل تشكيل حبوب اللقاح.



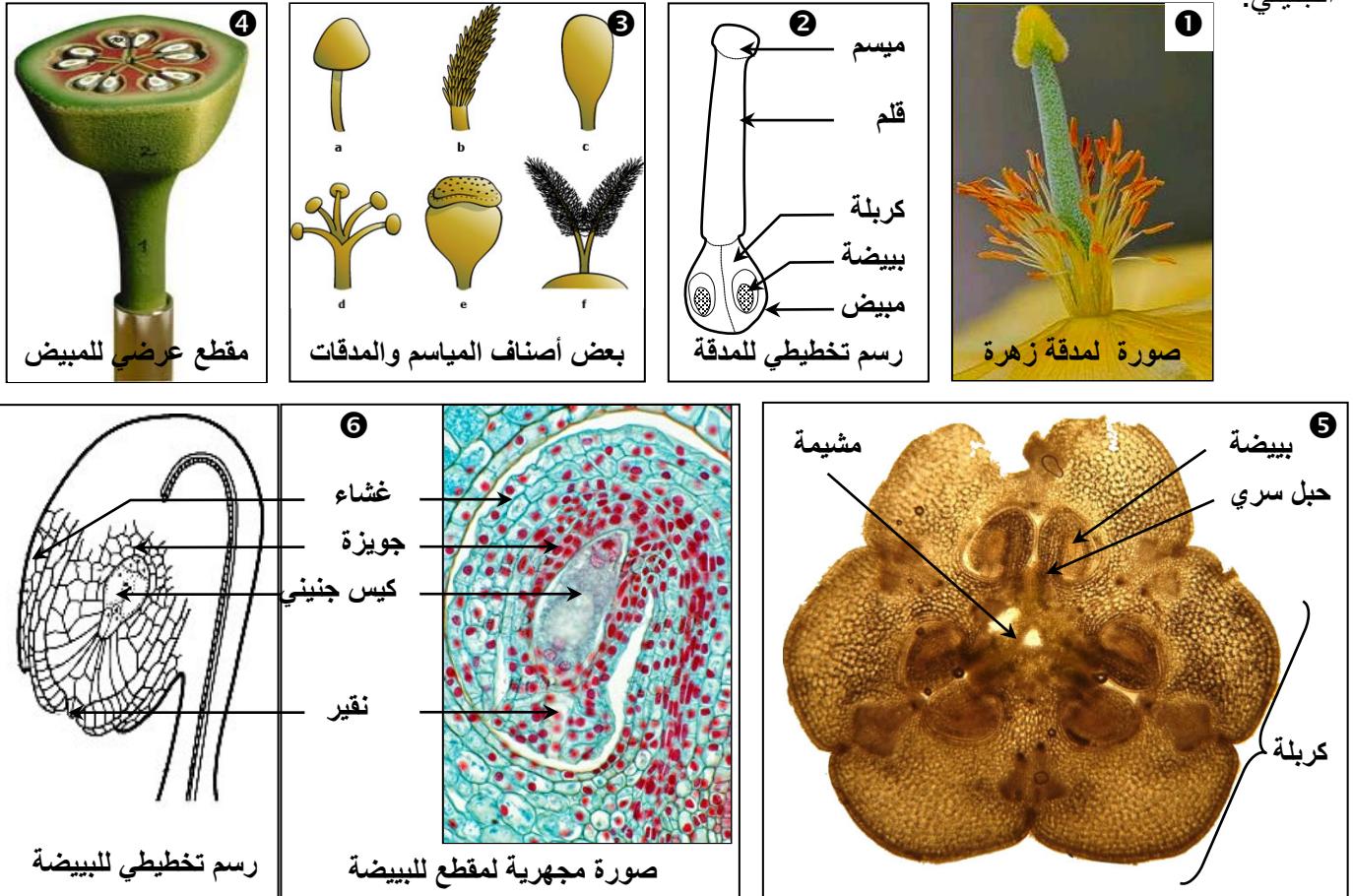
- تكون الخلايا الأم لحبوب اللقاح ثنائية الصيغة من خلال انحدارها من إحدى خلايا المؤنث.
- تتعرض الخلايا الأم ($2n$) لانقسام اختزالي قطعي 4 خلايا تسمى بويغات أحادية الصيغة الصبغية (n)
- تنقسم نواة كل بويغ بانقسام غير مباشر لتعطي نواة إنباتية ونواة توالية.
- بعد مجموعة من التحولات خلال مرحلة التفريق، يتحول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

ب - المدققة جهاز التوالد الأنثوي:

a - تعضي جهاز التوالد الأنثوي: انظر الوثيقة 7.

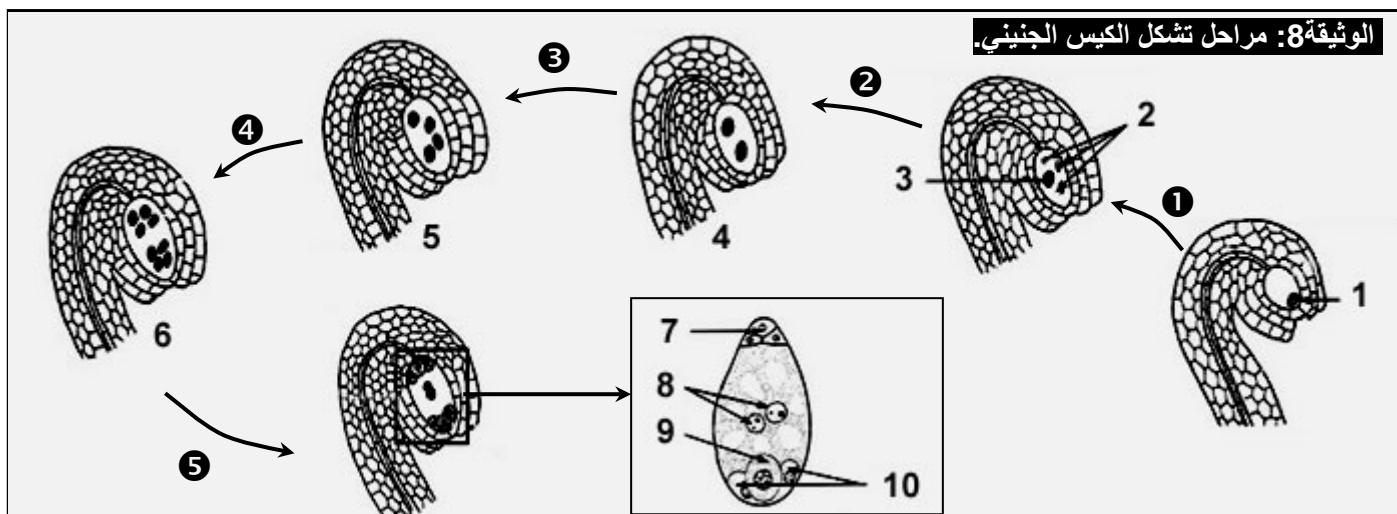
الوثيقة 7: المدققة جهاز توالد أنثوي ينتج الكيس الجنيني.

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



- تتشكل المدققة (Gynécée) من ميس (Pistil)، قلم الميس (Style)، والمبيض (Ovaire).
- يمكن ملاحظة عدة أشكال من المدققات حسب أنواع الأزهار.
- تبين ملاحظة مقاطع عرضية للمبيض أنه يتكون من كربلة واحدة أو عدة كربلات (Carpelles). فنجد مثلًا زهرة أحادية الكربلة أو متعددة الكربلات.
- تحتوي كل كربلة على ببيضة أو أكثر (Ovules)، ترتبط بالمشيمة (Placenta) بواسطة الحبل السري (Funicle) وتتكون من نسيج يسمى الجويبة (Nucelle)، تحتوي في جزئها الأعلى على الكيس الجنيني (Embryo sac). ويحيط بالجويبة غشاء يحدان فتحة صغيرة تسمى النغير (Micropyle).
- ينتج الكيس الجنيني (Sac embryonnaire) انطلاقاً من تكاثر خلايا الجويبة.

b - تشكل الكيس الجنيني: انظر الوثيقة 8.



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 = ببلاستة غير ملقة.
- 10 = خليتان مساعدتان.
- 1 = انقسام اخزالي، ② و ③ و ④ = انقسامات غير مباشرة، ⑤ = تشكل الكيس الجنيني.

يتشكل الكيس الجنيني عبر المراحل الأساسية التالية:

- تتعرض أحدي خلايا الجويزة للتقرير فتعطي الخلية الأم للكيس الجنيني، تكون ثنائية الصبغة الصبغية.
- تتعرض الخلية الأم للانقسام الاخزالي فتعطي أربع خلايا أحادية الصبغة الصبغية (n)، تتحل ثلاثة منها وتبقى واحدة.
- تتعرض نواة الخلية المتبقية لثلاث انقسامات غير مباشرة فتعطي 8 نوى أحادية الصبغة الصبغية (n).
- تتفرق هذه الخلية فتتوزع النوى الثمانية على سبع خلايا تعطي الكيس الجنيني وهذه الخلايا هي:

- ✓ ببلاستة غير ملقة والتي تقوم مقام المشيج الأنثوي تتموضع قرب النغير.
- ✓ خليتان مساعدتان تحيطان بالبلاستة غير الملقة.
- ✓ ثلاثة خلايا معاكسة تتموضع بالقطب المعاكس.
- ✓ خلية مركزية تضم نواتين.

ج - خلاصة:

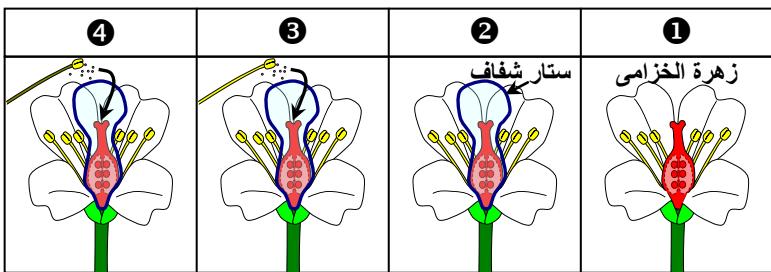
تخضع الكائنات الحية عامة والنباتات خاصة لنوعين من الانقسامات، حسب طبيعة الوظيفة المؤهلة للقيام بها ويمكن التمييز بين:

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

③ الأبر، أنواعه وأهميته الزراعية.

أ - الأبر وأنواعه: انظر الوثيقة 9

الوثيقة 9: دور الأسدية والمدققة في تكون الثمرة



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

❶ : نترك الأزهار عاديه (شاهد).

النتيجة: تحول المدققة إلى ثمرة تحتوي على بذور.

❷ : نغطي مدققة الزهرة بستار شفاف، قبل نضج الأسدية.

النتيجة: عدم تحول المدققة إلى ثمرة.

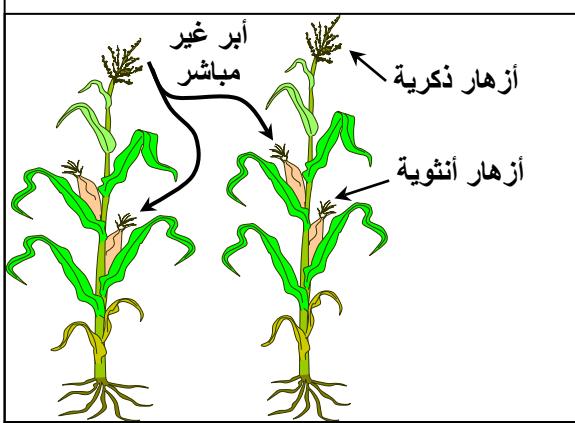
❸ : نرج سدادة هذه الزهرة فوق الميسم، قبل تغطية المدققة بستار شفاف. النتيجة: تحول المدققة إلى ثمرة تحتوي على بذور.

❹ : نرج سدادة زهرة البنفسج فوق ميسم زهرة الخزامي، قبل تغطية مدققة الخزامي بستار شفاف. النتيجة: تحول المدققة إلى ثمرة.

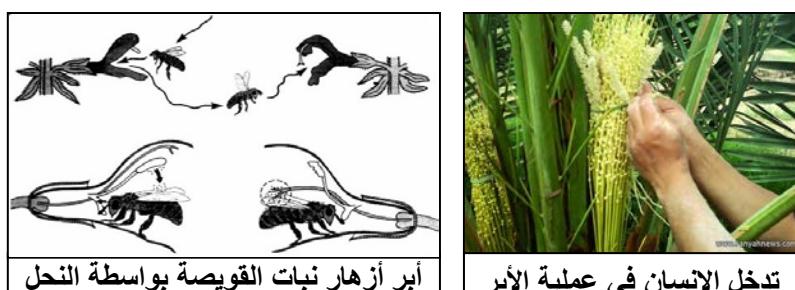
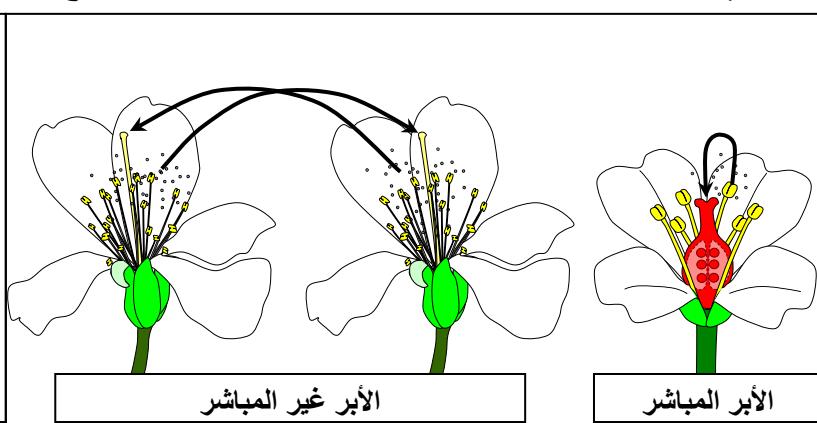
1) ماذا تستنتج من هذه التجربة؟

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

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



عند نباتات الذرة تتوضع الأسدية بالأزهار الذكورية والمدققات بالأزهار الأنثوية في مستويين مختلفين.



تدخل الإنسان في عملية الأبر

1) نستنتج من هذه التجربة أن حبوب اللقاح يجب أن تصل إلى ميسام 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 المؤثر 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 مدققة 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 مدققة زهرة أخرى من نفس النوع.
- ويكون الأبر المتقاطع ضرورياً بالنسبة للأزهار الأحادية الجنس مثل النخيل. ولبعض الأزهار الثنائية الجنس، نظراً لوجود بعض المعيقات الفيزيولوجية، كعدم النضج المتزامن لكل من الأسدية والمدققة، والمعيقات الشراحية كقصر الأسدية بالمقارنة مع المدققة.

ب - الأبر وأهميتها الزراعية: انظر 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 يدوياً بحبوب اللقاح المختارة.
 - ★ تقوم 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	200 - 160	160 - 120	120 - 100	100 - 80	40 - 0
إنتاج البذور ب Kg/ha	1000	1000	1100	1200	1400
إنتاج البذور ب Kg/ha بحقل شاهد			800		

انطلاقاً من هذه المعطيات بين أهمية الأبر في الميدان الزراعي.

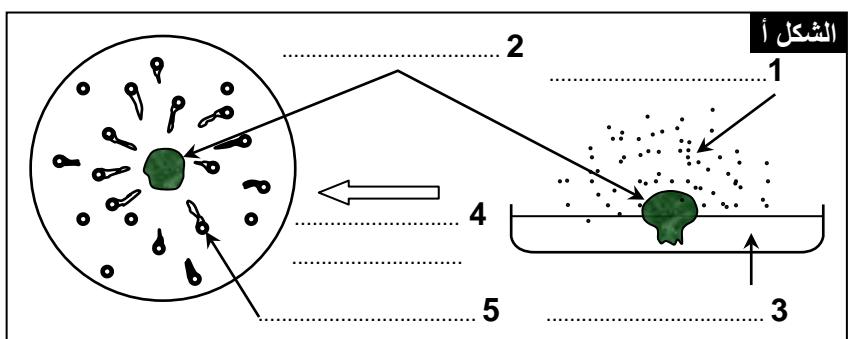
يتبيّن من معطيات هذه الوثيقة أنَّ الأبر يلعب دوراً أساسياً في الميدان العلمي وال فلاحي. نلاحظ أنه كلما كانت المسافة بين خلايا النحل وحقل التجربة قصيرة، إلا وكانت المردودية كبيرة. أي كلما ساهم عدد كبير من النحل في ظاهرة الأبر تزداد المردودية. إذن للأبر أهمية كبيرة في الميدان الزراعي، يعني أنَّ هناك ارتباط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

④ إنبات حبوب اللقاح. انظر الوثيقة 11

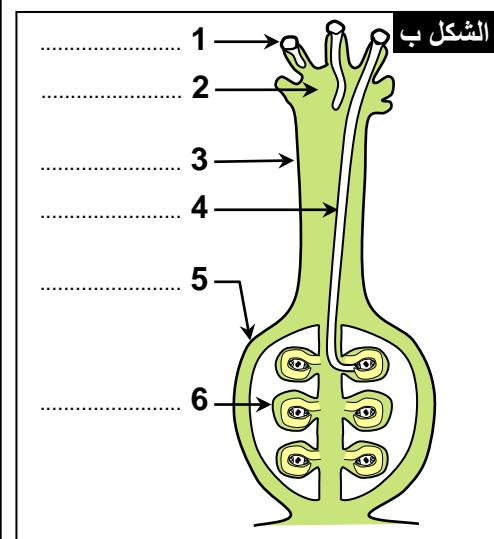
الوثيقة 11: الكشف عن الانتهاء الكيميائي لأنابيب اللقاح.

نقوم بتهيء محلول جيلاتيني سكري (10 غرام من السكر + 2 غرام من الجيلاتين + 100 cm³ من الماء).

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



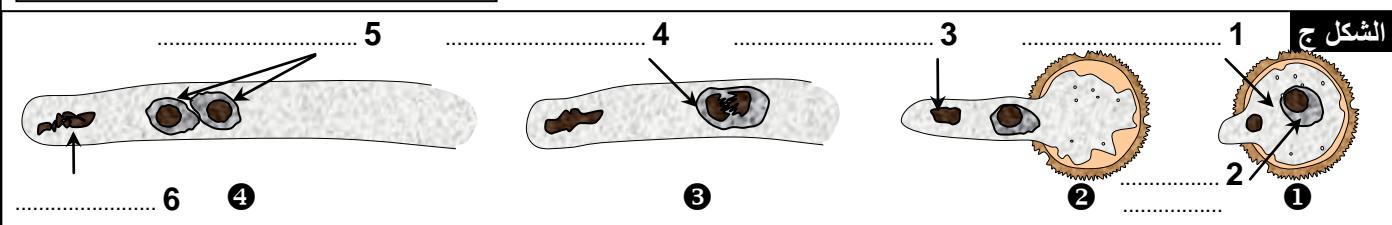
- 1) صفت توجيه أنابيب اللقاح كلما اقتربت من الميسم. كيف تفسر ذلك؟
تمكّن ملاحظة مقاطع طولية لكرابلات من تتبع مسار أنابيب اللقاح. يعطي الشكل ب رسماً تخطيطياً لمسار أنابيب اللقاح داخل المدققة.
- 2) حدد مسار أنابيب اللقاح أثناء إنباته.
- 3) انطلاقاً من هذه المعطيات ومعلوماتك، ما هي شروط إنبات حبة اللقاح؟



الشكل ب

يعطي الشكل ج مراحل إنبات حبة اللقاح.

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



الشكل ج

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

2) في الظروف الطبيعية، تمتص حبة اللقاح الماء والعناصر المغذية الموجودة في الميسم فتنبت، ويمتد أنابيب اللقاح داخل القلم حتى يصل إلى المبيض فيدخل عبر النغير.

3) يتطلب إنبات حبوب اللقاح عدة شروط منها:

- نضج حبوب اللقاح وجودتها والمرتبطة بأمد حياتها منذ تحريرها حتى وصولها للميسم.
- 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:

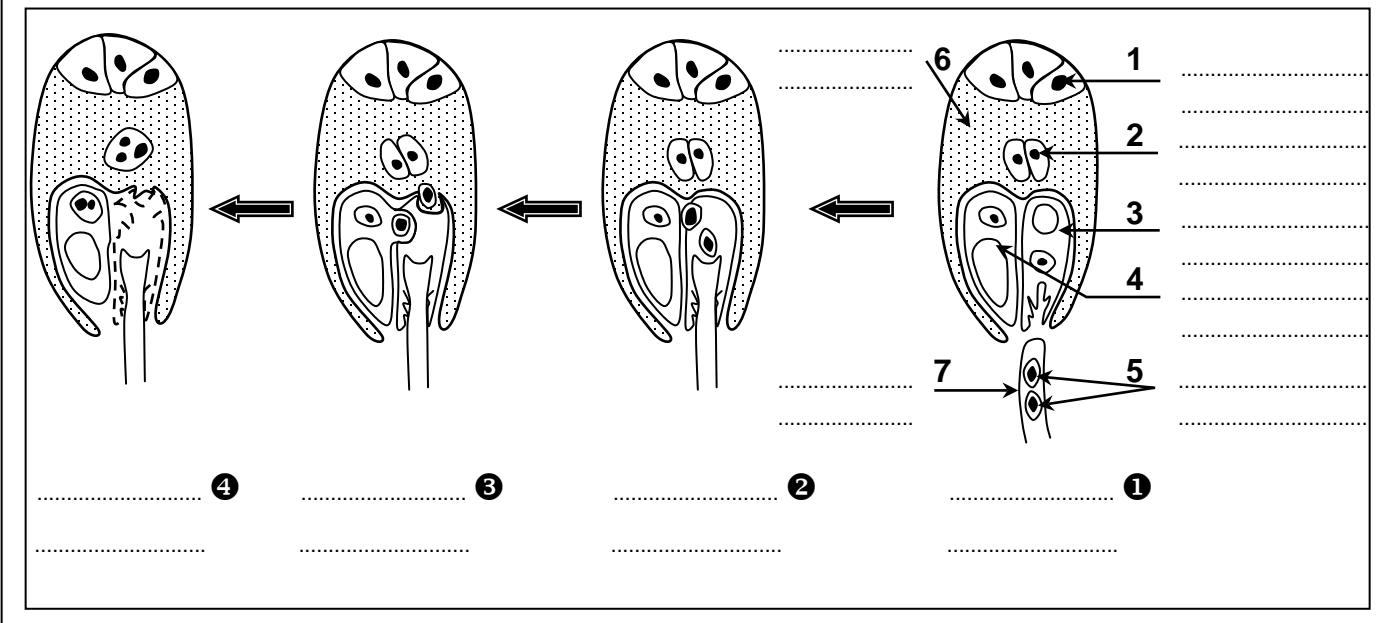
- بعد سقوطها على الميسم، تمتص حبة اللقاح الماء فيظهر أنابيب لقاحي.
- في بداية الإنبات، تحتل النواة الإنباتية مقدمة أنابيب اللقاح متبقعة بالخلية التوالية.
- خلال استطالة أنابيب اللقاح داخل القلم، يتقلص حجم النواة الإنباتية، بينما تخضع الخلية التوالية لانقسام غير مباشر لتعطي مشيجين ذكرين نسميهما حبيبين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

⑤ الإخصاب المضاعف وتكون البذرة وإنباتها.

أ – **الإخصاب المضاعف**: انظر الوثيقة 12.

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

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



(1) أسماء العناصر: انظر الوثيقة.

(2) عندما يصل أنبوب اللقاح إلى الكيس الجنيني فإنه يلح عبر النغير إلى البيضة غير الملقحة فيخترق الجويبة ويفرغ الحبيبين المتأрبين داخل الكيس الجنيني.

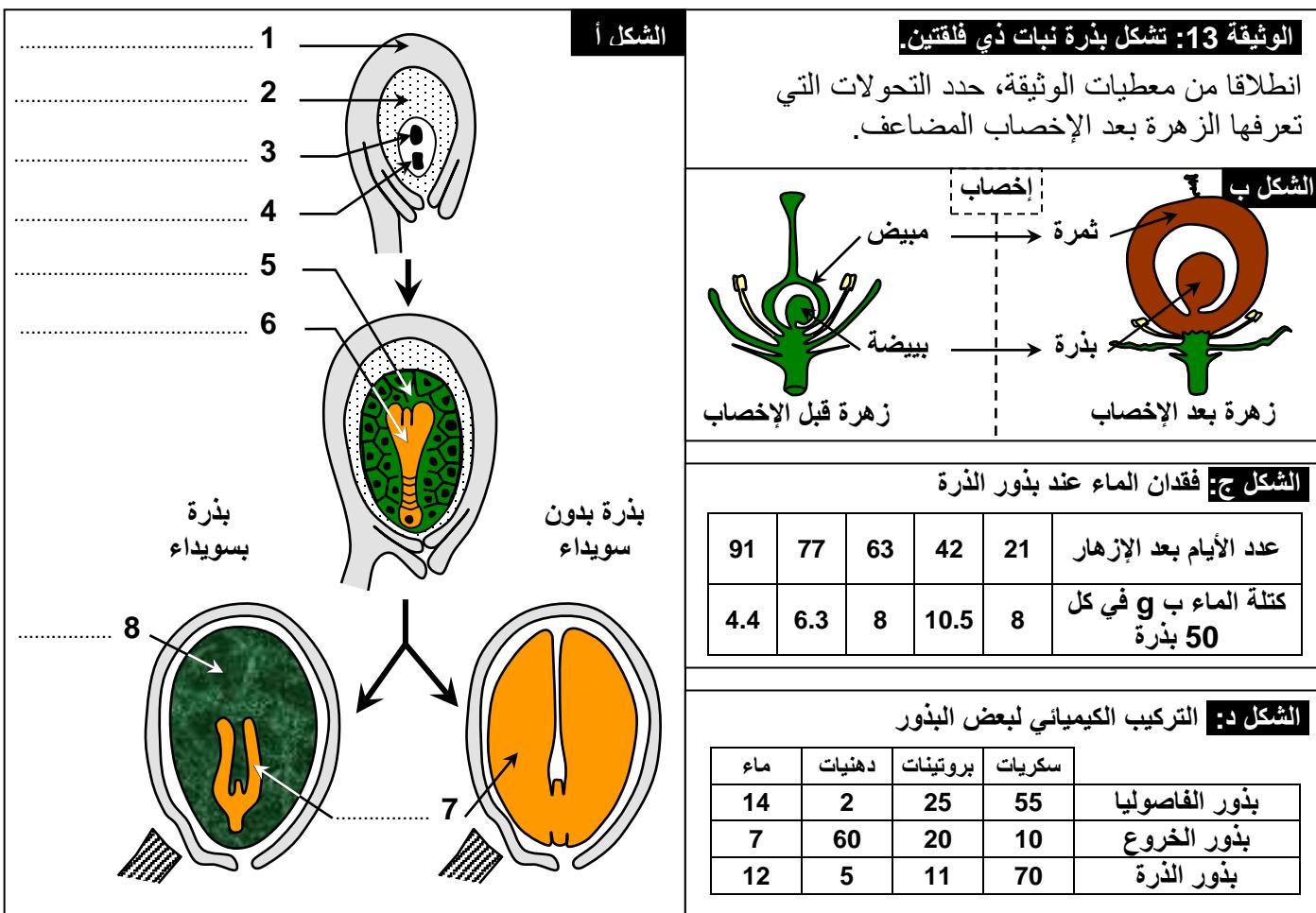
★ يتحد أحد الحبيبين المتأربين (n) مع البيضة غير الملقحة (n) فينتج عن ذلك تكون بيضة ثنائية الصبغة الصبغية ($2n$) نسميتها البيضة الرئيسية *Œuf principal*.

★ يتحد الحبيبي المتأربيان الثاني (n) مع نواتي الكيس الجنيني ($n+n$) فينتج عن ذلك تكون خلية ثلاثة صبغية الصبغية ($3n$)، نسميتها البيضة الثانوية أو البيضة التابعة *Œuf secondaire*.

إذن خلال هذه الظاهرة يؤدي تجمع صبغيات الحبيبي المتأربيان مع صبغيات البيضة غير الملقحة إلى استعادة الخلية الناجمة الصبغية الصبغية الثنائية ($2n$).

(3) تتعت الظاهرة بالإخصاب المضاعف Double fécondation، لأن الحبيبين المتأربيان يلقحان خلتين منفردتين: البيضة غير الملقحة وخلية الكيس الجنيني.

ب - تشكل البذرة: انظر الوثيقة 13.



بعد الإخصاب تذبل وتتحل الأوراق الواقية والأسدية، تضمر الخلايا المساعدة والخلايا المعاكسة، فتحوّل المبيض إلى ثمرة وتحوّل الببيضة إلى بذرة.

- ★ تتعرض الببيضة الرئيسية لأنقسامات غير مباشرة فتعطي البنية الأولى للجنين (الجذير، الفلقة أو الفلتين، البرعم النهائي).
- ★ تتعرض الببيضة التابعة إلى انقسامات غير مباشرة فتعطي كتلة خلوية مليئة بالمدخلات الغذائية نسميهما السويداء *Albumen*. في هذه الحالة تحدث عن بذرة ذات سويداء.
- ★ تتشكل السويداء والجنين ما نسمى بالبذرة.
- ★ تراكم البذرة خلال نضجها مدخلات سكرية، دهنية، وبروتينية. ثم تتعرض للتجميف (فقدان الماء)، فتخفض من تبادلاتها الغذائية والتنفسية مع الوسط الخارجي لتدخل في الحياة البطيئة.
- ★ إن الظواهر التي رافقت نضج البذرة تسمح لهذه الأخيرة بتحمل الظروف القاسية للوسط في انتظار الإنبات.

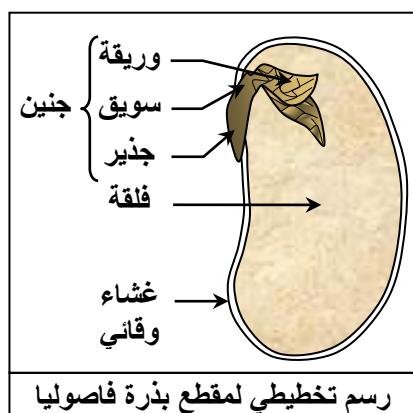
ج - **إنبات البذرة:** أنظر الوثيقة 14.

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

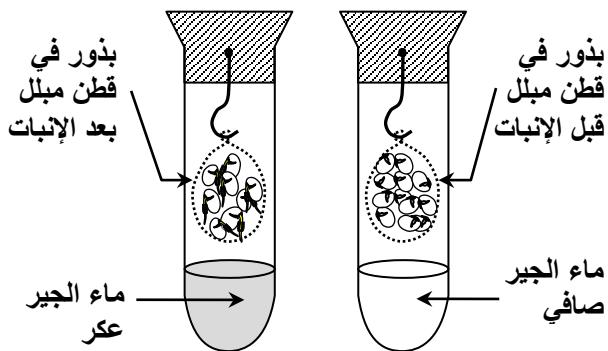
الشكل ب: أهمية الحرارة والرطوبة في إنبات البذور

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

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

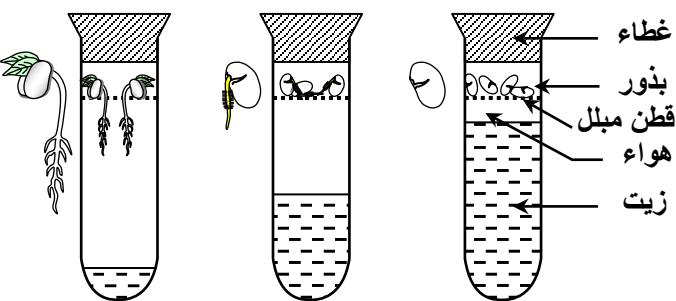


الشكل د: الكشف عن التنفس عند البذور.



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 جدير وسويق ووريقات (الشكل أ).

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

يتطلب الإنبات ظروفًا ملائمة. أهمها:

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

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

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

نرشح محلول 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.

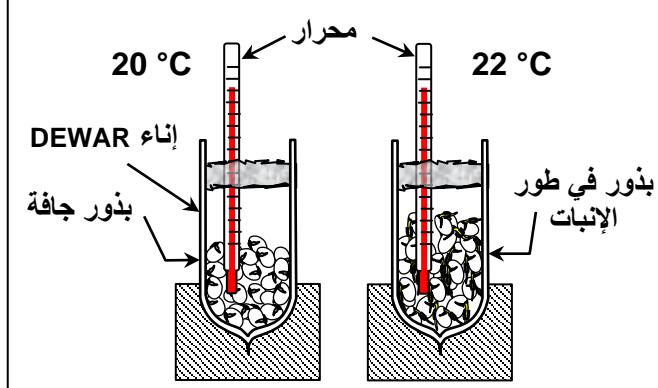
على ضوء نتائج تلون الكواشف، حدد كمية كل من النشا ثم سكر الكليكوز في سويداء البذور. باستعمال الرموز التالية:

+++ وجود كمية مهمة، ++ كمية متوسطة، + كمية قليلة، - غياب.

كيف تفسر نتائج هذه التجربة؟

ثلاث ساعات	ساعتين	ساعة	مراحل الإنبات
تلون أزرق جد فاتح	تلون أزرق داكن	تلون أزرق جد داكن	الاختبار بالماء اليودي
كمية النشا			
راسب أحمر قاتم	راسب أحمر أجوري	غياب الراسب الأحمر	الاختبار بمحظول فهلينغ + التسخين
			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، نسمى هذا التفاعل بحلمة النشا ويحدث وفق التفاعل الكيميائي التالي:



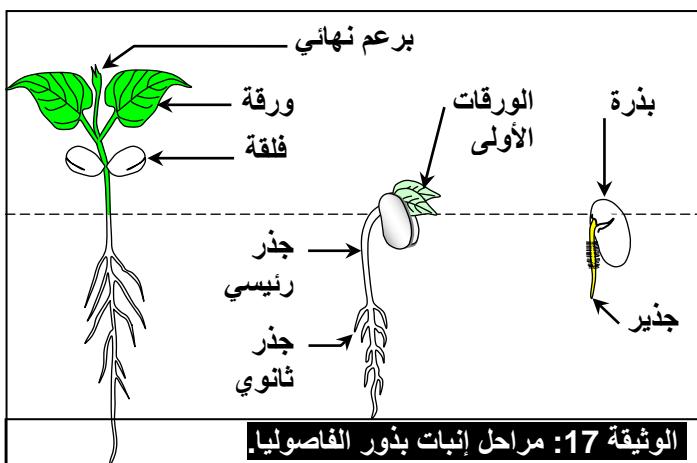
✓ طرح البذرة لثاني أكسيد الكربون مع تحريرها لكمية من الطاقة، يفقد جزء منها في شكل حرارة، (الوثيقة 16). لا يمكن تفسير هذه النتيجة إلا بحدوث تفاعلات أكسدة مستهلكة لمادة طاقية (الكليكوز) لدى خلايا الجنين من أجل الحصول على الطاقة اللازمة للنمو، يمكن تلخيص ذلك في التفاعل الكيميائي التالي:



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

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.

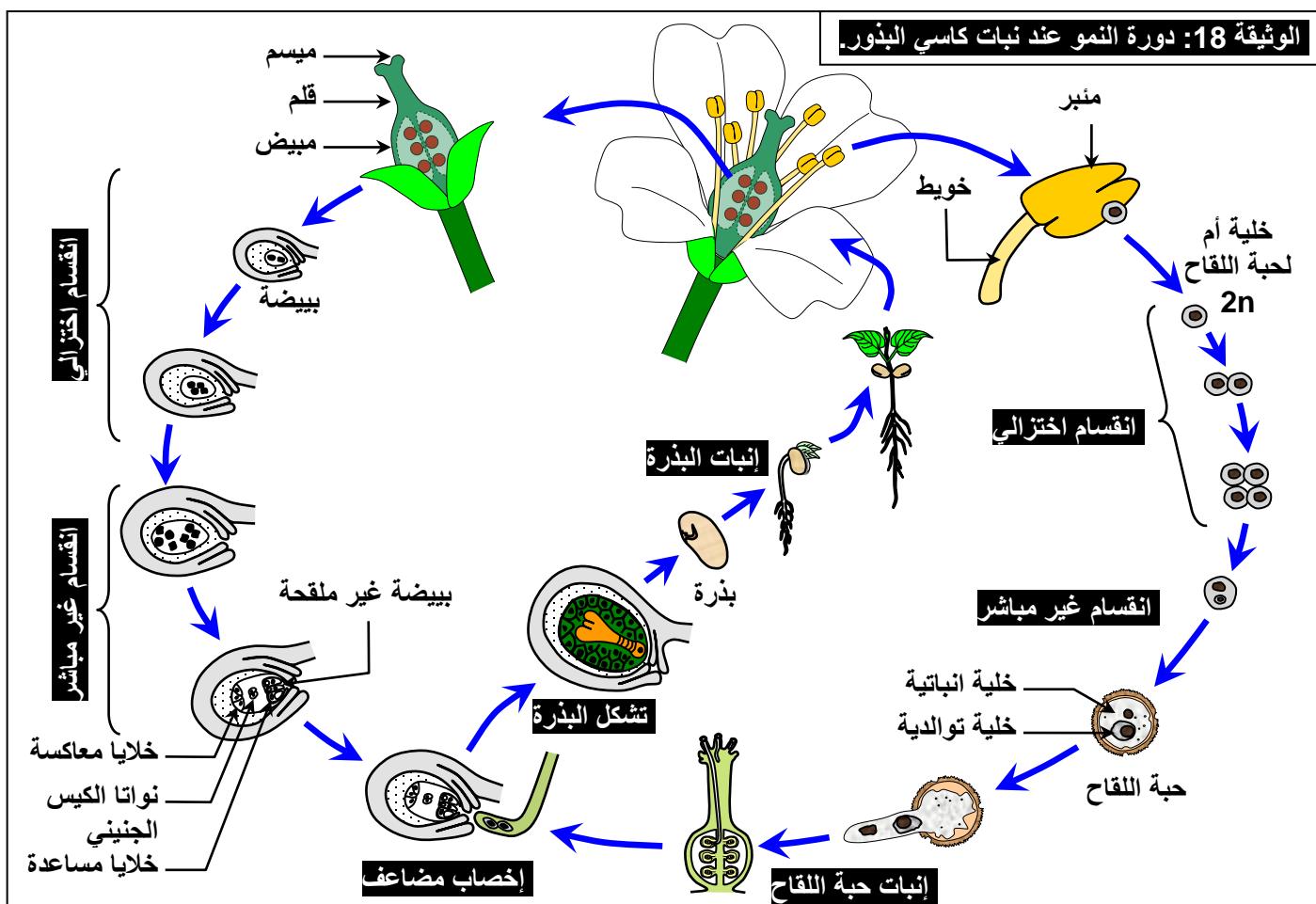


الوثيقة 17: مراحل إنبات بذور الفاصوليا.

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

- دخول الماء إلى البذرة مما يؤدي إلى انتفاخها وتمزق الأغشية المحيطة بها.
- بروز الجذير وانغرازه في التربة.
- نمو الجذير 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



تميّز حياة الكائن الحي الذي يتواجد جنسياً، كالنباتات كاسيات البذور، بتعاقب ظاهرتين أساسيتين: الإخصاب والانقسام الاختزالي.

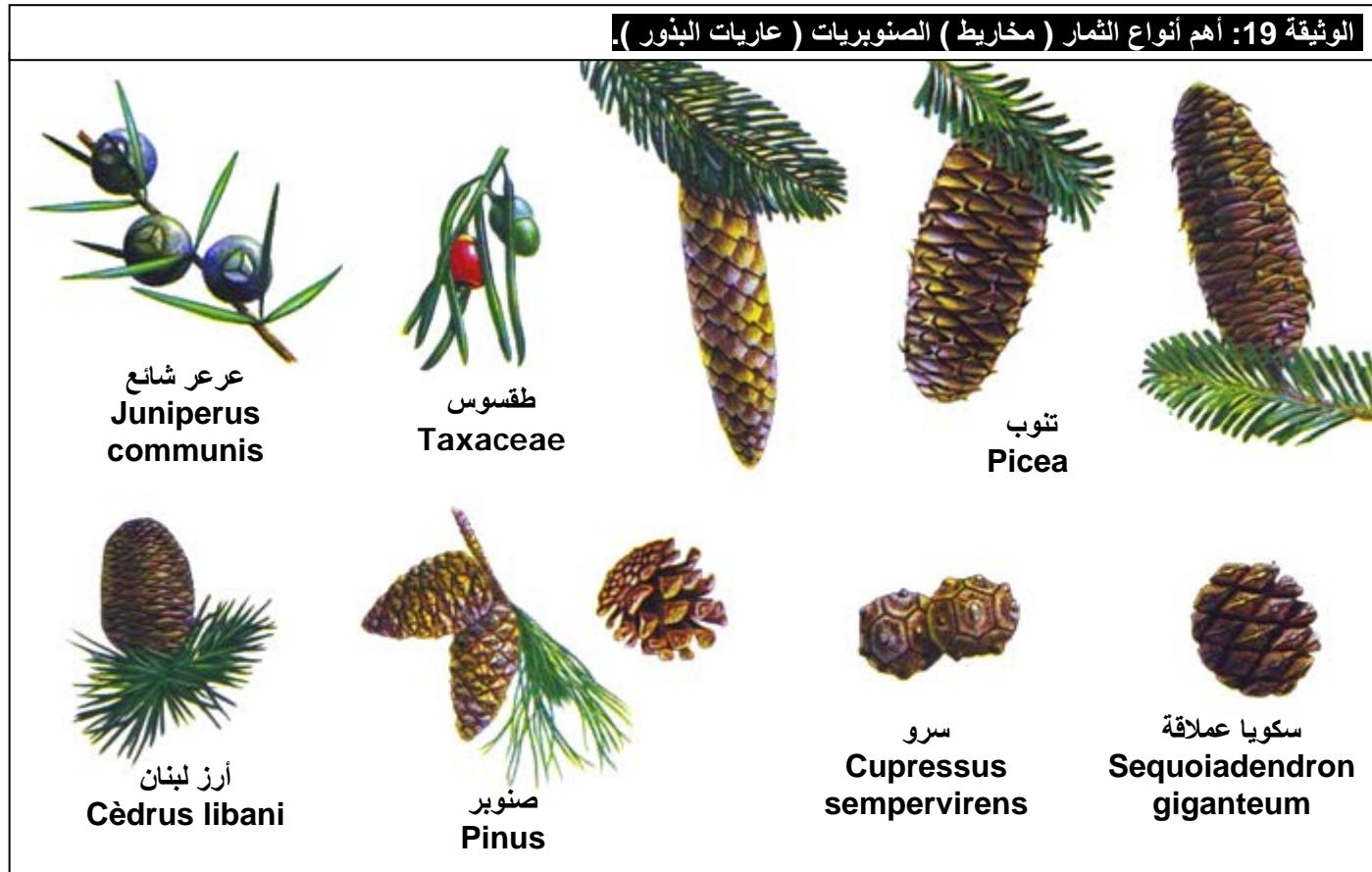
خلال دورة حياة هذا الكائن الحي، يقوم بتحديد موقع الإخصاب والانقسام الاختزالي. وبهذا نحدد مرحلتين:

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

I – التوّالد الجنسي عند عاريات البذور.

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

الوثيقة 19: أهم أنواع الشمار (مخاريط) الصنوبريات (عارضيات البذور).



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

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

- ما هي البنى المسؤولة عن التوّالد عند عاريات البذور؟
- كيف يتم التوّالد الجنسي عند عاريات البذور؟

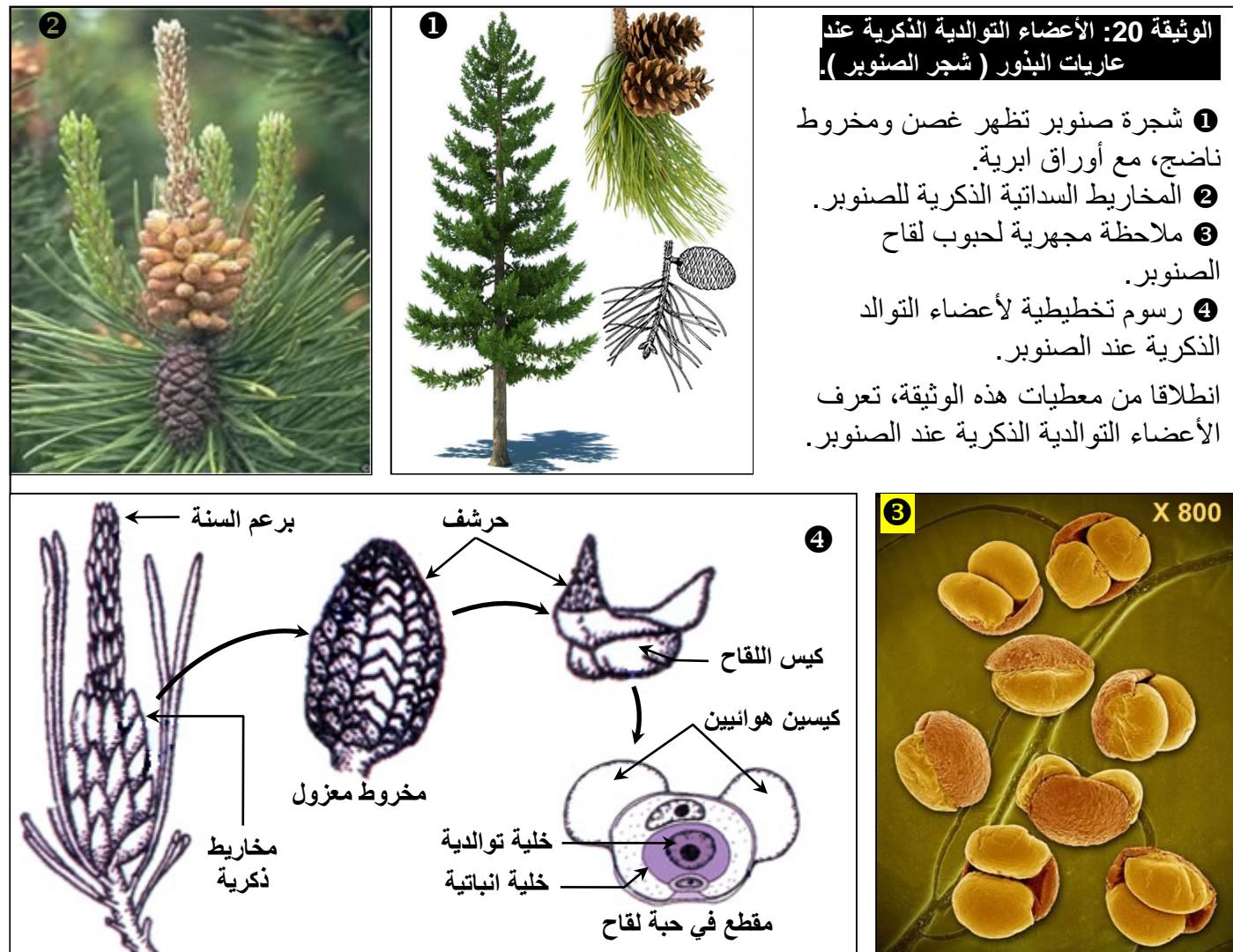
① أعضاء التوّالد عند عاريات البذور.

أ – أعضاء التوّالد عند الصنوبر:

يتم التوالد الجنسي عند عاريات البذور على مراحل، ويطلب عدة سنوات، وغالباً ما يحدث ابتداء من فصل الربيع.

توجد الأزهار عند عاريات البذور ضمن مخاريط، وهي أزهار مختزلة في الأعضاء التوالية أي بدون كأس أو توييج. لدى تصنف هذه النباتات ضمن ما نسمى بالمخروطيات = *les Conifères*

a - أعضاء التوالد الذكورية: أنظر الوثيقة 20.



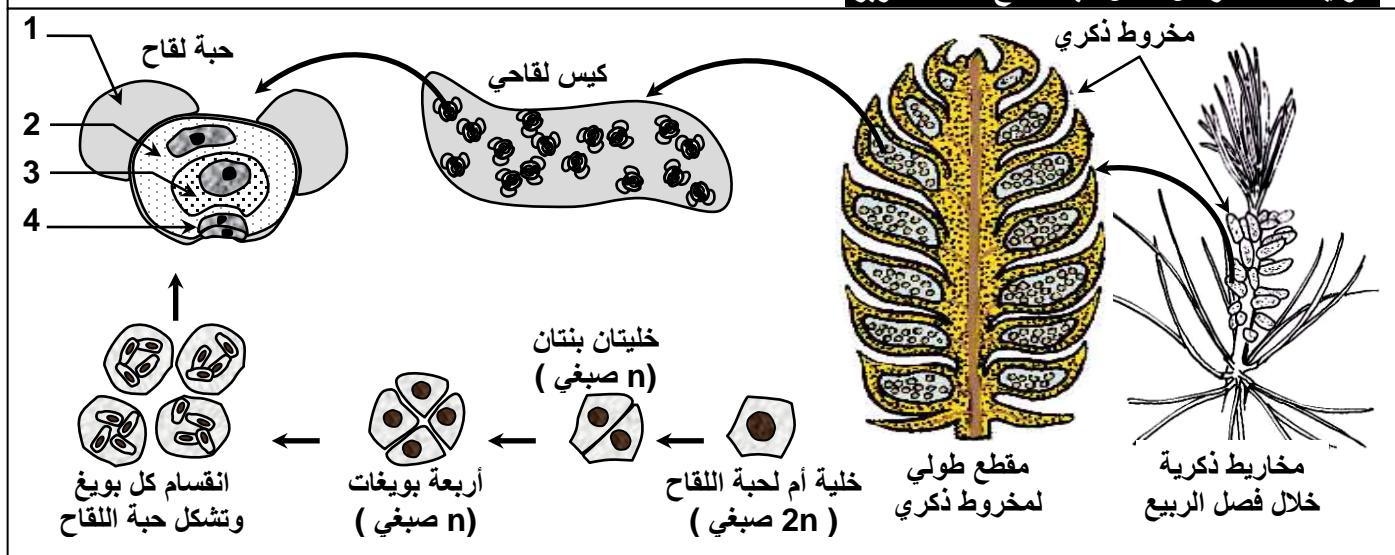
- تتمثل الأعضاء التوالية الذكورية في شكل مجموعة من المخاريط، تتوسط في قاعدة برمي السنة. ويتشكل كل مخروط ذكري من عدة حرافات *Ecailles* متوضعة حول المحور.

- يحمل كل حرف في وجهه السفلي كيسين مثيرين (كيسي لقاح) توجد بداخلهما حبوب اللقاح. و تتميز حبوب اللقاح عند الصنوبر بتوفيرها على كيسين هوائيين يسهلان تبعثرها بواسطة الرياح.

- مقارنة مع كاسيات البذور، يمكن اعتبار الحرف الذكري سداً وبالتالي فإن المخروط عبارة عن زهرة أحادية الجنس.

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

الوثيقة 21: مراحل تشكيل حبة لقاح عند الصنوبر.



- 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) فتحصل على حبة لقاح تحتوي على خلية أو خلبتا النبات المشيجي (الخلايا المشيرية)، خلية انباتية، وخلية توالية.

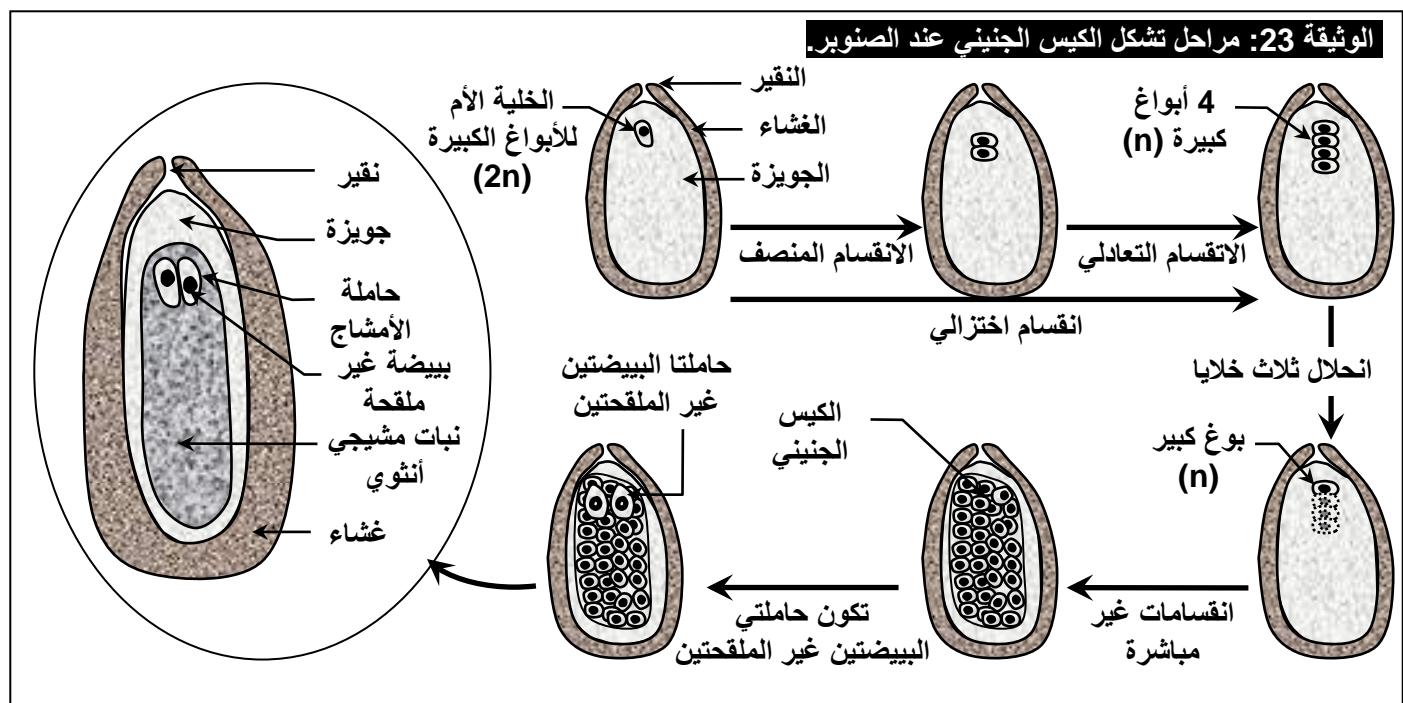
b - أعضاء التوالد الأنثوية: أنظر الوثيقة 22.



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

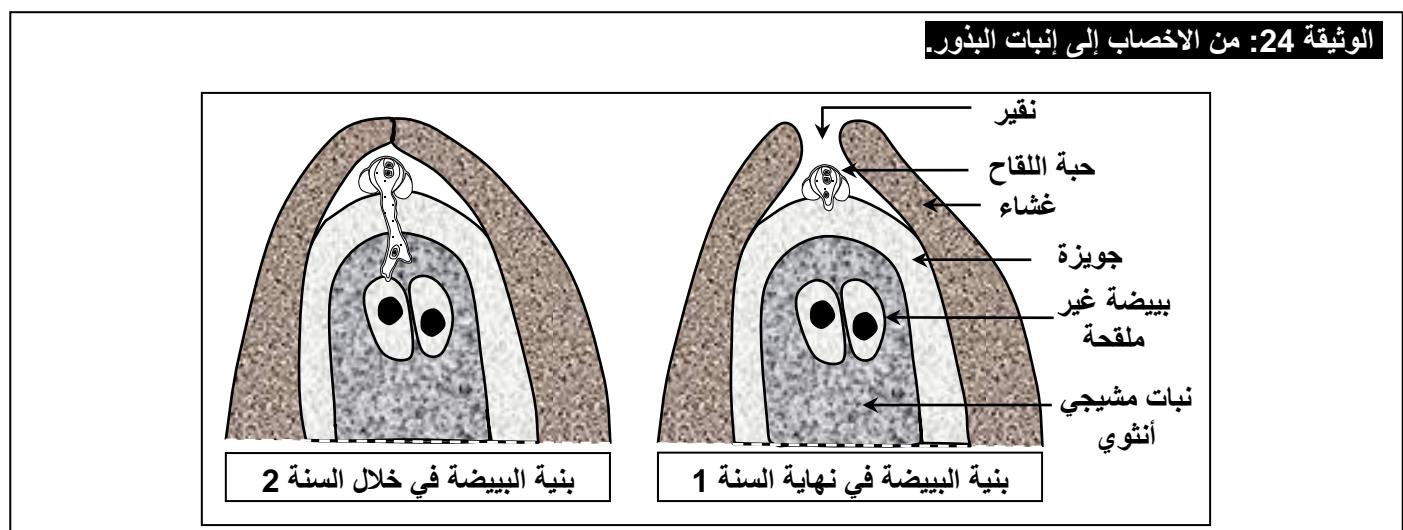
- يحمل كل حرف على وجهه العلوي بببببتين ويسمى حرفًا بببببتين، وبالتالي فالمحروط هو عبارة عن زهرة أحدية الجنس.

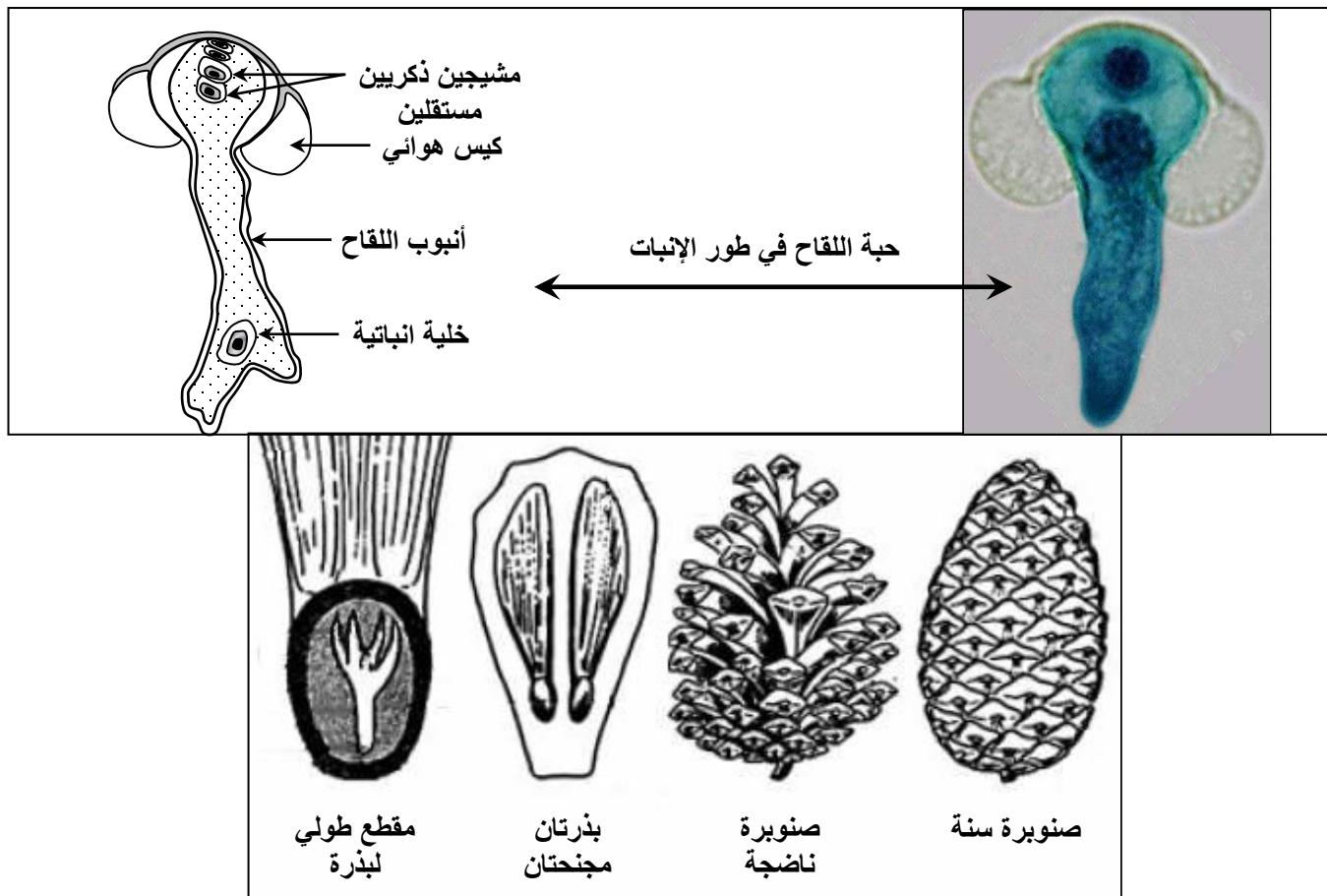
- تتشكل حاملة الأمشاج عند الصنوبر حسب المراحل التالية: انظر الوثيقة 23.



- تظهر الخلية الأم الثانية الصبغة الصبغية في محروط السنّة.
- في السنّة الأولى، تخضع هذه الخلية إلى انقسام اخزالي فتُعطي 4 خلايا أحدية الصبغة الصبغية (n) تسمى الأبواج الكبيرة.
- تتحل 3 أبواج وتبقى واحدة. تخضع لعدة انقسامات غير مباشرة، لتشكل الكيس الجنيني (مشيره أنثوية)، الذي ينمو على حساب الجوزة.
- يتوقف نمو المشيره خلال فصل الشتاء ليستأنف في ربيع السنّة الموالية، حيث تفرق خلitan أو ثلاث من خلال الكيس الجنيني الموجودة قرب النمير، وتعطي كل واحدة منها حاملة بببببتين غير ملقحة (حاملة الأمشاج) تتضمن بببببتين غير ملقحة محاطة بطبقة من الخلايا العقيمه.

② من الإخصاب إلى إنبات البذور. انظر 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 (متقطع).
- بوصولها إلى المخروط الأنثوي، تنسل حبوب اللقاح بين الحراشف الأنثوية، فتصل إلى قمة الببيضة. بعد ذلك تنسد حراشف المخروط الأنثوي لحماية الببيضات المأبورة.
- في نفس السنة، يبدأ إنبات حبوب اللقاح، حيث يحرر أنبوب لقاح، يخترق الجوزة حاملاً في مقدمته الخلية الانباتية، أما الخلية التوالية فتبقي 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 التشكيل. فتتضاعف الخلية التوالية لتعطي حبيبين متبريين يتمواضعاً خلف الخلية الانباتية داخل أنبوب اللقاح.
- يخترق أنبوب اللقاح عنق حاملة الأمشاج، فينحل طرفه ثم يفرغ محتواه داخل الببيضة غير الملقة.
- يتم إخصاب الببيضة غير الملقة ب بواسطة حبي متبر واحد، أما الحبي المتبر الآخر والخلية الانباتية فيتعرضان للانحلال.
- ينتج عن الإخصاب بيضة ثنائية الصيغة الصبغية ($2n$).

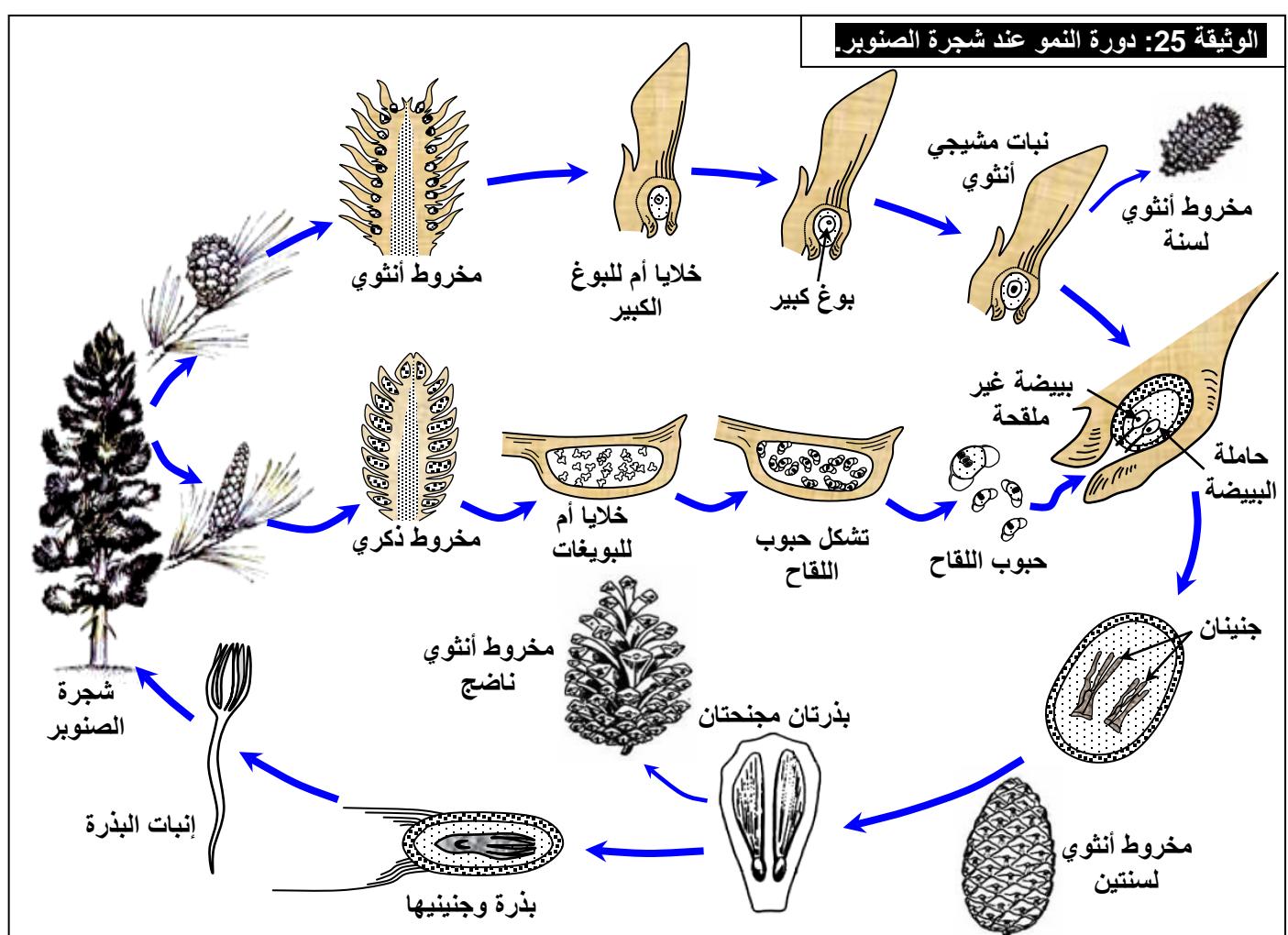
c - تشكل البذور وإنباتها:

مباشرة بعد الإخصاب، تتعرض البيضة إلى انقسامين، فت تكون أربع خلايا جنينية، تتطور كل واحدة منها لتعطي جنيناً، لكن سرعان ما يتوقف نمو ثلاثة منها، بينما يواصل جنين واحد نموه ليعطي نبيبة فتية. في نفس الوقت تتجمع المدخرات المقيمة في خلية السويداء، و يتلجنن (يخشوشب) غشاء البيضة الملقة، وت فقد الماء، لتدخل في حياة بطئية. إنها البذرة.

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

بعد سقوطها على التربة، تتبت بذور عاريات البذور وفق ظروف وشروط 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 الصبغة الصبغية يتمثل في الصنوبر المورق الذي يشكل النبات البوغي، وهي المرحلة السائدة في الدورة. وجيل أحادي الصبغة الصبغية ممثل في المشيرة التي تحتوي على حاملة الأمساك (نبات مشيجي).

إن دورة نمو الصنوبر هي دورة أحادية – ثنائية الصبغة الصبغية مع سيادة الطور الثنائي الصبغية.