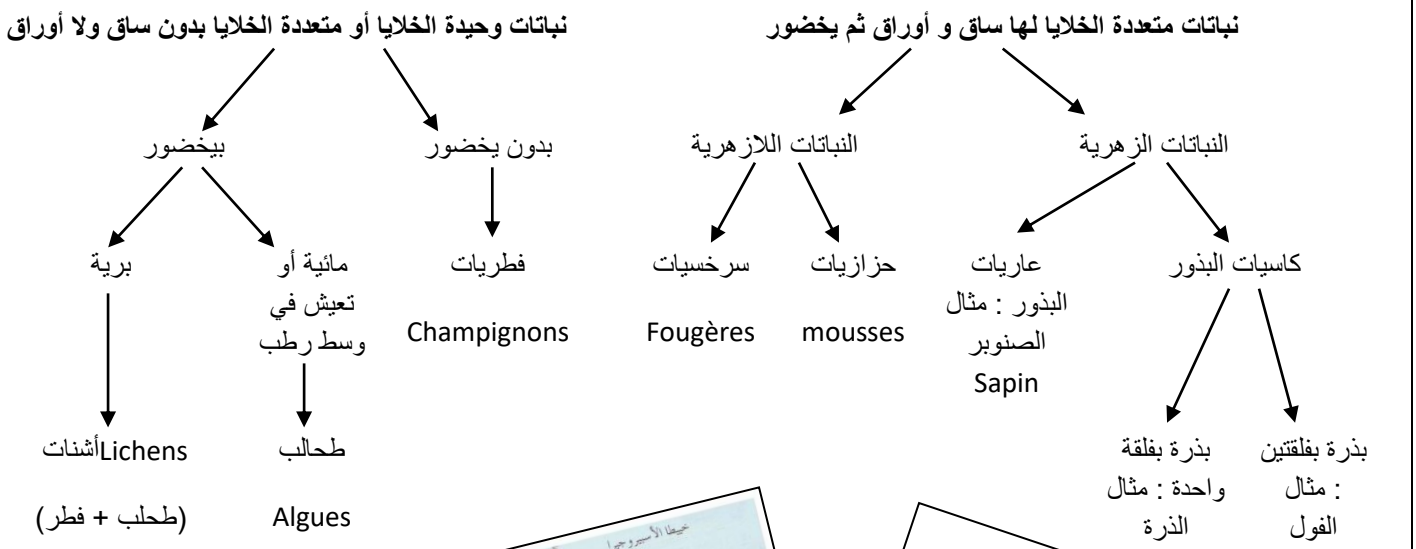
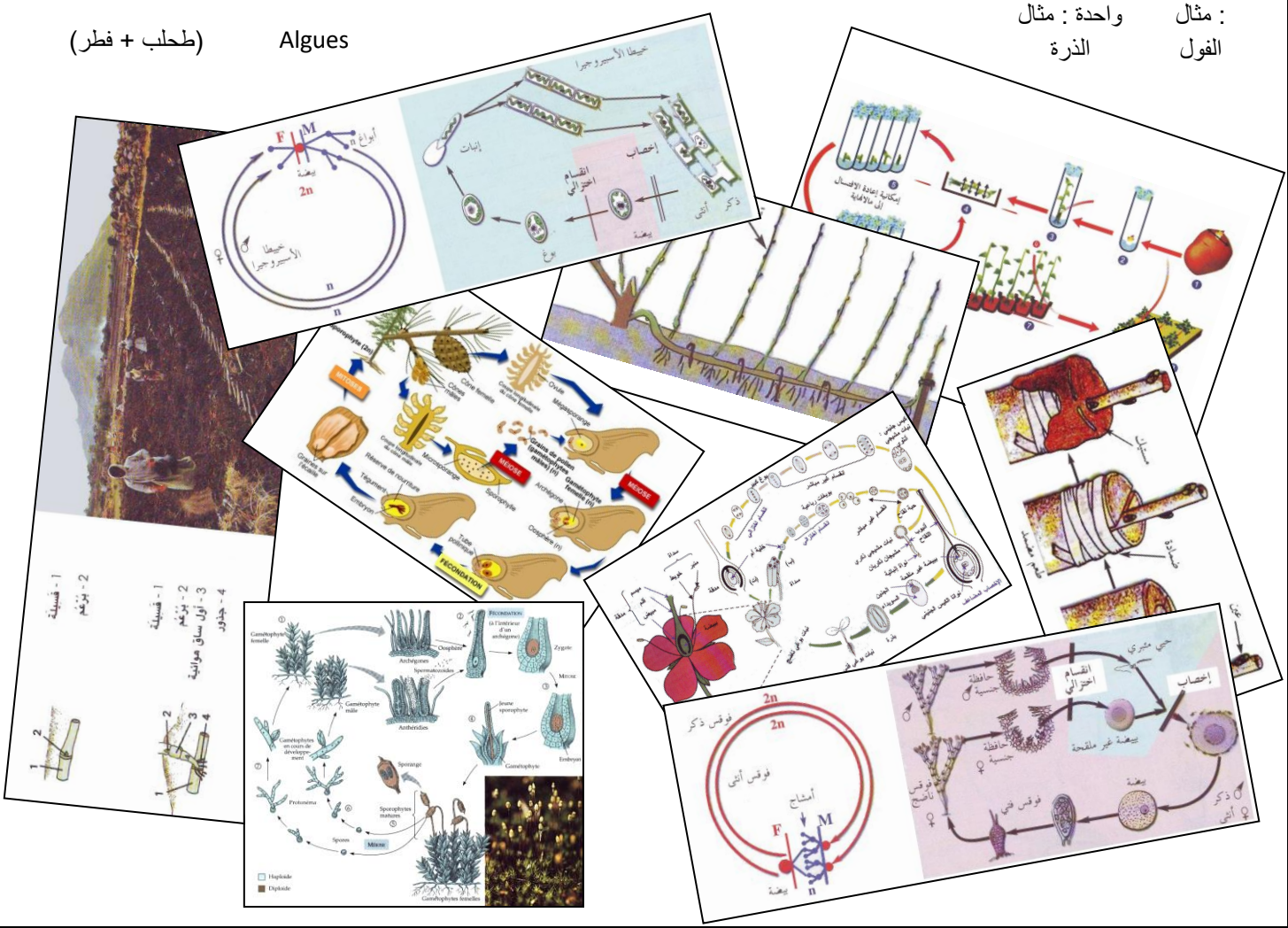
- يعتبر التوالد وظيفة معقدة يتم بواسطتها استمرار وجود الكائنات الحية في الطبيعة.

- يتطلب التوالد الجنسي إنتاج أمشاج ذكرية ♂ و أنثوية ♀، التي تتدخل في عملية الإخصاب و بالتالي تكون كائن حي جديد.

فكيف تتوالد النباتات ؟ و ما هي أعضاء التوالد عندها ؟

ما هي الآليات البيولوجية التي تؤدي إلى تكون البذور ؟ و كيف تؤمن هذه البذور تناثر النباتات ؟



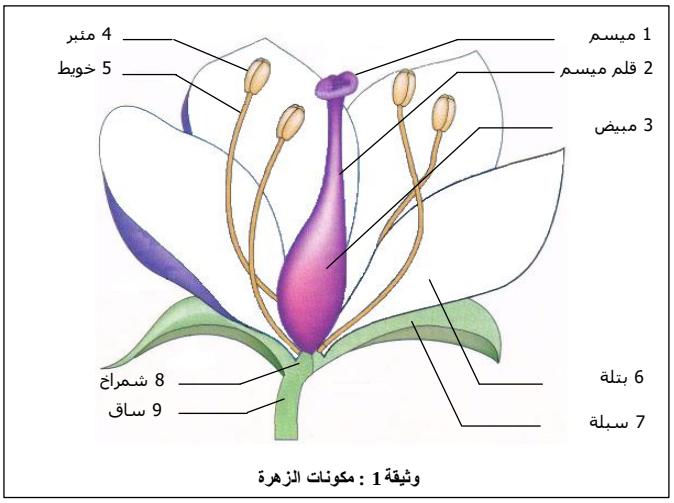


مقدمة

تعتبر كاسيات البذور من أهم المجموعات النباتية، فهي نباتات زهرية تنتج بذورا محفوظة داخل ثمرة.

تساؤلات:

- كيف يتم التكاثر عند كاسيات البذور ؟
- ماهي البنيات المسؤولة عن هذه الوظيفة الإحيائية ؟
- كيف يتم الإخصاب عند كاسيات البذور ؟
- كيف تتشكل البذرة عند كاسيات البذور ؟



وثيقة 1 : مكونات الزهرة

I - مكونات الزهرة ؟

1- ملاحظة و تشريح زهرة (انجاز مقطع طولي لزهرة الخطمية)

2- استنتاج تعضي الزهرة

تتكون الزهرة من نوعين من الأعضاء :

أعضاء وقائية☜

- السبلات (Sépales) تحيط بأسفل الزهرة و تشكل الكأس (Calice).
- الورقات التويجية أو البتلات (Pétales) يختلف لونها و شكلها حسب نوع الزهرة، و تشكل التويج (Corolle).

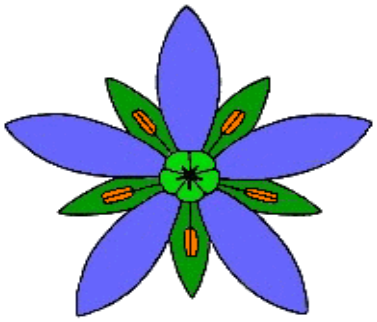
أعضاء توالدية☜

- الأسدية (Etamines) أعضاء تناسلية ذكرية ♂، تتكون كل سداة من مئبر (Anthère) و خويط (Filet).
- المدقة (Pistil) تمثل العضو التناسلي الأنثوي♀،و تتكون من ميسم (Stigmate)، قلم ميسم (Style) و مبيض (ovaire).

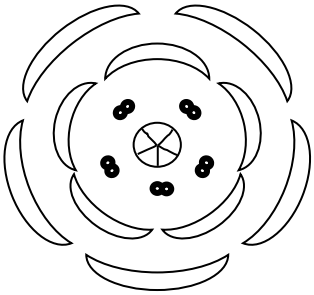
3- المخطط الزهري

رسم تخطيطي يمكن من تبسيط رسم الأزهار و ذلك باعتماد رموز موحدة.

وثيقة 2



منظر علوي للزهرة



المخطط الزهري

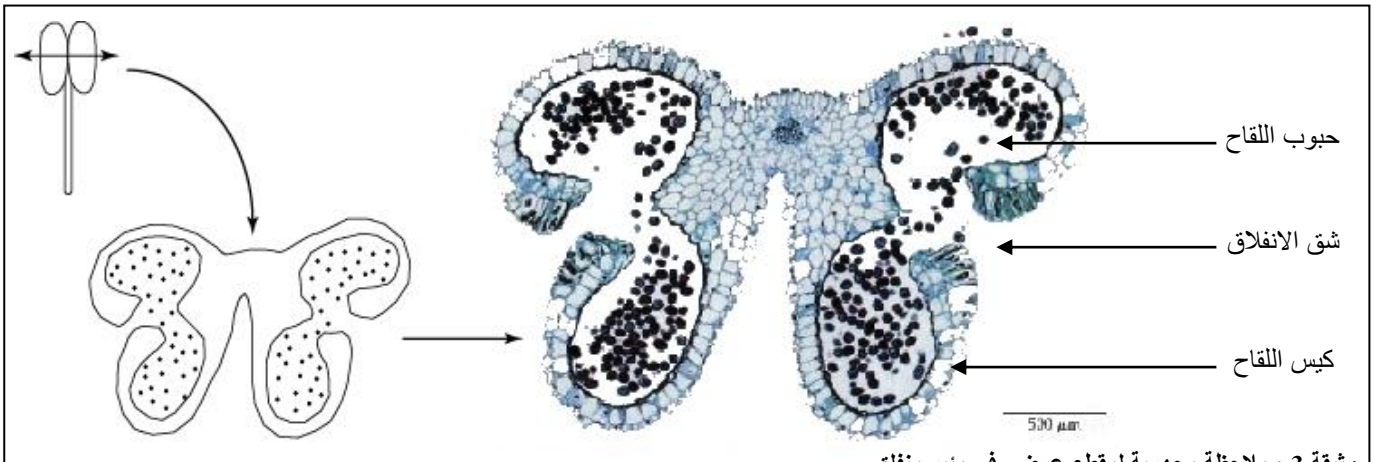
الصيغة الزهرية **5S + 5P + 5 E + (5 C)**

II - دراسة أعضاء التوالد الزهري

1- السداة

تتكون كل سداة من خويط يحمل مئبر يتم على مستواه إنتاج حبوب اللقاح (Grains de pollens).

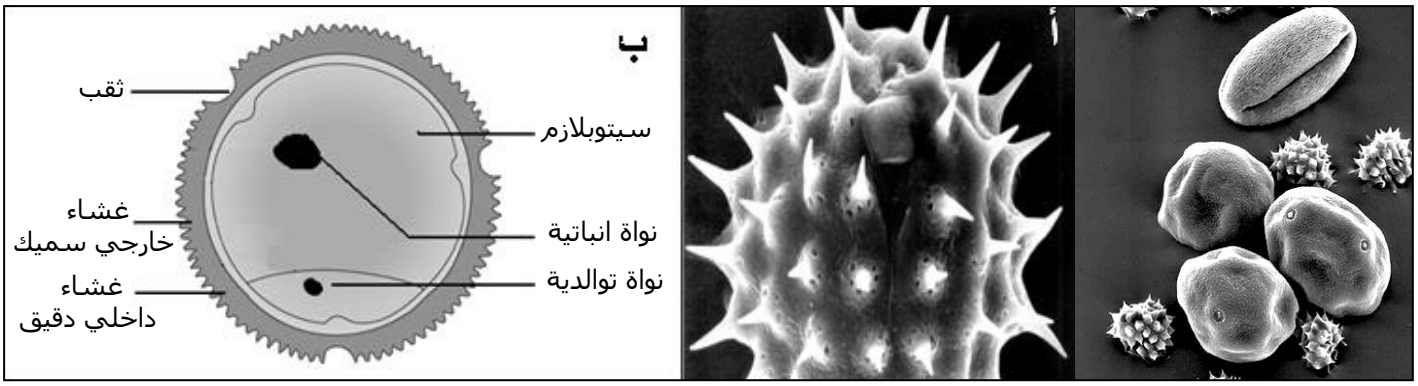
أ- ملاحظة مجهرية لمقطع على مستوى مئبر



وثيقة 3 : ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي في مئبر منفلق

الملاحظة المجهرية للمئبر تبين أنه مقسم إلى 4 أكياس تسمى أكياس اللقاح (Sacs polliniques) تضم بداخلها حبوب اللقاح.

ب- ملاحظة مجهرية لحبوب اللقاح



وثيقة 4 : أ- صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لحبة لقاح ب- رسم تخطيطي لحبة لقاح

- تتكون حبة لقاح ناضجة من خليتين : خلية كبيرة الحجم تسمى خلية أنباتية Cellule végétative و أخرى صغيرة تسمى خلية توالدية Cellule reproductive.

- السيتوبلازم محاط بغشاء مكون من طبقتين : طبقة داخلية سيليلوزية و طبقة خارجية شمعية سميكة بها منافذ أو ثقوب.

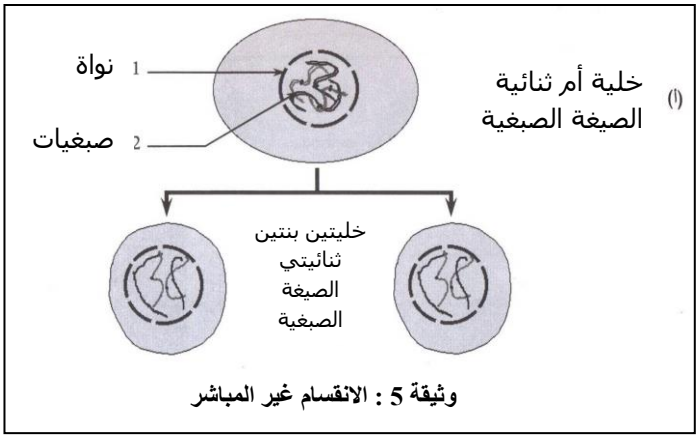
ج- كيف تتشكل حبوب اللقاح

على مستوى الكيس اللقاحي، تخضع الخلايا الأم لانقسام اختزالي يليه انقسام غير مباشر يؤدي إلى إنتاج حبة لقاح مكونة من خليتين أحاديتي الصيغة الصبغية.

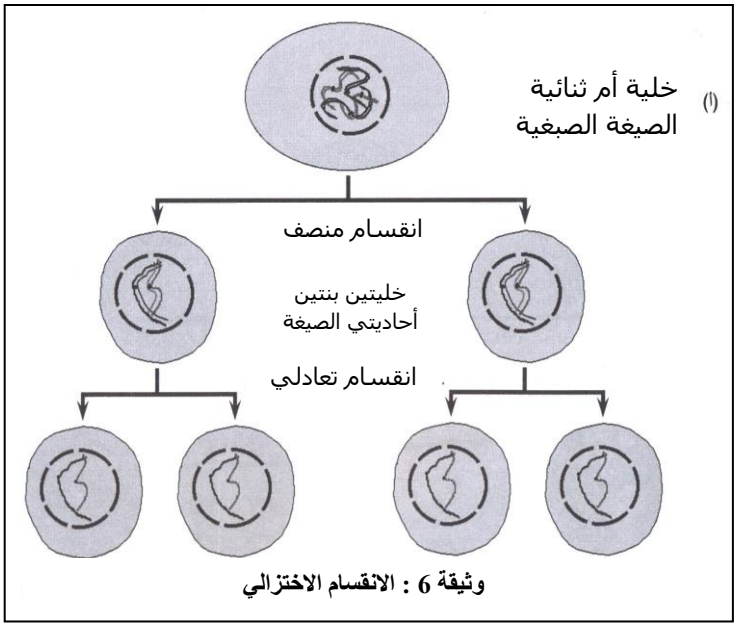
تساؤل : ما هو الانقسام غير مباشر و ما هو الانقسام الاختزالي و كيف يمكن هذا الأخير من الحصول على خلايا أحادية الصيغة الصبغية.

▪ الانقسام غير المباشر (mitose) انقسام يمكن الخلايا من التضاعف (الزيادة في أعدادها)، حيث تنقسم كل خلية ثنائية الصيغة الصبغية إلى خليتين بنتين ثنائيتي الصيغة الصبغية كذلك.

▪ الانقسام الاختزالي (méiose) هو انقسام خاص تخضع له الخلايا التي تلعب دورا مهما في التوالد الجنسي، ويتميز بانقسامين متتاليين ينتج عنهما تكون 4 خلايا أحادية الصيغة الصبغية، انطلاقا من خلية أم ثنائية الصيغة الصبغية. فهو يهدف إذا إلى اختزال عدد صبغيات الخلية إلى النصف.

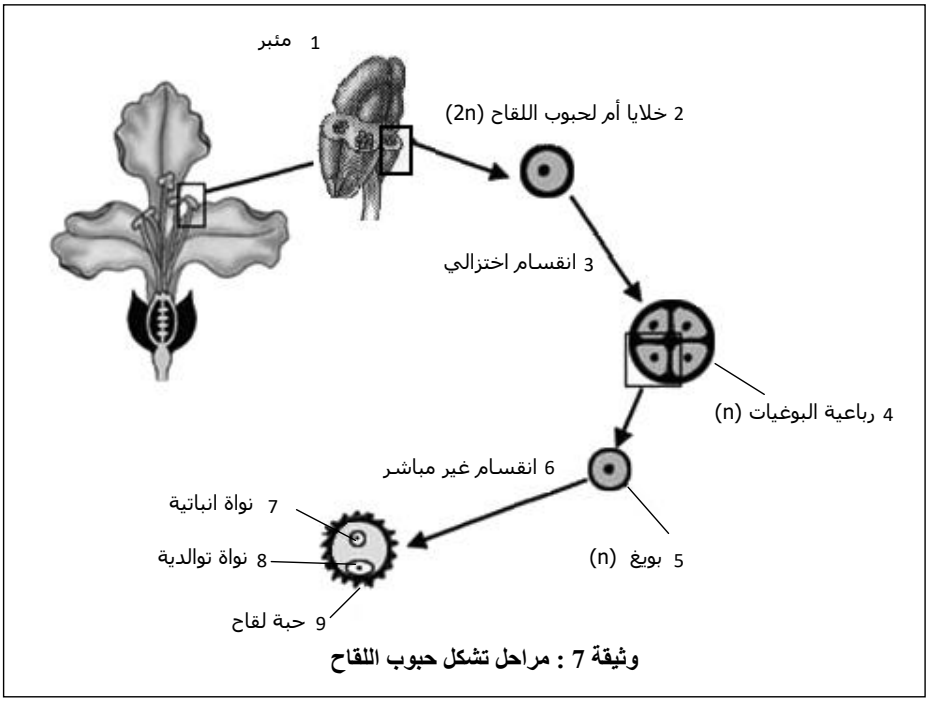


وثيقة 5 : الانقسام غير المباشر



وثيقة 6 : الانقسام الاختزالي

تخضع كل خلية أم إلى انقسام اختزالي ينتج عنه 4 خلايا أحادية الصيغة الصبغية، ثم تخضع كل واحدة منها إلى انقسام غير مباشر، فنحصل في الأخير على حبة لقاح مكونة من خليتين أحاديتي الصيغة الصبغية : خلية توالدية و خلية انباتية.



وثيقة 7 : مراحل تشكل حبوب اللقاح

2- المدقة

أ- تعضي المدقة

تتكون المدقة من ميسم، قلم الميسم و مبيض.

ب- ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي لمبيض زهرة

يحتوي كل مبيض على بييضة أو أكثر حسب نوع النبات. ترتبط البييضات بالمشيمة بواسطة الحبل السري الذي يسمح بمرور الحاجيات الاقتياتية.

ج- ملاحظة مجهرية لمقطع طولي لبييضة ناضجة

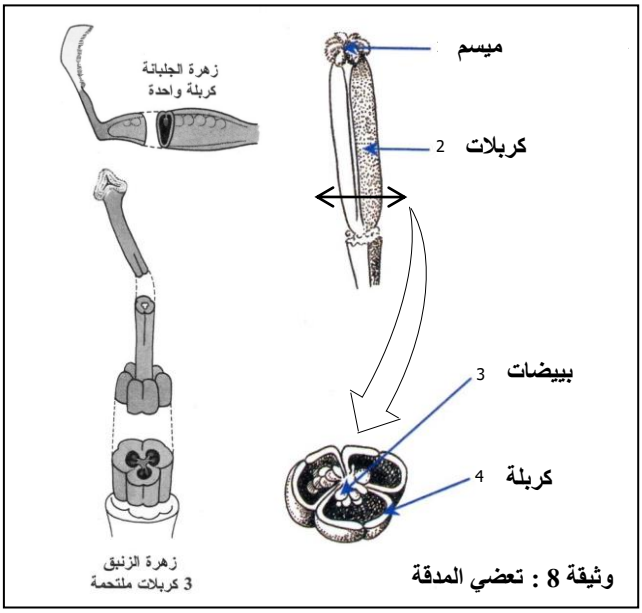
تبين الملاحظة المجهرية أن البييضة تتكون من مجموعة من الخلايا تتموضع في منطقة مركزية، تتكون من نسيج يسمى الجويزة، يضم بداخله الكيس الجنيني. يحيط بالجويزة غشاءان، و هما عبارة عن طبقات من الخلايا يخترقهما ثقب يسمى النقير.

د- كيفية تشكل الكيس الجنيني

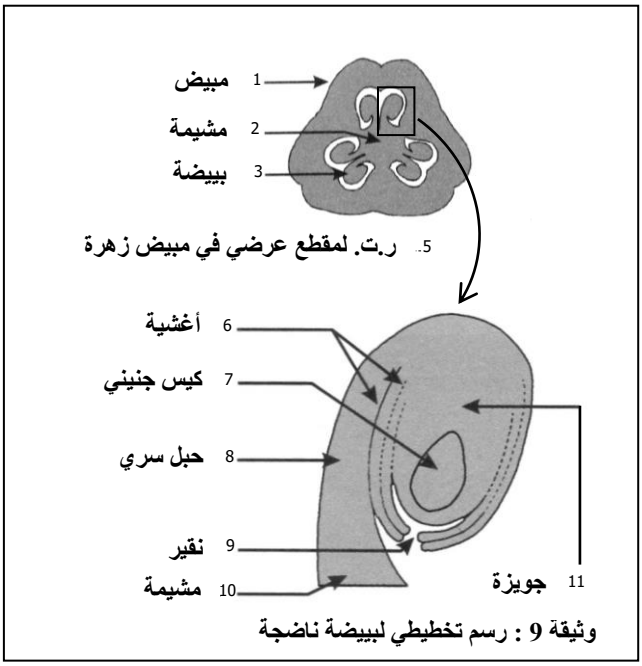
يعتبر الكيس الجنيني أهم جزء في البييضة. كل بييضة تحتوي على خلية كبيرة توجد قرب النقير تسمى الخلية الأم و التي تخضع لانقسام اختزالي، فينتج عنه 4 خلايا، تنمو إحداها و تضمحل الأخريات، فتعطي بوغا كبيرا إنه البوغ الأنثوي. يتعرض هذا البوغ إلى 3 انقسامات غير مباشرة متتالية فنحصل على 8 نوى تخضع لتحول ثم إلى إعادة تنظيم داخل الكيس الجنيني.

تتوزع هذه الخلايا على الشكل التالي :

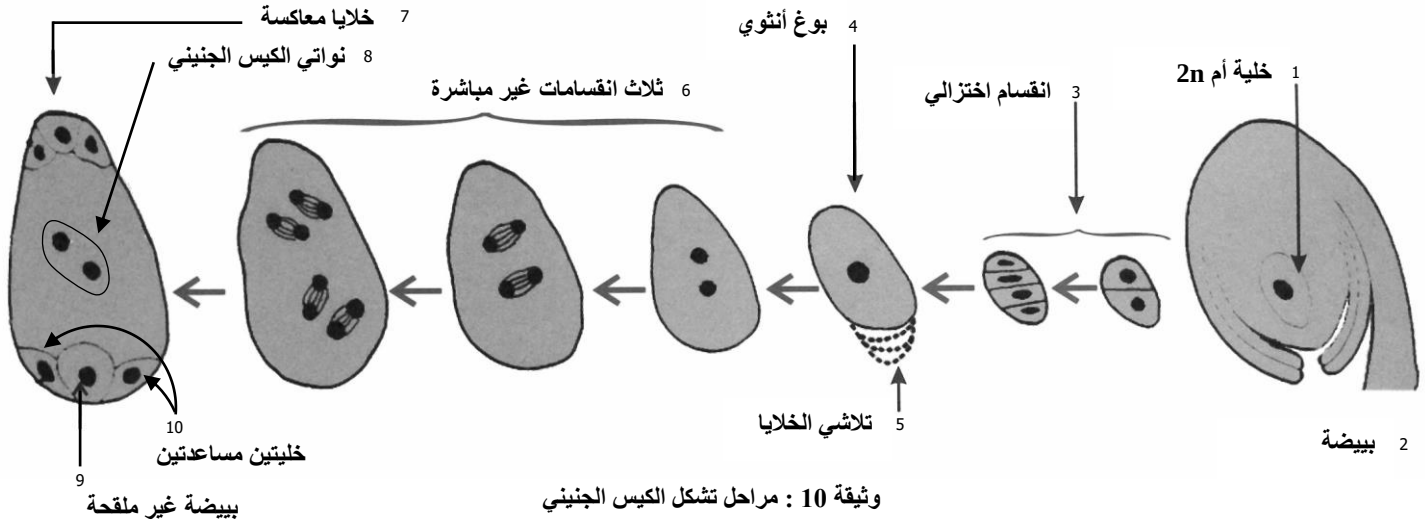
- خلية رئيسة : بييضة غير ملقحة، تقوم مقام المشيج الأنثوي.
- خليتان تحيطان بالمشيج الأنثوي : خليتان مساعدتان.
- ثلاث خلايا توجد بالقطب المقابل و تنعت بالخلايا المعاكسة.
- خلية تتموضع في مركز الكيس و تضم نواتين أحاديتي الصيغة الصبغية.



وثيقة 8 : تعضي المدقة

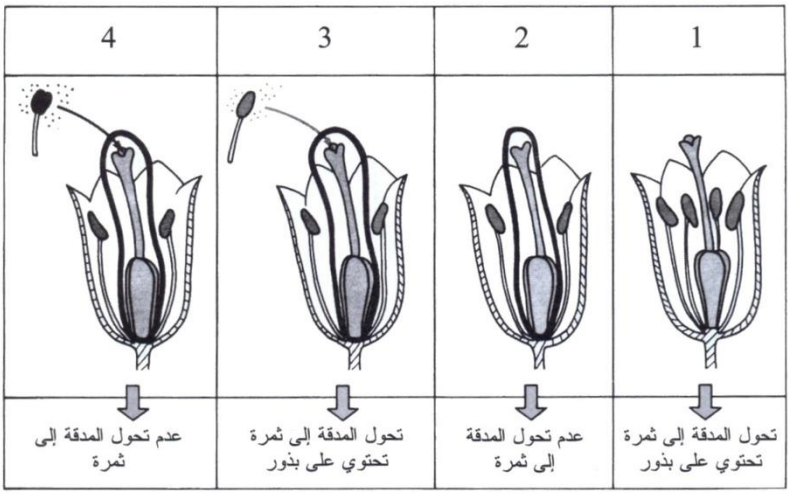


وثيقة 9 : رسم تخطيطي لبييضة ناضجة



وثيقة 10 : مراحل تشكل الكيس الجنيني

III - من الزهرة إلى الثمرة



1- زهرة عادية لنبات الزنبق.
2- وضع كيس بلاستيكي على المدقة قبل تفتح الزهرة.
3- إعادة التجربة 2 مع رش المدقة بحبوب اللقاح عند نضج الزهرة.
4- إعادة التجربة 3 باستعمال حبوب اللقاح لزهرة الخزامى.

سؤال : ماذا تستنتج من خلال تحليل نتائج التجارب.

لكي تتحول المدقة إلى ثمرة يجب أن تسقط حبوب اللقاح على ميسم نفس الزهرة أو ميسم زهرة نفس النبات أو ميسم زهرة نبات من نفس النوع.

وثيقة 11 : تجارب الكشف عن دور أسدية و مدقة زهرة الزنبق في تكون الثمرة.

تساؤلات :

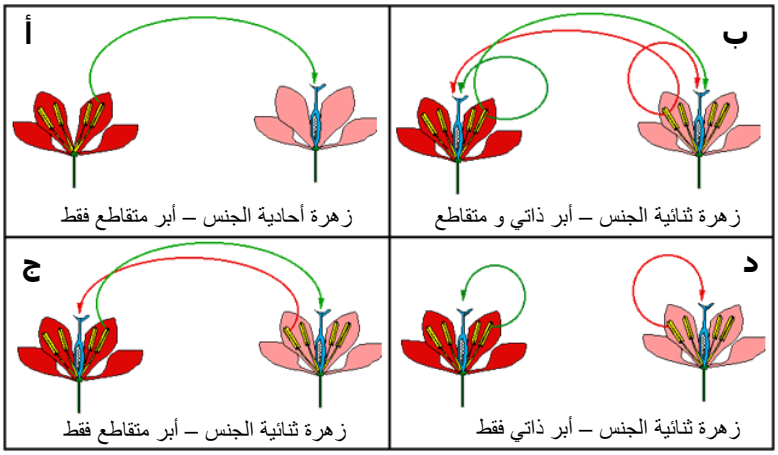
- كيف تحمل حبوب اللقاح إلى ميسم الزهرة ؟
- ماهي الظواهر المؤدية إلى تكون الثمرة ؟

1- الأبر

عملية نقل حبوب اللقاح من الأسدية إلى ميسم المدقة.

أ- أنواع الأبر

وثيقة 12 : أنواع الأبر



الأبر الذاتي أو الأبر المباشر : عندما تقع حبوب لقاح زهرة على ميسم الزهرة نفسها أو على ميسم زهرة تنتمي لنفس النبتة.

الأبر المتقاطع أو الأبر غير المباشر : عندما يتم تلقيح ميسم الزهرة بحبوب لقاح زهرة تنتمي لنبتة أخرى من نفس النوع.

إذا كان الأبر المتقاطع إلزاميا بالنسبة للأزهار أحادية الجنس، فهو كذلك بالنسبة لعدد كبير من الأزهار ثنائية الجنس، حيث عدة معيقات فيزيولوجية (عدم النضج المتزامن للأسدية و المدقات) أو شراحية (قصر طول خويط الأسدية) تحول دون إمكانية الأبر المباشر.

يمكن تفسير الحالة (ج) بعدم النضج المتزامن للأسدية و المدقات، أما الحالة (د) فيتم الأبر قبل تفتح الزهرة.

يتطلب إنبات حبوب اللقاح عدة شروط أهمها :

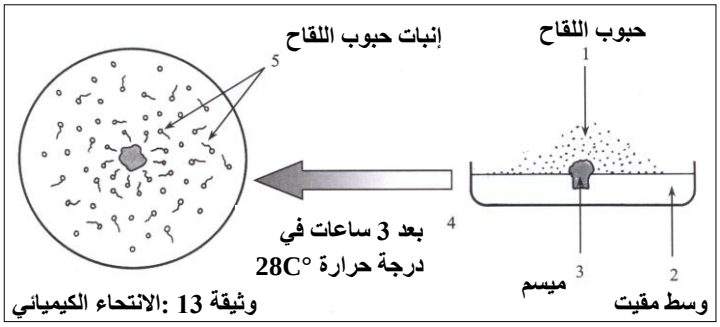
- جودة حبوب اللقاح المرتبطة بأمد حياتها منذ تحريرها حتى وصولها إلى الميسم.
- وجود الماء في الميسم الذي يعتبر ضروريا للإنبات.

- وجود سكر و بعض العناصر المعدنية على سطح الميسم. يستعمل السكر كمصدر للطاقة و نساعد بعض العناصر كالكالسيوم و البور على إنبات و نمو حبوب اللقاح.
- سقوط حبوب اللقاح على الميسم خلال فترة يكون فيها قابلا لاستقبال حبوب اللقاح.
- تلاؤم بين حبوب اللقاح و الميسم و الذي يتحكم فيه البرنامج الوراثي.

ب- عوامل الأبر

يتم الأبر عادة بواسطة الحشرات (أزهار زاهية الألوان) و الرياح (أزهار ذات حبوب لقاح كثيرة وخفيفة و ملساء)، كما يتم في بعض الأحيان بواسطة حيوانات أخرى أو الإنسان أو الجاذبية أو المياه بالنسبة للنباتات المائية.

2- إنبات حبوب اللقاح



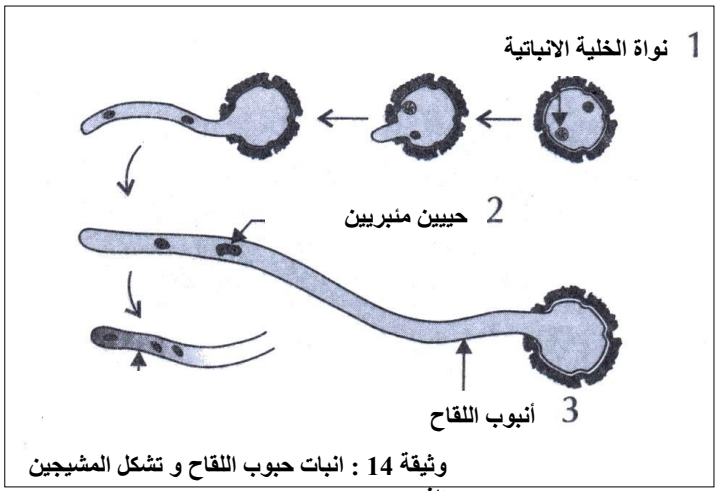
وثيقة 13 :الانتحاء الكيميائي

نضع في علبة بيتري وسطا ملائما لإنبات حبوب اللقاح، ثم نضع جزء من ميسم زهرة، بعد ذلك نرش حبوب اللقاح على الوسط، و نترك العلبة في حرارة ملائمة. و بعد مدة، ننجز الملاحظة بالمكبر الزوجي.

ماذا تلاحظ. كيف تفسر ذلك.

نلاحظ أن هناك حبوب لقاح قد أنبتت (أنابيب اللقاح) و هي ذات جودة عالية، أما تلك التي لم تنبت فربما لها جودة ضعيفة. حبوب اللقاح التي أنبتت يمكن تقسيمها إلى مجموعتين : مجموعة موجهة نحوه الميسم وهي القريبة منه، و مجموعة بعيدة عن الميسم، لها توجيه عشوائي.
يفرز الميسم مادة كيميائية تسبب نمو و توجيه حبوب اللقاح، تسمى هذه الظاهرة بالانجذاب أو الانتحاء الكيميائي.

خلاصة

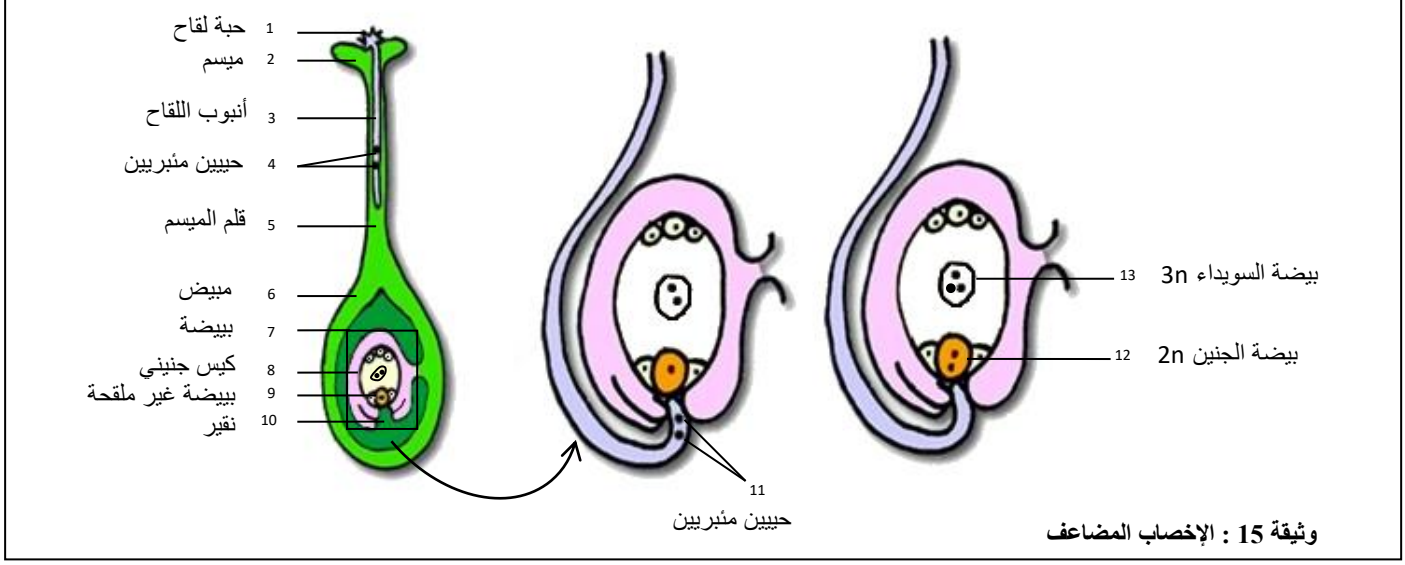


وثيقة 14 : انبات حبوب اللقاح و تشكل المشيجين

يلعب الميسم دورا مهما في ظهور أنابيب اللقاح حيث يوفر الشروط الضرورية لإنبات حبوب اللقاح.
يؤدي امتصاص الماء الميسمي إلى زيادة حجم حبة اللقاح و إلى بزوغ أنبوب اللقاح الذي يلج قلم الميسم، فتتم استطالته بفعل التركيب الخلوي للنواة الإنباتية و الانسياب التدريجي للسيتوبلازم. أما النواة التوالدية فتخضع لانقسام غير مباشر داخل أنبوب اللقاح لتعطي مشيجين ذكريين يسميان حييين مئبريين.

3- الإخصاب المضاعف

عندما يصل أنبوب اللقاح إلى الكيس الجنيني فإنه يفرغ محتواه بداخله فيلتحم أحد المشيجين الذكريين مع البييضة غير الملقحة ليعطي بيضة رئيسة تسمى بيضة الجنين (2n). بينما يلتحم المشيج الذكري الثاني بنواتي الكيس الجنيني ليشكل بيضة ثانوية تسمى بيضة السويداء (3n)، و التي توفر للجنين المدخرات الغذائية.
<u>الإخصاب المضاعف :</u> إخصاب يميز كاسيات البذور، يتدخل فيه حييان مئبريان لإخصاب البييضة غير الملقحة و الخلية المركزية داخل الكيس الجنيني.



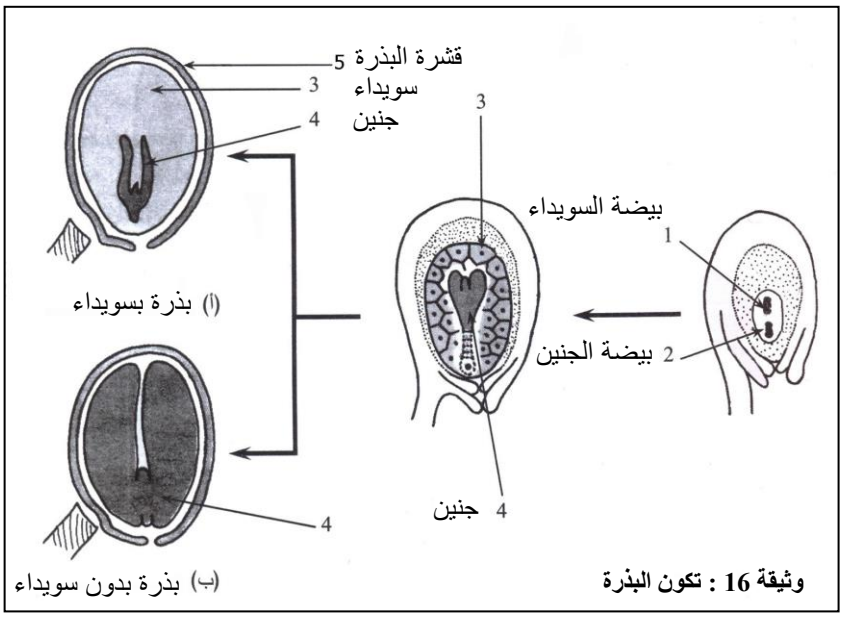
وثيقة 15 : الإخصاب المضاعف

4- تكون البذرة و الثمرة

- ما مصير بيضة الجنين ؟
- ما مصير بيضة السويداء؟
- ما مختلف مراحل تشكل البذرة ؟

بعد الإخصاب المضاعف تضمر الخليتين المساعدتين و الخلايا المعاكسة فيتحول المبيض إلى ثمرة بعد تضخمه و تعطي البييضات الملقحة بذورا (أو بذرة حسب نوع النبات).

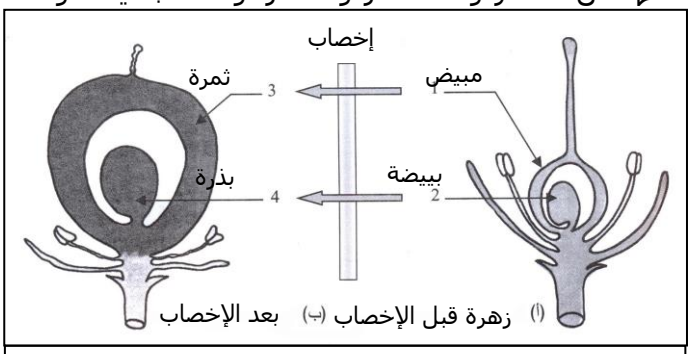
أ- تكون البذرة



وثيقة 16 : تكون البذرة

- تتطور السويداء عموما قبل الجنين، فتبدأ بيضة السويداء في التكاثر لتكون كتلة خلوية مليئة بالمدخرات الغذائية اللازمة لتطور الجنين بعد إنبات البذرة.
- تخضع بيضة الجنين إلى عدة انقسامات غير مباشرة لتعطي جنينا ذو فلقة أو فلقتين.
- تحتوي بعض البذور على سويداء ذات حجم كبير نسميها بذور ذات سويداء، بينما هناك بذور يدخر جنينها كل مخزون السويداء داخل فلقتيه و تسمى بذور بدون سويداء.
- تتعرض البذرة للتجفيف في آخر مراحل تشكلها و تجمع مدخرات مغذية (سكريات، دهنيات، بروتيدات) و يدخل الجنين في حياة بطيئة.
- تحمي قشرة البذرة الجنين مع مدخراته من الظروف الطبيعية القاسية إلى حين توفر الظروف الملائمة لإنبات البذرة.
- تشكل البذرة حلقة مهمة في حياة النباتات الزهرية، فهي تمكنها من التكاثر و الانتشار و أعمار أوساط جديدة، و ذلك باتخاذها أشكالا تسمح لها بالتنقل بواسطة عوامل عدة كالماء و الرياح و الحيوانات...

ب- تكون الثمرة



وثيقة 17 : تكون الثمرة

بعد الأبر يتحول المبيض إلى ثمرة و تضمر الأجزاء الزهرية الأخرى. في حالة عدم حدوث الأبر، لا تتشكل الثمرة و تذبل الزهرة و تموت.

<u>ملحوظة :</u> هناك بعض أنواع الثمار التي تتشكل بدون حدوث إخصاب، تسمى الظاهرة بالتوالد العذري La Parthénocarpie.

5- إنبات البذرة

عند نضج البذرة و في حالة توفر ظروف ملائمة في المحيط. تستفيق البذرة من سباتها (حياتها البطيئة) و تستعيد نشاطها فتنبت و تنمو.

1- فيما يتمثل الإنبات و ما مراحله.
2- ما هي الشروط الضرورية لإنبات البذرة.

أجوبة

1- ☜ يتم الإنبات باعتبار المظهر الخارجي عبر المراحل التالية :
- انتفاخ البذرة و تمزق الأغشية.
- بروز الجذير من جهة الأغشية الممزقة و انغرازه في التربة.
- استطالة السويق و خروج النبيتة من التربة.
- ذبول الفلقتين و استطالة باقي الأجزاء و نموها.

☜ من الناحية الفيزيولوجية، يعتبر الإنبات مرحلة تستعيد خلالها خلايا البذرة نشاطها العادي بعد تبليلها.

2- الشروط الضرورية لإنبات البذرة

<u>- الشرط 1 :</u> *<u>أهمية الهواء</u>* نلاحظ عدم إنبات البذور الموجودة في الأنبوب الذي يحتوي على حجم جد قليل من الهواء، و إنبات جيد للبذور المتواجدة في الأنبوب الذي يحتوي على حجم كبير من الهواء. نستنتج أن للهواء دور مهم في إنبات البذور.

- الشرط 2 : *أهمية امتصاص الماء* امتصاص البذور للماء يؤدي إلى زيادة حجمها، الشيء الذي يفسر انكسار القنينة. نستنتج أن البذور تحتاج لقوة كبيرة تؤثر بها على التربة و على قشرتها من أجل انفتاحها و إنباتها.

- الشرط 3 : *التنفس* إنبات البذور يؤدي إلى تعكر ماء الجير، الشيء الذي يدل على تنفس البذور.

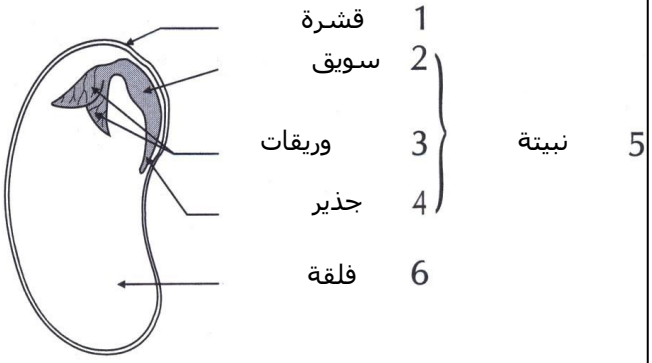
- الشرط 4 : *أهمية درجة الحرارة*

ماذا تستنتج من مقارنة كل من نتائج التجارب : [أ و ب]، [ج و د]، [أ و ج].

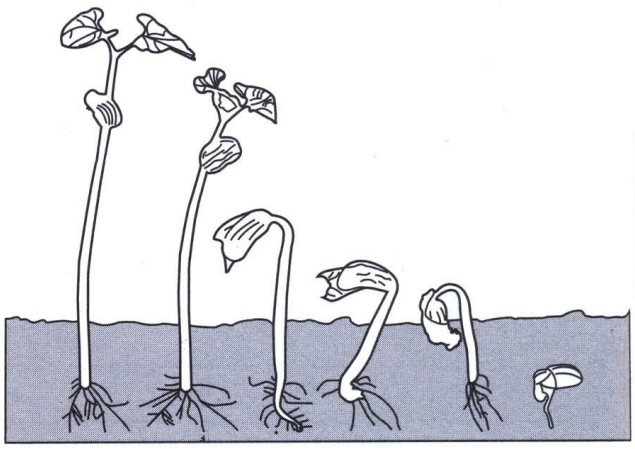
- [أ و ب] : البذور التي وضعت في درجة حرارة 20°C و ورق ترشيح مبلل استطاعت الإنبات، عكس البذور التي وضعت في نفس درجة الحرارة و لكن فوق ورق ترشيح جاف. نستنتج أن للماء دورا هاما في إنبات البذور.
- [ج و د] : البذور التي وضعت في درجة حرارة 10°C تمكنت من الإنبات، فيما أن البذور التي وضعت في درجة حرارة 0°C، لم تتمكن من الإنبات. نستنتج أن درجة الحرارة الدنيا تعيق إنبات البذور.
- [أ و ج] : البذور التي وضعت في درجة حرارة 20°C كان لها إنبات جيد و أحسن من البذور التي وضعت في درجة حرارة 10°C. نستنتج أن إنبات البذور يتطلب درجة حرارة ملائمة.

خلاصة : يتمثل الإنبات في خروج الجنين من الحياة البطيئة و دخوله في الحياة النشيطة و ذلك بتوفر شروط ملائمة من ماء و ثنائي الأكسجين و درجة الحرارة. يتميز انتقال البذرة من الحياة البطيئة إلى الحياة النشيطة بما يلي :

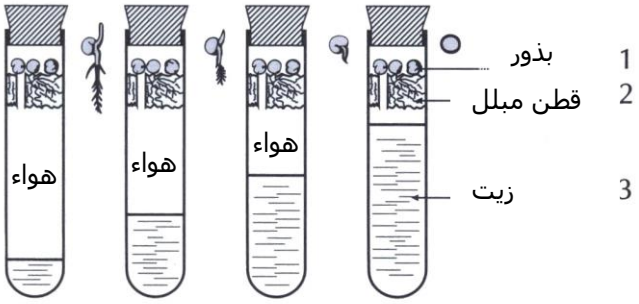
- تبليل البذرة يؤدي إلى دخول الماء و ثنائي الأكسجين إليها.
- استعادة البذرة لنشاطها الاستقلابي بحدوث تفاعلات الحلمأة و الأكسدة (التنفس). يتم خلال هذه التفاعلات استعمال المدخرات و استهلاك ثنائي الأكسجين.
- إنتاج الطاقة الضرورية لتركيب مادة عضوية جديدة، يتم استعمالها لنمو الجذور ثم النبتة.



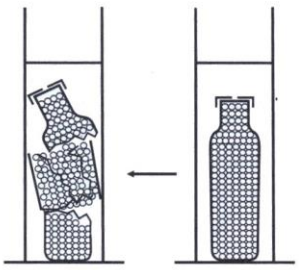
وثيقة 18 : مكونات البذرة



وثيقة 19 : مراحل إنبات البذرة

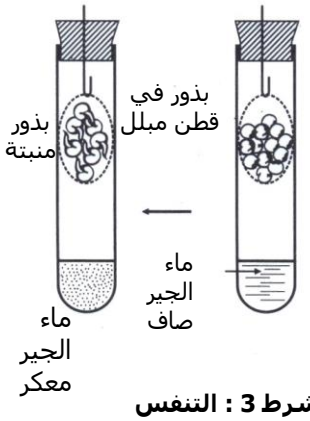


الشرط 1 : أهمية الهواء

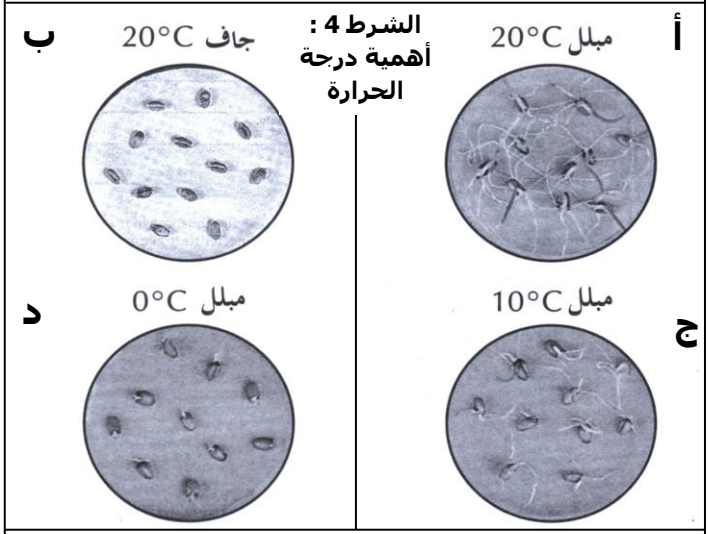


قوة انتفاخ البذور

الشرط 2 : امتصاص الماء



الشرط 3 : التنفس



الشرط 4 : أهمية درجة الحرارة

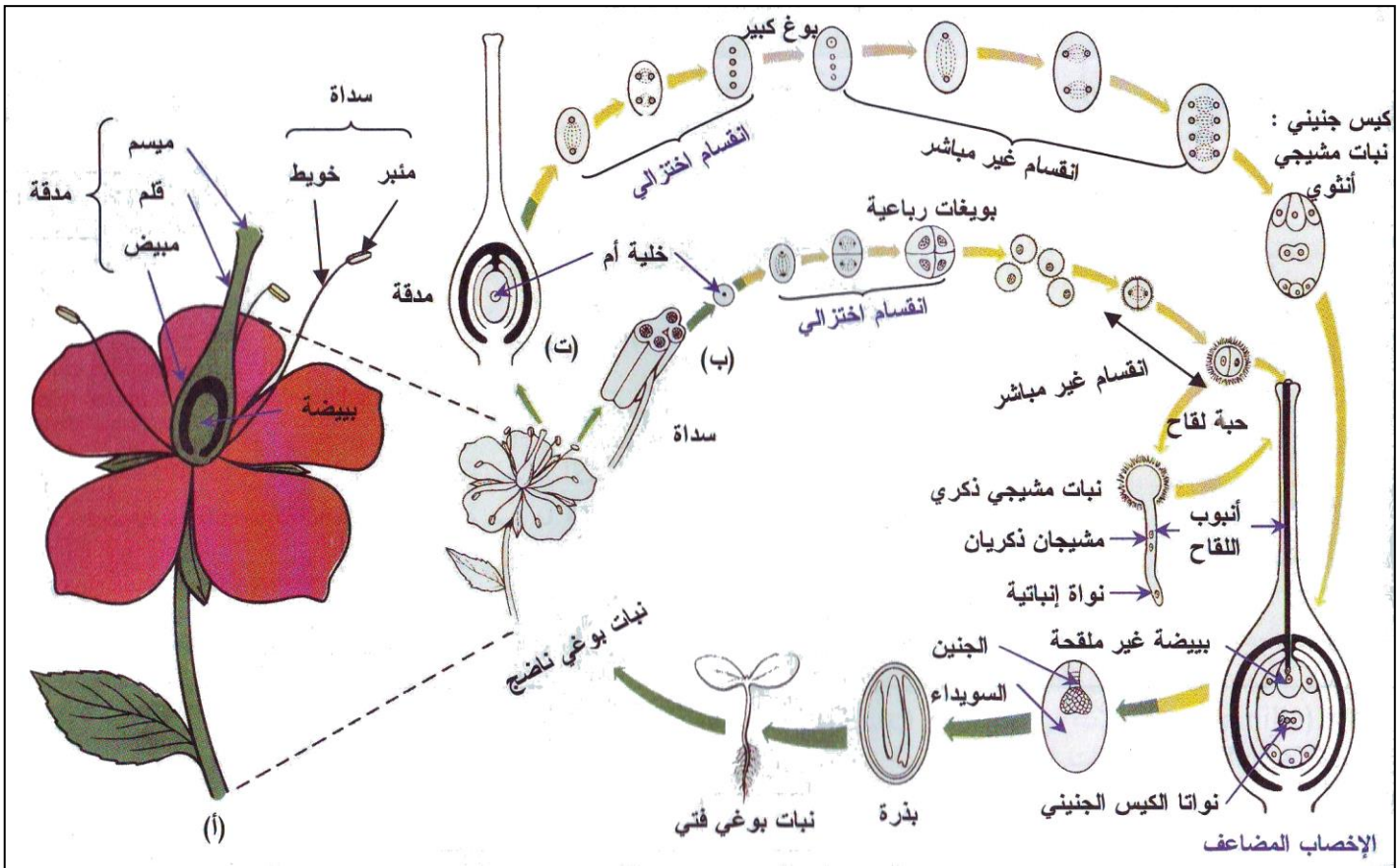
وثيقة 20 : الشروط الضرورية لإنبات البذرة

IV- دورة النمو

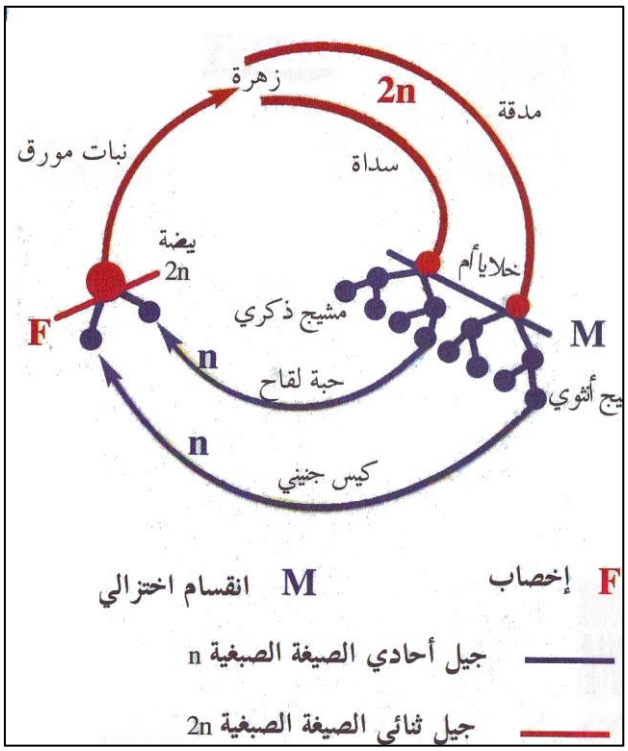
يتميز التوالد الجنسي بحدوث ظاهرتين أساسيتين، تؤدي الأولى، و هي الإخصاب، إلى تشكل بيضة ثنائية الصيغة الصبغية، انطلاقا من التحام نواتين (الذكرية و الأنثوية) أحاديتي الصيغة الصبغية. أما الظاهرة الثانية، فهي الانقسام الاختزالي الذي ينتج خلايا أحادية الصيغة الصبغية إنطلاقا من الخلايا الأم الثنائية الصيغة الصبغية.

و يشكل تعاقب هاتين الظاهرتين دورة نمو الكائنات الحية، نميز فيها مرحلة أحادية الصيغة الصبغية و أخرى ثنائية الصيغة الصبغية، تختلف مدة كل واحدة منها باختلاف المدة الفاصلة بين حدوث ظاهرتي الاخصاب و الانقسام الاختزالي.

دورة النمو عند كاسيات البذور



وثيقة 21 : تمثيل مورفولوجي لدورة النمو عند كاسيات البذور



تمثيل بواسطة خطاطة لدورة النمو عند كاسيات البذور