

2021-2022

منصة تلاخيص منهاج أردني تقدم لكم

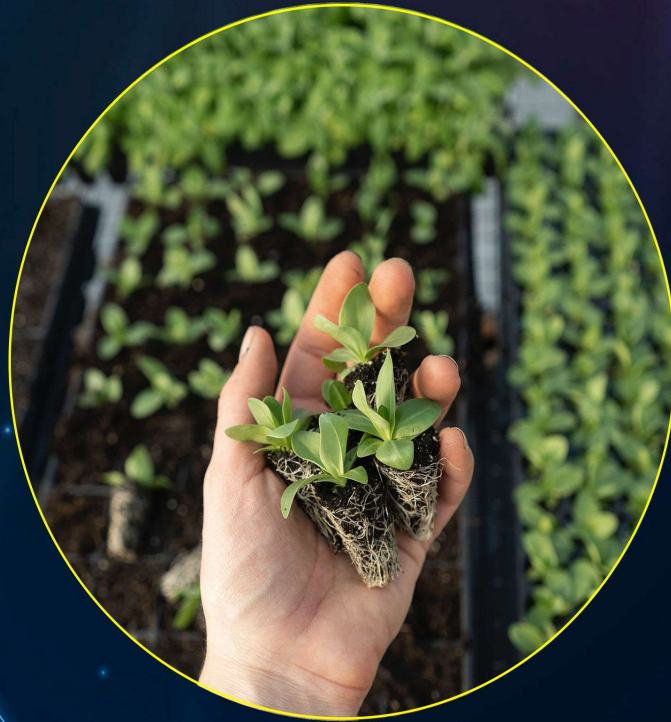
تلاخيص علوم حياتية

الصف الحادي عشر - الفصل الدراسي الثاني

الوحدة السادسة : عمليات حيوية في النبات

إعداد وتصميم : أ. ربا العزايزة

0789537656



يمكنكم متابعة كل ما هو جديد والتواصل معنا من خلال :



تلاخيص منهاج أردني



تلاخيص منهاج أردني



0795360003

النقل في النبات

تحدث في النبات عمليات حيوية عديدة تساعد على 1-نموه 2- بقاءه، وتسهم استجابة النبات للمثيرات في ذلك.

تعمل أنسجة متخصصة في النباتات الوعائية على نقل المواد المختلفة بطرق متنوعة. أنسجة النقل في النباتات الوعائية: تنقل الماء والمواد الذائبة فيه إلى جميع أجزاء النبات.

أنواع الأنسجة الوعائية:

اللحاء

وظيفته: نقل السكر والحموض الأمينية والهرمونات من أماكن تصنيعها أو وجودها إلى جميع أجزاء النبات لاستخدامها في العمليات الحيوية أو لتخزينها.

يتكون من: الأنابيب الغربالية والصفائح الغربالية التي تنتهي بها الأنابيب ، والخلايا المرافقة

الأنابيب الغربالية هي خلايا حية ينقصها العديد من مكونات الخلايا الحية مثل الأنوية والرايبوسومات وذلك لسمح عصارة اللحاء أن تمر بهذه الخلايا بسهولة.

تتصل الأنابيب الغربالية ببعضها البعض في نسيج اللحاء ضمن مناطق تسمى الصفائح الغربالية مشكلة أنابيب طويلة تمتد على طول النبات

الخشب

وظيفته: نقل الماء والأملاح المعدنية الذائبة فيه إلى أجزاء النبات المختلفة.

يتكون من: القصيبات والأوعية وخلايا ميتة

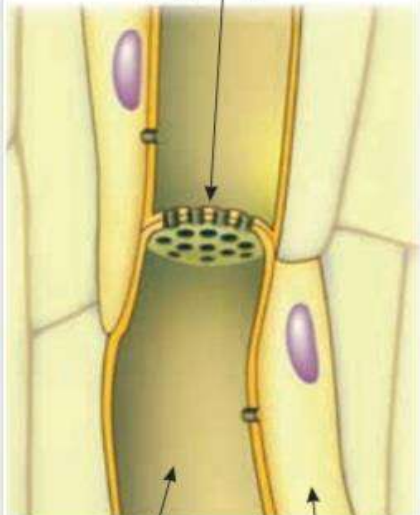
القصيبات تكون طويلة ومجووفة ورقيقة

أما الأوعية فهي أقصر وأوسع وجدرانها أقل سمك من القصيبات



الشكل (1): أنسجة الخشب واللحاء في النبات.

صفائح غربالية



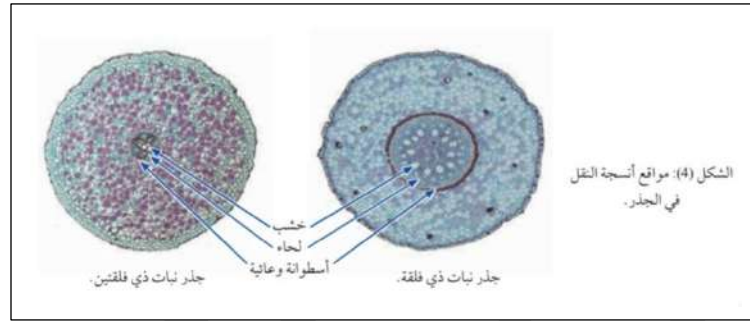
خلية مرافقة أنبوب غربالي

الشكل (3): تركيب نسيج اللحاء.

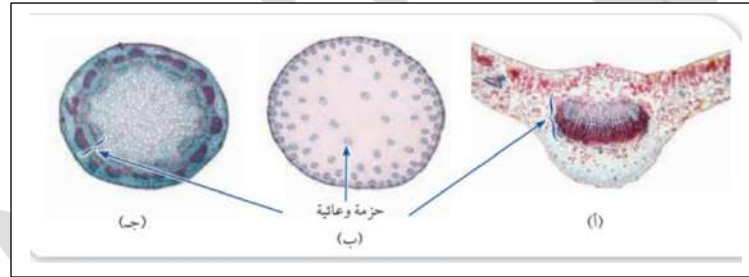
الشكل (2): تركيب نسيج الخشب.



توجد أنسجة النقل في الجذور على شكل أسطوانة وعائية



وتوجد في الساق والأوراق على شكل حزم وعائية



(أ) ورقة

(ب) ساق ذي فلكة

(ج) ساق ذي فلقين

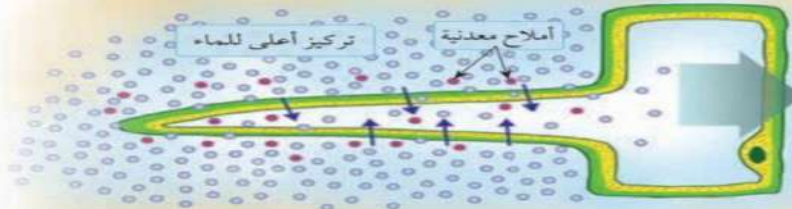
امتصاص الماء من التربة:

الجذر هو العضو المسؤول عن امتصاص الماء والأملاح المعدنية الذائبة فيه من التربة.

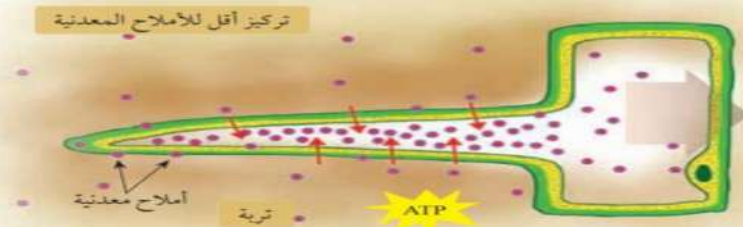
الشعيرات الجذرية هي امتدادات لخلايا البشرة في الجذر وتعمل على زيادة مساحة السطح المعرض لامتصاص الماء والأملاح المعدنية.

ينتقل الماء من التربة إلى خلايا الجذر عن طريق الخاصية الأسموزية لأن تركيز الأملاح الذائبة فيه يكون في التربة أقل من تركيزها في خلايا الجذر. وتنتقل الأملاح المعدنية من التربة إلى خلايا الجذر بالانتشار أو النقل النشط.

الشكل (7): دخول الماء من التربة إلى النبات عن طريق الشعيرات الجذرية. كيف ينتقل الماء من التربة إلى الشعيرات الجذرية بالخاصية الأسموزية؟



الشكل (8): دخول الأملاح المعدنية بالنقل النشط عن طريق الشعيرات الجذرية.



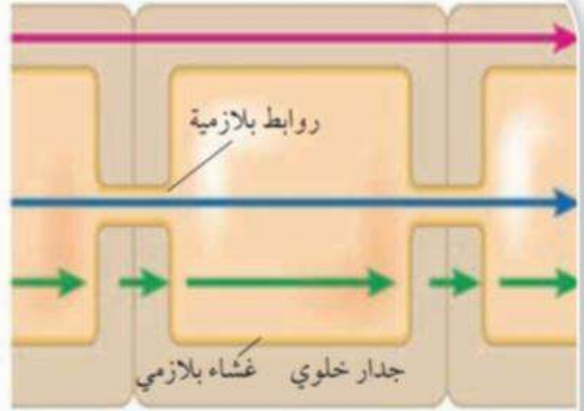
بعد دخول الماء في الجذر عن طريق خلايا البشرة فإنه يمر بخلايا القشرة ضمن ثلاث مسارات:

- 1-المسار اللاخلوي 2-المسار الخلوي الجماعي 3-مسار الجذر الخلوية والأغشية البلازمية

المسار اللاخلوي: يمر الماء بهذا المسار عن طريق الجذر الخلوية حتى يصل إلى طبقة البشرة الداخلية.

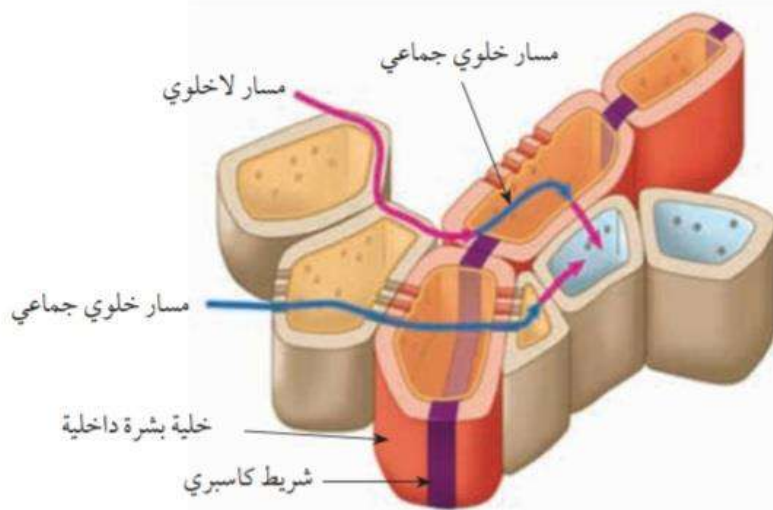
المسار الخلوي الجماعي: يمر الماء بهذا المسار عن طريق الروابط البلازمية خلال سيتوبلازم خلايا القشرة، ومنه إلى خلايا البشرة الداخلية.

مسار الجذر الخلوية والأغشية البلازمية: يمر الماء بهذا المسار عن طريق الجذر الخلوية والأغشية البلازمية للخلايا المتجاورة.



الشكل (9): مسارات انتقال الماء من التربة إلى نسيج الخشب في الجذر.

توجد طبقة شمعية تسمى شريط كاسبري في الجذر الخلوية لخلايا البشرة الداخلية وظيفته: منع الماء والأملاح الذائبة فيه دخول الأسطوانة الوعائية خلال المسار اللاخلوي ويمنع رجوع الماء والأملاح الذائبة فيه من الأسطوانة الوعائية إلى خلايا القشرة فيدخل الماء عبر المسار الخلوي الجماعي ليصل نسيج الخشب الذي ينقل الماء إلى الساق فالأوراق.



نقل الماء من الجذور إلى أجزاء النبات الأخرى:

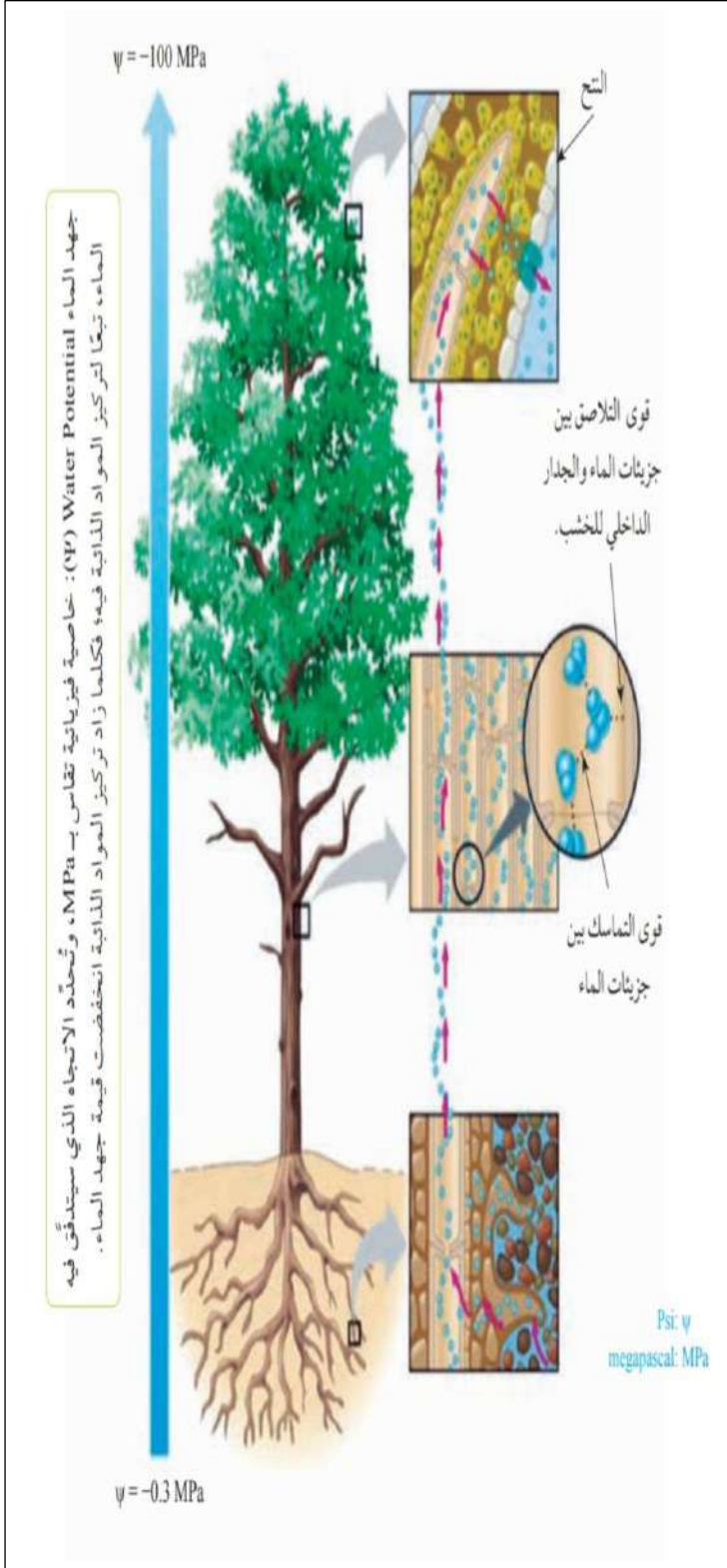
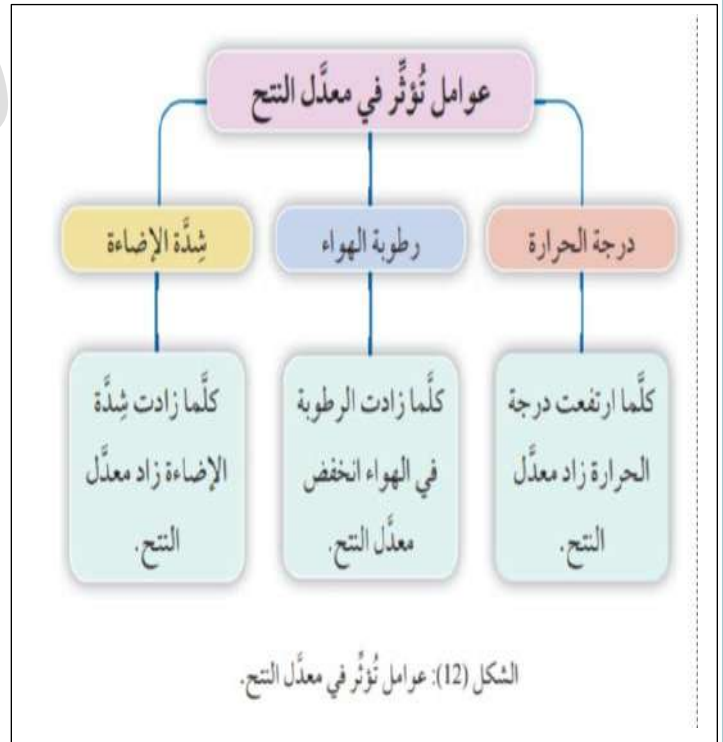
تنتقل عصارة الخشب من الجذر إلى أعلى النبات نتيجة عملية النتح وهي فقدان النبات الماء على هيئة بخار ماء في الشغور

عصارة الخشب تتكون من الماء والأملاح المعدنية الذائبة فيه

تنتقل عصارة الخشب بفعل 1-خاصية التماسك الناتجة من تكون روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء

2-خاصية التلاصق الناتجة من تكون روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء والمواد المكونة للجذر الداخلية لخلايا الخشب

يتأثر معدل النتح بعوامل عدة ومنها:



نقل عصارة اللحاء في النبات:

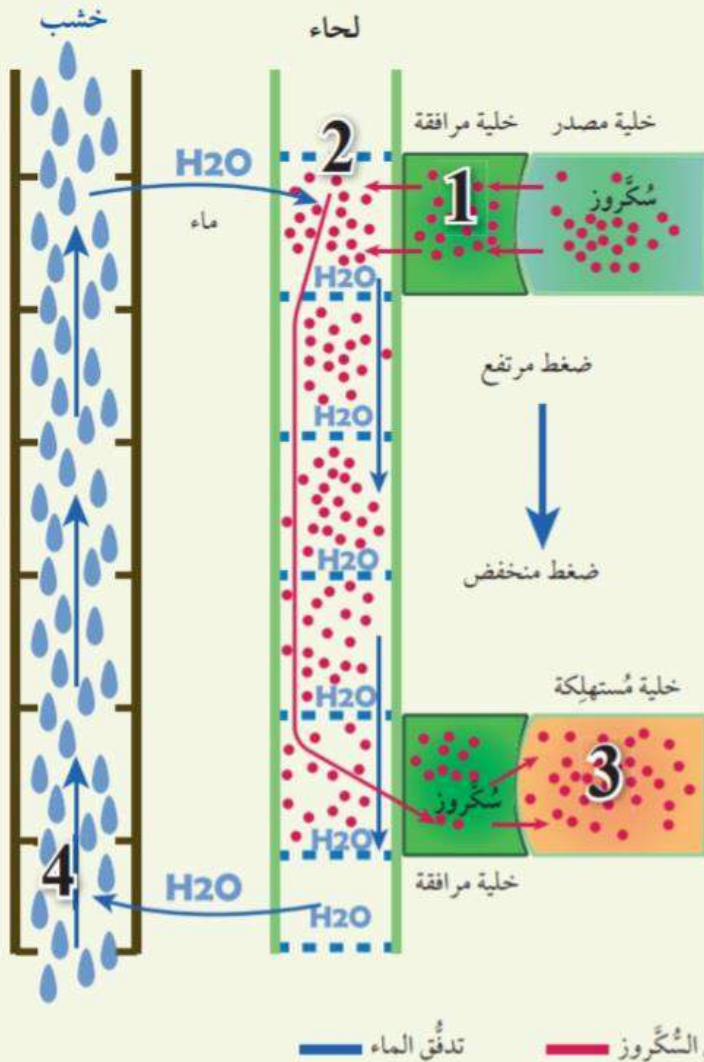
تصنع أوراق النبات وأجزاؤه الخضراء الأخرى الغذاء عن طريق عملية البناء الضوئي

ثم تنتقل عصارة اللحاء إلى جميع أجزاء النبات بما في ذلك الجذور والثمار

وبسبب انخفاض معدل البناء الضوئي في فصل الشتاء فإن الأجزاء التي تخزن الغذاء تصبح مصدر غذاء النبات

السكروز هو المكون الأساسي لعصارة اللحاء. أما عملية نقله تمر بخطوات وفق فرضية التدفق الضاغط

لننتبع آلية نقل السكروز من أماكن تصنيعه إلى أماكن استهلاكه وفق فرضية التدفق الضاغط:



1. تحميل السُّكَّرُوز من خلايا المصدر إلى الخلايا المرافقة بالنقل النشط، ومنها إلى الأنابيب الغربالية.

2. تركيز السُّكَّرُوز المرتفع في الأنابيب الغربالية يؤدي إلى دخول الماء من خلايا خشب مجاورة بالخاصية الأسموزية، مُولِّدًا ضغطًا مرتفعًا في الأنابيب الغربالية، فتندفع عصارة اللحاء من أنبوب غربالي إلى آخر.

3. تفرغ السُّكَّرُوز في مكان الاستهلاك أو التخزين بالنقل النشط.

4. خروج السُّكَّرُوز من الأنابيب الغربالية يؤدي إلى خروج الماء في اتجاه خلايا الخشب المجاورة.

تدفق الماء

تدفق السُّكَّرُوز

التكاثر في النباتات البذرية:

تتكاثر النباتات البذرية تكاثر جنسي ولاجنسي:

النباتات البذرية تمثل ما نسبته 87% من أنواع النباتات في المملكة النباتية تقريبا وتصنف إلى نوعين:

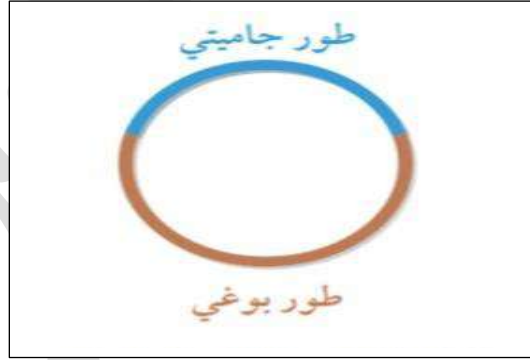
1-النباتات معراة البذور (توجد بذورها في مخاريط أنثوية) 2-النباتات مغطاة البذور (النباتات الزهرية توجد بذورها داخل الثمار)

دورة حياة النباتات البذرية :

تمتاز أن الطور البوغي ثنائي المجموعة الكروموسومية ($2n$) سائد على الطور الجاميتي أحادي المجموعة الكروموسومية ($1n$). ويتعاقب الطور البوغي مع الطور الجاميتي في دورة حياة النباتات البذرية فيما يعرف تبادل الأجيال.



الشكل (14) ثمار نبات
مغطى البذور، ومخروط
نبات مُعراى البذور.



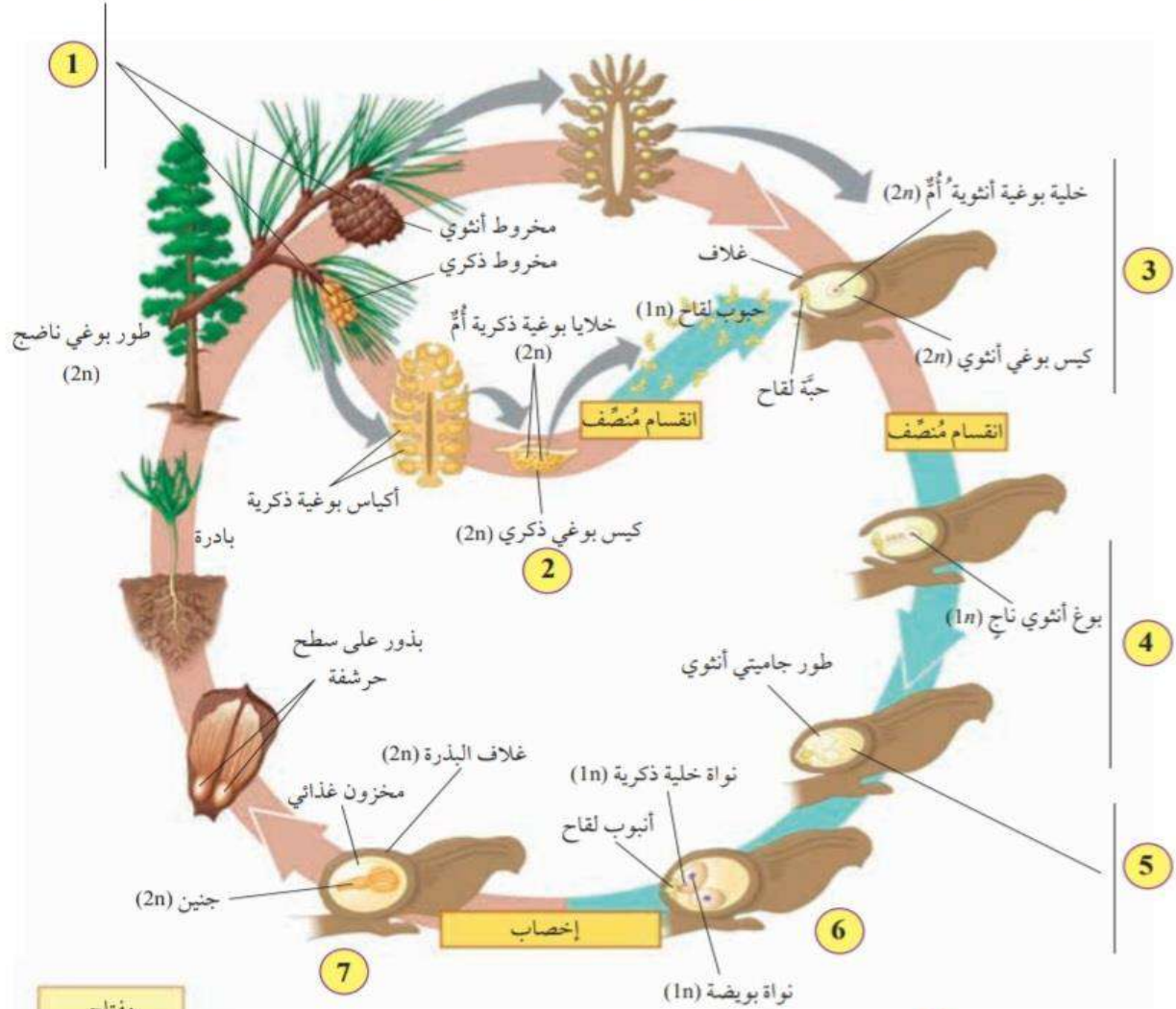
دورة حياة النباتات معراة البذور : النباتات معراة البذور هي نباتات وعائية لها مخاريط ومن الأمثلة عليها نبات الصنوبر. المخاريط نوعان: أحدهما ينتج حبوب اللقاح والآخر ينتج البويضات.



الشكل (16): نبات صنوبر يحمل
مخاريط أنثوية وأخرى ذكورية.

تمر دورة حياة نبات الصنوبر بمراحل مختلفة لنتتبعها حسب الشكل الآتي:

- 1: تحمل أشجار الصنوبر مخاريط ذكورية، وأخرى أنثوية.
- 2: تنقسم الخلايا البوغية الذكرية انقسامًا مُنصّفًا لإنتاج حبوب اللقاح.
- 3: عند التلقيح، ينمو أنبوب لقاح يصل إلى الكيس البوغي الأنثوي.
- 4: تنقسم الخلية البوغية الأنثوية الأم انقسامًا مُنصّفًا، فتنتج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية ($1n$)، ينجو منها بوغ أنثوي واحد.
- 5: يتحوّل البوغ الأنثوي إلى طور جاميتي أنثوي يحوي أربع بويضات.
- 6: تنضج البويضات بمرور الوقت، وتدخل الخلايا الذكرية عبر أنابيب اللقاح، ويحدث الإخصاب باندماج نواة خلية ذكرية في نواة البويضة.
- 7: تنمو البويضة المُخصّبة (الزايغوت) لتصبح بذرة تحتوي على جنين ومخزون غذائي.



مفتاح
 ← طور جاميتي ($1n$)
 → طور بوغي ($2n$)

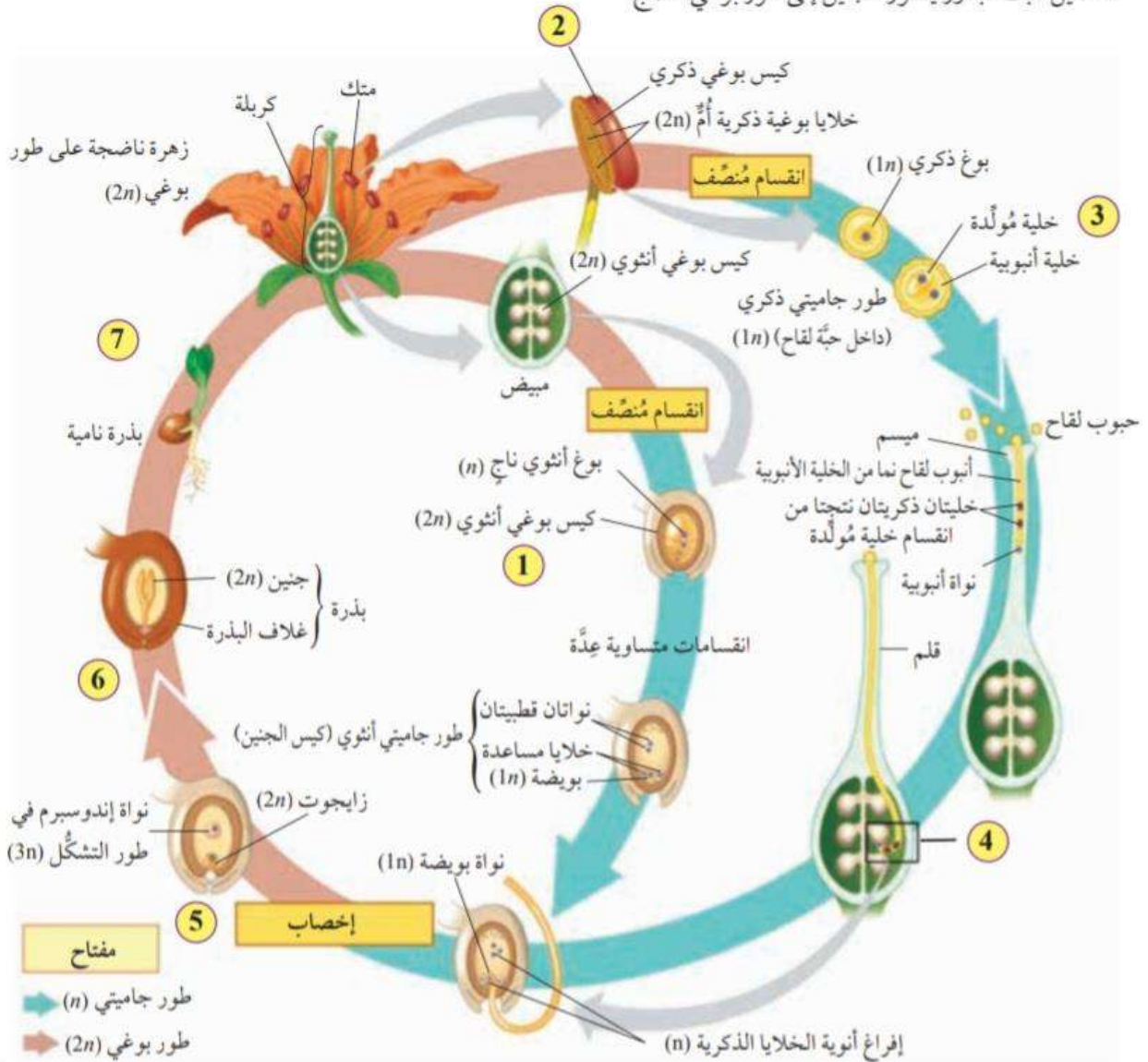
ملحوظة: يحدث الإخصاب بعد سنة أو أكثر من عملية التلقيح.

الشكل (17): دورة حياة نبات الصنوبر.
 أتبّع دورة حياة نبات الصنوبر.

دورة حياة النباتات مغطاة البذور: النباتات مغطاة البذور هي النباتات الزهرية التي تنتج بذورها في ثمار وتمثل أكبر نسبة من النباتات البذرية.

لنتتبع دورة حياة نبات زهري حسب الشكل الآتي:

- 1: تنقسم الخلية البوغية الأنثوية الأم انقسامًا مُنصّفًا، فتنتج 4 أبواغ أنثوية، ينجو منها واحد فقط.
- 2: في المتك، تنقسم الخلية البوغية الذكرية انقسامًا مُنصّفًا، مُنتجة 4 أبواغ ذكرية.
- 3: ينقسم كل بوغ ذكري انقسامًا متساويًا، فتنتج حبة لقاح تحوي خلية مُولّدة، وأخرى أنبوية.
- 4: بعد عملية التلقيح، تُفرغ خليتان ذكريتان في كل كيس جنيني.
- 5: يحدث إخصاب مزدوج تتحد فيه إحدى نواتي الخليتين الذكريتين مع نواة البويضة، فتنتج بويضة مُخصّبة، في حين تتحد الأخرى مع النواتين القطبيتين، فيتج الإندوسبرم.
- 6: تنمو البويضة المُخصّبة (الزايغوت) إلى جنين داخل البذرة.
- 7: حين تنبت البذور يتطوّر الجنين إلى طور بوغي ناضج.



تكيف النباتات البذرية: تنتج معظم النباتات البذرية عدد كبير من البذور التي يستطيع بعضها إكمال دورة الحياة. ويمكن أن تتكيف بطرق عدة مما يسهم في تكاثرها وانتشارها.

لنبدأ بتكيف البذور: تنتشر البذور بطرق عدة وتمتاز بصفات عديدة تحدد طرائق انتشارها والتي تنتشر عن طريق الماء، الرياح والحيوانات كالتالي:



انتشار البذور عن طريق الماء

تطفو بذور العديد من النباتات البذرية (مثل نبات جوز الهند) على سطح الماء الذي ينقلها من مكان إلى آخر، وتكون محاطة بغلاف صلب.

انتشار البذور عن طريق الرياح

تمتاز بعض بذور النباتات بأنها خفيفة الوزن، وباحتوائها على تراكيب تشبه الأجنحة، أو الشعيرات الخفيفة؛ ما يساعد على نقلها إلى أماكن بعيدة، ومن الأمثلة عليها نبات الهندباء.



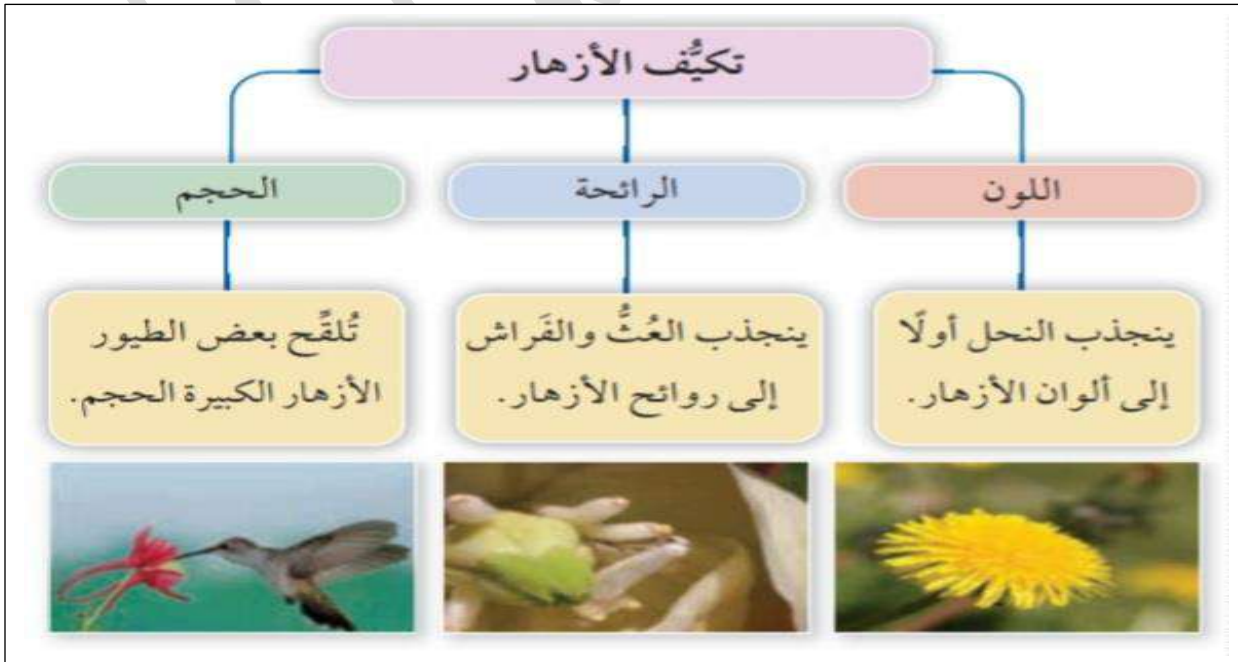
انتشار البذور عن طريق الحيوانات

تمتاز بعض بذور النباتات البذرية (مثل نبات اللزيق الشوكي Cocklebur) بوجود تراكيب شوكية تلتصق بفرو الحيوانات التي تنقلها إلى أماكن جديدة.

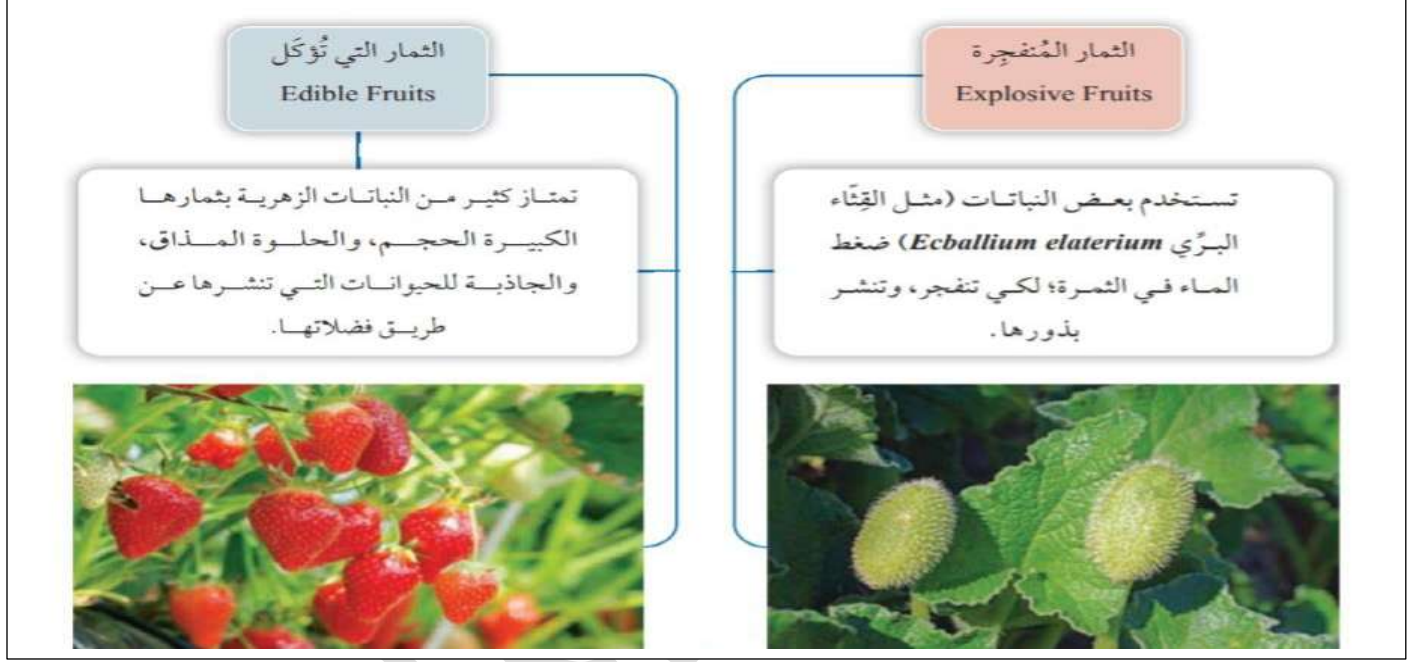


تكيف الأزهار: للأزهار في النباتات الزهرية القدرة على التكيف بطرق عديدة لجذب الملقحات ويكون من خلال اللون والرائحة

والحجم كالتالي:



أما تكيف الثمار : الثمرة تعتبر بأنها مبيض الزهرة الناضج . وتنتج النباتات الزهرية الثمار ويسهم تكيف الثمار في انتشار هذه النباتات مثل الثمار المنفجرة والثمار التي تؤكل كالتالي:

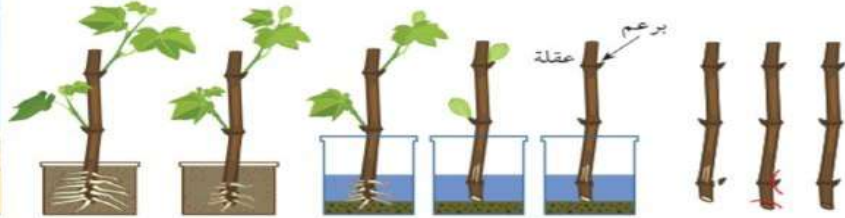


التكاثر الخضري في النباتات البذرية: قد تتكاثر النباتات عن طريق أجزائها الخضرية وهي الأوراق والسيقان والجذور.





الشكل (22): إكثار نباتات بالتجزئة.



الشكل (23): إكثار نبات بالعقل.



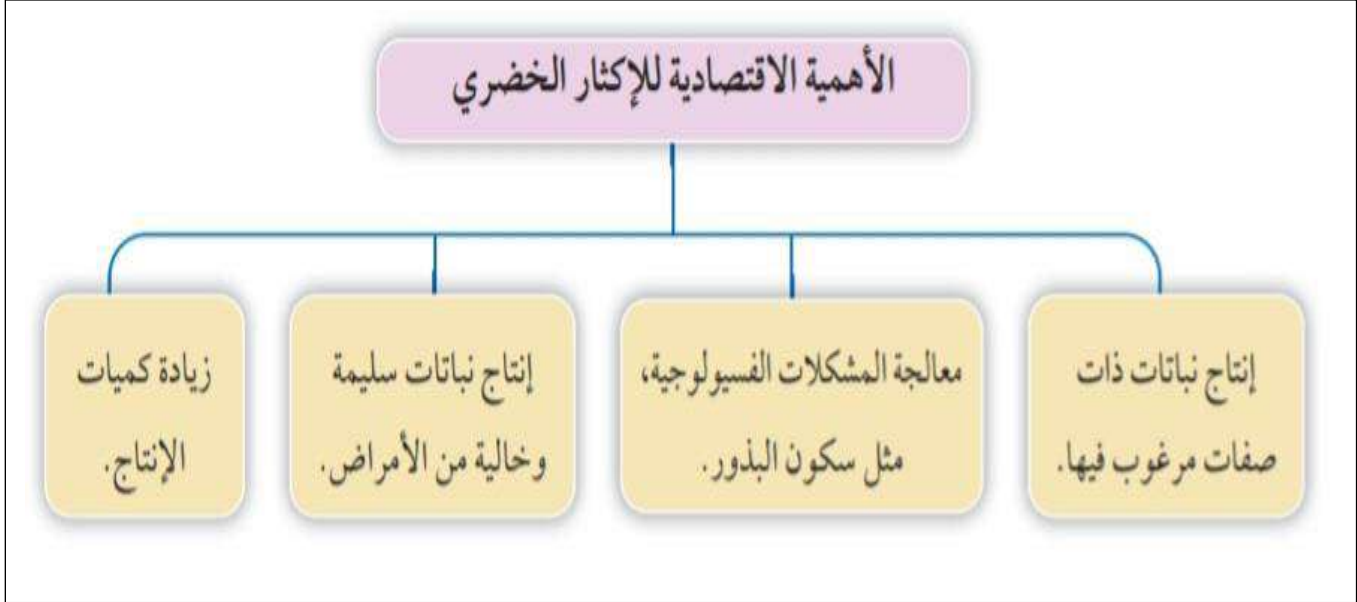
الشكل (24): إكثار نبات بالعقيد.



الشكل (25): إكثار نبتة بالزراعة النسيجية.

الأهمية الاقتصادية لإكثار النباتات البذرية خضريا:

يوجد العديد من الفوائد الاقتصادية للإكثار الخضري ومنها:



الاستجابة في النبات

يستجيب النبات لعدد من المثبرات وتؤدي الهرمونات النباتية دور في هذه الاستجابات. الهرمونات النباتية:

يتأثر النبات بالعديد من المثبرات في أثناء مراحل الحياة التي يمر بها مثل:

1-الجفاف 2-طول الليل 3-انخفاض درجة الحرارة.

بالتالي يجب أن يستجيب لهذه المثبرات بطرائق عدة منها:

إنتاجه هرمونات نباتية تسهم في الحفاظ على بقائه (وهي مواد تنقل رسائل كيميائية في النبات الذي يحتاج إليها بتراكيز قليلة).

تنتج الهرمونات في أجزاء معينة من النبات وتؤدي عملها في أجزاء أخرى منه، ومن الهرمونات النباتية الرئيسية:

الأكسينات ، السيوكاينينات ، البرلينات ، الإثيلين ، حمض الأبسيسيك.

وقد اكتشف حديثا هرمونات نباتية أخرى.

لنرى الآن الهرمونات النباتية الرئيسية وأماكن تصنيعها وأهم وظائفها حسب الشكل الآتي:

السيتوكاينينات

مكان التصنيع الرئيس: **الجذور**.

ورقة نبات رُشَّت
بالسيتوكاينين.



تأخير شيخوخة الأوراق.

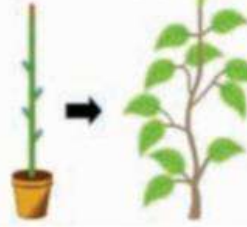
الوظائف الرئيسة:

- تنظيم انقسام الخلايا في الساق والجذر.
- تحفيز نمو البراعم الجانبية.
- تحفيز انتقال المواد الغذائية إلى أماكن استهلاكها.
- تحفيز إنبات البذور.
- تأخير شيخوخة الأوراق.

الأكسينات

مكان التصنيع الرئيس: **القمة النامية للساق**.

بوجود القمة النامية



الوظائف الرئيسة:

- تحفيز استطالة الساق.
- تحفيز تشكُّل الجذور الجانبية والجذور العرضية.
- تنظيم نمو الثمار.
- تحفيز سيادة القمة النامية.
- الإسهام في الانتحاء الضوئي والانتحاء الأرضي.



تحفيز سيادة القمة النامية.

حمض الأبسيسيك

مكان التصنيع الرئيس: **معظم أجزاء النبات**.



إنبات بذور لنبات لا يُنتج حمض الأبسيسيك.

الوظائف الرئيسة:

- تثبيط نمو النبات.
- تحفيز إغلاق الثغور في أثناء الجفاف.
- تحفيز سكون البذور.

الجبرلينات

مكان التصنيع الرئيس: **الخلايا المرستيمية في البراعم والجذور والأوراق الحديثة النمو**.



استطالة الساق.

الوظائف الرئيسة:

- تحفيز استطالة الساق.
- تحفيز نمو أنبوب اللقاح.
- تحفيز نمو الثمار.
- تحفيز إنبات البذور.

الوظائف الرئيسة:

- تحفيز نضج الثمار، وتساقط الأوراق.
- زيادة معدّل الشيخوخة.
- تحفيز تكوُّن الجذور والشعيرات الجذرية.

الإثيلين

مكان التصنيع الرئيس:

معظم أجزاء النبات.



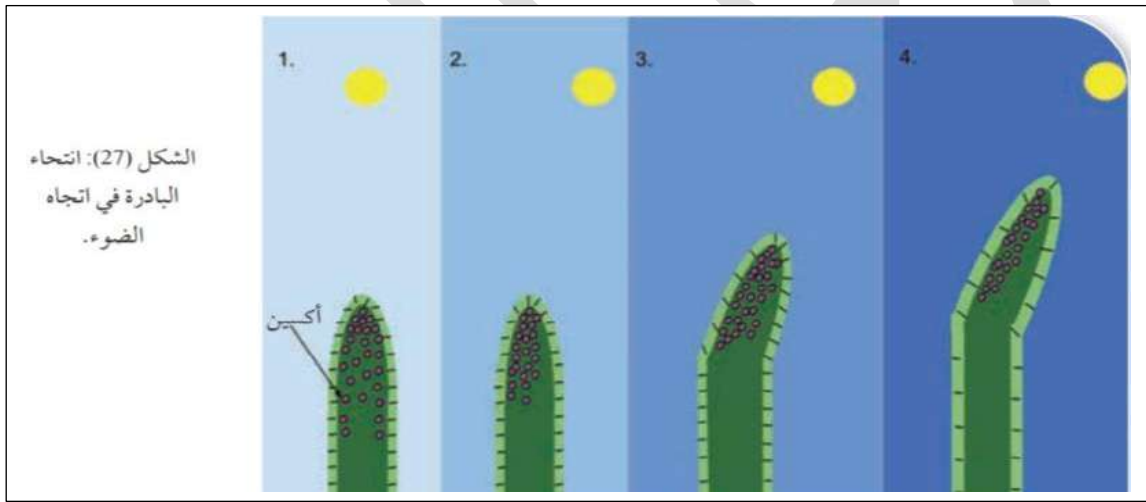
نضج الثمار.

استجابة النبات للمثيرات:

تستجيب النباتات للمثيرات في بيئاتها مثل الكائنات الحية الأخرى وقد تكون هذه المثيرات يومية أو فصلية أو مسببات أمراض.

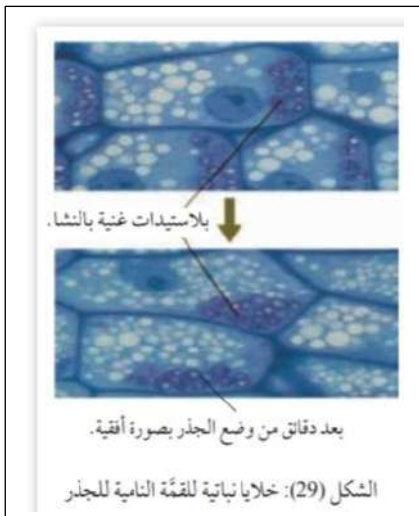
أولا **الانتحاء الضوئي**: وهو من خلال الضوء فيقوم بتحفيز النبات على النمو في اتجاهه. ويلجأ النبات لهذه العملية للحصول على ما يلزمه من الضوء.

الأكسين له دور مهم في عملية الانتحاء الضوئي ويصنع في أجزاء مختلفة من النبات مثل **القمة النامية للساق** ووظيفته يعمل على **استطالة** خلايا أسفل القمة النامية للساق في الجهة البعيدة عن الضوء يحدث انتحاء في اتجاه الضوء.



ثانيا **الانتحاء الأرضي**: عندما تبدأ البذرة بالإنبات يستجيب النبات للجاذبية الأرضية فينمو الجذر في اتجاه الجاذبية، أما الساق فينمو في اتجاه ضوء الشمس دائما.

النباتات الوعائية تحتوي على بلاستيدات خضراء غنية بحبيبات النشا وتوجد في خلايا قريبة من قمة الجذر النامية، وبسبب ثقل هذه البلاستيدات فإنها تتجمع في الجزء السفلي من هذه الخلايا ويعتقد أن تجمعها يحفز على زيادة تركيز الأكسين فيها مما يثبط استطالة خلايا الجزء السفلي ويسمح لخلايا الجزء العلوي أن تستطيل بشكل أسرع فينمو الجذر نحو الأسفل.





ثالثا **تحمل الجفاف**: يؤدي تعرض النبات للجفاف مدد طويلة إلى موته لذلك النبات لديه أنظمة تحكم تمكنه من التكيف مع نقص الماء فليجأ النبات إلى التقليل من معدل النتح للحد من فقد الماء عن طريق إغلاق الثغور وزيادة إفراز حمض الأبسيسك الذي يساعد على إبقاء الثغور مغلقة.

وأیضا التفاف الأوراق على شكل يشبه الأنبوب وهو نمط استجابة في النباتات العشبية وتخلص النبات من أوراقه بصورة كلية.



رابعا **نضج الثمار**: الثمار الناضجة تجذب الحيوانات ما يسهم في انتشار البذور واستمرار دورة حياة النبات.

في أثناء نضج الثمار تحدث سلسلة من التفاعلات مما يحفز الإثيلين الثمار على النضج ثم يحفز النضج النبات على إنتاج مزيد منه، وينتشر الإثيلين من ثمرة إلى أخرى بسبب حالته الغازية ويستخدم تجاريا بإضافته للثمار غير الناضجة حتى تنضج. وفي حالة الرغبة بإبطاء عملية النضج فإن الثمار توضع في صناديق ثم تعرض لغاز ثاني أكسيد الكربون ويجب استمرار تجدد الهواء لمنع تراكم الإثيلين مع العلم أن ثاني أكسيد الكربون يثبط إنتاج الإثيلين.

خامسا **تساقط الأوراق**: في فصل الخريف يعمل تساقط الأوراق على حمايتها من الجفاف وتقوم النباتات بنقل بعض المواد الضرورية الموجودة في الأوراق قبل تساقطها وتخزينها في الخلايا البرنشيمية للساق والجذر.

تنفصل الورقة عن الساق قرب عنق الورقة التي تضعف نتيجة تحلل السكريات في الجدر الخلوية للخلايا بفعل عدد من الإنزيمات التي يسهم الإثيلين في تحفيزها، وكذلك يسهم كل من الرياح ووزن الورقة في انفصال الورقة وسقوطها.

سادسا **سكون البذور**: في مرحلة نضج البذور يرتفع تركيز حمض الأبسيسك الذي يثبط عملية الإنبات وتحفيز إنتاج بروتينات تساعد البذور على مقاومة عوامل الجفاف التي تمر بها عملية نضجها، وعندما تتوافر الظروف المناسبة مثل الهطل ينخفض تركيز حمض الأبسيسك في البذور مما يجعلها تنهي طور السكون فتنبت.



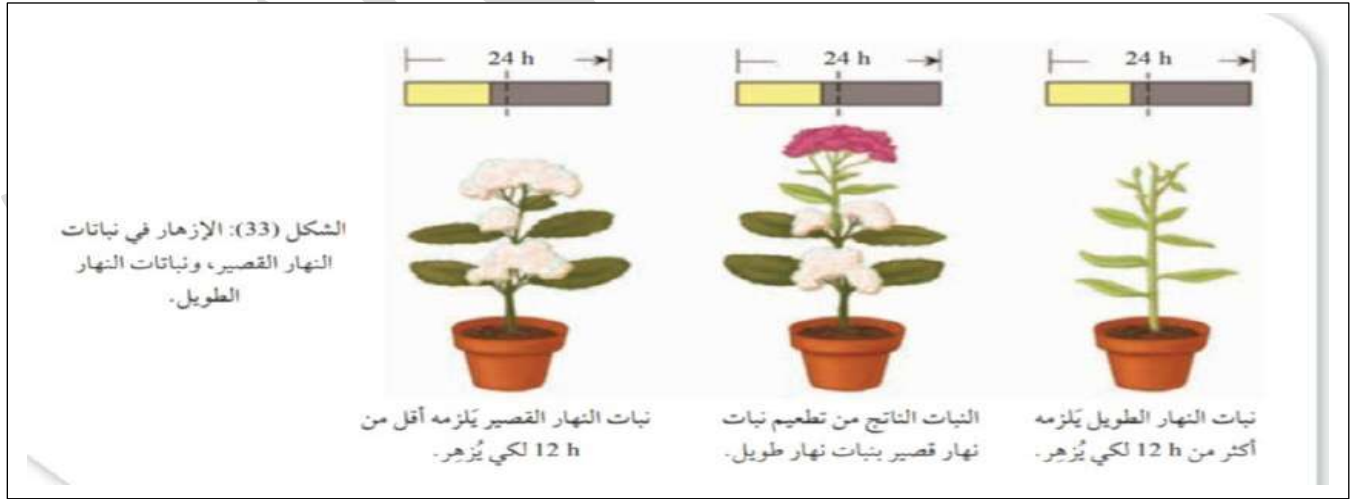
سابعا **إنبات البذور**: أجنة البذور مصدر غني بالجبرلينات، بعد امتصاص البذور للماء يطلق الجبرلين من الجنين كإشارة إلى أن البذور أنهت طور السكون وبدأت تنبت علما بأن بعض البذور التي تحتاج إلى عوامل بيئية معينة لتنبت مثل التعرض للضوء تنتهي طور السكون وتنبت إذا عولجت بالجبرلين من دون الحاجة للتعرض لهذه العوامل.

ثامنا **الإزهار**: تتشكل الأزهار من برعم قمى أو برعم إبطي وتعمل الأوراق التي تستشعر التغيرات في فترة الضوء على إنتاج مواد خاصة تحفز البراعم لتتحول إلى أزهار.

بالنسبة لنباتات النهار القصير ونباتات النهار الطويل فإن تعرض ورقة واحدة منها فقط لكمية الضوء الضرورية كافي ليحدث الإزهار.

إن المادة المحفزة على الإزهار قد تنتقل من نبات تتوافر فيه شروط الإزهار إلى نبات آخر لا تتوافر فيه الشروط عن طريق التطعيم من خلال قص جزء من ساق نبات ثم تطعيمه لساق نبات آخر.

إن محفز الإزهار لنباتات النهار القصير ونباتات النهار الطويل هو واحد بالرغم من اختلاف عدد ساعات الضوء اللازمة للإزهار هرمون الإزهار الافتراضي **فلوريجن** يعد حاليا بروتين مجهول الهوية مدة تزيد عن 70 عام.



أخيرا، **استجابة النبات للمثيرات الميكانيكية**: تتصف النباتات بحساسيتها الشديدة للمثيرات الميكانيكية مثلا: عند قياس طول ورقة نبات بمسطرة قد يؤثر وضع المسطرة على سطح هذا الورقة في نموها وقد ينتج من فرك ساق نبات عدة مرات يوميا

نبات قصير مقارنة بنبات من النوع نفسه لم تفرك ساقه.

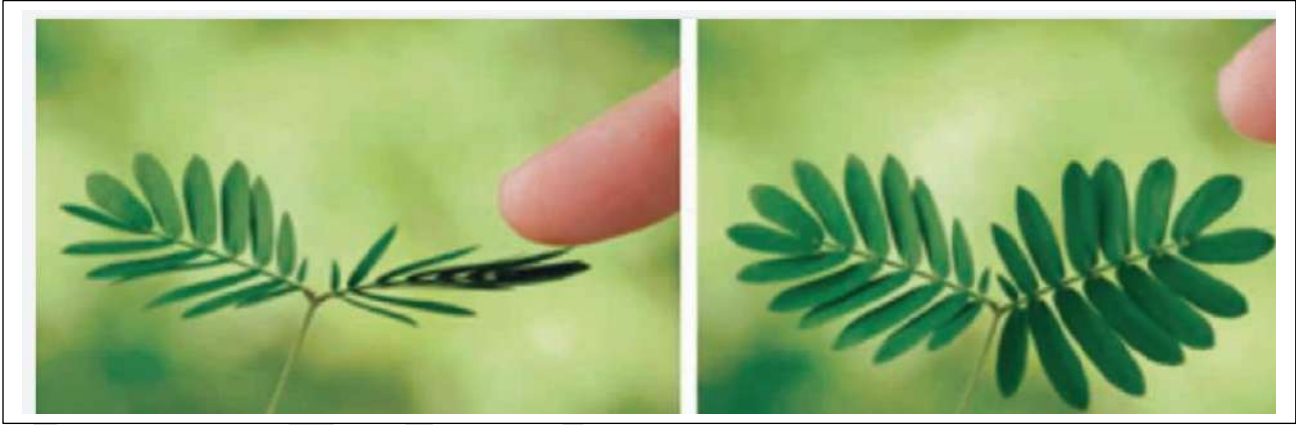




أما النباتات المتسلقة ومنها العنب فلها محاليق تلتف حول الدعامة وهذه التراكيب المتسلقة تنمو بشكل مستقيم إلى أن تلامس جسم صلب فيحفز التلامس استجابة الالتفاف الناتجة من النمو غير المتماثل للخلايا على جانبي المحلاق وهذا النمو الموجه (الالتفاف) يسمى استجابة للمس.

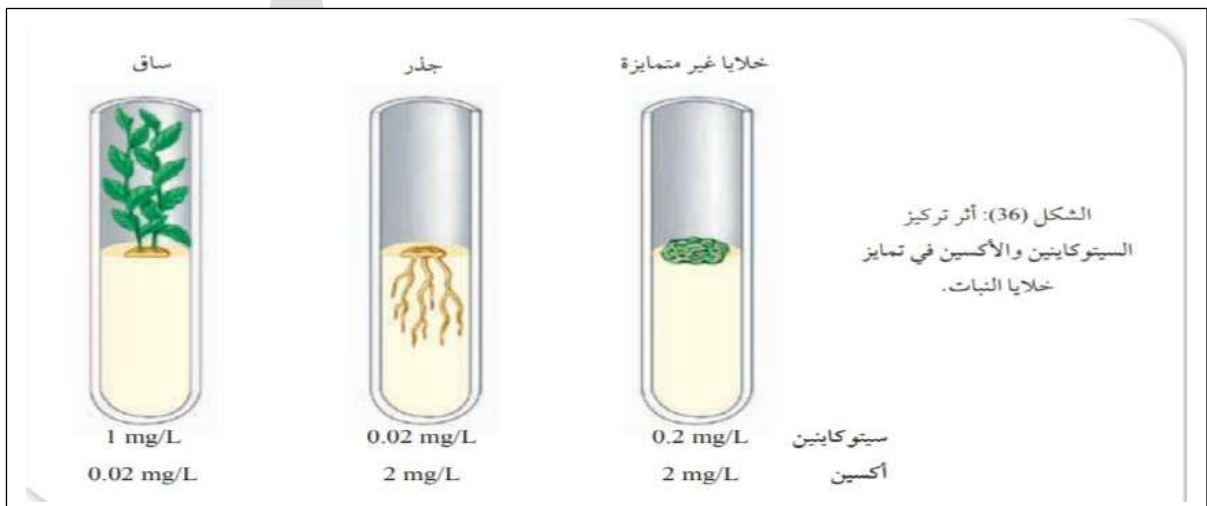
وأيضاً سلوك أوراق نبات الميموزا المركبة يعد مثال على استجابة النبات للمثيرات الميكانيكية عند ملامستها فتطوي هذه الوريقات بعضها على بعض نتيجة فقدان ضغط الامتلاء في خلايا الوريقات. وتسهم هذه الاستجابة في حماية النبات من آكلات الأعشاب.

ضغط الامتلاء هو ضغط يواجه الجدار الخلوي للخلية النباتية بعد تدفق الماء وانتفاخ الخلية بسبب الخاصية الأسموزية.



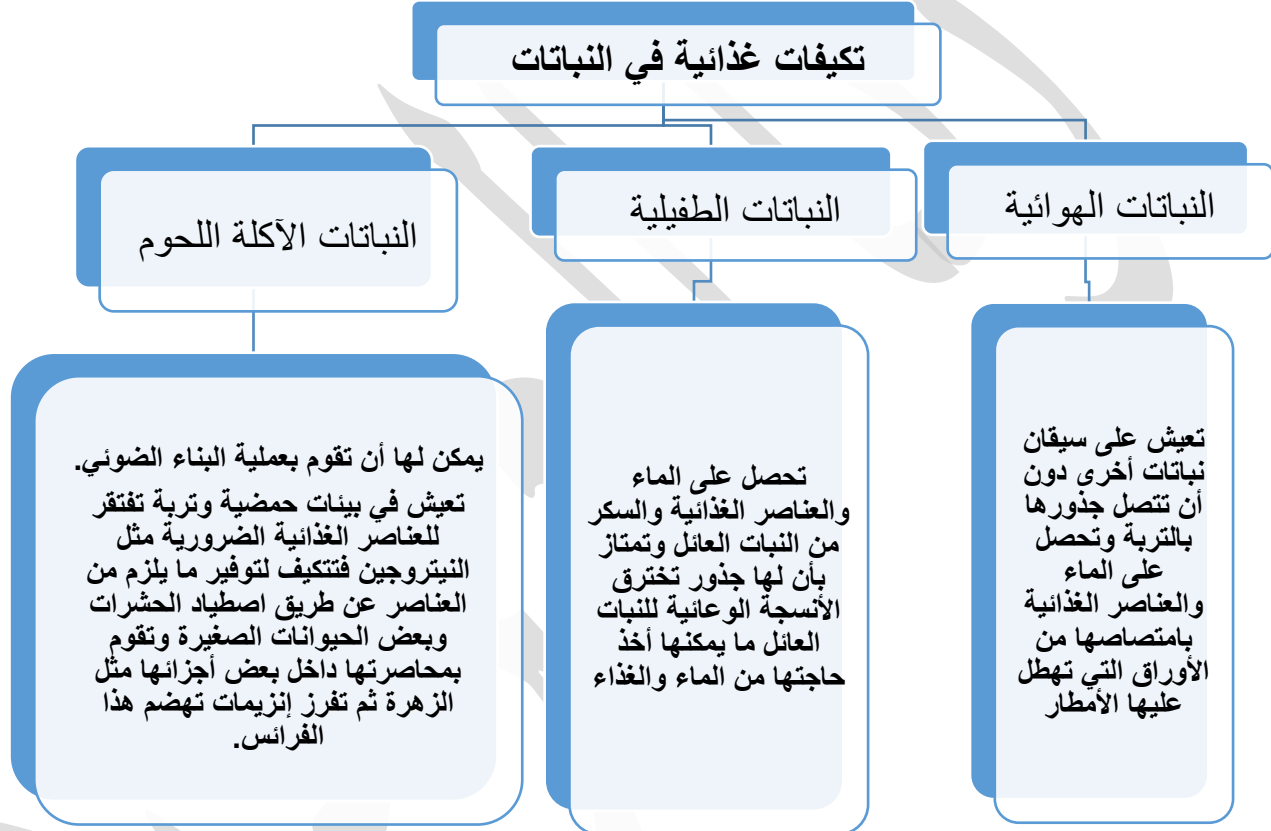
لنتعرف الآن دور السيتوكاينينات والأكسينات في الزراعة النسيجية:

السيتوكاينينات والأكسينات لها دور مهم في تحفيز انقسام الخلايا فعند إكثار نسيج من خلايا برنشيمية في أنبوب اختبار يحوي الأكسين تنمو هذه الخلايا حتى تصل حجم كبير من دون أن تنقسم، وعند إضافة السيتوكاينين والأكسين تبدأ هذه الخلايا بالانقسام علماً أن إضافة السيتوكاينين وحده لا تدخل الخلايا طور الانقسام وبالمثل نسبة السيتوكاينين إلى الأكسين تعد عامل مهم في تمايز الخلايا.



تكيفات غذائية في النباتات:

تحصل معظم النباتات على المواد الأولية التي تلزمها لصنع الغذاء من التربة عن طريق جذورها لكن بعضها تكيف للحصول على هذه المواد إضافة إلى توفير الغذاء بطرق مختلفة.



الشكل (39): نبات آكل للحوم. ▲



الشكل (38): نبات يتطفل على نبات آخر. ▲



الشكل (37): نبات ينمو على ساق نبات آخر. ▲