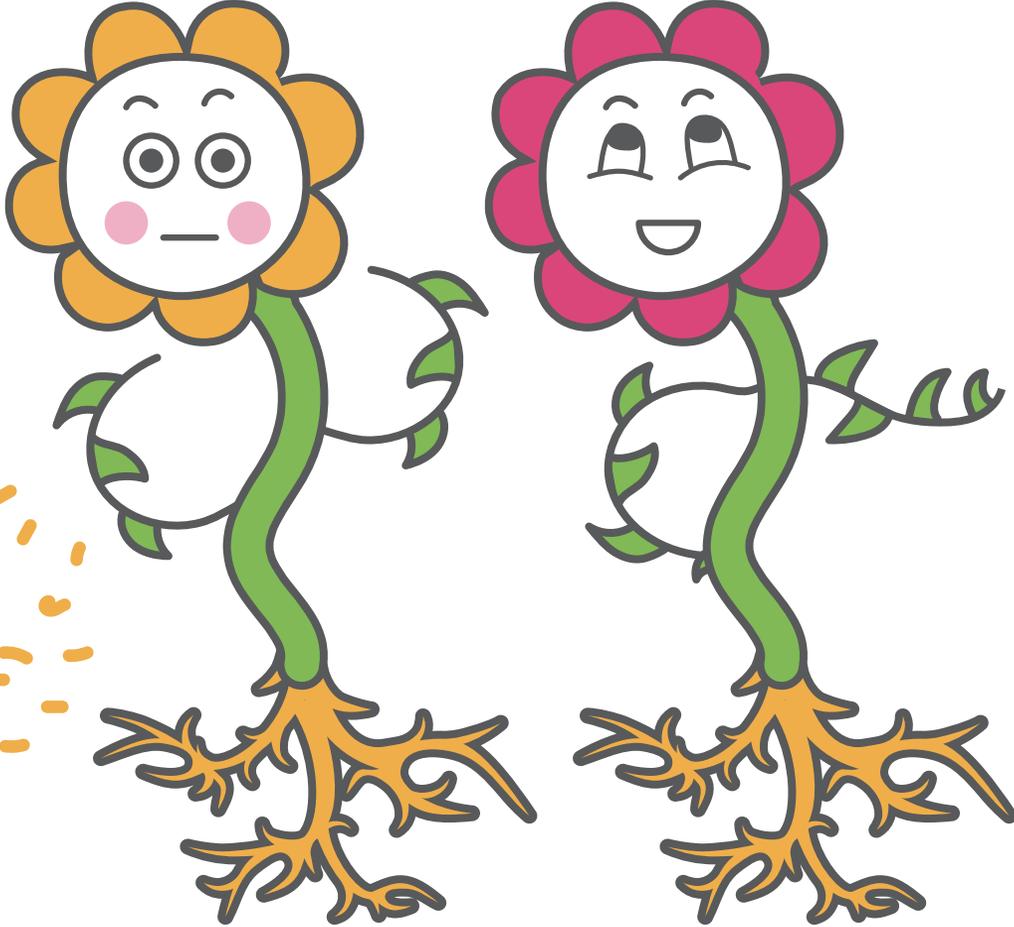


لا أحب الأمر
عندما تتناثر حبوب
لقاحي بفعل الرياح...

توووت!



التكاثر في النباتات الزهرية

أهداف الدرس

ستتمكن من:

- ◀ التعرف على الأعضاء الرئيسية في الزهرة
- ◀ وصف وظيفة الزهرة وكيف يرتبط تركيبها بوظيفتها
- ◀ وصف كيف تكوّن الزهرة حبيبات اللقاح والبويضات
- ◀ وصف عملية التلقيح الذاتي والتلقيح الخلطي
- ◀ وصف مراحل الإخصاب
- ◀ توضيح عملية تكوّن الثمار والبذور

مغطاة البذور والبذور

ينتمي أكثر من 80% من النباتات الخضراء على الأرض إلى مجموعة تسمى نباتات مغطاة البذور.

مغطاة البذور هي نباتات زهرية، تطورت لأول مرة منذ نحو 140 إلى 160 مليون سنة ماضية! فمغطاة البذور هي أكبر مجموعة من النباتات التي تكيفت تكيفًا كبيرًا مع الحياة على الأرض، على عكس الحياة في الماء، والفضل يرجع إلى بذورها.

تُمْكِّن البذور النباتات الزهرية من نقل معلوماتها الوراثية بسهولة على الأرض أو خلال الهواء أو الماء أو الحيوانات إلى أماكن أخرى لمساعدتها على نشر معلوماتها الوراثية.

مصطلح رئيسي: البذور

البذور هي وحدة تكاثر النبات الزهري، التي تكون قادرة على أن تتطور وتصبح نسخة أخرى من هذا النبات.

تركيب مغطاة البذور النموذجية

مغطاة البذور هي نباتات زهرية. والزهور هي سيقان قصيرة تحيط بها أوراق متحورة تنشأ عادة من تراكيب تشبه تراكيب الأوراق، والتي تسمى أحيانًا بالقنابات. بعض الزهور تنشأ منفردة مثل زهرة التيوليب. وبعض النباتات الأخرى تتجمع أزهارها في عناقيد تسمى النورات. بعض الزهور تكون محمولة على سيقان صغيرة تسمى الأعناق، في حين توجد زهور أخرى ليس لها سيقان؛ ومن ثمَّ تسمى جالسة.

تحتوي الزهور على الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية الخاصة بالنبات. ولمغطاة البذور بويضات خاصة بها، كما تحتوي على الخلايا التناسلية الأنثوية، وتوجد داخل مبيض. والمبيض هو العضو التناسلي الأنثوي. تتحول البويضة طبيعيًا إلى بذرة عند إخصابها، ويتحول المبيض عادةً إلى ثمرة.

مصطلحات رئيسية: مغطاة البذور والبويضة

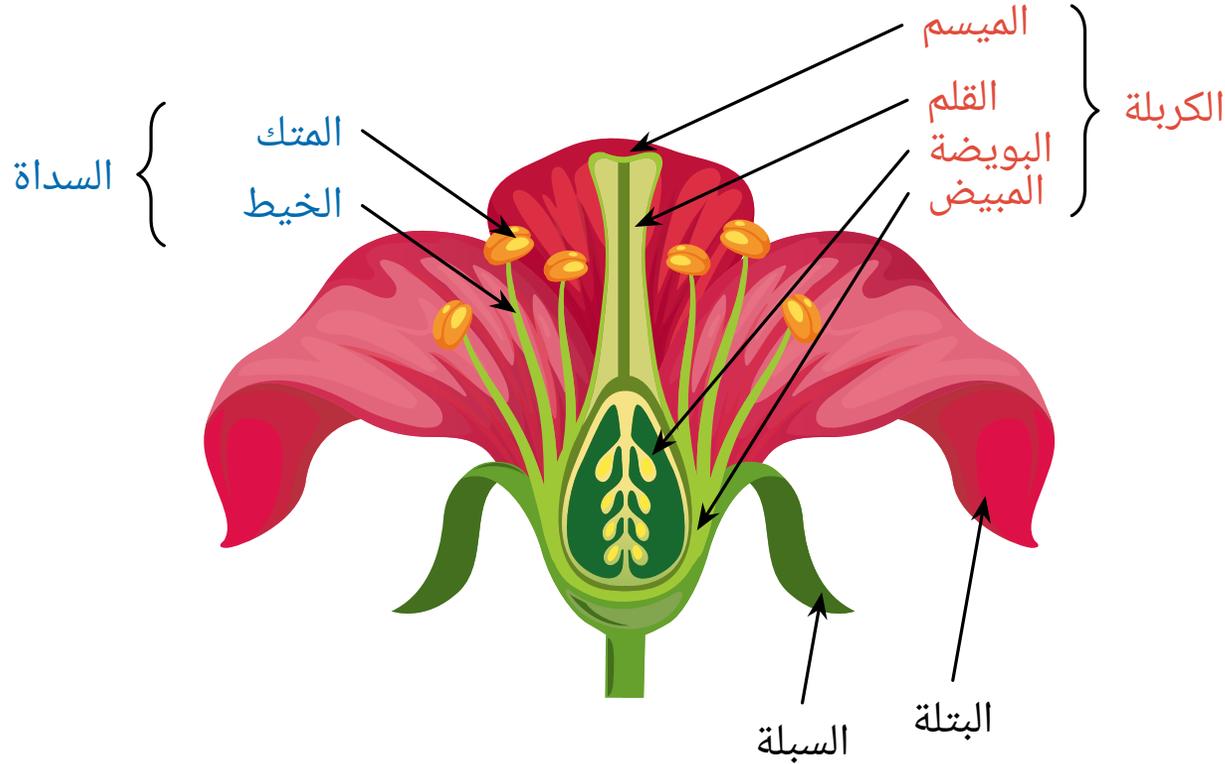
مغطاة البذور

مغطاة البذور هي نباتات زهرية، تُكوّن بويضاتها موجودة داخل مبيض.

البويضة

البويضة هي جزء من المبيض وتحتوي على الخلايا التناسلية الأنثوية (خلايا البيضة) وبعد الإخصاب تُصبح البذرة.

مقطع عرضي للتركيب الأساسي لمغطاة البذور

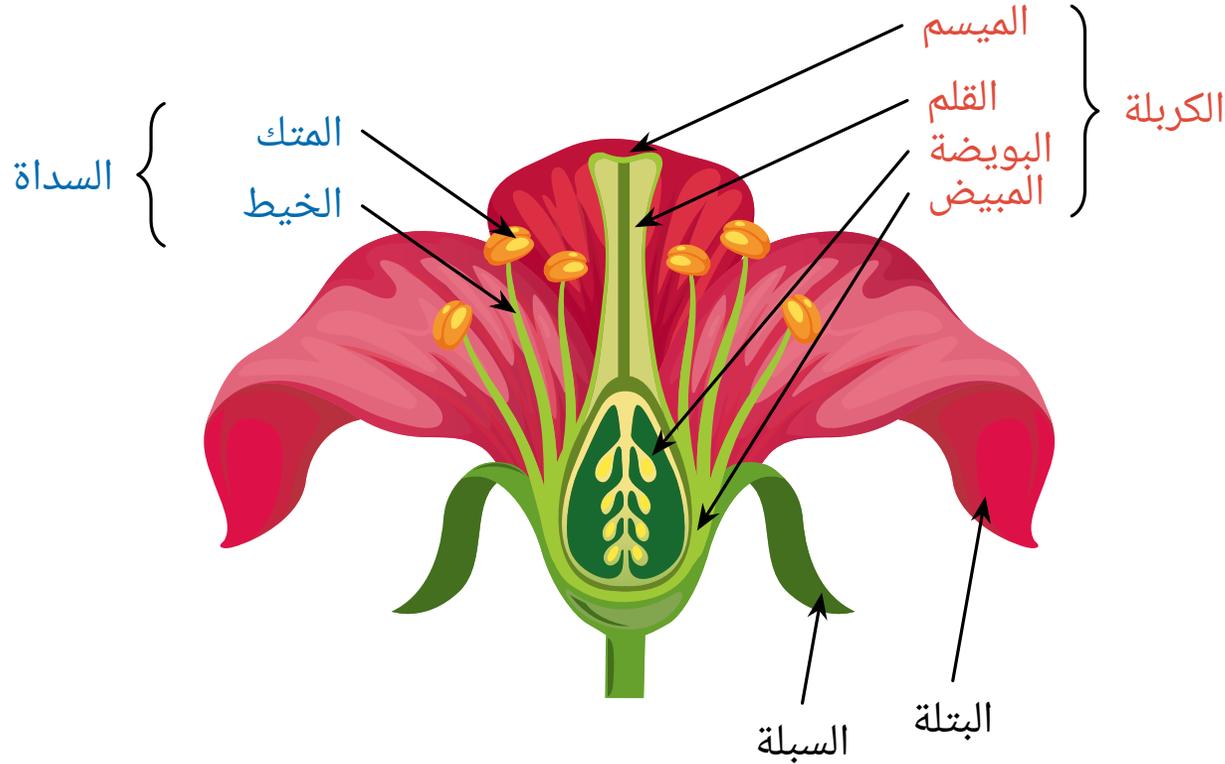


يمكن أن تكون مغطاة البذور ذكرًا أو أنثى أو كليهما معًا في الأغلب. وهذا بسبب أن هذه النباتات يمكن أن تحتوي على أعضاء التكاثر الذكرية والأنثوية معًا.

نلاحظ أن الأعضاء التناسلية الأنثوية، أو الكربلية موضحة باللون الأحمر. تحتوي الكربلية على الميسم، وهو عضو غالبًا ما يكون لزجًا، تلتصق عليه حبوب اللقاح، التي تحتوي على الأمشاج (الجاميتات) الذكرية، في عملية تسمى التلقيح.

وتحتوي الكربلية على القلم، الذي يربط الميسم بمبيض الزهرة. ويحتوي المبيض على البويضات التي تحتوي على الخلايا التناسلية الأنثوية أو الأمشاج (الجاميتات). تسمى كل الأعضاء التناسلية الأنثوية الموجودة في النباتات مغطاة البذور وهي القلم والميسم والمبيض بالمتاع.

مقطع عرضي للتركيب الأساسي لمغطاة البذور (متابعة)



نلاحظ أن الأعضاء التناسلية الذكرية، أو السداة، موضحة باللون الأزرق. فالسداة تحتوي على المتك الذي تُنتج من خلاله حبوب اللقاح، التي تحتوي على الأمشاج الذكرية للنبات. وتتكون السداة من جزأين: المتك والخيط الداعم. يحتوي النبات الموضح في الشكل على ست أسدية تحيط بالكربلة المركزية، لكن يختلف عدد الأسدية باختلاف أنواع النباتات الزهرية. تسمى مجموعة الأعضاء التناسلية الذكرية في النبات باسم الطلع.

مصطلحات رئيسية: حبوب اللقاح، والمتاع، والطلع

حبوب اللقاح

حبوب اللقاح هي حبوب مجهرية تحتوي على أمشاج ذكورية لنبات زهري، والتي يمكنها إخصاب البويضة الأنثوية.

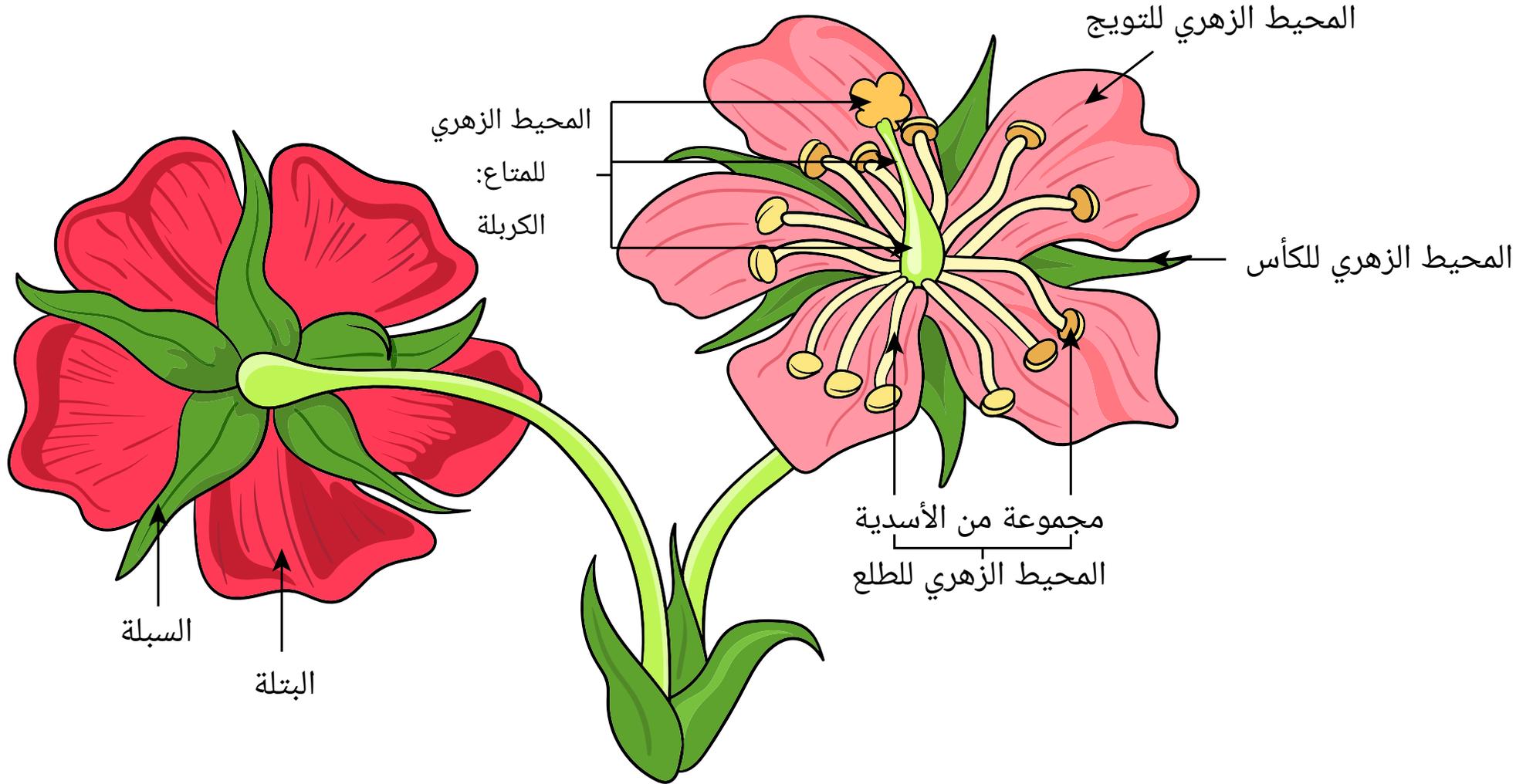
المتاع

المتاع هو الجزء الأنثوي في الزهرة، الذي يتكون من كربلة واحدة أو أكثر، وتحتوي الكربلة على المبيض والميسم والأقلام.

الطلع

الطلع هو الجزء الذكري في الزهرة، الذي يتكون من جميع الأسدية وخيوطها والمتوك الخاصة بها.

المحيطات الزهرية

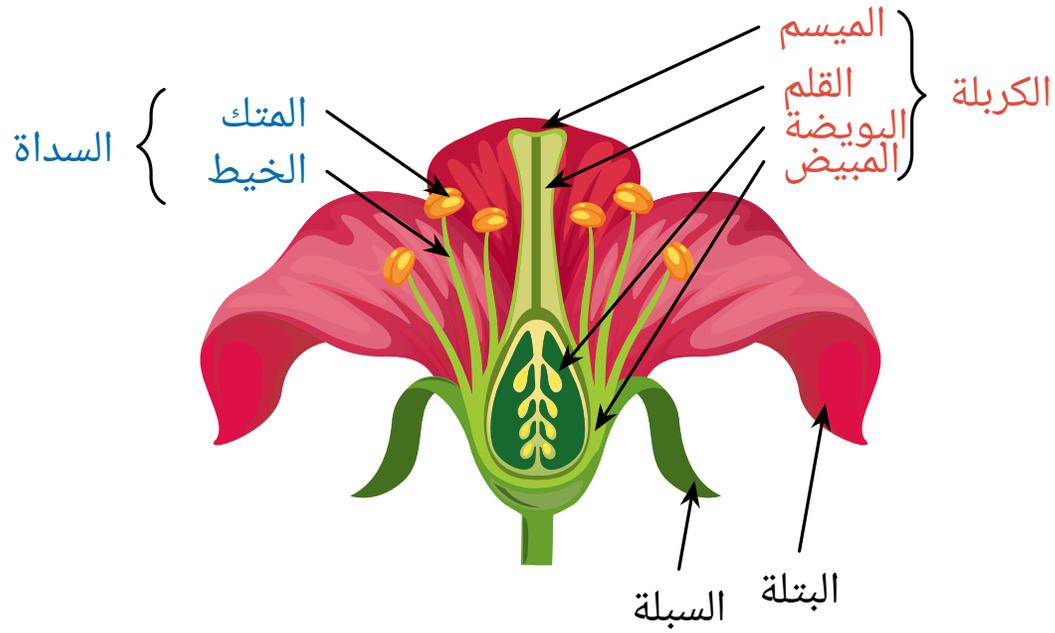


ثرتب الزهور في
محيطات زهرية. وهو
ترتيب دائري للأوراق
والسبلات والبتلات
والأسدية والكربلات
في زهرة تحيط
بالساق. ولمغطاة
البذور أربعة أنواع من
المحيطات الزهرية.

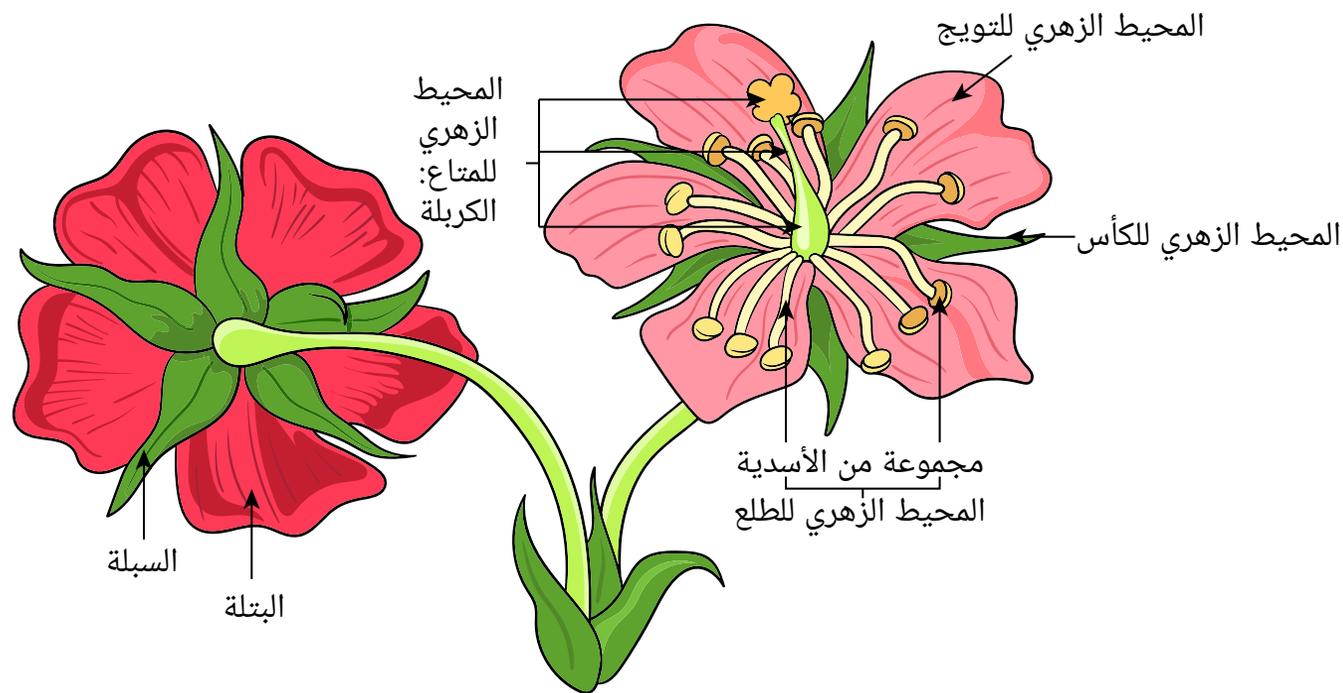
مصطلح رئيسي: المحيط الزهري

المحيط الزهري هو كل مجموعة من مجموعات الأعضاء مرتبة في أنماط دائرية متتالية تحيط ساق زهرة مغطاة البذور.

الكأس



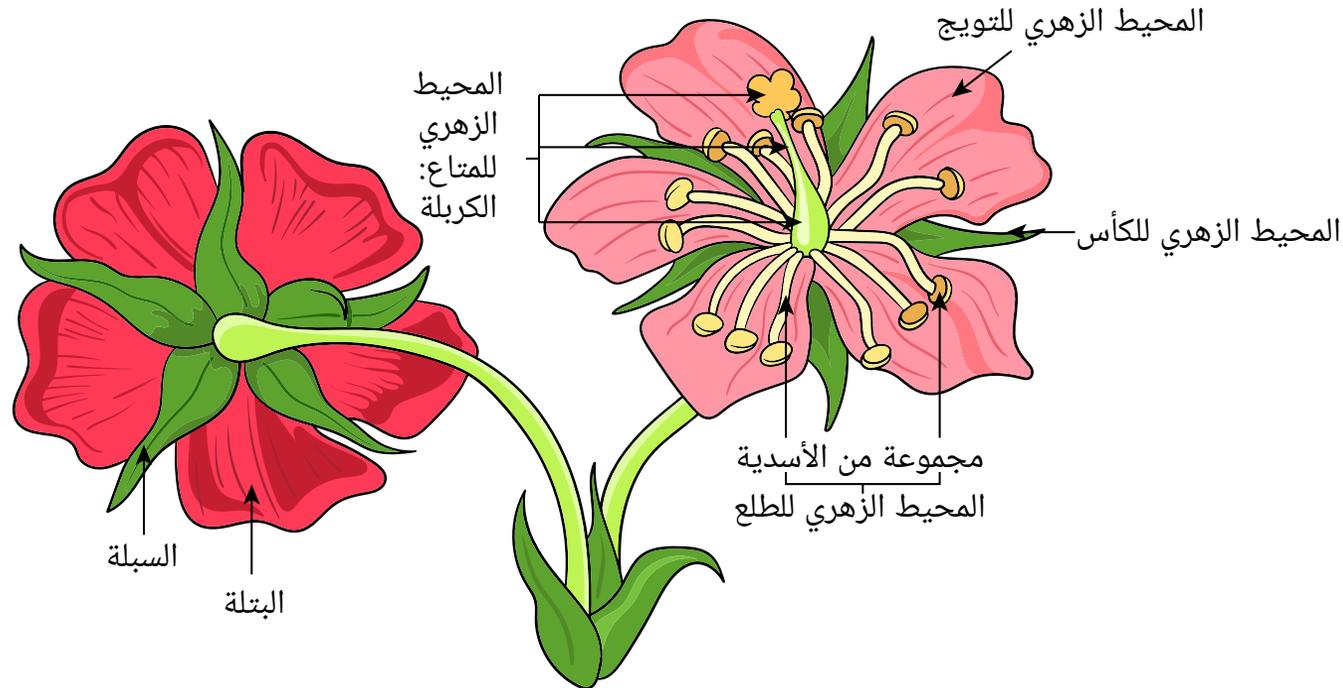
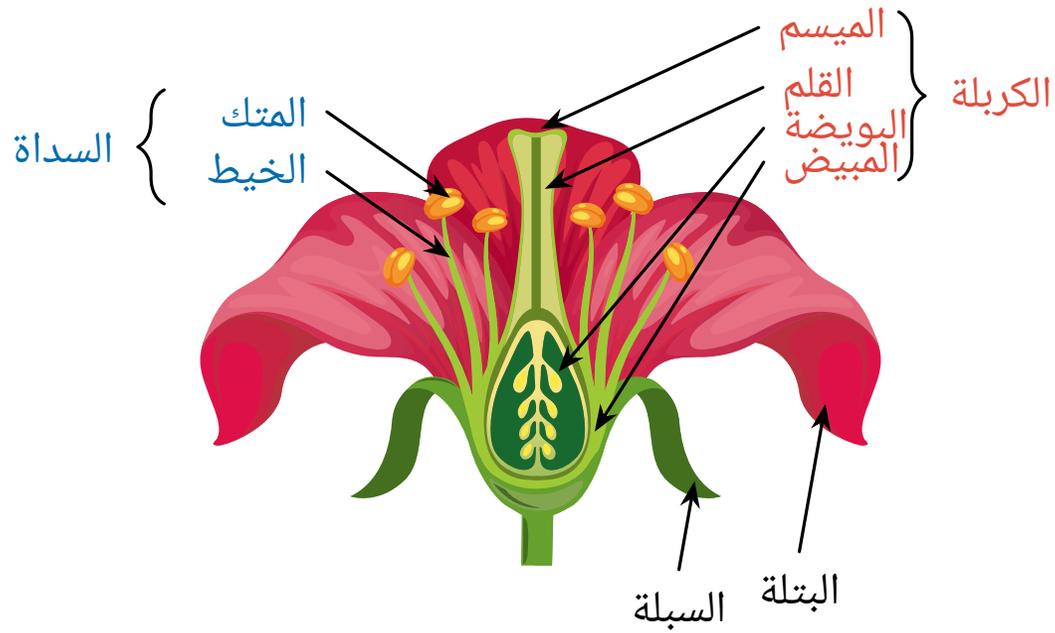
الكأس هي المحيط الزهري الخارجي، الذي يتكون من سبلات. والسبلات هي أوراق خضراء متحورة تعمل على حماية الزهرة الصغيرة النامية، وهي لا تزال برعمًا. عندما تزدهر الزهور، تظهر البتللات والتراكيب التناسلية الأخرى من كأس السبلات. وتستمر الكأس في الحفاظ على الأجزاء الداخلية من الزهرة بعد إزهارها.



مصطلح رئيسي: الكأس

الكأس هي سبلات الزهرة، التي تشكل عادةً محيطًا زهريًا، تُحيط بالبتلات وتكوّن طبقة حامية حول الزهرة الصغيرة في البرعم.

التويج



عند التحرك لما يلي الكأس من الداخل نجد التويج، وهو الطبقة الخارجية الثانية وهو المحيط الزهري الذي يتكون من بتلات. والبتلات أيضًا أوراق متحورة عادةً ما تكون ذات ألوان زاهية، وقد تكون عطرية في بعض الأحيان. يساعد ذلك على جذب الملقحات التي تعمل على نشر حبوب اللقاح على نحو مثالي من نبات إلى آخر. يرتكز هذا المحيط الزهري في مركز الزهرة أكثر من الكأس، حيث تحمي السبلات البتلات في التويج والأعضاء التناسلية أثناء نموها.

مصطلح رئيسي: التويج

التويج هو بتلات الزهرة، التي تُكوّن عادةً محيطًا زهريًا داخل السبلات، وتحيط بالأعضاء التناسلية.

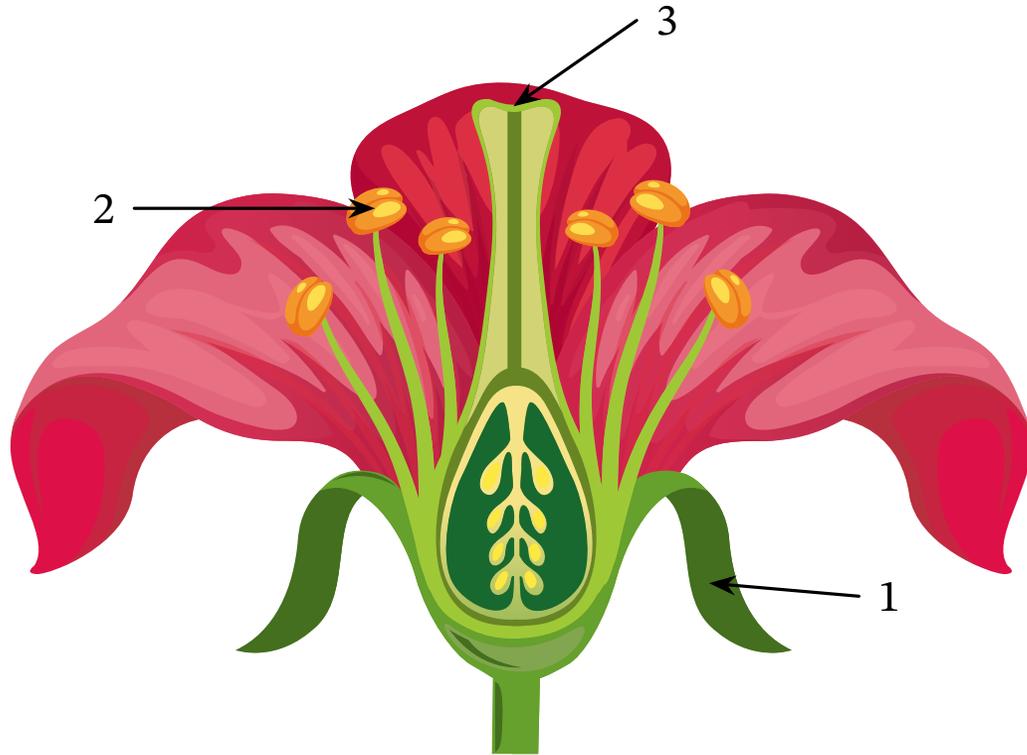
أنواع خاصة من الزهور

وفي بعض النباتات، تكون أوراق الكأس والتويج متشابهة للغاية؛ لذا يُجمع المحيطان الزهريان في محيط زهري خارجي واحد يُسمى الغلاف الزهري. كل ورقة متحورة واحدة في الغلاف الزهري يسمى بتلة.

آخر المحيطين الزهرين

والمحيطان الزهريان الآخران لمغطاة البذور هما المتاع والطلع، وكلاهما موجود في موضع أقرب إلى مركز الزهرة من التويج. ويميل الطلع لإحاطة المحيط الزهري للمتاع، الذي يوجد عادةً في مركز الزهرة تمامًا.

مثال ١: التعرف على التراكيب المختلفة لزهرة



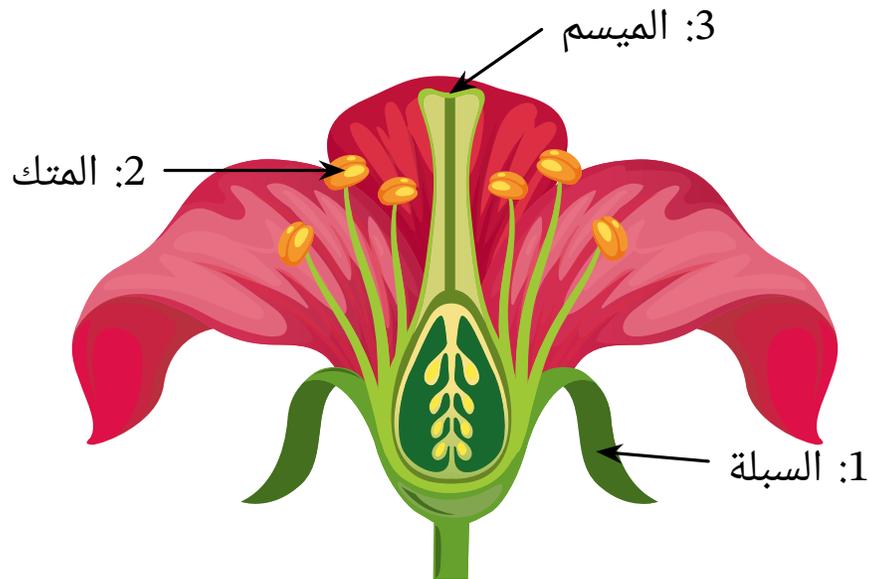
حدّد ما تُشير إليه الأرقام على الشكل الموضّح.

- أ. 1: تويج، 2: ميسم، 3: متك.
- ب. 1: بتلة، 2: تويج، 3: ميسم.
- ج. 1: سبلة، 2: متك، 3: ميسم.
- د. 1: سبلة، 2: قلم، 3: ميسم.
- هـ. 1: تويج، 2: متك، 3: ميسم.

مثال ١ (متابعة)

الإجابة

تحتوي الزهور على الأعضاء التناسلية لمغطاة البذور، التي يظهر أحدها في الصورة السابقة. المحيط الزهري الخارجي هو الكأس، وهو يصف السبلات، كما هو يُشار إليه في الشكل بالرقم 1. والسبلات هي أوراق متحورة صغيرة تحمي الزهرة وهي لا تزال برعمًا. المحيط الزهري الخارجي الثالث الذي يلي التويج هو الطلع، وهو الجزء الذكري في الزهرة. ويتكون من الأسدية، وهي خيوط طويلة توجد المتوك في الجزء العلوي لها. ويُعد المتك مسئولاً عن إنتاج حبوب اللقاح؛ أي الأمشاج الذكرية، وهي المشار إليها في الشكل بالرقم 2.



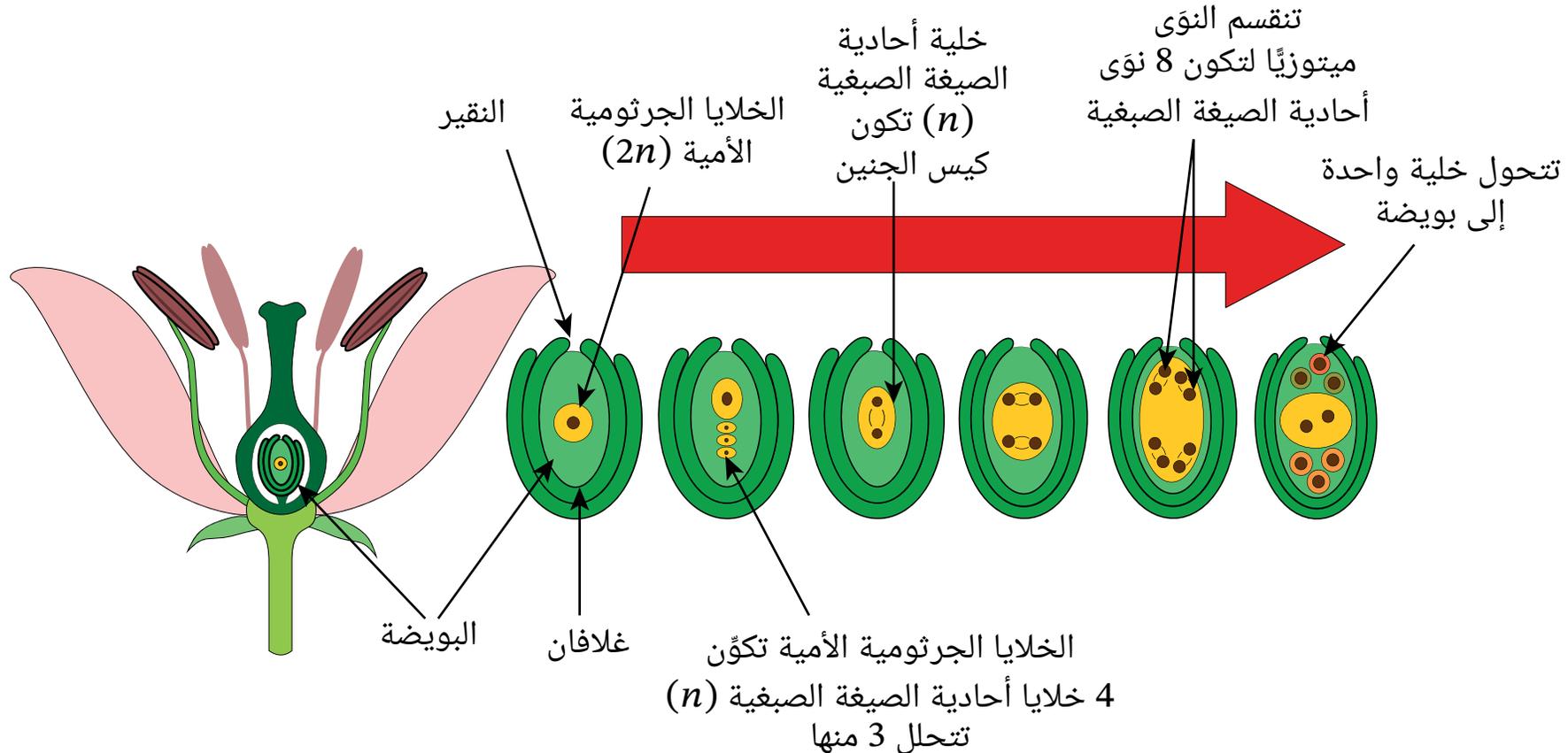
المحيط الزهري الداخلي هو المتاع، وهو عضو التأنث في الزهرة. وهو يتكون من المبيض، الذي يحتوي على البويضات، التي توجد بها الأمشاج الأنثوية، أي خلايا البويضات. ويحتوي المتاع أيضًا على القلم الذي يعلو المبيض، وينتهي بالميسم اللزج في الأعلى، ويُشار إليه في الشكل بالرقم 3.

إن ما تُشير إليه الأرقام على الشكل سيكون كما يأتي: 1: سبلة، 2: متك، 3: ميسم.

تكوين الأمشاج الأنثوية في الزهور

تتكون الأمشاج من خلال الانقسام الميوزي. المشيج الأنثوي في مغطاة البذور هو خلية البيضة. تُنتج خلية البيضة في البويضة الموجودة داخل مبيض النبات.

يبدأ ذلك بنمو الخلايا الجرثومية الأمية، التي يُشار إليها في بعض الأحيان بالخلايا الجرثومية الأمية الكبيرة، داخل البويضة وتُعد الخلايا الجرثومية الأمية ذات صيغة صبغية ثنائية؛ لأنها تحتوي على مجموعة كاملة من الكروموسومات، ممثلة بالرمز « $2N$ ». يمكنك أن ترى العملية التي تُنتج من خلالها الخلايا الجرثومية الأمية خلية البيضة في الشكل الآتي.

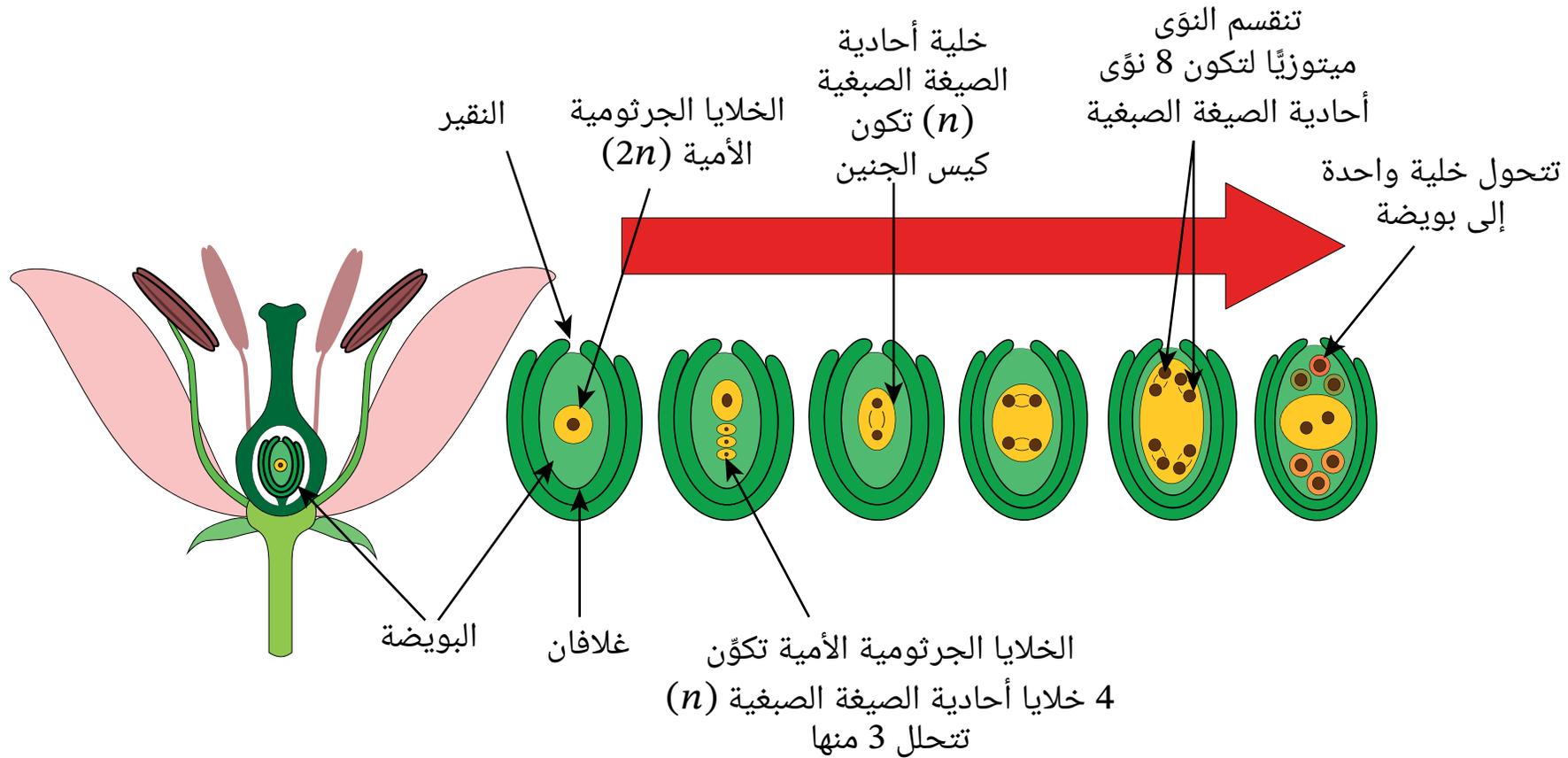


مصطلح رئيسي: خلية البيضة

خلية البيضة هي الخلية التناسلية الأنثوية أو مشيج (جاميت).

تكوين الأمشاج الأنثوية في الزهور (متابعة)

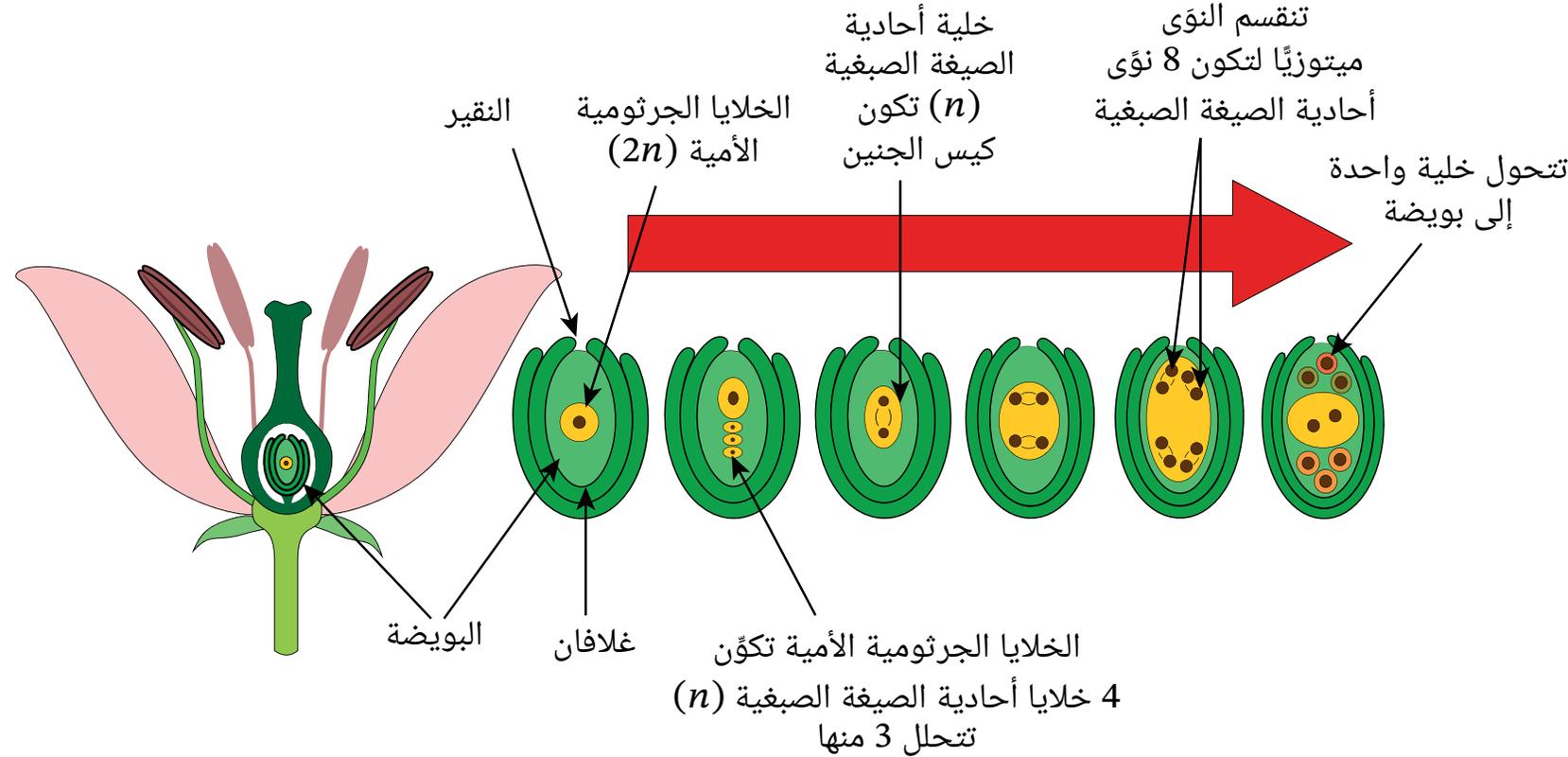
ينمو في البويضة تركيب يسمى العنق. وهو يشبه الحبل الشَّرِّيَّ في جسم الإنسان، فتركيبه يشبه ساق النبات حيث يربط البويضة النامية بجدار المبيض. وللعنق دور في تزويد البويضة بالمغذيات أثناء نضج البذور؛ لأنه يعد قناة الاتصال الوحيدة بين البذرة والنبات الأبوي. وهذا يساعد البذرة على النمو، لكن تفاصيل وكيفية توفير العنق لهذه المغذيات يعد مجالاً للبحث المستمر حالياً.



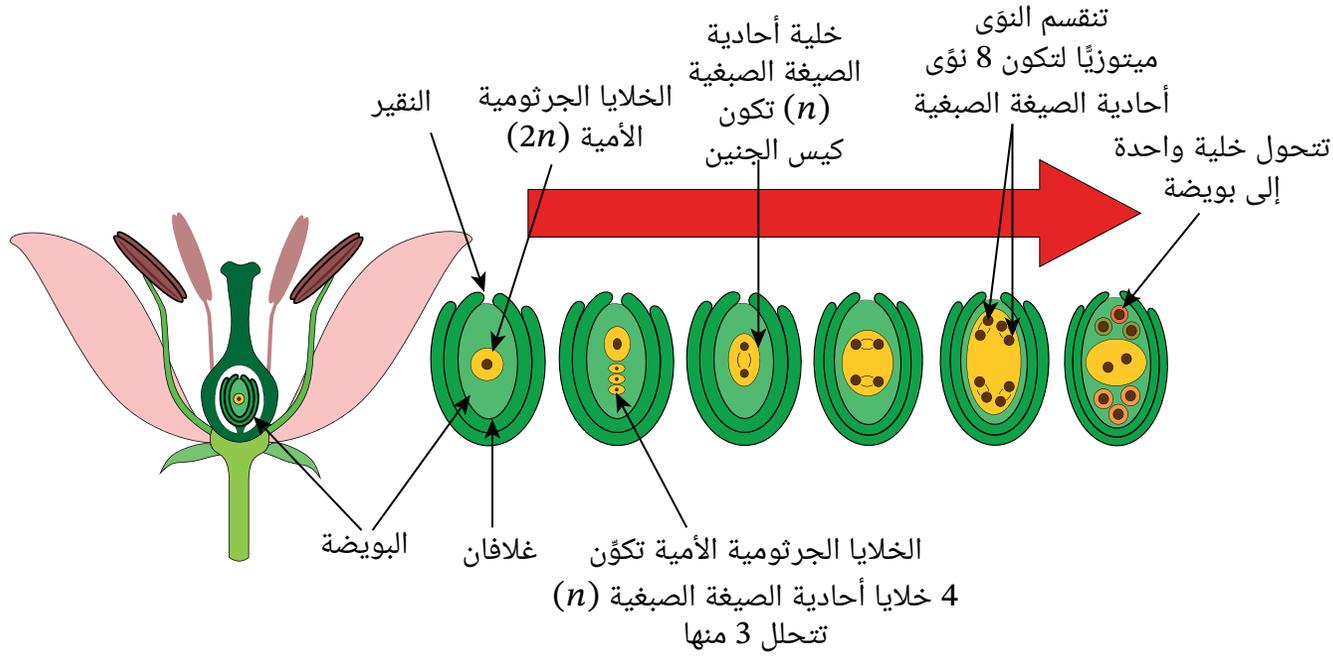
تكوين الأمشاج الأنثوية في الزهور (متابعة)

توجد أغلفة حول البويضة، في هذه الحالة غلافان يُشكلان طبقة خارجية. ويمكنك أيضًا أن تلاحظ وجود فجوة صغيرة في هذه الطبقات. تسمى هذه الفجوة النقيير، وهو المكان الذي يمكن للنواة الذكرية الوصول من خلاله إلى خلية البويضة وإخصابها بمجرد تكوينها.

تنقسم الخلايا الجرثومية الأمية ($2n$) ميوزيًا، فتكوّن أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية يُطلق عليها الجراثيم الكبيرة (n). وتُعد هذه الخلايا أحادية الصيغة الصبغية؛ لأنها تحتوي على نصف عدد كروموسومات الخلية العادية، وهي ممثلة بالرمز « n ». تتحلل ثلاث من هذه الخلايا أحادية الصيغة الصبغية، في حين تنمو الخلية الرابعة وتتحول إلى كيس جنين، يسمى أحيانًا الجرثومة الكبيرة.

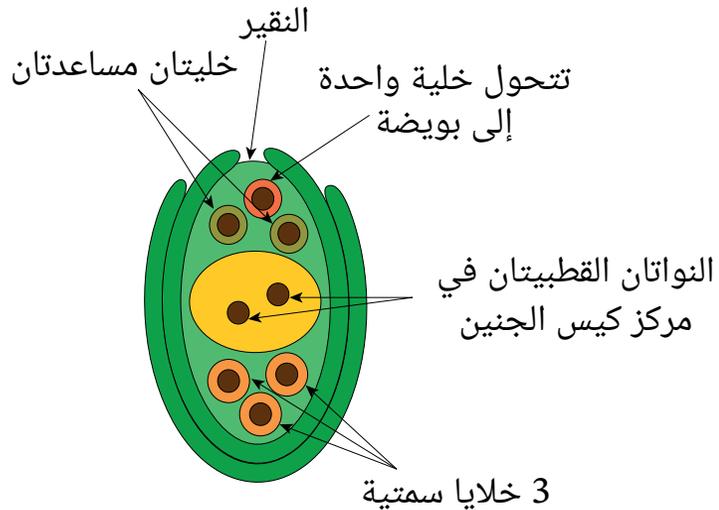


تكوين الأمشاج الأنثوية في الزهور (متابعة)



يوجد كيس الجنين داخل نسيج يُسمى النيوسيلة. وعادةً ما تتكسر النيوسيلة بعد حدوث الإخصاب لإمداد الجنين النامي بالمغذيات.

تنقسم بعد ذلك الجرثومة الكبيرة أحادية الصيغة الصبغية داخل كيس الجنين ميتوزيًا ثلاث مرات. وهذا يعني إنتاج ثماني نوى. يمكنك أن ترى أين انتقلت جميع النوى، وأسمائها الآن.



مصطلح رئيسي: كيس الجنين

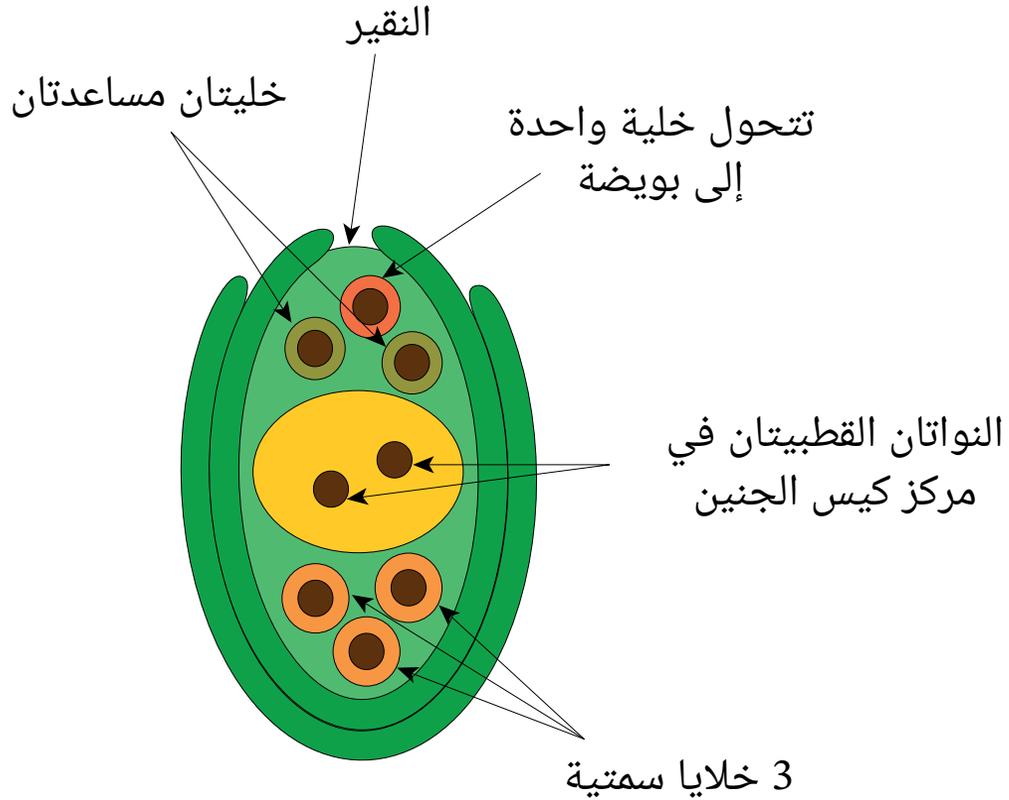
كيس الجنين هو الطّور المشيجي الأنثوي في مغطاة البذور الذي يوجد داخل البويضة، ويكوّن خلية البيضة، التي ينمو منها جنين النبات بعد الإخصاب والإندوسبرم.

تكوين الأمشاج الأنثوية في الزهور (متابعة)

تنتقل نواتان من النوى الثماني إلى مركز كيس الجنين، وتسميان النواتين القطبيتين.

وتنتقل النوى الست الأخرى إلى الطرفين أو القطبين المقابلين في المبيض. سيكون أحد القطبين قريبًا من النقيير، والذي يمكنك رؤيته أعلى المبيض. أما القطب الآخر، فهو يقع عند قاعدة المبيض. تُحاط النواتان القطبيتان في المبيض بالسيتوبلازم وبغشاء رقيق ويكون هناك ست خلايا مستقلة، ثلاث منها أعلى المبيض، وثلاث في قاعدة المبيض. وتُسمى الخلايا الثلاث الموجودة في قاعدة المبيض، والبعيدة عن النقيير، بالخلايا السمتية.

ويختلف نمو وتطور الخلايا الموجودة في القطب الآخر بالقرب من النقيير. فالخلية الموجودة في المركز بالقرب من النقيير ستنمو وتصبح خلية بيضة. وتتحول الخليتان الموجودتان على جانبي خلية البيضة إلى خليتين يُطلق عليهما الخليتان المساعدتان. وعندما تنمو البيضة نموًا كافيًا، تُصبح جاهزة للإخصاب.



مصطلحات رئيسية: النواتان القطبيتان، والخلايا السمتية، والخليتان المساعدتان

النواتان القطبيتان

النواتان القطبيتان هما نواتا كيس جنين مغطاة البذور، واللتان تكوّنان الإندوسبرم عند الإخصاب.

الخلايا السمتية

الخلايا السمتية هي ثلاث خلايا أحادية الصيغة الصبغية في كيس الجنين الناضج لمغطاة البذور الموجودة في الطرف المقابل للنقيير.

الخليتان المساعدتان

الخلية المساعدة هي نواة من نواتين صغيرتين قصيرتي العمر تقعان بجانب البيضة في كيس الجنين الناضج لمغطاة البذور. وللخليتين المساعدتين دور في توجيه أنبوب اللقاح، وتعملان على مساعدة نواة حبة اللقاح على الوصول إلى خلية البيضة للإخصاب.

مصطلحات رئيسية: الجرثومة الصغيرة، وأنبوب اللقاح، والنواة المولدة، ونواة الخلية الأنبوبية

الجرثومة الصغيرة

الجراثيم الصغيرة تنتج الأمشاج الذكرية، وهي أصغر من الجرثومة الكبيرة بشكلٍ عام.

أنبوب اللقاح

أنبوب اللقاح هو أنبوب ينشأ من حبوب اللقاح عندما تسقط على ميسم الزهرة. ويخترق القلم وينقل الأمشاج الذكرية إلى البويضة.

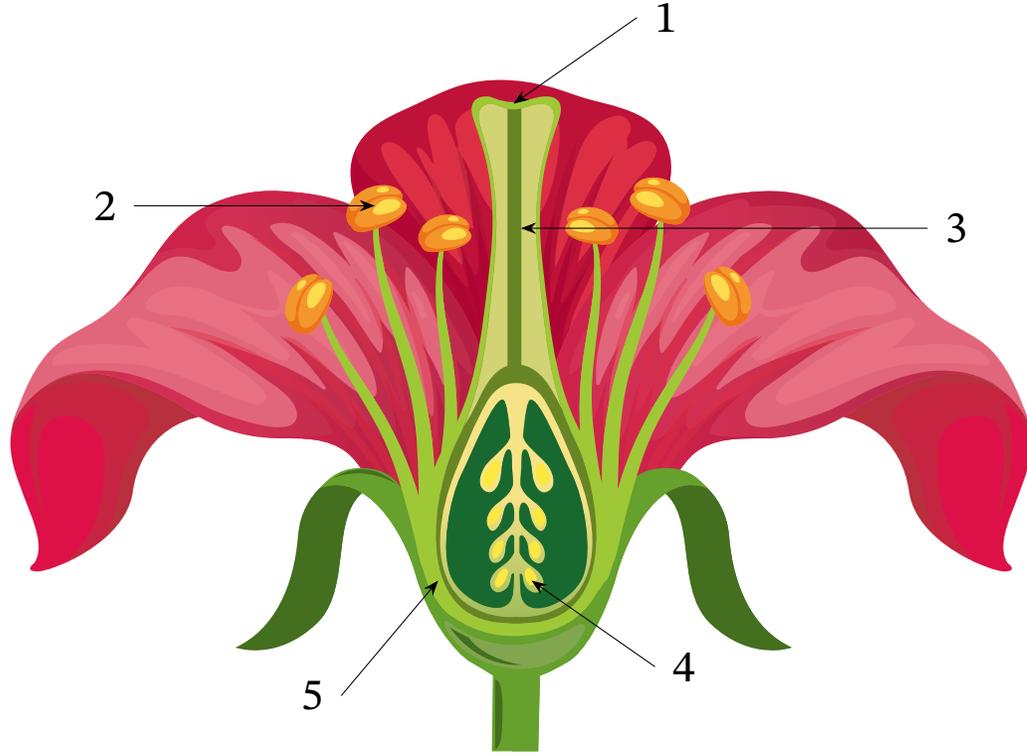
النواة المولدة

النواة المولدة هي إحدى النواتين الناتجتين عن الانقسام الميتوزي للجرثومة الصغيرة أثناء تكوين حبوب اللقاح، والتي تنقسم ميتوزيًا لتنتج نواتي خليتين ذكريتين.

نواة الخلية الأنبوبية

نواة الخلية الأنبوبية هي نواة واحدة من النواتين اللتين تكوّنتا من الانقسام الميتوزي للجرثومة الصغيرة أثناء تكوين حبوب اللقاح.

مثال ٢: التعرف على موقع الانقسام الميوزي في الزهرة



أين يحدث الانقسام الميوزي في الشكل الموضح لنصف الزهرة؟

أ. 2 و 4

ب. 1 و 2

ج. 2 و 3

د. 4 و 5

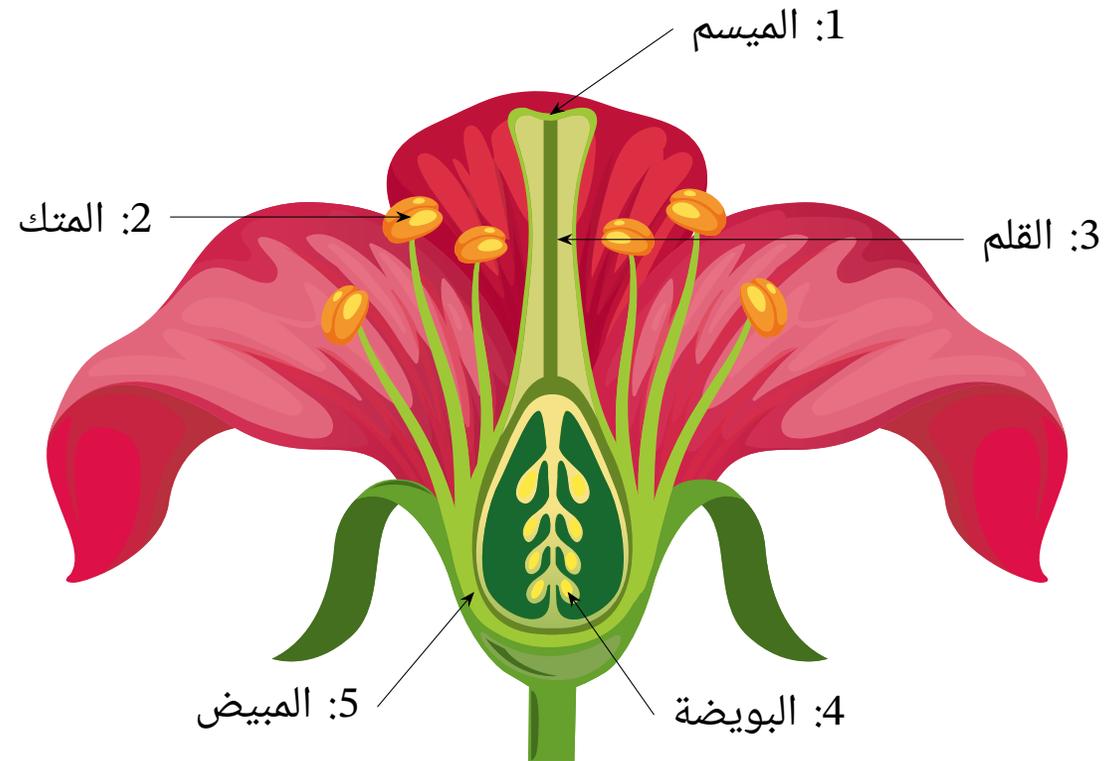
هـ. 1 و 4

الإجابة

تتكون الأمشاج من خلال الانقسام الميوزي. المشيج الأنثوي في مغطة البذور هو خلية البيضة. تُنتج خلية البيضة في البويضة الموجودة داخل مبيض النبات. أما المشيج الذكري في مغطة البذور فهو حبة اللقاح. تُنتج حبوب اللقاح في متوك النبات، حيث يحدث الانقسام الميوزي بطريقة مماثلة لنمو خلية البيضة في المبيض.

مثال ٢ (متابعة)

دعونا نرسم شكلاً يوضح أماكن هذه التراكيب المختلفة.



إن موقعا الانقسام الميوزي في الزهرة هما 2 و4.

أنواع التلقيح

لكي تنجح عملية الإخصاب في مغطاة البذور، يجب أن يحدث التلقيح أولاً. التلقيح هو عملية نقل حبوب اللقاح من متك زهرة إلى ميسمها.

يوجد نوعان رئيسيان للتلقيح: التلقيح الذاتي والتلقيح الخلطي.

كما ذكرنا من قبل، عادةً ما تكون النباتات خنثًا، فهي تحتوي على العضوين التناسليين الذكري والأنثوي. وهذا يعني أنه يمكنها أن تتكاثر مع نفسها لإنتاج نسل مطابق تقريبًا للنبات الأبوي. فالتلقيح الذاتي هو عملية انتقال حبوب اللقاح من زهرة النبات إلى ميسم الزهرة نفسها أو إلى ميسم زهرة أخرى في نفس النبات لإخصاب خلية بيضة هذا النبات في النهاية.

ولا يتطلب التلقيح الذاتي أن يجد النبات الأبوي نباتًا آخر ليتكاثر معه. كما أنه لا يعتمد على الملقحات في نقل حبوب اللقاح إلى الزهور الأخرى.

مصطلح رئيسي: التلقيح الذاتي

التلقيح الذاتي هو تلقيح زهرة بحبوب لقاح من الزهرة نفسها أو بحبوب لقاح من زهرة أخرى في النبات نفسه.

التلقيح الذاتي

تهدف النباتات إلى نقل جيناتها إلى النسل، الذي بدوره ينقل هذه الجينات إلى العديد من الأجيال القادمة. ولا يوجد تغير في المادة الوراثية للنسل الناشئ من خلال التلقيح الذاتي؛ لذا فهي تقنيًا مستنسخات للنبات الأبوي. من الممكن ألا يكون هذا ميزة للنبات؛ حيث إن التباين الوراثي يجعل أنواع النباتات أكثر مرونة للتعامل مع التغيرات التي تطرأ على بيئتها.

على سبيل المثال: في حالة تلقيح أحد النباتات الأبوية التي لها مقاومة قليلة تجاه الطقس البارد تلقيحًا ذاتيًا، سوف تنتج نسلًا ذا مقاومة قليلة مماثلة؛ لأنه يكون مطابقًا للنبات الأبوي وراثيًا. وهذا يعني أنه إذا حل بشكل مفاجئ طقس شديد البرودة في الشتاء، فإن النبات الأبوي ونسله لن يستطيعا المقاومة وستختفي العائلة بالكامل.

يوجد للنباتات حل لتقليل فرص التلقيح الذاتي وزيادة التنوع الوراثي والقدرة على صمود وبقاء نسلها. ويسمى هذا الحل بالتلقيح الخلطي. ويسمى هذا الحل بالتلقيح الخلطي.

التلقيح الخلطي

التلقيح الخلطي هو انتقال حبوب اللقاح من متك زهرة إلى ميسم نبات مختلف من نفس النوع. وهذه العملية هي التي توّضح فائدة المُلقّحات، مثل الحشرات، ووسائل التلقيح الأخرى عبر المسافات الطويلة مثل الرياح. يتمتع التلقيح الخلطي بفرصة أكبر بكثير لزيادة التنوع الوراثي؛ ومن ثمّ زيادة القدرة على بقاء نسل النبات من خلال تجنب التلقيح الذاتي.

من المثير للاهتمام أن أنواعًا مختلفة من النباتات تُكيف تراكيبها بحيث تناسب طريقة التلقيح. على سبيل المثال: يمكن أن يؤدي التلقيح بالرياح إلى بعثرة حبوب اللقاح عشوائيًا على مساحة واسعة. ولكن تلقيح الزهرة من خلال حشرة ما، يكون أكثر دقة حيث تحمل كائنات صغيرة حبوب اللقاح إلى زهور محددة. ونتيجة لذلك قد يؤدي التلقيح بالرياح إلى خسارة العديد من حبوب اللقاح؛ ومن ثمّ فإن النباتات التي تستخدم وسيلة التلقيح هذه تكيفت لإنتاج كمية كبيرة من حبوب اللقاح.

مصطلح رئيسي: التلقيح الخلطي

التلقيح الخلطي هو تلقيح زهرة بحبوب لقاح نبات آخر من نفس النوع.

أوجه تكيف الزهور التي تزيد فرص التلقيح الخلطي

يمكنك أن تتساءل كيف يمكن أن تزيد النباتات فرص التلقيح الخلطي، بدلاً من التلقيح الذاتي. يمكن أن تتكيف الزهور على أن تصبح مناسبة للتلقيح الخلطي بعدة طرق.

فالنباتات الخنثى، أو غير محددة الجنس، تزيد فرص أن يحدث تلقيح من زهرة عند ملامستها لأي زهرة أخرى. أما إذا كانت زهور أحد أنواع النباتات أحادية الجنس؛ أي ذكر أو أنثى فقط، فهناك خطر محتمل وهو سقوط حبوب اللقاح على زهرة بها أعضاء جنسية ذكرية فقط. وإذا حدث ذلك فلن يكون هناك بويضات يتم إخصابها؛ ومن ثمَّ لا يمكن أن يحدث الإخصاب. إذن فإن خنوثة جميع زهور أنواع محددة من النباتات تزيد فرص حدوث الإخصاب بنجاح.

أوجه تكيف الزهور التي تزيد فرص التلقيح الخلطي (متابعة)

في بعض النباتات قد تنمو مجموعة واحدة من الأعضاء التناسلية قبل الأخرى، لتجنب حدوث التزاوج الداخلي في عملية معروفة باسم «تفاوت البلوغ». على سبيل المثال: قد تنضج الأعضاء الأنثوية وتُصبح جاهزة لاستقبال حبوب اللقاح قبل أن تنضج الأعضاء الذكورية. وبعض النباتات الأخرى يحدث لها العكس. وبما أن النباتات المختلفة من النوع نفسه سوف تبلغ في أوقات مختلفة، فيؤدي ذلك إلى منع التلقيح الذاتي وتعزيز التلقيح الخلطي.

ومن بين أوجه التكيف الأخرى لتجنب التلقيح الذاتي هي اختلاف المواقع النسبية للمتوك والميسم، والمعروفة بتباعد الجنسين. حيث توجد المتوك أحيانًا على مسافة أعمق في الزهرة من الميسم الأنثوي؛ مما يجعل التلقيح الذاتي أمرًا صعبًا. وهذا يعني أن الملقّحات بحاجة إلى التحرك بعمق أكبر في الزهرة لإيجاد مغذيات حبوب اللقاح أو الرحيق. والرحيق هو سائل مغذٍ سكري تُنتجه بعض النباتات الزهرية ويستخدمه العديد من الملقّحات باعتباره مصدرًا لغذائها. عندما تزور الملقّحات زهرة أخرى لتناول وجبة أخرى من الرحيق، فمن المحتمل جدًا أن تنشر الملقّحات حبوب اللقاح التي سقطت على أجسامها من العديد من الزهور المختلفة حيث إنها تتحرك إلى ما بعد الميسم. وفي بعض الأحيان قد يكون الميسم على مسافة أعمق في الزهرة من المتك، وهو ما يُعد مفيدًا للتلقيح بواسطة أنواع مختلفة من الملقّحات.

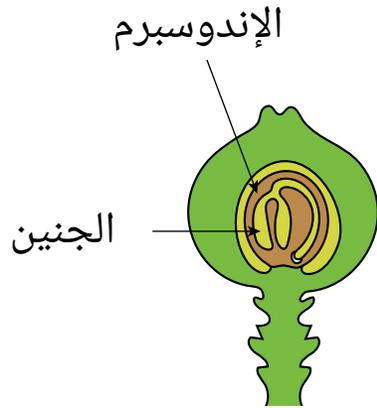
الإخصاب

وبما أننا الآن عرفنا المزيد من المعلومات عن كيفية انتقال حبوب اللقاح من زهرة واحدة إلى أخرى عن طريق التلقيح، دعونا نعرف ما يحدث عندما تسقط حبوب اللقاح على الميسم.

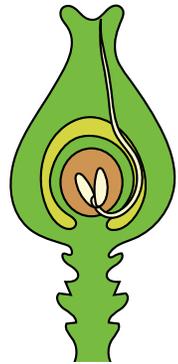
عندما تسقط حبوب اللقاح على الميسم، تبدأ في الإنبات. فتبدأ النواة الأنبوبية في تكوين أنبوب اللقاح، الذي ينمو ويخترق الميسم والقلم كما هو موضح في المرحلة أ في الشكل. كما أنها تُطلق إنزيمات تُسهل مرورها واختراقها للقلم حتى تصل إلى نقيير البويضة كما هو موضح في المرحلة ب في الشكل.

تخصب إحدى الخليتين الذكريتين
خلية البيضة، وتخصب
الأخرى النواتين
القطبيتين لتكوّن
الإندوسبرم

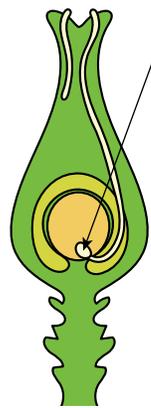
نواة أنبوبية
تدخل إلى البويضة
من خلال
النقيير



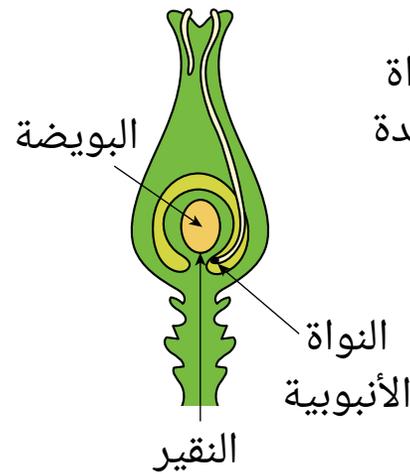
المرحلة (هـ)



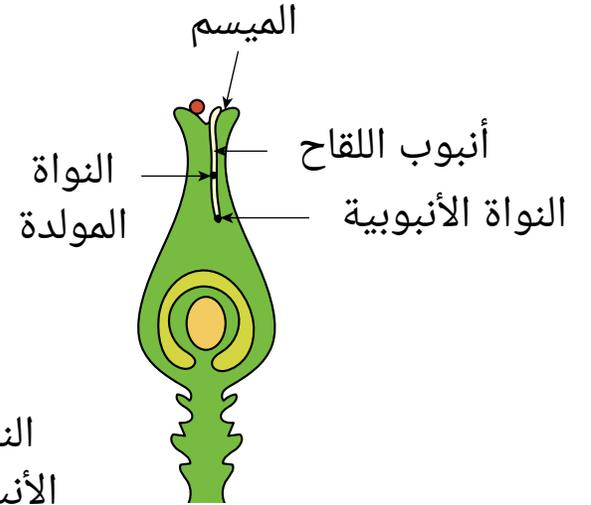
المرحلة (د)



المرحلة (ج)



المرحلة (ب)

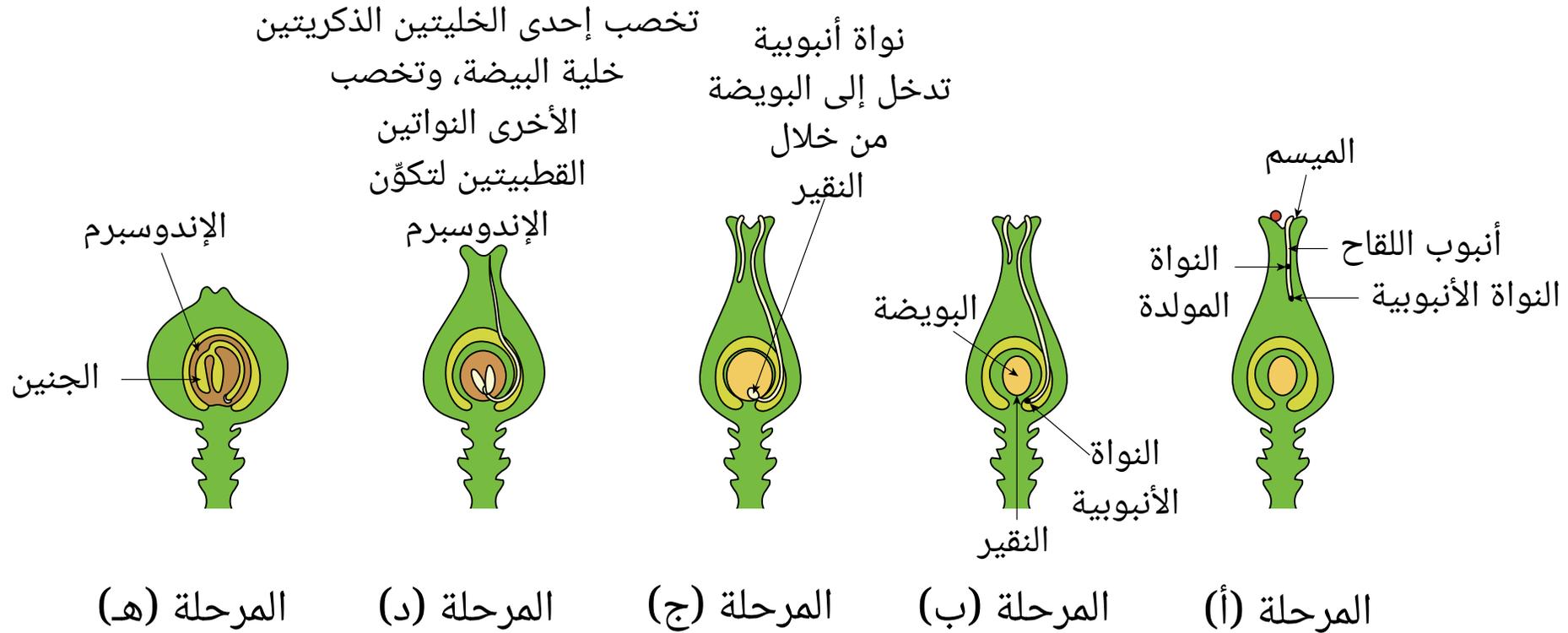


المرحلة (أ)

الإخصاب (متابعة)

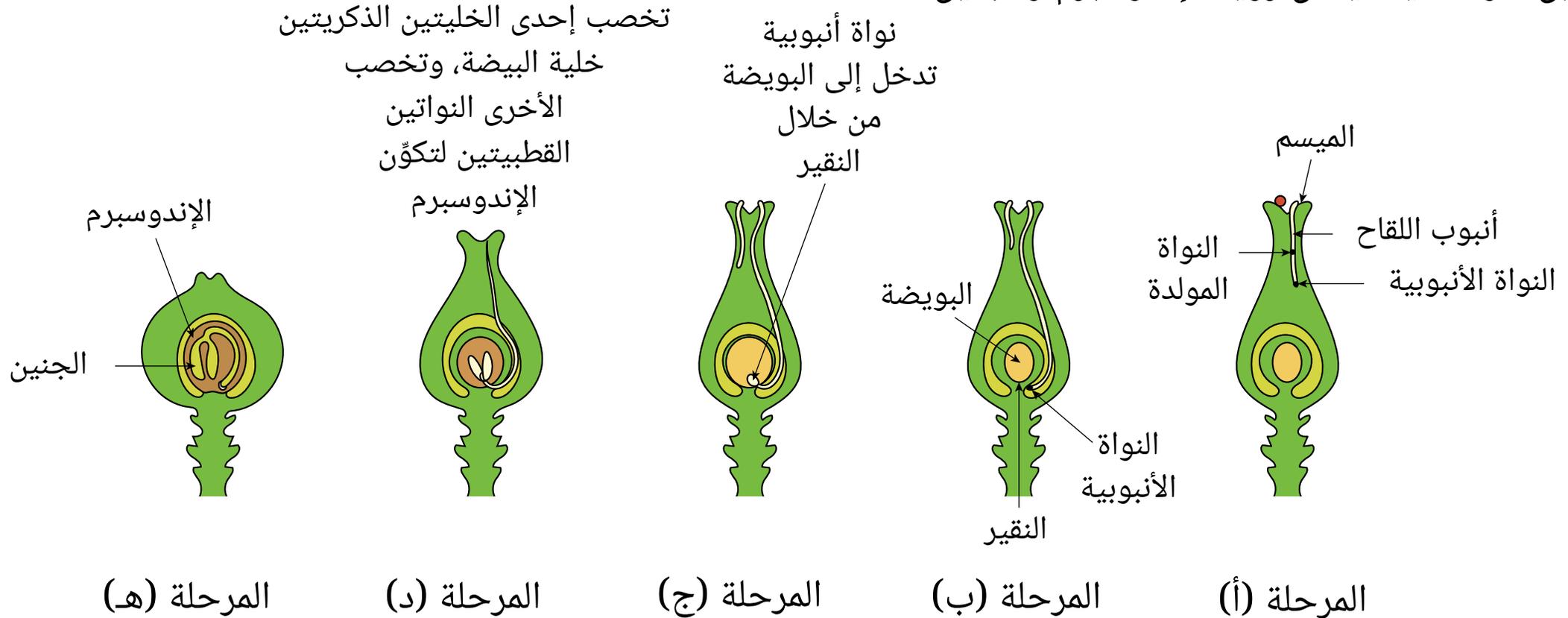
تدخل النواة الأنثوية إلى البويضة من خلال النقيير عن طريق إطالة أنبوب اللقاح أكثر قليلاً، ثم يتوقف نمو النواة الأنثوية، كما هو موضح في المرحلة ج في الشكل.

دخلت النوى المولدة التي تلي النواة الأنثوية أسفل أنبوب اللقاح إلى البويضة من خلال النقيير. تنقسم النواة المولدة انقسامًا ميتوزيًا فتتكون نواتان ذكريتان، وتندمج إحدى هاتين النواتين (n) مع نواة خلية البويضة (n) في عملية تسمى الإخصاب. يؤدي ذلك إلى تكوين الزيجوت ($2n$)، الذي يبدأ في الانقسام ميتوزيًا فيكون الجنين ($2n$). أما نواتا الخليتين المساعدتين على جانبي خلية البويضة فتكونان مسئولتين عن مساعدة النواة المولدة على الوصول إلى البويضة وإخصابها.



الإخصاب (متابعة)

تندمج نواة الخلية الذكرية الأخرى (n) مع الخلية المركزية للنواتين القطبيتين في كيس الجنين ($2n$). وهذا يؤدي إلى تكوين نواة الإندوسبرم، والتي توصف الآن بأنها ثلاثية الصيغة الصبغية ($3n$)! وتسمى هذه العملية بالاندماج الثلاثي؛ حيث تندمج النوى الثلاث مع بعضها. تنقسم نواة الإندوسبرم بعد ذلك على نحو متكرر وتكوّن نسيج الإندوسبرم. ويكمن دور الإندوسبرم في تغذية الجنين في مراحل نموه الأولى، ويحيط بالجنين حيث يشغل في النهاية جزءًا من البذرة. يوضح هذا الشكل المراحل النهائية لنمو البذرة في المرحلتين د وه حيث يمكن رؤية الإندوسبرم والجنين.



مصطلح رئيسي: الإندوسبرم

الإندوسبرم هو نسيج البذرة الذي يعمل باعتباره مخزنًا يمد جنين النبات بالمغذيات؛ لكي يساعده على النمو.

العملتان الرئيسيتان للإخصاب في النباتات الزهرية

وبما أن عملية الإخصاب في النباتات تتضمن عمليتين رئيسيتين للإخصاب، إحداهما بين النواة الذكرية والبيضة (لتكوين جنين البذرة)، والثانية بين النواة الذكرية الأخرى والنواتين القطبيتين (لتكوين الإندوسبرم)، فإنها تسمى الإخصاب المزدوج.

مصطلح رئيسي: الإخصاب المزدوج

الإخصاب المزدوج هو الإخصاب الذي تندمج فيه نواة ذكرية واحدة مع نواة بيضة لتكوين جنين، وتندمج نواة ذكرية أخرى مع النواتين القطبيتين لتكوين الإندوسبرم:

نواة خلية ذكرية (n) + نواة بيضة أنثوية (n) ← زيجوت ($2n$) ← جنين ($2n$)،
نواة خلية ذكرية (n) + النواتان القطبيتان في كيس الجنين ($2n$) ← نواة الإندوسبرم ($3n$).

مثال ٣: التعرف على عدد النوى غير المشاركة في الإخصاب المزدوج

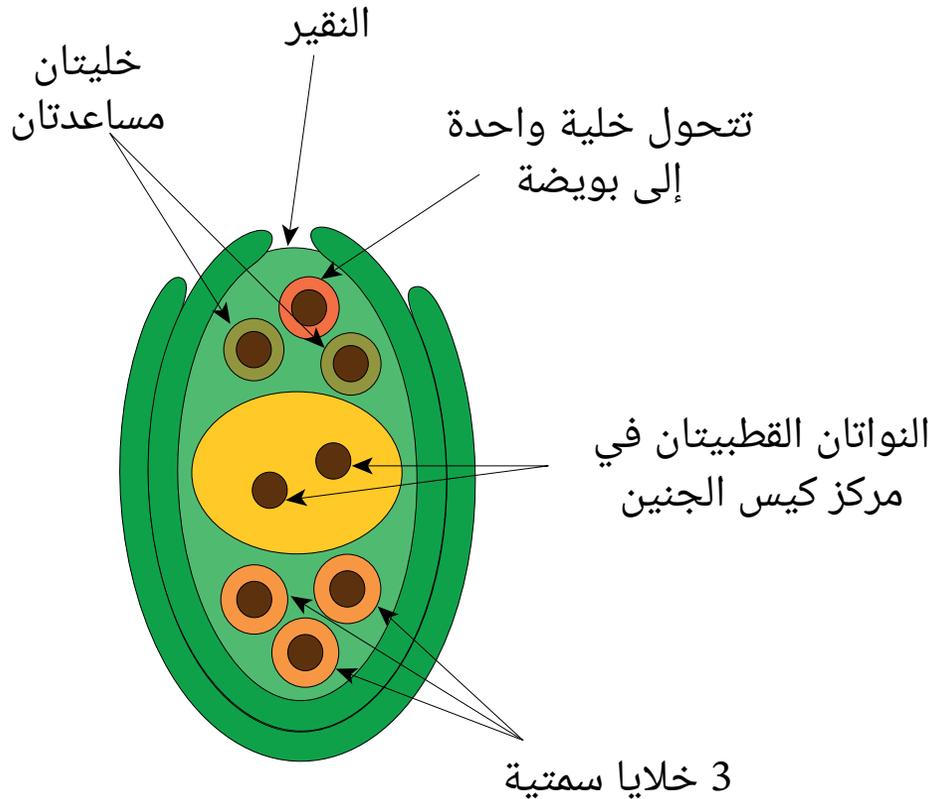
كم نواة من النوى الثماني الأحادية الصيغة الصبغية داخل كيس الجنين (الطور المشيجي الأنثوي) لا تشارك في الإخصاب المزدوج؟

الإجابة

وبما أن عملية الإخصاب في النباتات تتضمن عمليتين رئيسيتين للإخصاب، إحداهما بين النواة الذكرية والبيضة، والثانية بين النواة الذكرية الأخرى والنواتين القطبيتين، فإنها تُسمى الإخصاب المزدوج.

تشارك ثلاث نوى من بين النوى الأنثوية الثماني الأحادية الصيغة الصبغية، في الإخصاب المزدوج، والنوى الثلاث هي النواتان القطبيتان ونواة البيضة. أما النوى الخمس الأخرى، وهي الخليتان المساعدتان وثلاث خلايا سمتية، فلا تشارك مباشرة في الإخصاب المزدوج.

إذن عدد النوى داخل كيس الجنين، التي لا تشارك في الإخصاب المزدوج هو 5.



مثال ٤: وصف تسلسل نمو أنبوب اللقاح

ما التسلسل الصحيح للتراكيب التي ينمو من خلالها أنبوب اللقاح؟

- أ. الميسم ← القلم ← الأغلفة ← البويضة.
- ب. القلم ← الخيط ← النقيير ← البويضة.
- ج. الميسم ← القلم ← النقيير ← البويضة.
- د. الميسم ← الخيط ← النقيير ← البويضة.
- هـ. القلم ← الميسم ← النقيير ← البويضة.

الإجابة

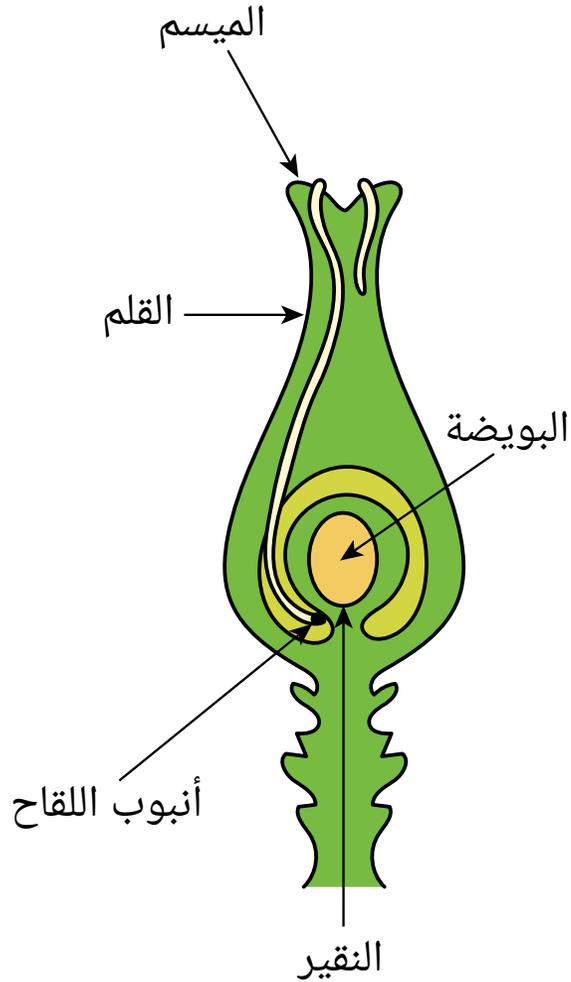
تحتوي حبوب اللقاح على الأمشاج الذكرية لمغطة البذور. وهدفها هو الوصول إلى خلية البيضة، المشيج الأنثوي، وإخصابها. توجد خلية البيضة داخل بويضة مغطة البذور.

مثال ٤ (متابعة)

وعندما تسقط حبوب اللقاح أولاً على الجزء الأنثوي للزهرة في عملية التلقيح، فإنها تلامس تركيباً لزجاً يُسمى الميسم، كما ترى في هذه الصورة.

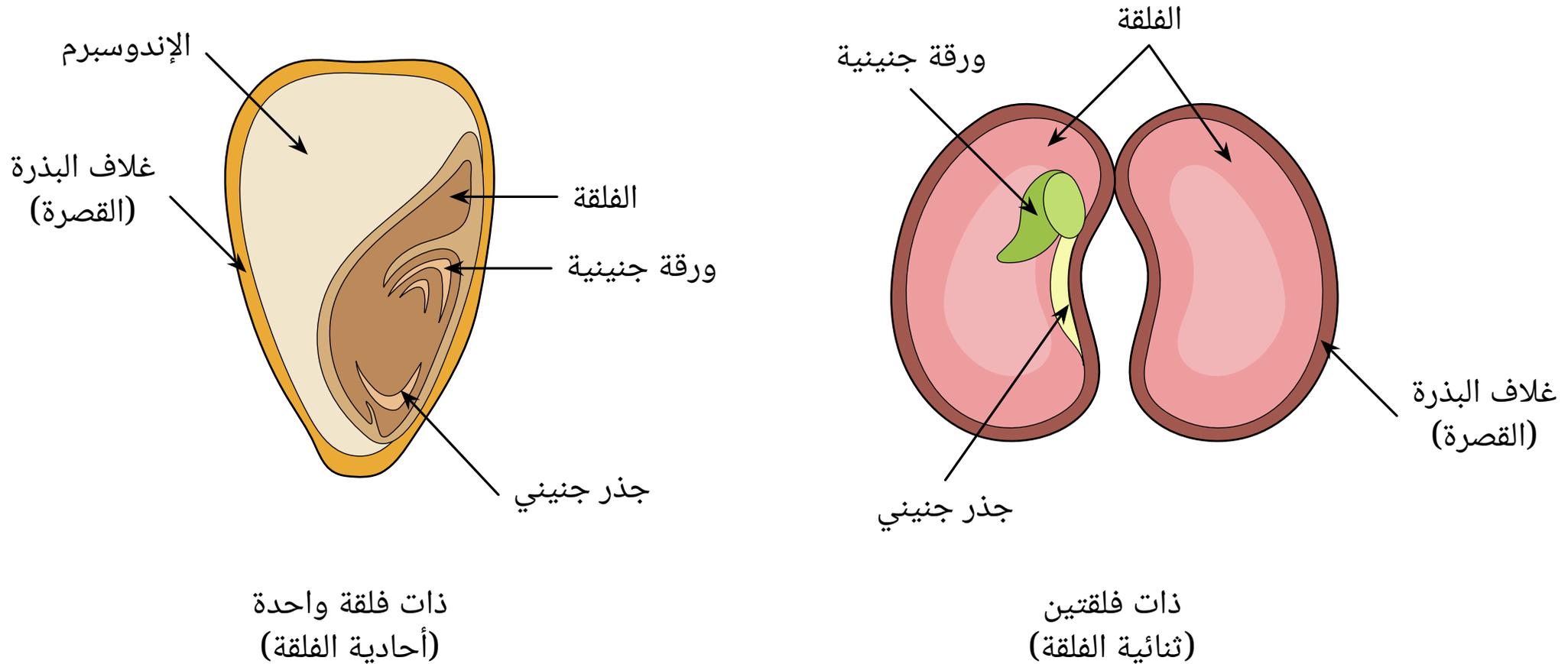
يخترق أنبوب اللقاح الميسم، مروراً بالقلم، ويتجه نحو البويضة، التي تحتوي على خلية البويضة. تتحرك النواتان الذكريتان بطول أنبوب اللقاح. وعندما يصل أنبوب اللقاح إلى البويضة، يدخل من خلال ثقب صغير يُسمى النقيير. يوفر أنبوب اللقاح الآن نقطة دخول لنواة المشيج الذكري (الخلية الذكرية) للدخول إلى البويضة الأنثوية وإخصاب خلية البويضة.

إن تسلسل التراكيب التي ينمو من خلالها أنبوب اللقاح هو ما يأتي: الميسم ← القلم ← النقيير ← البويضة.

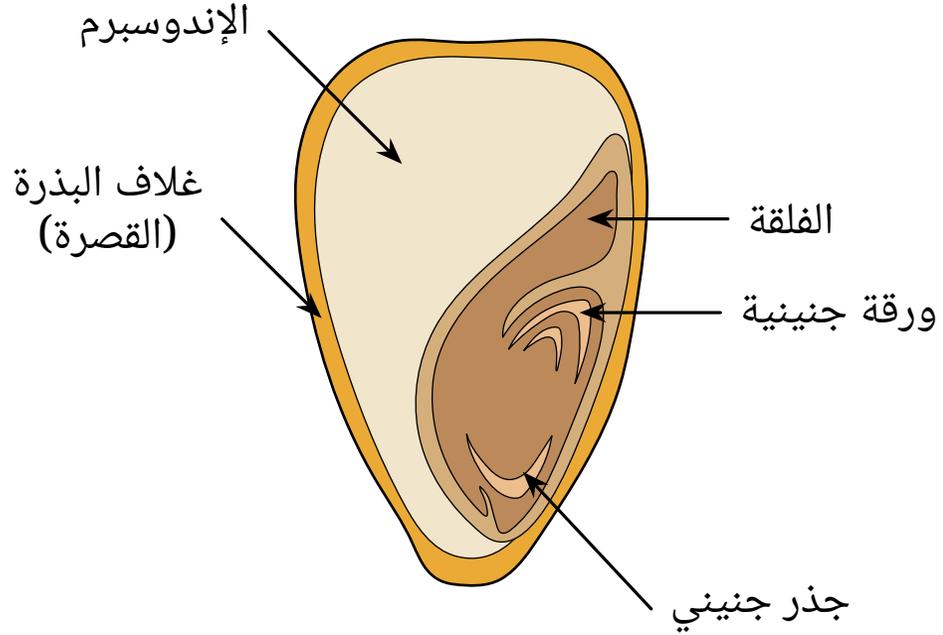


أنواع البذور

يوجد نوعان أساسيان من البذور يمكن أن تكونهما مغطاة البذور: وهما البذور أحادية الفلقة، والتي تُسمى أحيانًا أحاديات الفلقة، أو البذور ثنائية الفلقة والتي تُسمى أحيانًا ثنائيات الفلقة. الفلقة هي تركيب يُصبح في النهاية الأوراق الأولى للجنين.



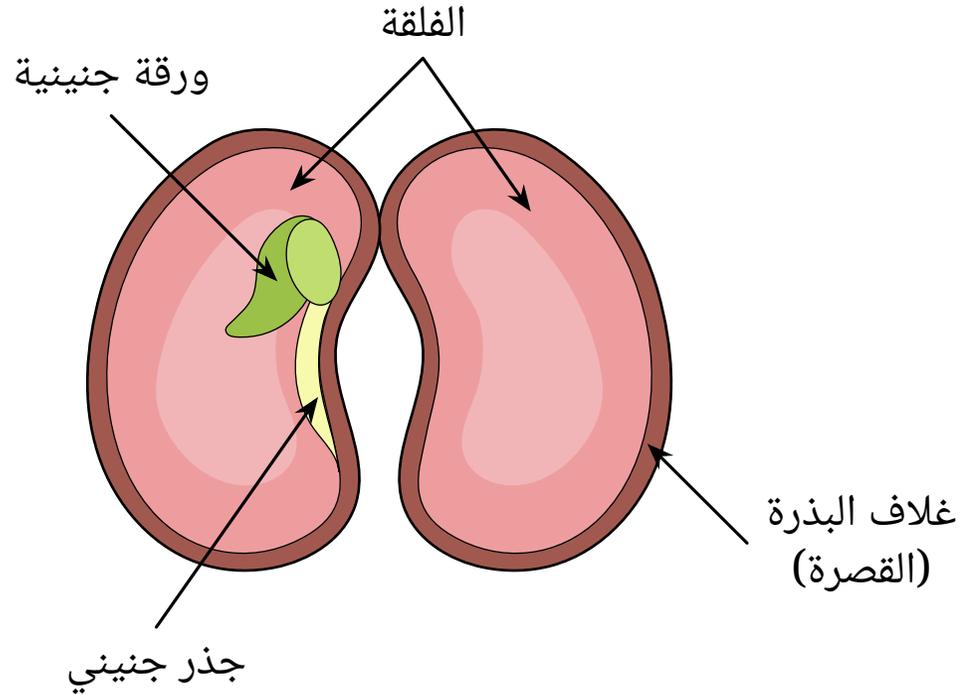
البذور أحادية الفلقة



ذات فلقة واحدة
(أحادية الفلقة)

تحتوي البذور أحادية الفلقة على فلقة واحدة، حيث تُشير كلمة «أحادية» إلى أنها تحتوي على فلقة «واحدة». وعادةً ما تحتوي البذور أحاديات الفلقة على إندوسبرم مستقل يمد كلاً من الجنين في مراحل نموه الأولى والبادرة النابتة بالغذاء قبل التمكن من القيام بعملية البناء الضوئي. ولذلك تسمى أحياناً بالبذور الإندوسبرمية. ومن الأمثلة الشائعة على أحاديات الفلقة الشعير والذرة والقمح، وهي أنواع توفر للإنسان حصة كبيرة من نظامه الغذائي. لذلك فإن العناصر المغذية التي يحصل عليها الإنسان من خلال تناول أحاديات الفلقة يحصل عليها من إندوسبرم البذور!

البذور ثنائية الفلقة



ذات فلقتين
(ثنائية الفلقة)

أما البذور ثنائية الفلقة فهي تحتوي على فلقتين، حيث تشير كلمة «ثنائية» إلى احتوائها على فلقتين «اثنتين». ومن الأمثلة الشائعة على ثنائيات الفلقة هي نباتات الفاصوليا والباذلاء. وفي بعض الأحيان تمتص الفلقتان الموجودتان في أجنة ثنائيات الفلقة عناصر التغذية من الإندوسبرم، تاركةً القليل منها. ولذلك تُسمى أحيانًا بذور لا إندوسبرمية.

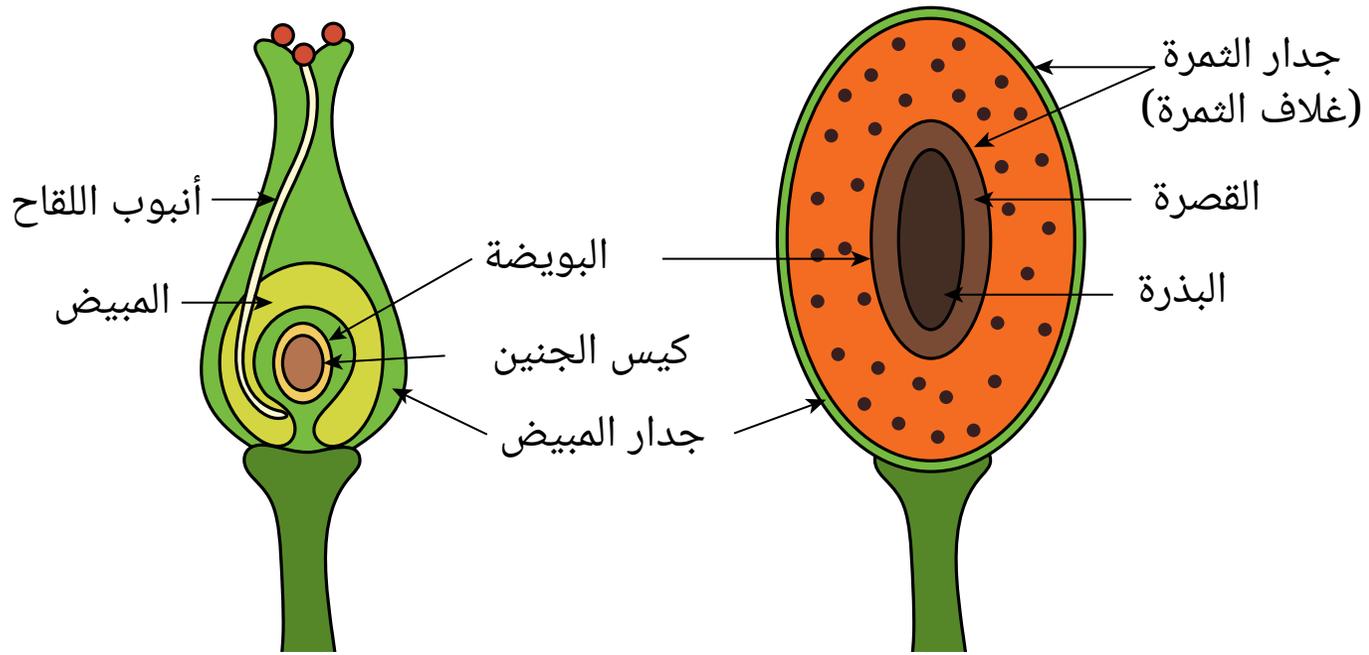
غلاف البذرة (القصرة)

تتحول أغلفة البويضة في كلِّ من أحاديات الفلقة وثنائيات الفلقة، إلى غلاف قوي للبذرة، يُسمى أحياناً القصرة، وهو الذي يساعد على حماية الجنين من الجفاف أو من التلف الميكانيكي من بين عوامل التلف الأخرى.

مصطلح رئيسي: القصرة

القصرة هي الغطاء الخارجي القوي الواقي لبذرة ثنائية الفلقة، أي هي غلاف البذرة.

تكوين الثمار بعد الإخصاب

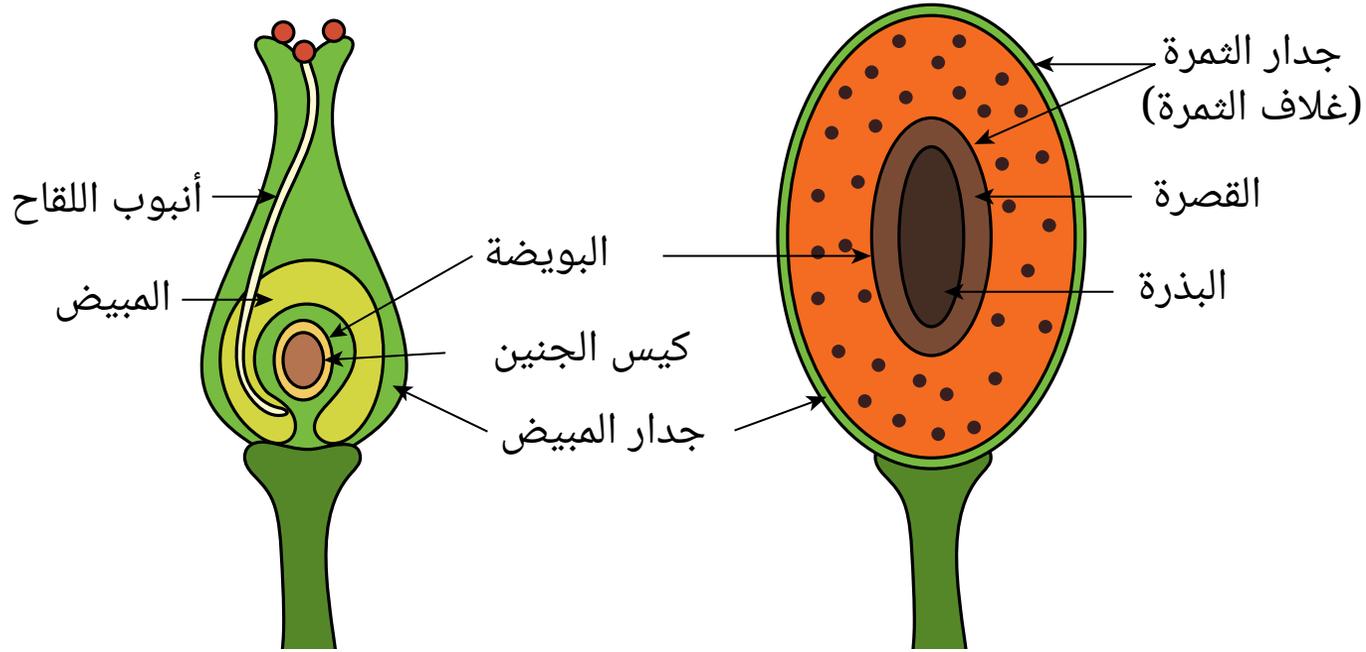


تُعد الثمار مفيدة حقًا، حيث إنها تحفز آكلات العشب الجائعة على تناول بذور النباتات، لتركها في مكان آخر في برازها، وبذلك يمكن للبذور أن تنبت.

إذا كانت عملية الإخصاب ناجحة، في العديد من مغطاة البذور، يذبل ويتساقط كل من الكأس (السبلات) والتويج (البتلات) والطلع (الأسدية) والقلم والميسم. ولا يتبقى سوى المبيض، الذي يكون بداخله الجنين النامي والغذاء المختزن به.

يوضح هذا الشكل مقارنة بين مبيض يحتوي على جنين نامي والتراكيب الداخلية له التي تتغير عندما يتحول إلى ثمرة.

تكوين الثمار بعد الإخصاب (متابعة)



قد تتراكم الهرمونات، مثل الأوكسينات، في المبيض مما يجعلها تنضج وتتحول إلى ثمرة. يتحول جدار المبيض إلى تركيب يُسمى غلاف الثمرة، وهو الذي يُحيط بالثمرة. وتتحول البويضة إلى بذرة داخل الثمرة وتحتوي على الجنين النامي بداخلها. في بعض الحالات تختفي كلُّ من الخليتين المساعدةتين والخلايا السمتية داخل المبيض. وفي حالات أخرى تندمج الخليتان المساعدةتان مع الإندوسبرم بعد الإخصاب. ويبقى النقيير ليدخل منه الماء إلى البذرة ليحدث الإنبات.

مصطلح رئيسي: غلاف الثمرة

غلاف الثمرة هو جزء من الثمرة يتكون من جدار المبيض الناضج.

الثمار الحقيقية والثمار الكاذبة

توجد بعض الثمار التي تنمو بطريقة مختلفة قليلاً. فالرمان على سبيل المثال، يحتفظ بالكأس وبيع الأسيديّة. ويحتفظ كل من الباذنجان والتمر بالكأس أيضاً، في حين تحتفظ الثمار التي تُنتجها النباتات القرعية والتي ترتبط بأنواع «القرع البلدي» بتلات التويج عند نموها.

تنمو الثمار الحقيقية، مثل المانجو، من المبيض. وفي الثمار الكاذبة، والمعروفة أيضاً بالثمار الملحقة، ينمو جزء غير المبيض من النبات ويتحول إلى ثمرة. على سبيل المثال: في التفاح والفراولة، يتحول التخت الموجود أسفل المبيض إلى ثمرة بدلاً من المبيض نفسه. وتتضمن الأمثلة الأخرى الثمار الكاذبة التين والكمثرى.

مصطلح رئيسي: الثمار الكاذبة

الثمار الكاذبة هي الثمار التي تتكون من أجزاء أخرى من النبات، غير المبيض، مثل التخت. تتضمن الأمثلة الثمار الكاذبة الفراولة والتفاح.

الإثمار العذري

على الرغم من أن حبوب اللقاح لازمة لنمو الثمار ونضجها، حيث ثبت أنها تحتوي على الأوكسينات التي تتراكم في المبيضين، ففي بعض الحالات يكون الإخصاب الذي يحدث أيضًا من خلال حبوب اللقاح غير ضروري لنضوج الثمرة. تسمى العملية التي تُنتج من خلالها الثمار من دون إخصاب البويضات بالإثمار العذري، ويمكن أن تحدث بطريقة طبيعية أو اصطناعية.

فعلى سبيل المثال: يمكن للمحلول الاصطناعي لخلاصة حبوب اللقاح أو إندول حمض الأسيتيك أو نافثول حمض الأسيتيك، الذي يُسمى أحيانًا IAA أن يحفز نمو الثمرة حتى دون حدوث الإخصاب. لن تحتوي هذه الثمار على بذور؛ لأن البذرة هي الجنين النامي لنبات تم إخصابه. يمكن إنتاج ثمار لا تحتوي على بذور، مثل الموز والأناناس، للاستفادة تجاريًا من خلال هذه العملية، وتُسمى حينها الإثمار العذري الاصطناعي.

مصطلح رئيسي: الإثمار العذري

الإثمار العذري هو النمو الطبيعي أو الاصطناعي للثمرة من دون حدوث إخصاب مسبق، وهو ما يجعل الثمار خالية من البذور.

ماذا يحدث للزهور إذا لم يتم تلقيحها أو إخصابها؟

إذا لم يتم تلقيح الزهرة أو إخصابها، فسوف تذبل وتسقط دون تكوين الثمرة. تعيش النباتات المعمرة، مثل نباتات الفراولة، مدة عامين أو أكثر، وهو ما يعرف أحياناً بمواسم النمو. أما النباتات الحولية، مثل نباتات البطيخ فتكمل دورة حياتها في موسم نمو واحد. وهذا يعني موت النبات بعد إنتاج الزهور والبذور والثمرة. إذن من المهم للغاية أن يتم نثر البذور في أماكن مناسبة لنقل مادة النبات الوراثية للجيل التالي بنجاح، حيث لا توجد لهذا النبات فرصة أخرى!

النقاط الرئيسية

- ◀ مغطاة البذور هي نباتات زهرية تُنتج البذور وتتكيف جيدًا مع الحياة على الأرض.
- ◀ تتكون الزهور من أربعة محيطات زهرية رئيسية: الكأس والتويج والطلع والمتاع.
- ◀ تتكون الأمشاج الذكرية أحادية الصيغة الصبغية، أي حبوب اللقاح، داخل متوك الطلع.
- ◀ تتكون الأمشاج الأنثوية أحادية الصيغة الصبغية، أي خلايا البيضة، داخل مبيض المتاع.
- ◀ يحدث التلقيح عند انتقال حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم، إما في نفس النبات كما في التلقيح الذاتي، وإما إلى نبات آخر من نفس النوع كما في التلقيح الخلطي.
- ◀ يحدث الإخصاب عندما تندمج الخلية المولدة لحبة اللقاح مع خلية البيضة داخل المبيض.
- ◀ تتكون البذور من البويضة وتتحول بعض المبايض إلى ثمار تُحيط بالبذور.
- ◀ يمكن أن تكون البذور أحادية الفلقة، أي ذوات فلقة واحدة أو ثنائية الفلقة، أي ذوات فلتين.
- ◀ تحتوي خلاصة حبوب اللقاح على الهرمونات التي يمكنها أن تبدأ في تكوين الثمرة، حتى عند استخدامها اصطناعيًا.