العلوم الحياتية

الصف الحادي عشر - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

11

فريـق التأليـف

موسى عطا الله الطراونـة (رئيسًا)

د. محمـــد حســـين بريـــك عطـــاف عايـــش الهباهبـــة

ختام خليل سالم

روناهي "محمد صالح" الكردي (منسقًا)

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسرُّ المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

06-5376262 / 237 06-5376266 P.O.Box: 2088 Amman 11941

@nccdjor feedback@nccd.gov.jo www.nccd.gov.jo

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هذا الكتـاب في مدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعلى للمركـز الوطنـي لتطويـر المناهج في جلسـته رقـم (2024/4)، تاريـخ 2024/6/6 م، وقـرار مجلس التربيـة والتعليم رقـم (2024/70)، تاريـخ 2024/6/26 م، بدءًا مـن العام الـدراسي 2024 / 2025 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2022.
- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN:

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2024/5/2919)

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:

عنوان الكتاب	العلوم الحياتية، كتاب الطالب: الصف الحادي عشر، الفصل الدراسي الأول
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج، 2024
رقم التصنيف	373,19
الواصفات	/ الأحياء/ / أساليب التدريس/ / المناهج/ / التعليم الثانوي/
الطبعـة	الطبعـة الأولى

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

المراجعة والتعديل

د. آيات محمد المغربي
ختام خليل سالم
أمجد أحمد الخرشة

التحكيم الأكاديمي

د. هناء داود العبوس

تصميم وإخراج

نايف محمد أمين مراشدة

التحرير اللغوي

د. خليل إبراهيم القعيسي

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, sorted in retrieval system, or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise , without the prior written permission of the publisher or a license permitting restricted copying in the United Kingdom issued by the Copyright Licensing Agency Ltd, Barnard's Inn, 86 Fetter Lane, London, EC4A 1EN.
British Library Cataloguing -in- Publication Data
A catalogue record for this publication is available from the Library.

الطبعة الأولى (التجريبية) 1445 هـ / 2024 م

قائمة المحتويات

المقدمة 5

الوحدة الأولى: عمليات حيوية في النبات 7

الدرس الأول: النقل في النبات 10

الدرس الثاني: الاستجابة في النبات 21

مراجعة الوحدة 33

الوحدة الثانية: النباتات البذرية وتكاثرها 35

الدرس الأول: النباتات البذرية 38

الدرس الثاني: التكاثر اللاجنسي في النباتات البذرية 47

مراجعة الوحدة 56

مسرد المصطلحات 59

قائمة المراجع 60

منهاجي
متعة التعليم الهادف

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

انطلاقًا من إيمان المملكة الأردنية الهاشمية الراسخ بأهمية تنمية قدرات الإنسان الأردني، وتسليحه بالعلم والمعرفة؛ سعى المركز الوطني لتطوير المناهج، بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم، إلى تحديث المناهج الدراسية وتطويرها؛ لتكون مُعينًا للطلبة على الارتقاء بالمستوى المعرفي، ومجاراة الأقران في الدول المتقدمة.

يُعَدُّ هذا الكتاب واحدًا من سلسلة كتب المباحث العلمية التي تُعْنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحَلِّ المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وفق أفضل الطرائق المُتَّبَعة عالميًّا؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها حاجات الطلبة والمعلِّمين والمعلمات.

جاء هذا الكتاب مُحقِّقًا مضامين الإطارين العام والخاص للعلوم، ومعاييرها، ومُؤشِّرات أدائها المُتمثِّلة في إعداد جيل محيط بمهارات القرن الحادي والعشرين، وقادر على مواجهة التحديات، ومُعتَزٍّ بانتمائه الوطني. ووفقًا لذلك، فقد اعتُمِدت دورة التعلُّم الخماسية المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتُوفِّر لهم فرصًا عديدةً للاستقصاء، وحَلِّ المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلًا عن اعتماد منحى STEAM في التعليم الذي يُستعمَل لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والعلوم الإنسانية والرياضيات في أنشطة الكتاب المتنوعة، وفي قضايا البحث.

يتألَّف الفصل الدراسي الأول من الكتاب من وحدتين، يَتَّسِمُ محتواهما بالتنوع في أساليب العرض، هما: عمليات حيوية في النبات، والنباتات البذرية وتكاثرها. يضم الكتاب أيضًا العديد من الرسوم، والصور، والأشكال التوضيحية، والأنشطة، والتجارب العملية التي تُنمّي مهارات العمل المخبري، وتساعد الطلبة على اكتساب مهارات العلم، مثل: الملاحظة العلمية، والاستقصاء، وصياغة الفرضيات، وتحليل البيانات، والاستنتاج القائم على التجربة العلمية المضبوطة، وصولًا إلى المعرفة التي تُعِين الطلبة على فهم ظواهر الحياة من حولنا.

روعي في تأليف الكتاب التركيز على مهارات التواصل مع الآخرين، ولا سيما احترام الرأي والرأي الآخر، وتحفيز الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المختلفة؛ فلغة الكتاب تُشجِّع الطلبة أن يتفاعلوا مع المادة العلمية، وتحثُّهم على بذل مزيد من البحث والاستقصاء. وقد تضمَّن الكتاب أسئلة متنوعة تراعي الفروق الفردية، وتُنمّي لدى الطلبة مهارات التفكير وحَلِّ المشكلات.

أُلحِقَ بالكتاب كتابٌ للأنشطة والتجارب العملية، يحتوي جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب، تيسِّر تنفيذها بسهولة، إضافةً إلى أنشطة إثرائية، وأسئلة مثيرة للتفكير.

ونحن إذ نُقدِّمُ هذه الطبعة من الكتاب، فإنّا نؤمّل أنْ يُسهِم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصية الطلبة، وتنمية اتجاهـات حُبِّ التعلُّم ومهارات التعلُّم المستمر، فضلًا عن تحسين الكتاب؛ بإضافة الجديد إلى المحتوى، وإثراء أنشطته المتنوعة، ومراعاة ملاحظات المعلِّمين والمعلمات.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

الوحدة 1

عمليات حيوية في النبات

Biological Processes in Plant

قال تعالى:

﴿ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦٓ أَزْوَٰجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّىٰ ﴿٥٣﴾﴾ (سورة طه، الآية 53).

أتأمَّل الصورة

يُعَدُّ التفاف محاليق نبات العنب حول أيِّ شيء تلمسه في أثناء نموها استجابةً لمثير، هو ملامستها هذا الشيء . وبالمثل، تستجيب النباتات للعديد من المثيرات الأُخرى. فما هذه المثيرات؟ وما تلك الاستجابات؟

الفكرة العامة:

تحدث في النبات عمليات حيوية عديدة تساعد على نموه وبقائه، وتُسهِم استجابة النبات للمثيرات في ذلك.

الدرس الأول: النقل في النبات

الفكرة الرئيسة: تنقل أنسجة مُتخصِّصة في النباتات الوعائية المواد المختلفة بطرائق مُتنوِّعة .

الدرس الثاني: الاستجابة في النبات

الفكرة الرئيسة: يستجيب النبات لعدد من المثيرات، وتؤدي الهرمونات النباتية دورًا في هذه الاستجابات.

دور هرمون الأكسين في نضج الثمار

المواد والأدوات: ثلاث حبّات كبيرة من الفراولة، ملقط فلزي، ثلاثة من أطباق بتري.

أصوغ فرضيتي: ما أثر إزالة البذور عن ثمار الفراولة في نموها ونضجها؟

أختبر فرضيتي:

1. أُرقِّم أطباق بتري من (1) إلى (3).
2. **أضبط المُتغيِّرات:** أضع على الطبق الأول إحدى حبّات الفراولة، وأستخدمها عيِّنةً ضابطةً.
3. **أُجرِّب:** أُزيل كل البذور التي على حبَّة أُخرى بالملقط، ثم أضع هذه الحبَّة في الطبق الثاني.
4. **أُجرِّب:** أُزيل البذور على هيئة حزام من منتصف الحبَّة الأخيرة، ثم أضع هذه الحبَّة في الطبق الثالث.
   بعد ذلك أضع الأطباق الثلاثة في الغرفة بعيدًا عن أشعة الشمس المباشرة.
5. **أُلاحِظ** التغيُّرات التي تطرأ على حبّات الفراولة مدَّة 3 أيام، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.
6. **أُقارِن** بين التغيُّرات التي طرأت على حبّات الفراولة في أثناء التجربة.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفسِّر** سبب التغيُّرات التي طرأت على حبّات الفراولة.
2. **أستنتج:** ما الجزء المسؤول عن تغيُّر شكل الحبَّة؟
3. **أتوقَّع:** ما علاقة عنوان التجربة بالنتائج التي توصَّلْتُ إليها؟
4. أوضح مدى التوافق بين فرضيتي ونتائجي.
5. **أتواصل:** أُناقِش زملائي/ زميلاتي في نتائج التجربة.

الدرس 1

النقل في النبات
Transport in Plant

الفكرة الرئيسة:

تنقل أنسجة مُتخصِّصة في النباتات الوعائية المواد المختلفة بطرائق مُتنوِّعة.

نتاجات التعلُّم:

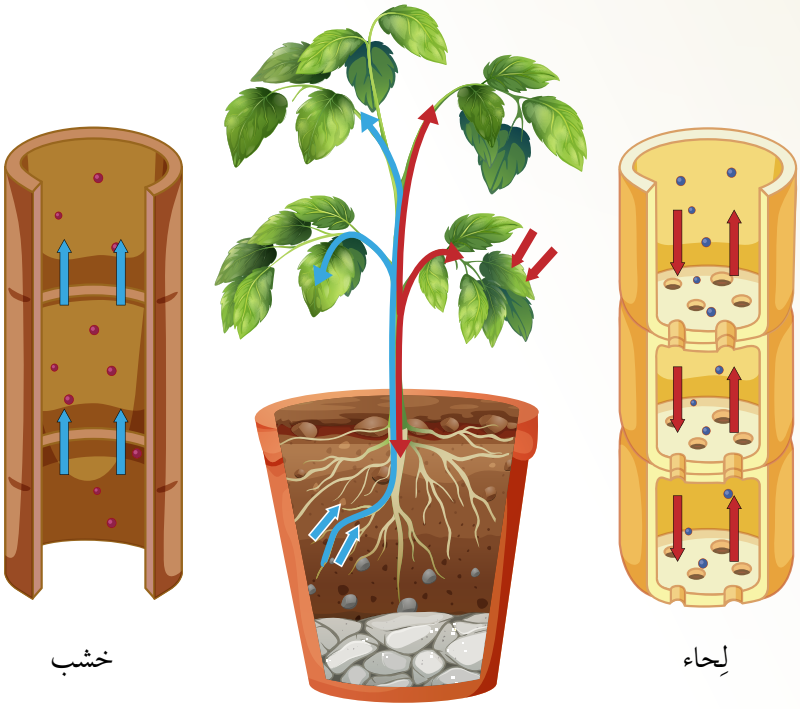
- أُقارِن تركيب الأنسجة الوعائية في النبات بعضها ببعض.
- أُوضِّح طرائق انتقال الماء في النبات.
- أستقصي آلية نقل الغذاء الجاهز في النبات.

المفاهيم والمصطلحات:

عُصارة اللِّحاء	Phloem Sap
الأسطوانة الوعائية	Vascular Cylinder
عُصارة الخشب	Xylem Sap
التماسك	Cohesion
التلاصق	Adhesion
جهد الماء	Water Potential

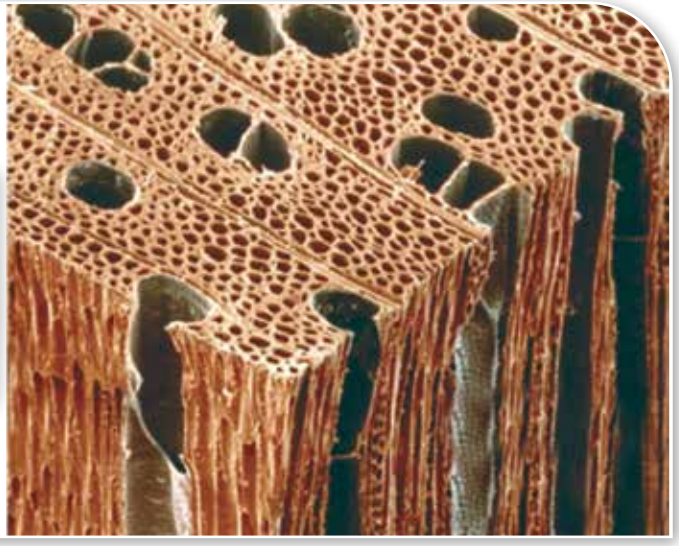
أنسجة النقل في النباتات الوعائية
Transport Tissues in Vascular Plants

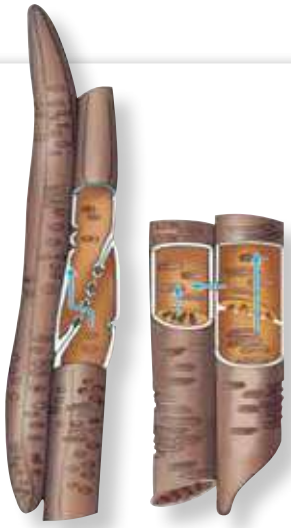
تنقل الأنسجة الوعائية Vascular Tissues الماء والمواد الذائبة فيه إلى جميع أجزاء النبات. وقد تعرَّفْتُ سابقًا وجود نوعين من الأنسجة الوعائية، هما: الخشب، واللِّحاء، أنظر إلى الشكل (1).



الشكل (1): أنسجة الخشب واللحاء في النبات.

✓ **أتحقَّق:** ما أنسجة النقل في النباتات الوعائية؟





الشكل (2): تركيب نسيج الخشب.

الخشب Xylem

يتكـون الخشـب مـن الجزأيـن الرئيسـين الآتييـن: القصيبـات Tracheids والأوعيـة Vessels وهـي خلايـا ميتـة. ينقـل الخشـب المـاء والأمـلاح المعدنيـة الذائبـة فيه إلـى أجـزاء النبـات المختلفة، أنظـر إلـى الشـكل (2).

وتمتـاز القصيبـات بأنَّها أنابيـب طويلة ومجوَّفـة وجدرانها رقيقة، أمـا الأوعيـة، فهـي أقصـر مـن القصيبـات وأوسـع، وجدرانهـا أقـلّ سُـمْكًا منها.

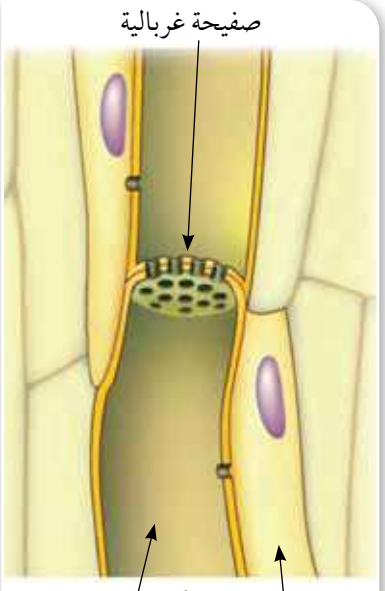
أتحقَّق: مِمَّ يتكوَّن الخشب؟ فيمَ يستفاد منه؟

اللحاء Phloem

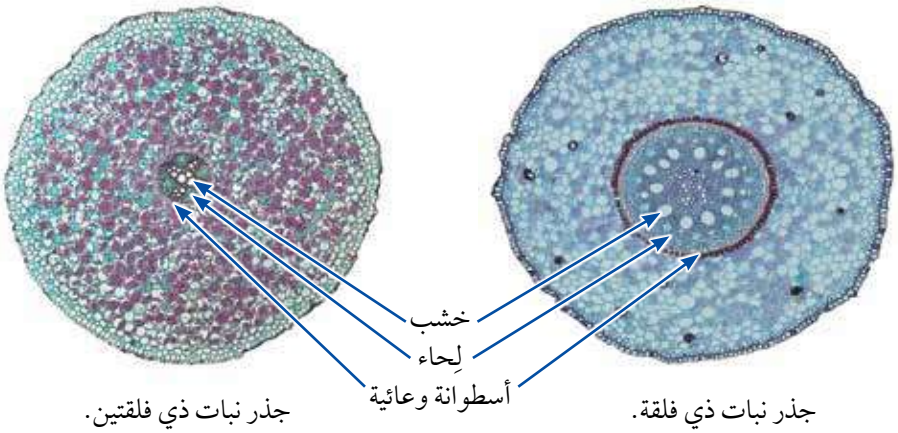
يتكـوَّن اللِّحـاء مـن الأجـزاء الرئيسـة الآتيـة: الأنابيـب الغربالية Sieve Tubes، والصفائـح الغربالية Sieve Plates التي تنتهـي بها تلك الأنابيـب، والخلايـا المرافقـة Companion Cells أنظـر إلى الشـكل (3).

أتحقَّـق: مـا أوجـه الاختـلاف بيـن أوعيـة الخشـب والأنابيـب الغربالية؟

أبحـث في مصـادر المعرفـة المناسـبة عـن دور الكامبيـوم في ظهـور الخشـب واللِّحـاء، ثـم أُعِـدُّ عرضًـا تقديميًّـا عـن ذلك باسـتخدام برنـامج power point، ثـم أعرضـه عـلى زملائي/ زميـلاتي في الصـف.



الشكل (3): تركيب نسيج اللِّحاء.



الشكل (4): مواقع أنسجة النقل في الجذر.

الأنابيب الغربالية خلايا حية ينقصها العديد من مُكوِّنات الخلايا الحية، مثل: الأنوية، والرايبوسومات، ما يسمح **لعُصارة اللِّحاء Phloem Sap** أنْ تمرَّ بهذه الخلايا بسهولة.

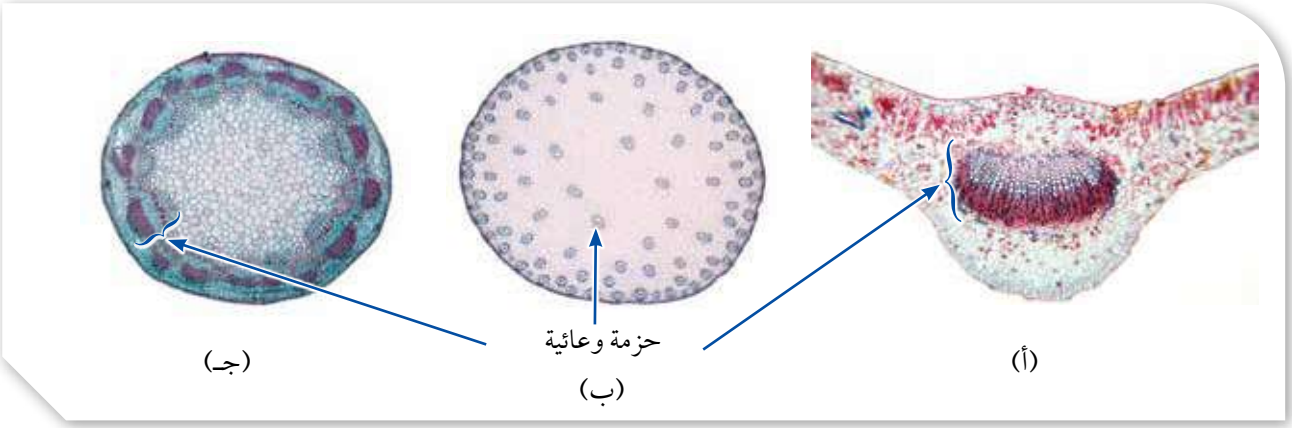
تتصل هذه الأنابيب بعضها ببعض في نسيج اللِّحاء ضمن مناطق، تُسمّى كلٌّ منها الصفيحة الغربالية Sieve Plate مُشكِّلةً أنابيب طويلة تمتد على طول النبات.

تُنقَل عُصارة اللِّحاء التي تحوي السُّكَّر (السُّكَّروز عادة)، والحموض الأمينية، والهرمونات من أماكن تصنيعها أو وجودها إلى جميع أجزاء النبات عن طريق الأنابيب الغربالية؛ لاستخدامها في العمليات الحيوية، أو لتخزينها.

توجد أنسجة النقل في الجذور على شكل **أسطوانة وعائية Vascular Cylinder** أنظر إلى الشكل (4)، وتوجد في الساق والأوراق على هيئة حزم وعائية، أنظر إلى الشكل (5).

✓ **أتحقَّق:** كيف تتوزَّع الأنسجة الوعائية في كلٍّ من: الجذر، والساق، والأوراق؟

الشكل (5): أنسجة النقل في مقاطع عرضية في:
أ - ورقة.
ب- ساق ذات فلقة.
جـ- ساق ذات فلقتين.



امتصاص الماء من التربة

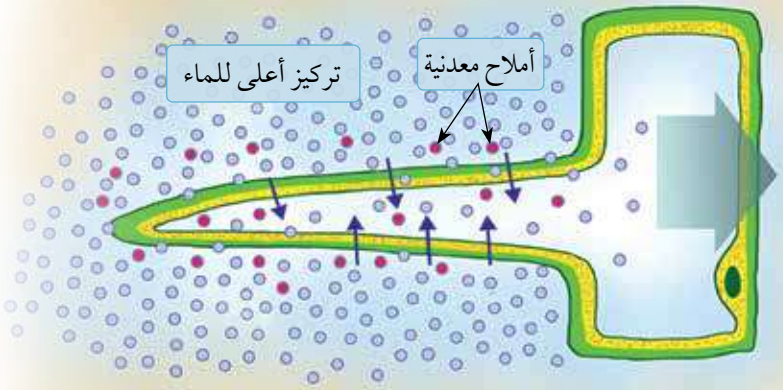
Absorption of Water from the Soil

تعرَّفْتُ سابقًا أنَّ الجذر هو العضو المسؤول عن امتصاص الماء والأملاح المعدنية الذائبة فيه من التربة، وأنَّ الشُّعَيْرات الجذرية هي امتدادات لخلايا البشرة الخارجية في الجذر تزيد مساحة السطح المُعرَّض لامتصاص الماء، والأملاح المعدنية، أنظر إلى الشكل (6).

الشكل (6): شُعَيْرات جذرية لبذرة نامية.

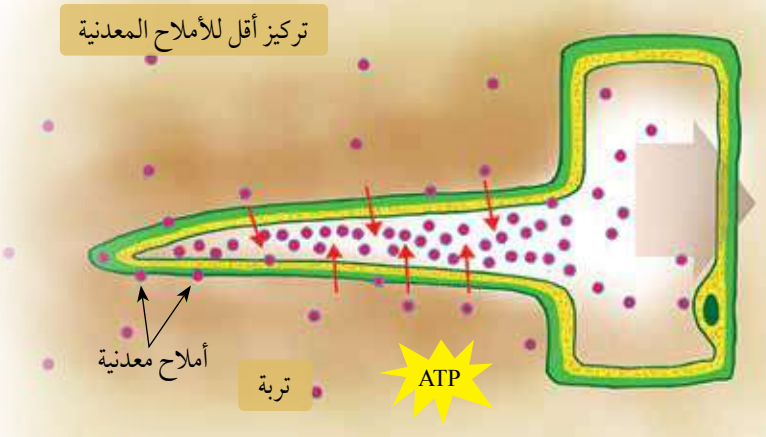
ينتقل الماء من التربة إلى خلايا الجذر عن طريق الخاصية الأسموزية؛ لأنَّ تركيز الأملاح الذائبة فيه يكون في التربة أقل من تركيزها في خلايا الجذر، أنظر إلى الشكل (7).

تنتقل الأملاح المعدنية من التربة إلى خلايا الجذر بالانتشار، أو النقل النشط، أنظر إلى الشكل (8).



الشكل (7): دخول الماء من التربة إلى النبات عن طريق الشُّعَيْرات الجذرية.

كيف ينتقل الماء من التربة إلى الشُّعَيْرات الجذرية بالخاصية الأسموزية؟

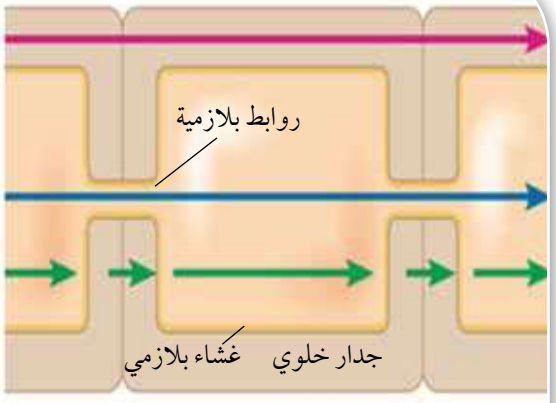


الشكل (8): دخول الأملاح المعدنية بالنقل النشط عن طريق الشُّعَيْرات الجذرية.

المسار اللاخلوي: يمرُّ الماء بهذا المسار عن طريق الجُدُر الخلوية حتى يصل إلى طبقة البشرة الداخلية.

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

مسار الجُدُر الخلوية والأغشية البلازمية: يمرُّ الماء بهذا المسار عن طريق الجُدُر الخلوية والأغشية البلازمية للخلايا المتجاورة.



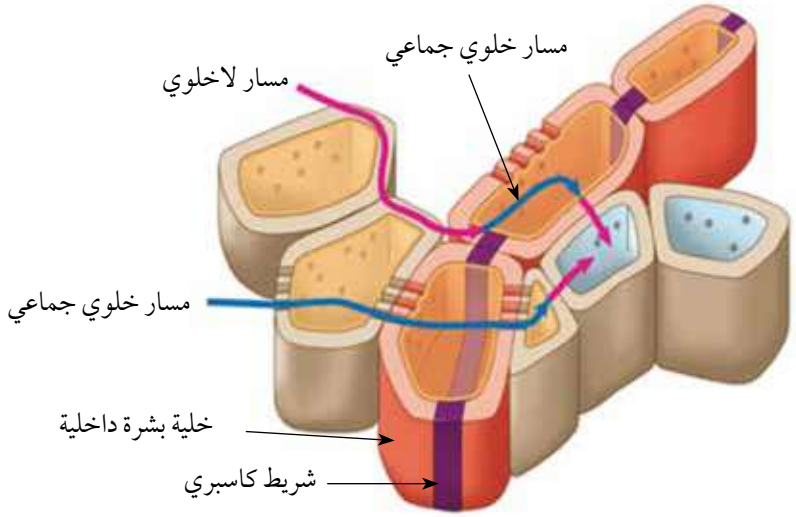
الشكل (9): مسارات انتقال الماء من التربة إلى نسيج الخشب في الجذر.

بعد دخول الماء في الجذر عن طريق خلايا البشرة، فإنَّه يمرُّ بخلايا القشرة ضمن ثلاثة مسارات، هي: المسار اللاخلوي Apoplast Route، والمسار الخلوي الجماعي Symplast Route ومسار الجُدُر الخلوية والأغشية البلازمية Transmembrane Route أنظر إلى الشكل (9).

توجد طبقة شمعية تُسمّى شريط كاسبري في الجُدُر الخلوية لخلايا البشرة الداخلية، أنظر إلى الشكل (10). يمنع شريط كاسبري الماء والأملاح الذائبة فيه من دخول الأسطوانة الوعائية خلال المسار اللاخلوي، وكذلك يَحول دون 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.

أُفكّر: أُقارِن بين شريط كاسبري وصِمامات القلب من حيث مبدأ العمل.

أتحقَّق: ما المسارات التي يسلكها الماء عبر خلايا القشرة؟



الشكل (10): شريط كاسبري ودخول الماء عبر البشرة الداخلية.

نقل الماء من الجذور إلى أجزاء النبات الأُخرى

Transport of Water from Roots to Other Plant Parts

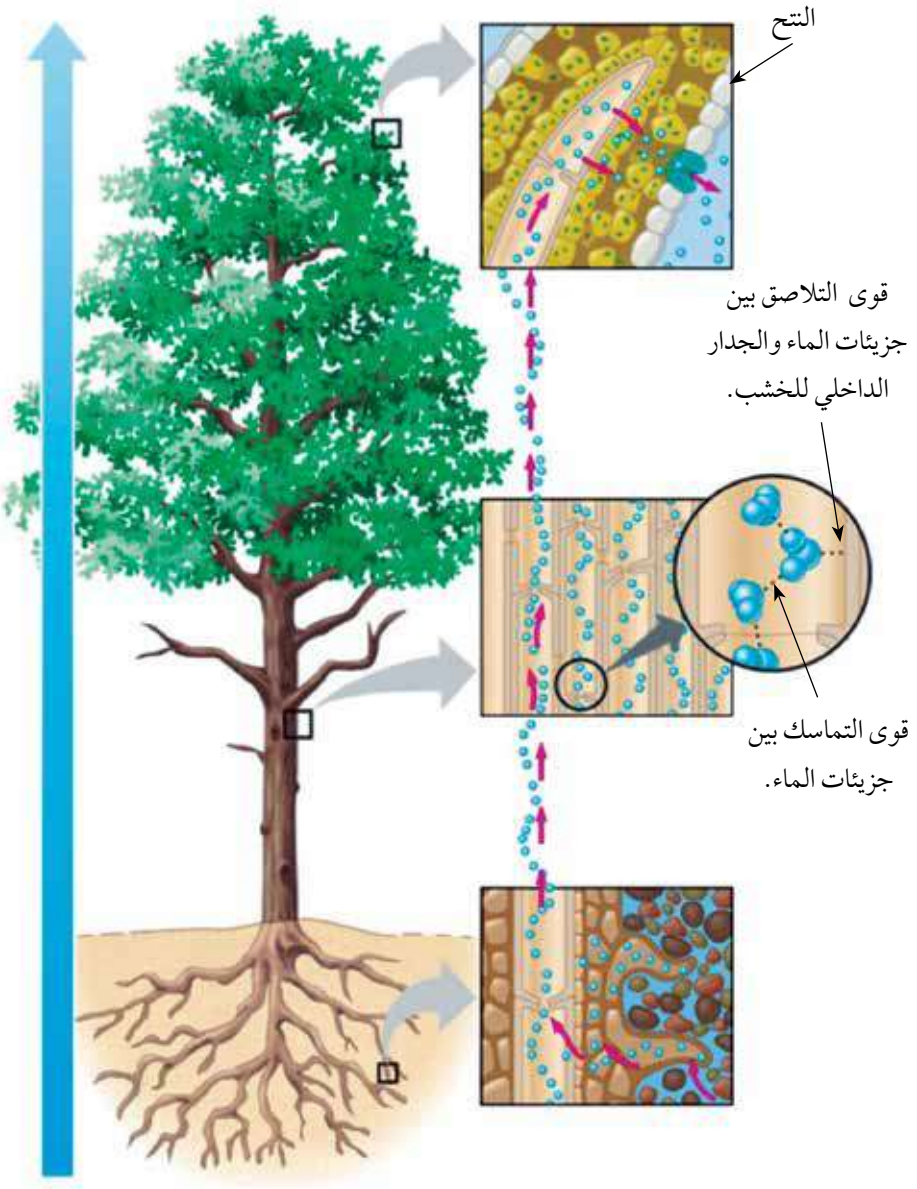
تنتقل **عُصارة الخشب** **Xylem Sap** التي تتكوَّن من الماء والأملاح المعدنية الذائبة فيه من الجذر إلى أعلى النبات؛ نتيجة عملية النتح Transpiration وهي فقدان النبات الماء على هيئة بخار ماء في الثغور، وبفعل قُوى **التماسك** **Cohesion** الناتجة من تكوُّن روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء، وقُوى **التلاصق** **Adhesion** الناتجة من تكوُّن روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء والمواد المُكوِّنة للجُدُر الداخلية لخلايا الخشب، أنظر إلى الشكل (11).

✓ **أتحقَّق:** ما القوى التي تنقل عُصارة الخشب إلى الأوراق؟

أُفكِّر: يفقد نبات الذُّرَة نحو 2 L من الماء يوميًّا بعملية النتح. ما كمية الماء (بالمتر المكعب m^3) التي تُفقَد بعملية النتح في يوم من حقل ذُرَة يحوي 3276 نباتًا؟

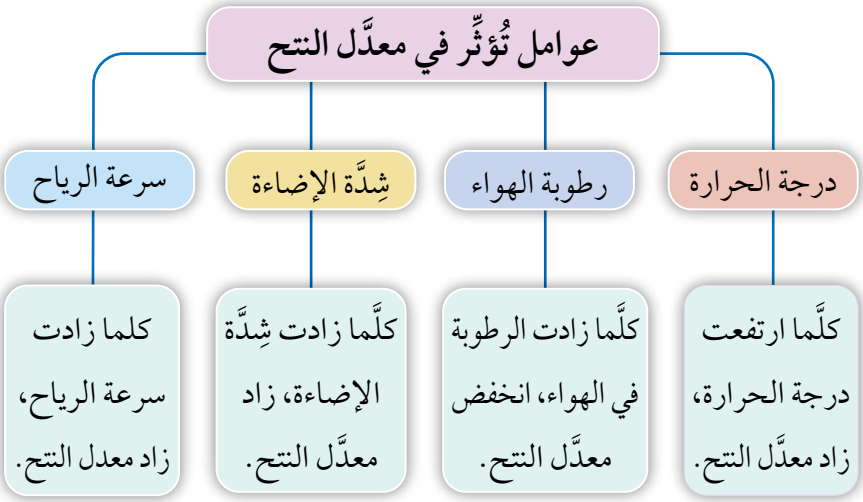
الشكل (11): نقل عُصارة الخشب إلى الأوراق.

أُبيِّن العوامل التي تُسهِم في انتقال عُصارة الخشب إلى الأوراق.



جهد الماء **Water Potential**: خصيصة فيزيائية تقاس بـ MPa، ونُحدِّد الاتجاه الذي سيتدفَّق فيه الماء، تبعًا لتركيز المواد الذائبة فيه؛ فكلما زاد تركيز المواد الذائبة، انخفضت قيمة جهد الماء.

يتأثَّر معدَّل النتح بعوامل عِدَّة يُبيِّن الشكل (12) بعضها.



الشكل (12): عوامل تُؤثِّر في معدَّل النتح.

أبحث:

يفقد النبات الماء من حافات أوراقه على هيئة قطرات في ساعات الصباح الباكر، في ما يُعرَف بظاهرة الإدماع. أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن هذه الظاهرة، ثم أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عنها باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

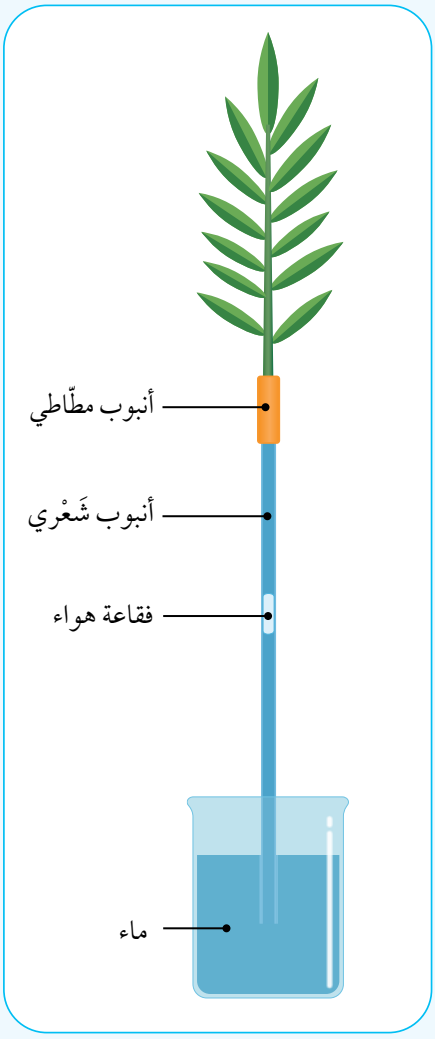
نشاط

أثر الضوء في عملية النتح

المواد والأدوات: أنبوب شَعْري، ساق نبات بأوراقها، دورق زجاجي متوسط الحجم، ماء، أنبوب مطّاطي، مصدر ضوء، غليسرول، رقائق من الألمنيوم، مسطرة، قلم تخطيط.

خطوات العمل:

1 **أُصمِّم نموذجًا:** أستعين بالشكل المجاور على صنع النموذج الآتي:



- أضع كمية مناسبة من الماء في الدورق الزجاجي، ثم أُغلِقه برقائق الألمنيوم.
- أقصُّ جزءًا صغيرًا من الأنبوب المطّاطي، ثم أُدخِل طرفه في أحد طرفي الأنبوب الشَّعْري، ثم أُدخِل ساق النبات في طرفه الآخر.
- أضع كمية من الغليسرول حول ساق النبات عند منطقة دخوله في الأنبوب المطّاطي.
- أملأ الأنبوب الشعري بالماء، على أنْ تتكوَّن فقاعة هواء في منتصفه، ثم أضع علامة عند مكان وجودها في الأنبوب بقلم التخطيط.
- أُدخِل الأنبوب في الدورق، ثم أضع النموذج في مكان بعيد عن الضوء.

ملحوظة: أُعدِّل النموذج في حال لم تظهر فقاعة الهواء.

2 **أقيس** المسافة التي تحرَّكتها فقاعة الهواء في الأنبوب الشَّعْري بعد 10 min ثم أُدوِّن النتائج.

3 أُكرِّر الخطوة رقم (1)، ثم أُعرِّض النموذج لمصدر ضوء.

4 **أقيس** المسافة التي تحرَّكتها فقاعة الهواء في الأنبوب الشَّعْري بعد 10 min ثم أُدوِّن النتائج.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفسِّر** سبب حركة فقاعة الهواء في الأنبوب في كلتا الحالتين.
2. **أستنتج** سبب استخدام الغليسرول.
3. **أُقارِن** بين كمية الماء المفقودة في الحالة الأولى وتلك المفقودة في الحالة الثانية.

نقل عُصارة اللحاء في النبات

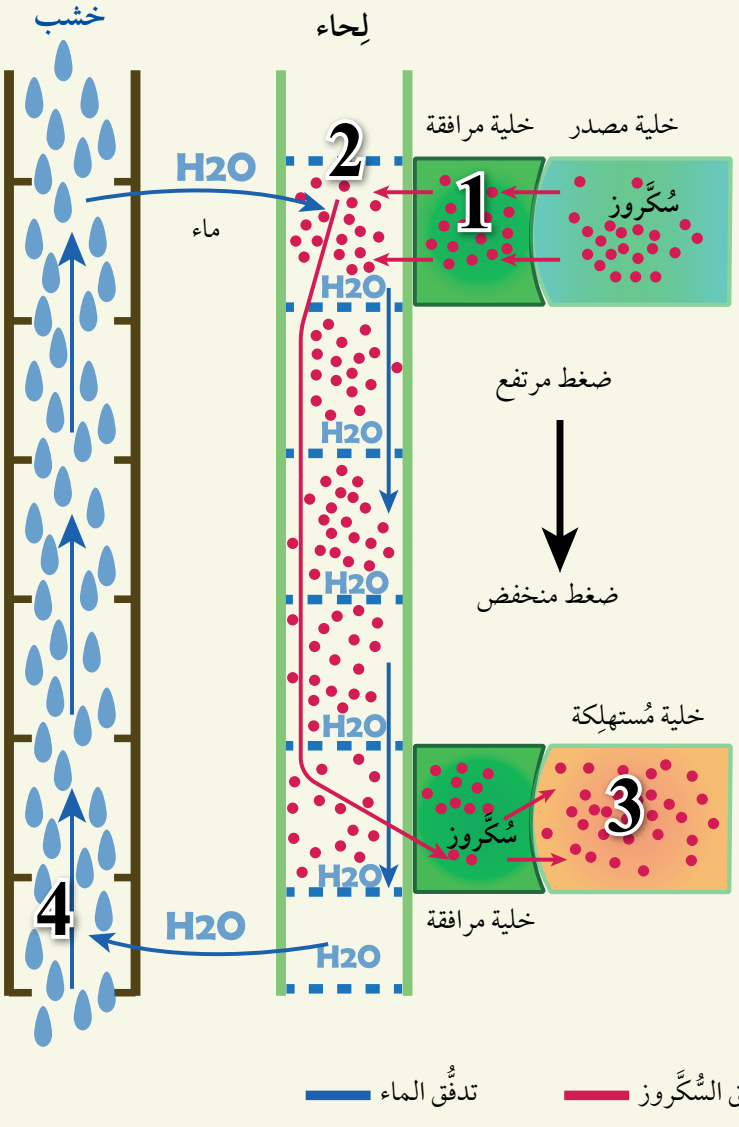
Transport of Phloem Sap in Plant

تَصنع أوراق النبات وأجزاؤه الخضراء الأُخرى الغذاء عن طريق عملية البناء الضوئي، ثم تُنقَل عُصارة اللحاء إلى جميع أجزاء النبات، بما في ذلك الجذور، والثمار. ونظرًا إلى انخفاض معدَّل البناء الضوئي في فصل الشتاء، فإنَّ الأجزاء التي تُخزِّن الغذاء تصبح مصدر غذاء النبات، وقد تعرَّفْتُ سابقًا أنَّ السُّكَّروز هو المُكوِّن الرئيس لعُصارة اللِّحاء، أمّا عملية نقله، فتمرُّ بخطوات عِدَّة وَفْقًا لفرضية التدفُّق الضاغط، أنظر إلى الشكل (13).

أتحقَّق: ما الفرق بين عمليتَي تحميل السُّكَّروز وتفريغه؟

أفكِّر: أُحدِّد الأجزاء التي تُعَدُّ مصادر غذاء في النبات تبعًا لفصول السنة، ثم أُدعِّم إجابتي بأمثلة.

الشكل (13): نقل السُّكَّروز من أماكن تصنيعه (المصدر) إلى أماكن استهلاكه أو تخزينه وَفْقًا لفرضية التدفُّق الضاغط.



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

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

3. تفريغ السُّكَّروز في مكان الاستهلاك أو التخزين بالنقل النشط.

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

الربط بالبيئة

تُعرَّف المعالجة النباتية للمُلوِّثات Phytoremediation بأنَّها استخدام النباتات في تقليل تركيز المواد السّامّة المُلوِّثة للبيئة. وقد استعمل الباحثون اليابانيون نبات دوّار الشمس لامتصاص المواد المُشِعَّة من المناطق المحيطة بمنطقة مفاعل فوكيشيما بعد انفجاره عام 2011م؛ إذ تمتص جذور نبات دوّار الشمس هذه المواد من التربة عن طريق الجذور، ثم تُخزِّنها في أجزائه المختلفة. وعند جمع هذه النباتات، فإنَّه يُتخلَّص منها بطريقة مناسبة.

الربط بالطب **النباتات مصانع كيميائية.**

يُستخلَص التاكسول (Taxol) من لِحاء نبات صنوبري يُسمّى Pacific Yew (***Taxus brevifolia***)، وقد اكتشف العلماء فوائده في علاج السرطان أول مرَّة عام 1960م، ثم اعتمدته المؤسسة العامة للغذاء والدواء Food and Drug Administration (FDA) في الولايات المتحدة الأمريكية لعلاج أنواع مختلفة من أورام السرطان عام 1994م، لا سيَّما سرطان المبيض، وسرطان الثدي. يُؤثِّر التاكسول في الأنيبيبات الدقيقة للهيكل الخلوي، ويمنع الخلايا السرطانية من إكمال دورة حياتها. غير أنَّ نبات Pacific Yew موجود فقط في أماكن محدودة؛ لذا بحث العلماء عن التاكسول في نباتات أُخرى، وحاولوا تصنيعه في المختبر، وقد أظهرت المُركَّبات المُصنَّعة نتائج مُشجِّعة ومُبشِّرة.

أبحث: تَنتج فضلات مختلفة من عمليات الأيض في النبات، مثل المطّاط. أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن الأهمية الاقتصادية لبعض هذه الفضلات، ثم أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

مراجعة الدرس

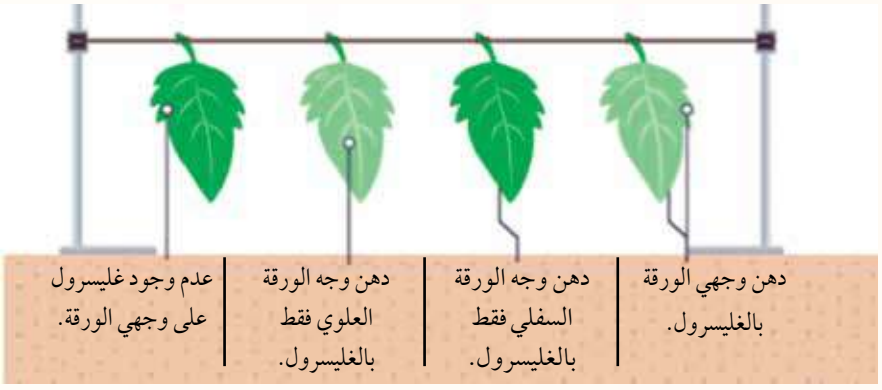
1. **الفكرة الرئيسة:** أُوضِّح آلية نقل السُّكَّروز من خلية ورقة إلى خلية جذر وَفْقًا لفرضية التدفُّق الضاغط.

2. **أُقارِن** بين نسيج الخشب ونسيج اللِّحاء من حيث: المُكوِّنات، والوظيفة.

3. أَصِف توزيع نسيج الخشب واللِّحاء في كلٍّ من: الجذر، والساق، والأوراق.

4. نظرًا إلى صعوبة قياس معدَّل النتح مباشرة؛ فإنَّه يقاس بطرائق غير مباشرة، مثل: قياس مقدار النقص في كتلة النبات الحيوية، وقياس كمية الماء التي امتصَّها النبات.

يُبيِّن الشكل الآتي أربع أوراق من نبات لها الحجم نفسه تقريبًا، وقد ثُبِّتت على حامل، ودُهِن بعض أوجهها بالغليسرول:



إذا كان مقدار النقص في الكتلة الحيوية لهذه الأوراق بعد 24 h كما في الجدول الآتي، فأُجيب عمّا يليه:

	رقم الورقة			
	1	2	3	4
وجه الورقة المدهون بالغليسرول	الوجهان العلوي، والسفلي.	الوجه السفلي.	الوجه العلوي.	عدم دهن الوجهين العلوي، والسفلي.
نسبة النقص في الكتلة الحيوية للورقة	2%	4%	36%	40%

أ . **أُمثِّل بيانيًّا** العلاقة بين دهن أوجه أوراق النبات بالغليسرول ومقدار النقص في الكتلة الحيوية لكلٍّ منها.

ب. **أستنتج:** ما الذي يُمكِن استخلاصه من تلك النتائج؟ أذكر دليلين لدعم استنتاجي.

الاستجابة في النبات
Response in Plant

الدرس 2

الفكرة الرئيسة:

يستجيب النبات لعدد من المثيرات، وتؤدي الهرمونات النباتية دورًا في هذه الاستجابات.

نتاجات التعلُّم:

- أتعرَّف أنواع الهُرمونات النباتية المختلفة.
- أُوضِّح آلية عمل الهُرمونات النباتية في استجابات النبات المختلفة.
- أُفسِّر أنماط الحركة في النبات، مع بيان دور المثيرات الخارجية فيها.

المفاهيم والمصطلحات:

الانتحاء الضوئي	Phototropism
الانتحاء الأرضي	Gravitropism
الانتحاء اللمسي	Thigmotropism
ضغط الامتلاء	Turgor Pressure

الهُرمونات النباتية Plant Hormones

يتأثَّر النبات بالعديد من المثيرات في أثناء مراحل الحياة التي يمرُّ بها، مثل: الجفاف، وطول الليل، وانخفاض درجات الحرارة، ويستجيب لهذه المثيرات بطرائق عِدَّة، منها إنتاجه هُرمونات نباتية تُسهِم في الحفاظ على بقائه، وهي موادّ تنقل رسائل كيميائية في النبات الذي يحتاج إليها بتراكيز منخفضة.

تُنتَج الهُرمونات في أجزاء مُعيَّنة من النبات، وتؤدي عملها في أجزاء أُخرى منه. وتُعَدُّ الأكسينات Auxins والسيتوكاينينات Cytokinins والجبرلينات Gibberellins والإثيلين Ethylene وحمض الأبسيسيك Abscisic Acid هُرمونات نباتية رئيسة، وقد اكتُشِفت حديثًا هُرمونات نباتية أُخرى.

✓ **أتحقَّق:** ما الهُرمونات النباتية الرئيسة؟

أتأمّل البطاقات الآتية التي كُتِب عليها الهُرمونات النباتية الرئيسة، وأماكن تصنيعها، وأهم وظائفها:

الأكسينات

مكان التصنيع الرئيس: القمَّة النامية للساق.

الوظائف الرئيسة:

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

تحفيز سيادة القمَّة النامية.

السيتوكاينينات

مكان التصنيع الرئيس: الجذور.

الوظائف الرئيسة:

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

تأخير شيخوخة الأوراق.

الجبرلينات

مكان التصنيع الرئيس: الخلايا المرستيمية في البراعم والجذور والأوراق حديثة النموّ.

الوظائف الرئيسة:

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

استطالة الساق.

حمض الأبسيسيك

مكان التصنيع الرئيس: معظم أجزاء النبات.

الوظائف الرئيسة:

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

إنبات بذور لنبات لا يُنتِج حمض الأبسيسيك.

الإثيلين

مكان التصنيع الرئيس: معظم أجزاء النبات.

الوظائف الرئيسة:

- تحفيز نَضْج الثمار، وتساقط الأوراق.
- زيادة معدَّل الشيخوخة.
- تحفيز تكوُّن الجذور والشُّعَيْرات الجذرية.

نَضْج الثمار.

استجابة النبات للمثيرات Plant Response to Stimuli

تستجيب النباتات للمثيرات في بيئاتها، شأنها في ذلك شأن الكائنات الحية الأُخرى، وقد تكون هذه المثيرات يومية، أو فصلية، أو مُسبِّبات أمراض.

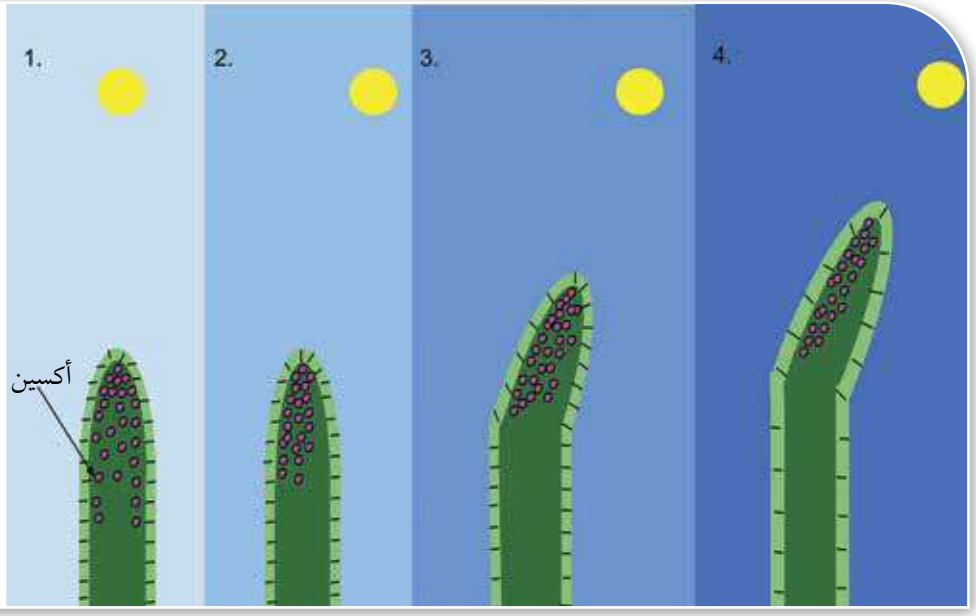
الانتحاء الضوئي Phototropism

قد يُحفِّز الضوءُ النباتَ إلى النمو في اتجاهه، في ما يُعرَف بعملية **الانتحاء الضوئي Phototropism** ويلجأ النبات إلى هذه العملية للحصول على ما يَلزمه من إضاءة.

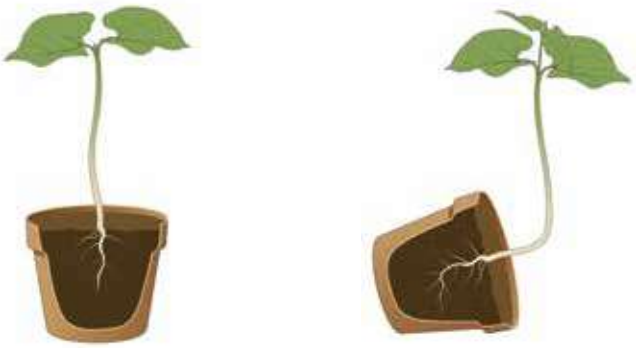
للأكسين دور مهم في عملية الانتحاء الضوئي في النبات، وهو يُصنَّع في أجزاء مختلفة من النبات، أهمها القمَّة النامية للساق.

يعمل الأكسين على استطالة خلايا أسفل القمَّة النامية للساق في الجهة البعيدة عن الضوء، مُحدِثًا انتحاءً في اتجاه الضوء، أنظر إلى الشكل (14).

أفكِّر: أصمم تجربة أُحدِّد فيها لون الضوء المرئي الذي يُسبِّب أكبر انتحاء ضوئي للنبات.



الشكل (14): انتحاء البادرة في اتجاه الضوء.

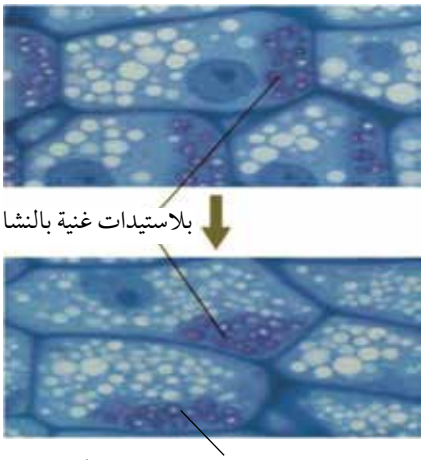


الشكل (15): نموّ الجذر في اتجاه الجاذبية الأرضية.

الانتحاء الأرضي Gravitropism

يستجيب النبات للجاذبية الأرضية عندما تبدأ البذرة بالإنبات؛ إذ ينمو الجذر في اتجاه الجاذبية ، في ما يُعرَف **بالانتحاء الأرضي Gravitropism** وتنمو الساق في اتجاه ضوء الشمس دائمًا، بصرف النظر عن وضعية البذرة لحظة زراعتها، أنظر إلى الشكل (15).

تحتوي النباتات الوعائية بلاستيدات غنية بحبيبات النشا، وتوجد هذه البلاستيدات في خلايا قريبة من قمَّة الجذر النامية، ونظرًا إلى ثقل وزن هذه البلاستيدات؛ فإنَّها تتجمَّع في الجزء السفلي من هذه الخلايا، ويُعتقَد أنَّ تجمُّعها يُحفِّز زيادة تركيز الأكسين فيها، ما يُثبِّط استطالة خلايا الجزء السفلي، ويسمح لخلايا الجزء العلوي أنْ تستطيل على نحوٍ أسرع، فينمو الجذر نحو الأسفل، أنظر إلى الشكل (16).



الشكل (16): خلايا نباتية للقمَّة النامية للجذر تُبيِّن مواقع البلاستيدات الغنية بالنشا.

نشاط

الانتحاء الأرضي

المواد والأدوات: ثلاث من بذور الحمص، طبق بتري، أوراق ترشيح، ماء.

خطوات العمل:

1. أُنبِت البذور حتى يتكوَّن لها جذور مستقيمة، يتراوح طولها بين (3 cm) و (4 cm).
2. أضع عددًا من أوراق الترشيح داخل طبق بتري، ثم أُبلِّلها بقليل من الماء.
3. **أضبط المُتغيِّرات:** أضع بذور الحمص على أوراق الترشيح كما في الشكل المجاور.
4. أُغلِق طبق بتري، وأضغط غطاء الطبق البذور لتثبيتها.
5. أضع طبق بتري في مكان مُظلِم بصورة عمودية مدَّة 3 أيام.
6. **أُلاحِظ** اتجاه نمو الجذور بعد 3 أيام، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفسِّر** النتائج التي توصَّلْتُ إليها.
2. **أتوقَّع:** ماذا سيحدث إذا قلبتُ الطبق حتى زاوية 180°؟

الشكل (17): أوراق نباتات تلتف بدرجات مُتعدِّدة استجابةً لدرجات جفاف مختلفة.

تحمُّل الجفاف Drought Tolerance

يؤدي تعرُّض النبات للجفاف مُدَدًا طويلةً إلى موته، غير أنَّ للنبات أنظمة تحكُّم تُمكِّنه من التكيُّف مع نقص الماء؛ إذ يلجأ النبات إلى التقليل من معدَّل النتح بصورة كبيرة للحدِّ من فقده الماء، وذلك بإغلاق الثغور، وزيادة إفراز حمض الأبسيسيك الذي يساعد على إبقاء الثغور مُغلَقة.

من أنماط استجابة النبات للجفاف: التفاف الأوراق على شكل يُشبِه الأنبوب، وهو نمط استجابة في النباتات العشبية، أنظر إلى الشكل (17)، وتخلُّص النبات من أوراقه بصورة كلية، أنظر إلى الشكل (18).

أتحقَّق: أُوضِّح أنماط استجابة النبات للجفاف.

أُفكِّر: لماذا تلتف أوراق النباتات على هيئة أنبوب عند تعرُّضها للجفاف؟

الشكل (18): نبات صحراوي يستغني عن أوراقه معظم أيام السنة للتقليل من فقدانه الماء.

نضج الثمار Fruits Ripening

تجذب الثمار الناضجة الحيوانات، ما يُسهِم في انتشار البذور، واستمرار دورة حياة النبات.

تحدث سلسلة من التفاعلات في أثناء نضج الثمار؛ إذ يُحفِّز الإثيلين الثمار إلى النَّضْج، ثم يُحفِّز النَّضْج النبات إلى إنتاج مزيد منه، وكذلك ينتشر الإثيلين من ثمرة إلى أُخرى بسبب حالته الغازية، وهو يُستخدَم تجاريًّا بإضافته إلى الثمار غير الناضجة المحفوظة في مخازن حتى تنضج، وفي حال الرغبة في إبطاء عملية النَّضْج، فإنَّ الثمار توضع في صناديق، ثم تُعرَّض لغاز ثاني

أُفكِّر: كيف يُمكِن استثمار هُرمون الإثيلين اقتصاديًّا في مجال الإنتاج النباتي؟

أكسيد الكربون، ويراعى في هذه العملية استمرار تجدُّد الهواء، ما يمنع تراكم الإثيلين، علمًا أنّ ثاني أكسيد الكربون يُثبِّط إنتاج الإثيلين.

أبحث: تتعرَّض النباتات للفيضانات في عدد من المناطق حول العالَم، لا سيَّما في تغيُّر المناخ. أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن آلية استجابة النباتات للفيضانات، ثم أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

تساقط الأوراق Leaves Abscission

يحمي تساقط أوراق النباتات في فصل الخريف النباتات من الجفاف. وتنقل النباتات بعض الموادّ الضرورية الموجودة في الأوراق قبل تساقطها، وتخزّنها في الخلايا البرنشيمية للساق والجذر.

تنفصل الورقة عن الساق قرب عُنُق الورقة التي تضعف نتيجة تحلُّل السُّكَّريات في الجُدُر الخلوية للخلايا بفعل عدد من الأنزيمات، التي يُسهِم الإثيلين إسهامًا فاعلًا في تحفيزها، وكذلك يُسهِم كلٌّ من الرياح ووزن الورقة في انفصال الورقة عن النبات وسقوطها.

سكون البذور Seeds Dormancy

في مرحلة نَضْج البذور يرتفع تركيز حمض الأبسيسيك، ما يؤدي إلى تثبيط عملية الإنبات، وتحفيز إنتاج بروتينات تساعد البذور على مقاومة عوامل الجفاف التي تمرُّ بها عملية نَضْجها، وما إنْ تتوافر لهذه البذور الظروف المناسبة (مثل الهطْل) حتى ينخفض تركيز حمض الأبسيسيك فيها، ما يجعلها تنهي طور السكون وتنبت، أنظر إلى الشكل (19).

الشكل (19): بذور نبات المانغروف التي تنبت وهي ما تزال متصلة به.

إنبات البذور Seeds Germination

تُعَدُّ أَجِنَّة البذور مصدرًا غنيًّا بالجبرلينات، فبعد امتصاص البذور الماء، يُطلَق الجبرلين من الجنين، في إشارة إلى أنَّ البذرة قد أنهت طور السكون، وأخذت تنبت، علمًا أنّ بعض البذور التي تحتاج إلى عوامل بيئية مُعيَّنة لتنبت (مثل التعرُّض للضوء) تنهي طور السكون، وتنبت إذا عولِجت بالجبرلين من دون حاجة إلى التعرُّض لهذه العوامل.

الإزهار Flowering

تتشكَّل الأزهار من برعم قمي، أو برعم إبطي، وتعمل الأوراق التي تستشعر التغيرات في مدة الضوء على إنتاج موادّ خاصة تُحفِّز البراعم إلى التحوُّل إلى أزهار.

وفي ما يخصُّ نباتات النهار القصير ونباتات النهار الطويل، فإنَّ تعرُّض ورقة واحدة منها فقط لكمية الضوء الضرورية كافٍ ليحدث الإزهار. كشفت العديد من التجارب العلمية أنَّ المادة المُحفِّزة إلى تشكُّل الأزهار قد تنتقل من نبات تتوافر فيه شروط الإزهار إلى نبات آخر لا تتوافر فيه هذه الشروط باستخدام التطعيم، الذي يتضمَّن قَصَّ جزء من ساق نبات، ثم تطعيمه على ساق نبات آخر، ومن المُلاحَظ أنَّ مُحفِّز الإزهار واحد لنباتات النهار القصير ونباتات النهار الطويل، على الرغم من اختلاف عدد ساعات الضوء اللازمة لتكوين الأزهار في كلا النوعين، أنظر إلى الشكل (20).

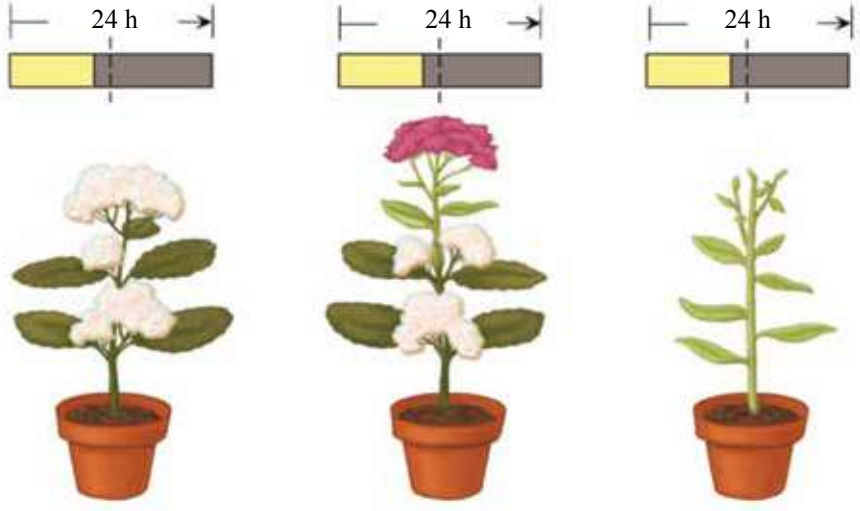
وفي سياق متصل، ظل هُرمون الإزهار فلوريجن Florigen مجهول الهوية مدَّة تزيد على 70 عامًا.

✓ **أتحقَّق:** ما المقصود بنباتات النهار القصير، ونباتات النهار الطويل؟

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن كيفية تطعيم النباتات لإكسابها صفات مرغوبًا فيها، ثم أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

✓ **أتحقَّق:** ما المقصود بهرمون الإزهار؟

أفكِّر: ما الوحدات البنائية لهُرمون الإزهار؟



نبات النهار الطويل يَلزمه أكثر من 12 h لكي يُزهِر.

النبات الناتج من تطعيم نبات نهار قصير بنبات نهار طويل.

نبات النهار القصير يَلزمه أقل من 12 h لكي يُزهِر.

الشكل (20): الإزهار في نباتات النهار القصير، ونباتات النهار الطويل.

استجابة النبات للمثيرات الميكانيكية

Plant Response to Mechanical Stimuli

تتصف النباتات بحساسيتها الشديدة للمثيرات الميكانيكية، فمثلًا، عند قياس طول ورقة نبات بمسطرة، قد يُؤثِّر وضع المسطرة على سطح هذه الورقة في نموها، وقد ينتج من فرك ساق نبات مرّات عِدَّة يوميًّا نباتٌ قصيرٌ مقارنةً بنبات من النوع نفسه لم تُفرَك ساقه، أنظر إلى الشكل (21).

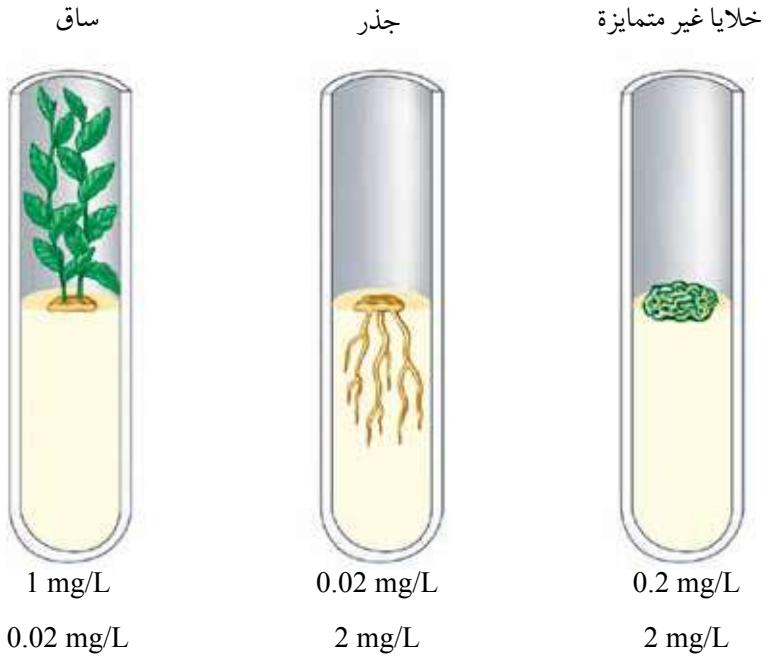
أمّا النباتات المُتسلِّقة ومنها العنب، فلها محاليق تلتف حول الدعامة (إنْ وُجِدت)، وهذه التراكيب المُتسلِّقة تنمو مستقيمة إلى أنْ تُلامِس جسمًا صُلْبًا، فيُحفِّز التلامس استجابة الالتفاف الناتجة من النمو غير المُتماثِل للخلايا على جانبَي المحلاق، ويُطلَق على النمو المُوجَّه (الالتفاف) **الانتحاء اللمسي Thigmotropism**.

من الأمثلة الأُخرى على استجابة النباتات للمثيرات الميكانيكية، سلوك أوراق نبات الميموزا ***Mimosa*** المُركَّبة عند ملامستها؛ إذ تنطوي هذه الوريقات بعضها على بعض نتيجة فقدان ضغط الامتلاء في خلايا الوريقات، أنظر إلى الشكل (22)، وتُسهِم هذه الاستجابة في حماية النبات من آكلات الأعشاب. يُعرَّف **ضغط الامتلاء Turgor Pressure** بأنَّه ضغط يُواجِه الجدار الخلوي للخلية النباتية بعد تدفُّق الماء، وانتفاخ الخلية بسبب الخاصية الأسموزية.

✓ **أتحقَّق:** أُعدِّد بعض أنماط استجابة النبات للمثيرات الميكانيكية.

الشكل (21): أثر فرك ساق النبات في طوله.

الشكل (22): أوراق نبات الميموزا قبل اللمس وبعده.



الشكل (23): أثر تركيز السيتوكاينين والأكسين في تمايز خلايا النبات.

دور السيتوكاينينات والأكسينات في الزراعة النسيجية

Role of Cytokinins and Auxins in Tissue Culture

تؤدي السيتوكاينينات والأكسينات دورًا مهمًّا في تحفيز انقسام الخلايا؛ فعند إكثار نسيج من خلايا برنشيمية في أنبوب اختبار يحوي الأكسين، لوحِظ أنَّ هذه الخلايا تنمو حتى تصل حجمًا كبيرًا من دون أنْ تنقسم، وأنَّه عند إضافة السيتوكاينين والأكسين تبدأ هذه الخلايا بالانقسام، علمًا أنّ إضافة السيتوكاينين وحده لا تُدخِل الخلايا في طور الانقسام، وبالمثل، فإنَّ نسبة السيتوكاينين إلى الأكسين تُعَدُّ عاملًا مهمًّا في تمايز الخلايا، أنظر إلى الشكل (23).

أتحقَّق: أَصِف التراكيز المطلوبة من هُرمونَي السيتوكاينين والأكسين لتشكُّل الجذور.

أبحث: تُعَدُّ الاستجابة الثلاثية للبادرات إحدى وظائف هُرمون الإثيلين. أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن هذا الموضوع، ثم أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عنه باستخدام برنامج movie maker، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

تكيُّفات غذائية في النباتات Nutritional Adaptations in Plants

تحصل معظم النباتات على المواد الأولية التي تَلزمها لصنع الغذاء من التربة عن طريق جذورها، لكنَّ بعضها تَكيَّف للحصول على هذه الموادّ، إضافةً إلى توفير الغذاء بطرائق مختلفة.

النباتات الهوائية Epiphytes

تعيش هذه النباتات على سيقان نباتات أُخرى من دون أنْ تتصل جذورها بالتربة، وتحصل على الماء والعناصر الغذائية بامتصاصها من الأوراق التي تهطل عليها الأمطار، أنظر إلى الشكل (24).

الشكل (24): نبات ينمو على ساق نبات آخر. ▲

النباتات الطفيلية Parasitic Plants

تحصل هذه النباتات على الماء والعناصر الغذائية والسُّكَّر من النبات العائل، وتمتاز بأنَّ لها جذورًا تخترق الأنسجة الوعائية للنبات العائل؛ ما يُمكِّنها من أخذ حاجتها من الماء والغذاء، أنظر إلى الشكل (25).

الشكل (25): نبات يتطفَّل على نبات آخر. ▲

النباتات الآكلة اللحوم Carnivorous Plants

يُمكِن لهذا النوع من النباتات القيام بعملية البناء الضوئي، ونظرًا إلى عيشه في بيئات حمضية، وافتقار تربته إلى عناصر غذائية ضرورية مثل النيتروجين؛ فقد تكيَّف لتوفير ما يَلزمه من هذه العناصر عن طريق اصطياد الحشرات وبعض الحيوانات الصغيرة، ويحاصر هذا النوع من النباتات الحشرات والحيوانات الصغيرة داخل بعض أجزائه مثل الزهرة، ثم يُفرِز أنزيمات تُسهِم في هضم هذه الفرائس، أنظر إلى الشكل (26).

الشكل (26): نبات آكل للحوم. ▲

الربط بصناعة العطور **من إصابته تفوح الرائحة الزكية.**

تعيش جنوب شرق آسيا أشجار من جنس ***Aquilaria***، وهي تُنتِج نوعًا من الخشب يوجد في قلب الساق والجذر، ويُسمّى Agarwood، ويُفرِز مادة راتنجية عطرية داكنة اللون نتيجة إصابته بفطر ***Phialophora parasitica*** ومنها يُستخلَص عطر العود الثمين الذي تعتمد جودته على عوامل عِدَّة، منها: نوع الأشجار، وأماكن وجودها.

أمّا سبب ارتفاع ثمن هذا العطر، فمردُّه إلى ندرة هذه الأشجار في البيئات البرِّية التي تعيش فيها، علمًا أنّ سعر الكيلوغرام الواحد من هذا الخشب قد يصل إلى 70000 دينار أردني، في حين لا تتعدّى كمية العطر التي يُمكِن استخلاصها من الكيلوغرام الواحد منه نحو 0.3 mL.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أوضح كيف يستجيب النبات للضوء.

2. ما المقصود بالهُرمونات النباتية؟

3. **أُفسِّر** سبب كلٍّ ممّا يأتي:

   أ. إنضاج الإثيلين ثمارًا عِدَّةً في آنٍ معًا ضمن مكان واحد.

   ب. نموّ الجذر نحو الأسفل في النباتات الوعائية.

4. **أُقارِن** بين كلٍّ ممّا يأتي:

   أ. دور كلٍّ من الأكسينات، والسيتوكاينينات في الحصول على نبات كامل بالزراعة النسيجية.

   ب. تساقط الأوراق، وإنبات البذور.

5. أُوضِّح الأسباب التي تدفع بعض النباتات إلى أكل الحيوانات.

6. **أطرح سؤالًا** تكون إجابته «تؤدي إلى إنتاج موادّ خاصة تُحفِّز البراعم إلى التحول إلى إزهار».

حلقات الأشجار
Tree Rings

تمتاز الأشجار بحساسيتها وتأثُّرها الشديد بعوامل المُناخ المحلية، مثل: المطر، ودرجة الحرارة؛ لذا استفاد منها العلماء في تعرُّف بعض المعلومات عن المُناخ المحلي الذي ساد قديمًا؛ إذ تنمو حلقات الأشجار بسرعة، ويزداد سُمْكها في السنوات الدافئة والرطبة، في حين تكون أقلّ سُمْكًا في السنوات الباردة والجافة، وفي حال تعرَّضت الأشجار لظروف وأحوال قاسية (مثل الجفاف) في سنة ما، فإنَّها لن تنمو في تلك السنة.

تمكَّن العلماء من المقارنة بين المعلومات المستقاة من جذوع الأشجار المقطوعة حديثًا لسبب ما في أحد الأماكن والقياسات المحلية لدرجة الحرارة وهطْل الأمطار من أقرب محطة أرصاد جوية للمكان الذي قُطِعت منه الأشجار، وقد توصَّل العلماء إلى حقيقة مفادها أنَّ جذوع الأشجار المُعمِّرة التي ماتت نتيجة التغيُّر المُناخي تُقدِّم أدلة عمّا كان عليه المُناخ قبل زمن طويل من توافر البيانات المُناخية.

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن استخدامات أُخرى لحلقات الأشجار؛ لأتعرَّف معلومات أُخرى غير تلك الواردة في النص، ثم أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

السؤال الأول:

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي:

1. يستعمل النبات جذوره في التربة للحصول على:
   أ . الماء والبروتينات.
   ب . العناصر الغذائية والسُّكَّريات.
   جـ. السُّكَّريات والماء.
   د . الماء والأملاح المعدنية.
2. القوَّة التي تربط جزيئات الماء معًا هي:
   أ . التماسك. ب. التلاصق.
   جـ. التوتُّر. د. النتح.
3. يوجد شريط كاسبري في الجدر الخلوية لـخلايا:
   أ . القشرة.
   ب . البشرة الداخلية.
   جـ. البشرة.
   د . الأوعية الخشبية.
4. العملية التي يُحمَّل فيها السكروز من خلايا المصدر إلى الخلايا المرافقة هي:
   أ . الانتشار البسيط.
   ب . الانتشار المسهّل.
   جـ. النقل النشط.
   د. الخاصية الأسموزية.
5. أحد أزواج الهرمونات النباتية الآتية ضروري لإكثار النباتات بالزراعة النسيجية:
   أ . الأكسين والسيتوكاينين.
   ب . الإيثلين والسيتوكاينين.
   جـ. الأكسين والجبرلين.
   د . حامض الإبسيسيك والأكسين.
6. واحد مما يأتي يساعد المزارعين على حصاد ثمارهم آليًّا:
   أ . الأكسين. ب. السيتوكاينين.
   جـ. الجبرلين. د. الإيثلين.

السؤال الثاني:

أضع إشارة (✓) إزاء العبارة الصحيحة، و إشارة (×) إزاء العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

1. يتكوَّن اللِّحاء من خلايا حية. ( )
2. توجد الأنسجة الوعائية في الجذر على هيئة حُزم. ( )
3. تصبح الأجزاء التي تخزن الغذاء مصدر غذاء للنبات عندما ينخفض معدل عملية البناء الضوئي للنبات في فصل الشتاء. ( )
4. تُصنَع الهُرمونات النباتية في القمَّة النامية للساق. ( )
5. يتداخل عمل أكثر من هُرمون نباتي واحد في استجابة النبات لمثير ما. ( )

السؤال الثالث:

أُفسِّر كلًّا ممّا يأتي:

1. يمرُّ الماء من طبقة البشرة الداخلية عن طريق المسار الخلوي الجماعي.
2. توجد البلاستيدات الغنية بحبيبات النشا في النباتات الوعائية في خلايا قريبة من قمة الجذر النامية.
3. تنبت جذور النباتات في محطات الفضاء بصورة مختلفة عن إنباتها على سطح الأرض.

السؤال الرابع:

أُقارِن بين أثر كلٍّ من العوامل الآتية في معدَّل عملية النتح:

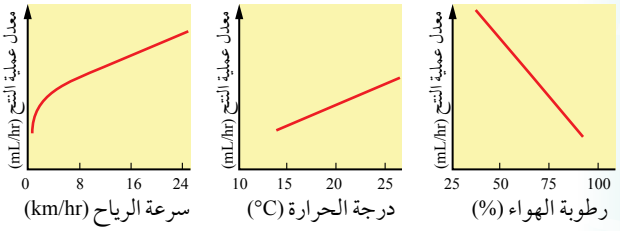
الحرارة، والرطوبة، وشِدَّة الإضاءة.

السؤال الخامس:

أرسم رسمًا تخطيطيًّا بسيطًا لتتبُّع مسار تدفُّق جُزَيْء ماء، بدءًا بالشُّعَيْرات الجذرية، وانتهاءً بالهواء المحيط بالورقة، ثم أضع عليه أسماء جميع الأنسجة وطبقات الخلايا ذات الصلة على طول الطريق.

السؤال السادس:

درست ثلاث مجموعات من الطلبة بعض العوامل المؤثرة في معدل عملية النتح في مناطق عدة بجهاز قياس معدل عملية النتح (البوتومتر)، وحصلوا على النتائج التي تبينها الرسوم البيانية الآتية:



1. **أستنتج** كيف تؤثر الأجواء الجافة في معدل عملية النتح.
2. **أتنبّأ.** كيف تزيد سرعة الرياح من معدل عملية النتح؟
3. **أفسر:** لماذا يُنصَح بعدم ري النباتات خلال الظهيرة في الأجواء الحارّة؟

السؤال السابع:

درس أحد الباحثين تأثير الجبرلين في إنبات بذور نبات ***Lepidium virginicum*** واعتقد أنَّ بذور هذا النبات في حاجة إلى التعرُّض للضوء مدَّة قصيرة لكي تنبت، وأنَّ عملية الإنبات تعتمد على درجة الحرارة.

بعد ذلك حضَّر الباحث محلولين، هما: الماء المُقطَّر، ومحلول الجبرلين الذي تركيزه 2×10^{-3} mol/L ثم غمر في الماء المُقطَّر 8 عيِّنات تحوي كلٌّ منها 100 بذرة، ثم غمر في محلول الجبرلين 8 عيِّنات أُخرى تحوي كلٌّ منها 100 بذرة مدَّة 48 h.

بعد ذلك عرَّض نصف العيِّنات المغمورة بالماء ونصف العيِّنات المغمورة بمحلول الجبرلين لضوء أحمر مدَّة 60 s ثم عرَّضها لدرجات الحرارة الآتية: 15°C، 20°C، 25°C، 35°C فكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

تركيز الجبرلين mol/ L	ضوء، أو ظلام	نسبة الإنبات في درجات حرارة مختلفة			
		15°C	20°C	25°C	35°C
0	ظلام	0	0	0	0
0	ضوء	1	7	1	0
2×10^{-3}	ظلام	93	99	30	0
2×10^{-3}	ضوء	98	100	56	0

1. **أستنتج:** ما المُتغيِّرات المستقلة؟ ما المُتغيِّرات التابعة؟
2. **أرسم مُخطَّطًا بيانيًّا** للنتائج التي توصَّلْتُ إليها.
3. **أستنتج** الحال الأمثل لإنبات بذور نبات ***Lepidium virginicum***.
4. **أضبط المتغيرات:** لماذا عُرِّضت نصف العينات للضوء؟

السؤال الثامن:

تؤدّي الهُرمونات النباتية دورًا كبيرًا في عملياتها الحيوية:

1. أذكر ثلاثةً من هذه الهُرمونات النباتية.
2. أذكر وظيفتين رئيستين لكلٍّ من هذه الهُرمونات.

السؤال التاسع:

أصمم استقصاءً علميًّا، لدراسة ما إذا كان اتجاه زراعة البذور يؤثر في إنباتها.

الوحدة 2

النباتات البذرية وتكاثرها

Seed Plants and their Reproduction

قال تعالى:

﴿وَمِنْ ءَايَٰتِهِۦٓ أَنَّكَ تَرَى ٱلْأَرْضَ خَٰشِعَةً فَإِذَآ أَنزَلْنَا عَلَيْهَا ٱلْمَآءَ ٱهْتَزَّتْ وَرَبَتْ ۚ إِنَّ ٱلَّذِىٓ أَحْيَاهَا لَمُحْىِ ٱلْمَوْتَىٰٓ ۚ إِنَّهُۥ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ ﴿٣٩﴾﴾ (سورة فصلت، الآية 39).

أتأمَّل الصورة

تسبب ثوران عنيف لبركان جبل سانت هيلين عام 1980م، وما رافقه من حرارة وانبعاث للغازات السامة فضلًا عن تراكم أمتار عدة من الرماد البركاني وعلى مساحات واسعة في تدمير معظم الأنظمة البيئية في المنطقة. بعد سنوات عدة، تمكنت نباتات برية بذرية مثل الفرشاة الهندية ***Castilleja*** من النموّ مجددًا في الأرض المحيطة بالبركان. فكيف تمكنت هذه النباتات من الانتشار والتكاثر؟

الفكرة العامة:

للنباتات البذرية خصائص تميزها من غيرها من النباتات وتمكّنها من الانتشار والتكاثر.

الدرس الأول: النباتات البذرية

الفكرة الرئيسة: للنباتات البذرية خصائص وتكيفات تمكنها من التكاثر والانتشار.

الدرس الثاني: التكاثر اللاجنسي في النباتات البذرية

الفكرة الرئيسة: تتكاثر النباتات خضريًّا دون الحاجة إلى حدوث عملية الإخصاب.

أجزاء الأزهار وصفاتها

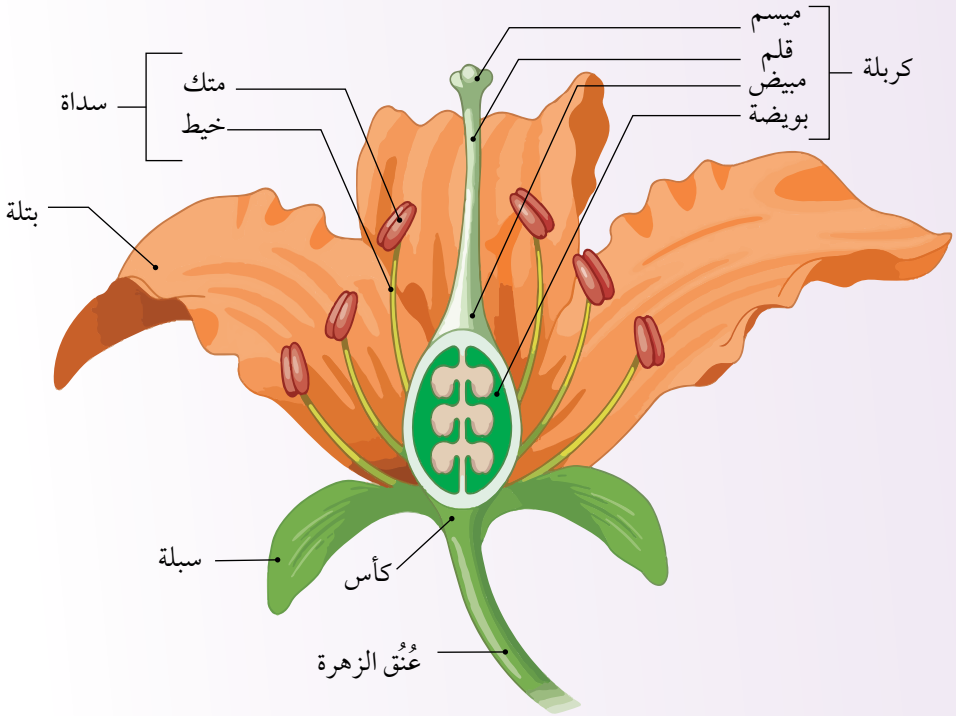
الموادّ والأدوات: أزهار ناضجة لأربعة أنواع مختلفة من النباتات، مجهر تشريحي أو عدسة يدوية مكبرة.

ملحوظة: يفضل أن تكون صفات الأزهار الناضجة مختلفة.

أصوغ فرضيتي: ما أثر شكل الزهرة وحجمها في طريقة تلقيحها؟

أختبر فرضيتي:

1. **أجرب:** أتفحص الأزهار الناضجة لأنواع النباتات المختلفة.
2. أحدد أجزاء كل من تلك الأزهار بالاستعانة بالشكل الآتي، مُبتدِئًا بالأجزاء الخارجية، ثم الأجزاء الداخلية، ثم أزيل الجزء الذي حدّدتُهُ.



3. أرصد مشاهداتي، ثم أدونها في الجدول الخاص في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

التحليل والاستنتاج:

1. **أتوقع:** ما التراكيب التي لاحظتها في أثناء تنفيذ النشاط، مُبيِّنًا أهمّها في عملية التلقيح؟
2. **أصدر حكمًا.** أوضح مدى التوافق بين فرضيتي ونتائجي.

النباتات البذرية
Seed Plants

الدرس 1

الفكرة الرئيسة:

للنباتات البذرية خصائص وتكيفات تمكنها من التكاثر والانتشار.

نتاجات التعلُّم:

- أتتبَّع دورة حياة نباتٍ مُعرّى البذور.
- أُوضِّح مراحل دورة حياة نباتٍ مُغطّى البذور.
- أُفسِّر بعض أنواع تكيُّف النباتات البذرية التي تُسهِم في تكاثرها وانتشارها.

المفاهيم والمصطلحات:

كيس الجنين Embryo Sac

خصائص النباتات البذرية
Characteristics of Seed Plants

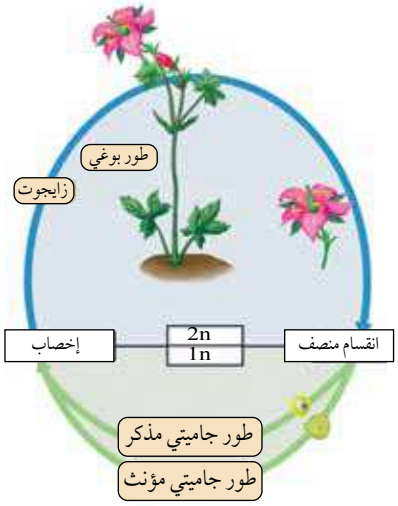
تُمثِّل النباتات البذرية ما نسبته 87% من أنواع النباتات في المملكة النباتية تقريبًا، وقد درسْتُ سابقًا أنَّ النباتات البذرية تُصنَّف إلى نوعين، هما: النباتات مُعرّاة البذور Gymnosperms التي توجد بذورها في مخاريط أنثوية، والنباتات مُغطّاة البذور Angiosperms (النباتات الزهرية) التي توجد بذورها داخل الثمار، أنظر إلى الشكل (1).

الشكل (1): ثمار نبات مُغطّى البذور، ومخروط نبات مُعرّى البذور.

✓ **أتحقَّق:** إلامَ تُصنَّف النباتات البذرية؟

دورة حياة النباتات البذرية Life Cycle of Seed Plants

تمتاز دورة حياة النباتات البذرية بأنَّ الطور البوغي Sporophyte ثنائي المجموعة الكروموسومية Diploid (2n) فيها سائد على الطور الجاميتي Gametophyte أحادي المجموعة الكروموسومية Haploid (1n) أنظر إلى الشكل (2). توفر سيادة الطور البوغي الحماية للطور الجاميتي من الظروف البيئية مثل الأشعة فوق البنفسجية، والجفاف، فضلًا عن تزويد الطور الجاميتي بالمغذيات. يتعاقب الطور البوغي مع الطور الجاميتي في دورة حياة النباتات البذرية، في ما يُعرَف بتبادل الأجيال Alternation of Generations.



الشكل (2): سيادة الطور البوغي على الطور الجاميتي في النباتات البذرية.

✓ **أتحقَّق:** أيُّ الأطوار سائد في دورة حياة النبات البذري؟

دورة حياة النباتات مُعرّاة البذور Life Cycle of Gymnosperms

النباتات مُعرّاة البذور هي نباتات وعائية لها مخاريط، ومن أمثلتها نبات الصنوبر.

يوجد نوعان من المخاريط: أحدهما يُنتِج حبوب اللقاح، والآخر يُنتِج البويضات، أنظر إلى الشكل (3).

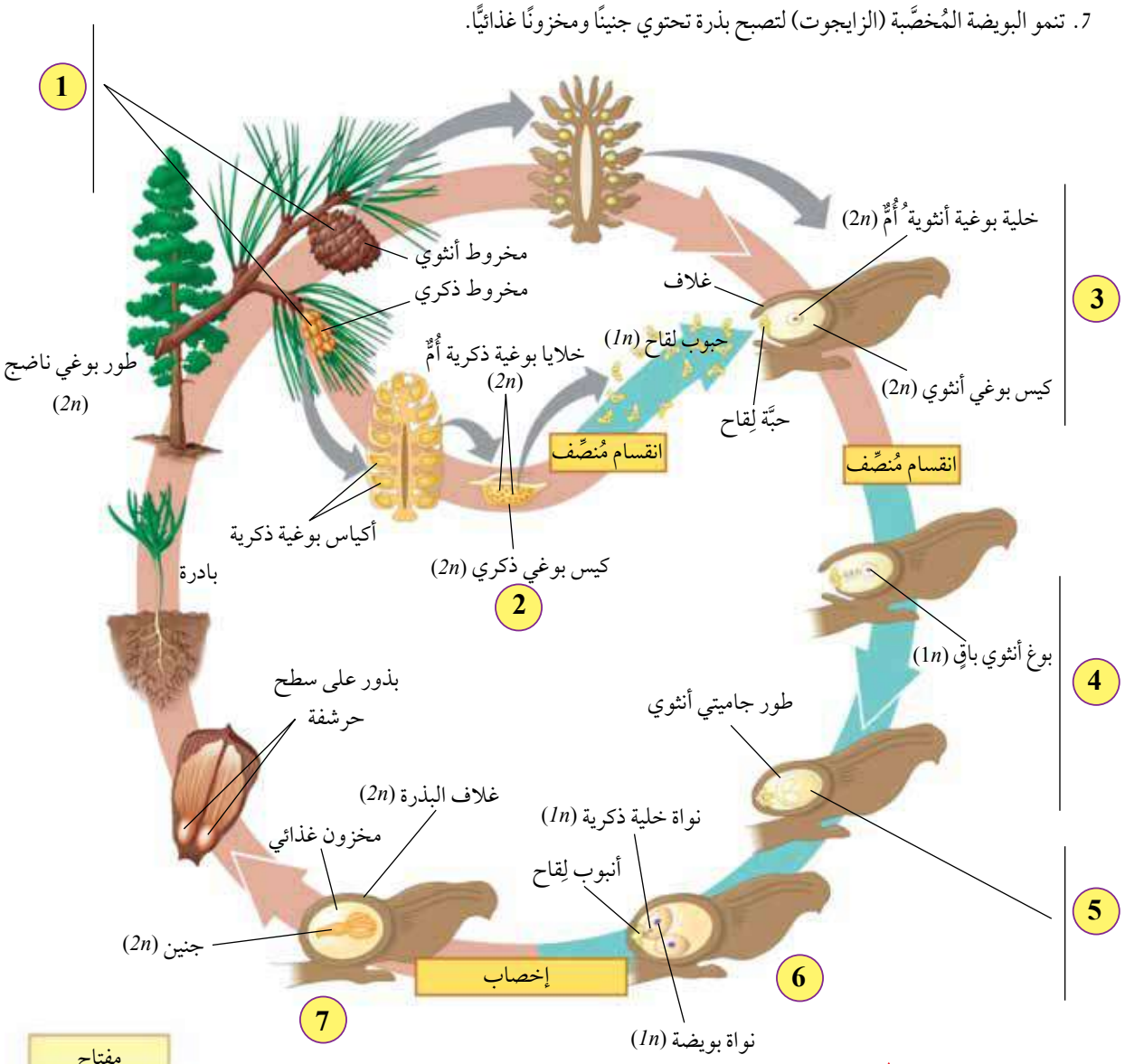
أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أكبر النباتات البذرية حجمًا، ثم أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

الشكل (3): نبات صنوبر يحمل مخاريط أنثوية وأُخرى ذكرية.

أستنتج. ما أهمية وجود المخاريط الذكرية والأنثوية في النباتات معرّاة البذور؟

تمرُّ دورة حياة نبات الصنوبر بمراحل مختلفة، أنظر إلى الشكل (4).

1. تحمل أشجار الصنوبر مخاريط ذكرية وأُخرى أنثوية.
2. تنقسم الخلايا البوغية الذكرية انقسامًا مُنصِّفًا لإنتاج حبوب اللقاح.
3. عند التلقيح، ينمو أنبوب لقاح يصل إلى الكيس البوغي الأنثوي.
4. تنقسم الخلية البوغية الأنثوية الأُمُّ انقسامًا مُنصِّفًا، فتَنتج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (1n)، تتحلل ثلاث منها ويبقى بوغ أنثوي واحد.
5. يتحوَّل البوغ الأنثوي إلى طور جاميتي أنثوي يحوي أربع بويضات.
6. تنضج البويضات بمرور الوقت، وتدخل الخلايا الذكرية عبر أنابيب اللِّقاح، ويحدث الإخصاب باندماج نواة خلية ذكرية في نواة البويضة.
7. تنمو البويضة المُخصَّبة (الزايجوت) لتصبح بذرة تحتوي جنينًا ومخزونًا غذائيًّا.



الشكل (4): دورة حياة نبات الصنوبر.

أتتبَّع دورة حياة نبات الصنوبر.

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

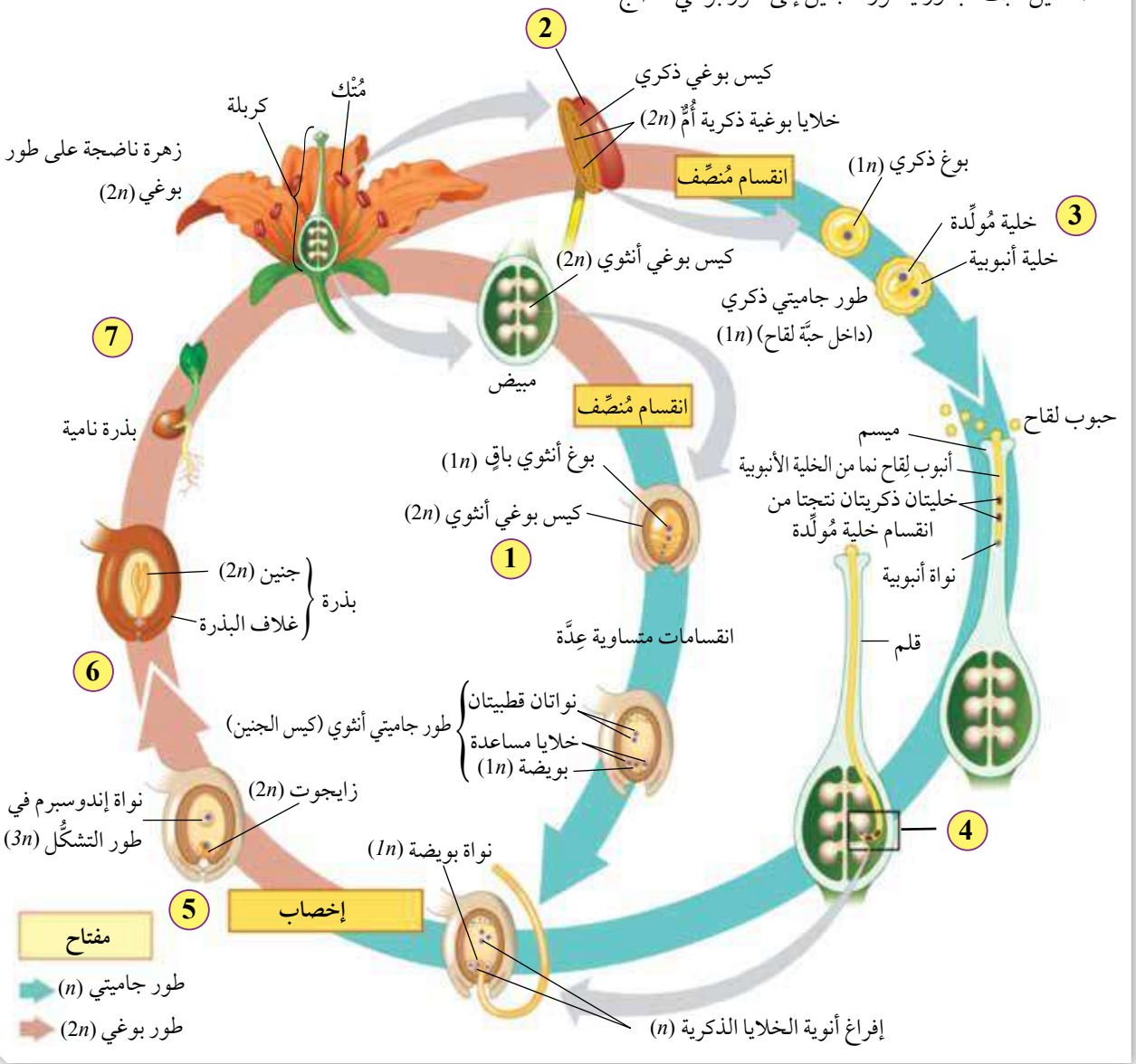
دورة حياة النباتات مُغطّاة البذور Life Cycle of Angiosperms

النباتات البذرية مُغطّاة البذور هي النباتات الزهرية التي تُنتِج بذورها في ثمار، وتُمثِّل أكبر نسبة من النباتات البذرية. تمرُّ دورة حياة النباتات الزهرية بعدد من المراحل، أنظر إلى الشكل (5).

الشكل (5): دورة حياة نبات زهري.

أتتبَّع دورة حياة نبات زهري.

1. تنقسم الخلية البوغية الأنثوية الأُمُّ انقساماً مُنصِّفًا، فتَنتج أربعة أبواغ أنثوية، يتحلل ثلاثة منها ويبقى بوغ أنثوي واحد.
2. في المتك، تنقسم الخلية البوغية الذكرية انقساماً مُنصِّفًا، مُنتِجةً أربعة أبواغ ذكرية.
3. ينقسم كل بوغ ذكري انقساماً متساويًا، فتَنتج حبَّة لقاح تحوي خلية مُولِّدة، وأُخرى أنبوبية.
4. بعد عملية التلقيح، تُفرِّغ خليتان ذكريتان في كل **كيس جنيني Embryo Sac** وهو طور جاميتي أنثوي ينتج من نمو بوغ أنثوي، وانقسامه على هيئة تركيب متعدد الخلايا.
5. يحدث إخصاب مزدوج تتحد فيه إحدى نواتَي الخليتين الذكريتين مع نواة البويضة، فتَنتج بويضة مُخصَّبة، في حين تتحد الأُخرى مع النواتين القطبيتين، فيَنتج الإندوسبرم.
6. تنمو البويضة المُخصَّبة (الزايجوت) إلى جنين داخل البذرة.
7. حين تنبت البذور يتطوَّر الجنين إلى طور بوغي ناضج.



تكيُّف النباتات البذرية Adaptation of Seed Plants

تُنتِج معظم النباتات البذرية عددًا كبيرًا من البذور التي يستطيع بعضها إكمال دورة الحياة، ويُمكِن لهذه النباتات التكيُّف بطرائق عِدَّة، ما يُسهِم في تكاثرها وانتشارها.

أُفكِّر: إذا نَمَت البذور قرب النبات الذي أنتجها، فما تأثير ذلك في النبات؟

أتحقَّق: ما صفات البذور التي تنتشر بالرياح؟

تكيُّف البذور Seed Adaptation

تنتشر البذور بطرائق عِدَّة، وهي تمتاز بصفات عديدة تُحدّد طرائق انتشارها، أنظر إلى الشكل (6).

الشكل (6): طرائق انتشار بذور النباتات البذرية. ▼

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 صُلْب غير منفّذ للماء.

انتشار البذور عن طريق الرياح

تمتاز بعض بذور النباتات بأنَّها خفيفة الوزن، وباحتوائها تراكيب تُشبِه الأجنحة أو الشُّعَيْرات الخفيفة، ما يساعد على نقلها إلى أماكن بعيدة، ومن الأمثلة عليها نبات الهِنْدباء.

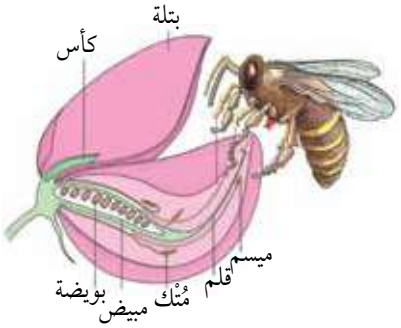
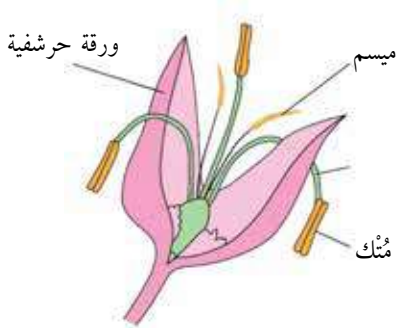
انتشار البذور عن طريق الحيوانات

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

تكيُّف الأزهار Flower Adaptation

للأزهار في النباتات الزهريـة تكيفات عـدة، ما يسهم في جـذب الملقحات، أنظر إلى الجدول (1) الذي يبين أهم هذه التكيفات.

الجدول (1): تكيفات في الأزهار تسهل انتشارها وتلقيحها.

الجزء من الزهرة	تلقيح بوساطة الحشرات	تلقيح بوساطة الرياح
البتلات	كبيرة الحجم، ألوانها ساطعة، قد تحوي علامات داكنة.	صغيرة الحجم أو غير موجودة.
الرحيق	إنتاج الرحيق.	غير موجود.
الرائحة	لها رائحة.	لا رائحة لها.
الأسدية (أعضاء التذكير)	تكون الأسدية داخل الزهرة.	طويلة، خيطية، تبرز عن الزهرة ليسهل حمل حبوب اللِّقاح بالرياح.
المياسم	سطحها ضيق، وعادة توجد داخل الزهرة.	كبيرة، لزجة، وتبرز عن مستوى الزهرة.
حبوب اللِّقاح	قليلة العدد، وعادة تكون كروية، ولزجة، ولها زوائد تمكنها من الالتصاق بأجسام الحشرات.	كثيرة العدد، وصغيرة الحجم، أسطحها ملساء، خفيفة الوزن.
الحرشفة	غير موجودة.	موجودة أحيانًا.
مثال		

* أما الأزهار كبيرة الحجم، فتلقحها الطيور أو بعض الثدييات مثل الخُفّاش.

الربطُ بالصحّةِ تنتج النباتات التي تنتقل حبوب اللِّقاح فيها بالرياح أعدادًا كبيرة من حبوب اللقاح، وتكون هذه الحبوب خفيفة أو صغيرة؛ لتتمكن الرياح من حملها إلى مسافات بعيدة، وعندما يستنشق الإنسان الهواء المُحمَّل بحبوب اللِّقاح، فإن هذه الحبوب قد تسبب له الحساسية. أما النباتات التي تنتقل حبوب اللِّقاح فيها بالحشرات، فإنها لا تسبب الحساسية؛ إذ إنّ حبوب اللِّقاح تكون أكبر وأثقل، ما يتعذّر حملها بالرياح.

تكيُّف الثمار Fruits Adaptation

تنتج النباتات الزهرية الثمار، والثمرة مبيض زهرة ناضج، ويسهم تكيّف الثمار في انتشار هذه النباتات، أنظر إلى الشكل (7) الذي يبين بعض أشكال هذه التكيفات.

الثمار المُنفجِرة
Explosive Fruits

تستخدم بعض النباتات (مثل القِثّاء البرِّي ***Ecballium elaterium***) ضغط الماء في الثمرة؛ لكي تنفجر وتنشر بذورها، علمًا أنّه نبات سامّ.

الثمار القابلة للأكل
Edible Fruits

تمتاز كثير من النباتات الزهرية بثمارها كبيرة الحجم، وحُلْوة المذاق، وجَذْبها الحيوانات التي تنشرها عن طريق فضلاتها.

الشكل (7): بعض أشكال تكيُّف الثمار في النباتات الزهرية.

الربط بالحيوان

تنمو أشجار نبات الكاكاو في الغابات المطيرة، وتؤدي القِرَدة دورًا مهمًّا في إكمال دورة حياة هذا النبات؛ إذ إنَّها تقطف ثماره لتأكلها، ثم تتخلَّص من بذورها، وهذا يُسهِم في نشر هذه البذور.

نشاط

فحص إنبات البذور

يلجأ المُتخصِّصون في البنوك الوراثية إلى التحقُّق من قابلية البذور للإنبات والنمو بصورة دورية، ثم يتخذون القرارات المناسبة (مثل تكثيرها) بناءً على نِسَب نموها.

المواد والأدوات: ثلاث عيِّنات عشوائية من بذور العَدَس مختلفة المصدر (كتلة كلٍّ منها 100 g)، ثلاثة أطباق بتري، قلم تخطيط، أوراق ترشيح، ماء، مسطرة.

خطوات العمل:

1. أُرقِّم أطباق بتري من (1) إلى (3).
2. أضع ورقة ترشيح مُرطَّبة بالماء في كلٍّ من الأطباق الثلاثة.
3. **أُجرِّب:** أضع 10 بذور من العيِّنة الأولى في الطبق الأول، ثم أُكرِّر ذلك للعيِّنتين الأُخريين.
4. **أضبط المُتغيِّرات:** أحتفظ بالأطباق الثلاثة في مكان يحوي مصدرًا للضوء.
5. **أُلاحِظ** إنبات البذور بعد 4 أيام، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.
6. **أُلاحِظ:** أتفحَّص البذور مدَّة 10 أيام، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

1. **أحسُب** نسبة إنبات البذور للعيِّنات الثلاث باستخدام العلاقة الآتية:

$$\text{نسبة الإنبات} = \frac{\text{عدد البذور النامية}}{\text{عدد البذور الكلية}} \times 100\ \%$$

2. **أُفسِّر** النتائج التي توصَّلْتُ إليها.
3. **أتوقَّع:** إذا تراوحت نسبة إنبات البذور بين (20%) و (40%)، فما الإجراء اللازم في هذه الحالة؟ أبحث عن ذلك للتحقُّق من صحة توقُّعي.

تُستخدم التكنولوجيا في الزراعة المحمية (البيوت الزجاجية غالبًا) لتوفير الظروف اللازمة لنمو النباتات؛ بُغْيَةَ إطالة موسم نموها، وزيادة إنتاجها.

تمتاز الزراعة المحمية بإنتاج كميات أكبر من الغذاء على مساحة أقل من الأرض، وذلك في أيِّ منطقة من العالَم تقريبًا، وعلى مدار العام، إلى جانب تقليل آثار البيئة الخارجية في الإنتاج. يتيح هذا النوع من الزراعة إطعام عدد مُتزايِد من السكان، ويُوفِّر طرائق مستدامة لإنتاج الغذاء في مواجهة التغيُّر المناخي الذي تتعرَّض له الأرض.

يستخدم المزارعون المُلقِّحات في أنظمة الزراعة المحمية، مثل استخدام النحل الطنّان Bumblebees داخل البيوت الزجاجية.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أقارن بين البذور التي تنتشر بالماء والبذور التي تنتشر بوساطة الحيوانات من حيث الخصائص.

2. أتوقَّع: الطور البوغي في النباتات البذرية سائد على الطور الجاميتي فيها. هل يسود الطور البوغي على الطور الجاميتي في بقية أنواع النباتات؟ أُدعِّم إجابتي بأمثلة.

3. أُفسِّر سبب كلٍّ ممّا يأتي:

   أ – تُعَدُّ النباتات الزهرية أكثر النباتات انتشارًا على سطح الأرض.

   ب– تؤدي القِرَدة دورًا مهمًّا في إكمال دورة حياة نبات الكاكاو.

4. ما أنواع تكيُّف الثمار التي تُسهِم في انتشار النباتات البذرية؟

5. أقدّم دليلًا: على أنّ استخدام المبيدات الحشرية في القضاء على الحشرات الضّارّة يؤثر في بقاء النباتات البذرية.

التكاثر اللاجنسي في النباتات البذرية

Asexual Reproduction in Seed Plants

الدرس 2

الفكرة الرئيسة:

تتكاثر النباتات خضريًّا دون الحاجة إلى حدوث عملية الإخصاب.

نتاجات التعلُّم:

- أوضح مفهوم التكاثر الخضري.
- أقارن بين التكاثر الخضري الطبيعي والصناعي.
- أستقصي بعض طرائق التكاثر الخضري الطبيعية والصناعية.
- أبين أهمية بعض طرائق التكاثر الخضري.

المفاهيم والمصطلحات:

التكاثر الخضري
Vegetative Reproduction

التجزئة Fragmentation

الكورمات Corms

الساق الجارية Stolon

العُقَل Cuttings

الترقيد Layering

زراعة الأنسجة النباتية
Plant Tissue Culture

تعلمت سابقًا أنَّ النباتات تتكاثر جنسيًّا عن طريق تكوين الجاميتات الذكرية والأنثوية، ولا جنسيًّا دون الحاجة إلى تكوين الجاميتات بالتكاثر الخضري.

التكاثر الخضري Vegetative Reproduction

قد تتكاثر النباتات عن طريق أجزائها الخضرية، وهي: الأوراق، والسيقان، والجذور، فتنتج أفرادًا مطابقة لها في ما يُسمّى **التكاثر الخضري** **Vegetative Reproduction** وهو منتشر في النباتات البذرية وفي غيرها، ويُعدّ نوع التكاثر الرئيس بالنسبة إلى بعض النباتات، أنظر إلى الشكل (8).

✓ **أتحقَّق:** أوضح المقصود بالتكاثر الخضري.

الشكل (8): التكاثر الخضري في نبات البريوفيلم ***Bryophyllum*** (الكلانشوا)، حيث تَنتج البراعم من حافّات الأوراق، وعند سقوطها على التربة المناسبة تنمو لتكون نباتات جديدة.

طرائق التكاثر الخضري Methods of Vegetative Reproduction

يحدث التكاثر الخضري في النباتات غالبًا بصورة طبيعية دون تدخل الإنسان، وذلك عن طريق الانقسامات المتساوية المتكررة لخلايا النسيج المولد التي تتجدد بصورة مستمرة، ويمكن لخلايا النسيج البرنشيمي أن تنقسم وتتمايز إلى أنواع الخلايا النباتية الأخرى، ما يسمح بتكوين العديد من أجزاء النبات المختلفة، ومن أنواع التكاثر الخضري الطبيعي:

التجزئة Fragmentation

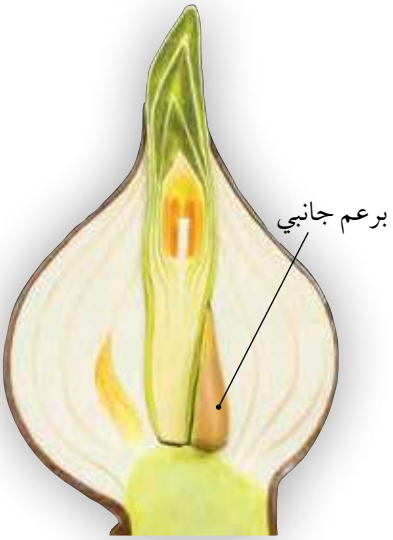
يمكن لجزء من الساق أو الجذر أن ينمو، إذا سقط أو قُطع عن النبات الأم، فينمو مُنتِجًا نباتًا كاملًا في ما يسمى **التجزئة Fragmentation** كما في نبات الكلانشوا الوارد في الشكل (8) السابق.

الأبصال Bulbs

مجموعة من الأوراق المتحورة المخزنة للغذاء والملتفة فوق بعضها، تكوِّن النبات الجديد من براعم جانبية عند قواعد الأوراق كما في نبات البصل، أنظر إلى الشكل (9).

الكورمات Corms

تتكاثر نباتات متنوعة مثل القُلْقاس خضريًّا عن طريق سيقان أرضية مخزنة للغذاء تنمو رأسيًّا تُسمّى **الكورمات Corms**، حيث يتكوَّن النبات الجديد من براعم جانبية على هذه السيقان، أما البراعم القِمَّيّة، فتكوّن الأجزاء الخضرية من ساق وأوراق، أنظر إلى الشكل (10).

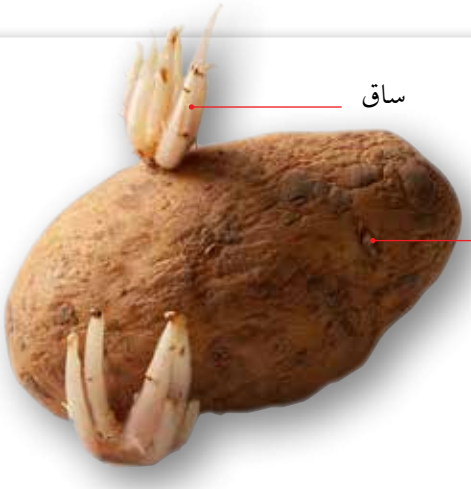


الشكل (9): البراعم الجانبية عند قواعد نبات البصل.

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن نبات التين الشوكي، ثم أعدّ مطوية أشرح فيها طريقة تكاثره خضريًّا وفوائده لصحة الإنسان، ثم أعرضها على زملائي/ زميلاتي في الصف.

أتحقَّق: أقارن بين التكاثر بالأبصال والتكاثر بالكورمات.

الشكل (10): الكورمات في نبات القُلْقاس.



الشكل (11): الدَّرَنات في البطاطا.

الدَّرَنات Tubers

تتكاثر بعض النباتات خضريًّا عن طريق سيقان أرضية مخزنة للنشا تنمو تحت سطح التربة، وتوجد عليها براعم قِمِّيَّة، وأخرى إِبْطيّة (عيون)، ويمكن لكل برعم منها أن يكون نباتًا جديدًا إذا فُصِل عن الدَّرَنة، مثل البطاطا، أنظر إلى الشكل (11).

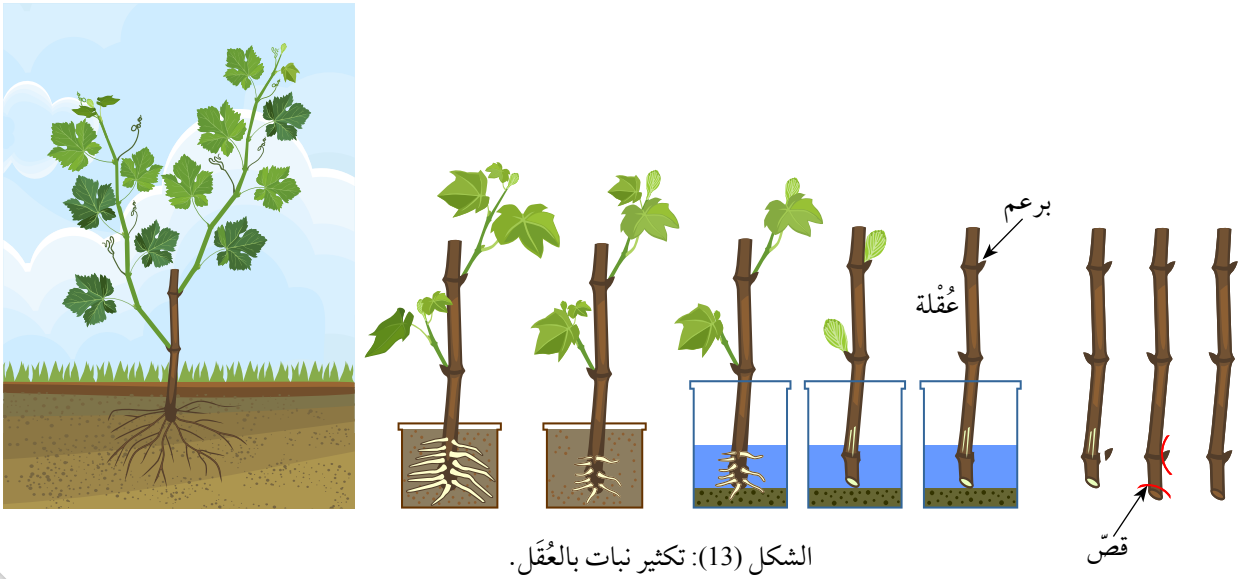
الساق الجارية Stolon

ساق أفقية فوق أرضية تنمو عليها عُقَد، وعند ملامستها لتربة رطبة، يتكون لها جذر للأسفل وبرعم للأعلى، وتنمو هذه العقدة لتكون نباتًا جديدًا في ما يُعرف بالتكاثر **بالساق الجارية Stolon** وتنتهي هذه السيقان فوق الأرضية ببراعم قِمِّيَّة تزيد طول الساق أفقيًّا، إلا أنّ البراعم الإِبْطيّة التي تنمو من العُقَد تكوّن سيقانًا هوائية للأعلى وجذورًا للأسفل في النبات الجديد، مثل نبات الفراولة، أنظر إلى الشكل (12).

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن مقدار إنتاج الدونم الواحد من زراعة البطاطا، ثم أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج powerpoint، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

✓ **أتحقَّق:** أذكر أمثلة على طرائق التكاثر الخضري الطبيعي.

الشكل (12): التكثير بالساق الجارية.



الشكل (13): تكثير نبات بالعُقَل.

وقد تدخّل الإنسان في تكثير النبات خضريًّا ضمن ما يسمى بالتكاثر الخضري الصناعي، مستفيدًا من ذلك في إنتاج أعداد كبيرة بصفات وراثية مرغوب فيها في مجال الزراعة بطرائق عدة، منها:

العُقل Cuttings

يُقطَع جزء نبات يحوي براعم (الساق غالبًا)، ويُفضَّل غمس الجزء المقطوع بهُرمونات نباتية خاصة للتجذير، ثم تعاد زراعته لإنتاج نبات جديد في ما يُسمّى التكاثر **بالعُقَل Cuttings** وتختلف أنواع العُقَل باختلاف الجزء المقطوع من النبات الأم، ومنها العُقَل الورقية والعُقَل الساقيّة، وتسمى العُقَل الساقيّة التي تحتوي القمة النامية وبعض الأوراق العُقَل الساقيّة الغضّة، وتُسمّى العُقَل التي تحتوي جزءًا من ساق يزيد عمرها على عام كامل العُقَل الساقية المتخشبة. أنظر إلى الشكل (13).

الترقيد Layering

تعتمد طريقة **الترقيد Layering** على تدخل الإنسان بثني جزء من الساق الجارية (التي تنمو فوق سطح التربة وتحوي عُقَدًا تخرج منها البراعم) دون فصلها عن النبتة الأم، ثم تغطيته بالتربة، فينمو بعد ذلك هذا الجزء من البراعم، مُعتمِدًا على النبات الأم في الحصول على الغذاء، ثم يُفصل بعد تكوينه جذورًا ليصبح بذلك

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن طرائق أُخرى لتكاثر النبات خضريًّا، ثم أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

أفكّر: ما أهمية وجود براعم في الجزء المقطوع من الساق في التكثير بالعُقَل؟

الشكل (14): تكثير نبات بالترقيد.

نباتًا مستقلًّا، أنظر إلى الشكل (14)، ويُفضَّل ترقيد السيقان الغضة الصغيرة التي يمكن ثنيها بسهولة، وقد يلجأ بعض المزارعين إلى إضافة هُرمون تجذير في أثناء ترقيد النباتات المختلفة.

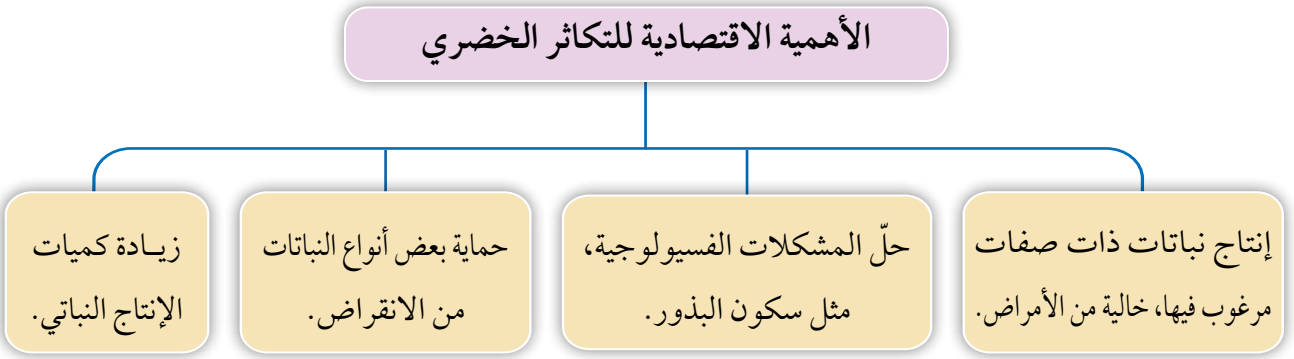
زراعة الأنسجة النباتية Plant Tissue Culture

يُمكن إنتاج نبات كامل من جزء صغير من نسيج نباتي حي يُقتطَع من النبات الأم، حيث يُنمّى هذا النسيج في ظروف خاصة داخل وسط غذائي يحوي العناصر الضرورية والهُرمونات النباتية اللازمة لنموّه، ويطلق على هذه العملية **زراعة الأنسجة النباتية Plant Tissue Culture** ويمكن أن يُقتطَع النسيج من أجزاء النبات المختلفة، مثل: الأوراق، والسيقان، والجذور. أنظر إلى الشكل (15).

✓ **أتحقَّق: أقارن** بين التكاثر الخضري الطبيعي والصناعي.

أُفكِّر: لماذا تُضاف الهُرمونات النباتية إلى النسيج الصغير المُقتطَع من النبات الأم خلال عملية زراعة الأنسجة النباتية؟

الشكل (15): تكثير نبتة بالزراعة النسيجية.



الشكل (16): بعض الأمثلة على الأهمية الاقتصادية للتكاثر الخضري. ▲

الأهمية الاقتصادية لتكثير النباتات البذرية خضريًّا

The Economic Importance of Vegetative Reproduction in Seed Plants

للتكاثر الخضري في النباتات عدد من الفوائد الاقتصادية، يمثل الشكل (16) بعضًا منها.

أفكّر: هل للتكاثر الخضري سلبيات؟ أفسر إجابتي.

الربط بعلم التكنولوجيا الحيوية النباتية

أصبح بالإمكان عن طريق علم التكنولوجيا الحيوية النباتية تعديل التركيب الجيني لنبات مُعيّن عن طريق إدخال جينات جديدة فيه تحمل صفات مرغوبًا فيها، ويلجأ العلماء والباحثون في هذه الحالة إلى تكثير النباتات المعدلة جينيًّا بزراعة الأنسجة النباتية قبل تعميم زراعتها على المزارعين لاعتمادها.

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن طريقة التكاثر الخضري التي يمكن عن طريقها إنتاج أشجار تحمل أكثر من نوع من الثمار، ثم أُعِدّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

نشاط

تكثير البطاطا

المواد والأدوات: بطاطا، طبق بلاستيكي، قطن، ماء، سكين، قفافيز، تربة زراعية.

إرشادات السلامة: أتوخّى الحذر عند استخدام الأدوات الحادة.

خطوات العمل:

1. **أجرب:** أقطّع البطاطا بالسكين قطعًا مكعبة حجمها $1\text{-}2\ cm^3$.
2. أضع طبقة من القطن في الطبق البلاستيكي.
3. **أجرب:** أضع قطع البطاطا في الطبق الذي يحوي طبقة القطن.
4. **أجرب:** أسكب كمية كافية من الماء على القطن بحيث تغمره وأترك الطبق يومين.
5. **ألاحظ** التغيرات التي حدثت لمكعبات البطاطا.
6. أنقل نباتات البطاطا التي نَمَت إلى تربة زراعية.

التحليل والاستنتاج:

1. أصف التغيرات التي حدثت لمكعبات البطاطا وَفْقًا لما تعلمته سابقًا.
2. **أفسر** كيف تكوّنت نباتات جديدة من البطاطا في هذا النشاط .
3. **أتواصل:** أناقش زملائي/ زميلاتي في النتائج التي توصلت إليها.

الربط بالصيدلة

يتّجه الاهتمام البحثي في العلوم الصيدلانية إلى استثمار التكاثر الخضري الصناعي في إنتاج أعداد كبيرة من النباتات الطبية؛ لاستخلاص المواد الكيميائية الفاعلة بغية استخدامها في صناعة بعض الأدوية.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** ما أهمية التكاثر الخضري؟

2. **أقارن** بين كل مما يأتي:

أ . التكاثر الخضري بالعُقَل، والتكاثر الخضري بالأبصال من حيث المفهوم.

ب. التكاثر الخضري بالدَّرَنات، والتكاثر الخضري بالترقيد من حيث الآلية.

3. **أفسر:** ينتج من التكاثر الخضري نباتات مطابقة في صفاتها للنبات الأم.

4. **أتنبأ:** ما المشكلات المحلية والعالمية التي قد يسهم تكثير النبات خضريًّا في حلها؟

5. **أستنتج:** كيف يستفيد الإنسان من التكاثر الخضري الصناعي؟

6. **أصوغ فرضيتي:** ما أثر التكاثر الخضري في قدرة النبات الناتج على مقاومة الأمراض؟

تكاثر النباتات والأمن الغذائي العالمي

Plant Reproduction and Global Food Security

يؤثر الجوع في العالم في أكثر من مليار شخص، وهناك جدل كبير عن أسبابه، إذ يعتقد البعض أنه ناتج من فقر الأفراد العاجزين عن شراء الغذاء، ويعتقد آخرون أن تجاوز أعداد الجنس البشري الطاقة الاستيعابية للكوكب هو السبب الرئيس لنقص الغذاء.

أيًّا كانت الأسباب، فإنّ زيادة إنتاج الغذاء غاية إنسانية نبيلة، والخيار الأفضل لتحقيقها هو زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية، وتشير الدراسات العلمية إلى أنه لا بد من زيادة الإنتاج النباتي من الحبوب بنسبة 40% لإطعام سكان الأرض عام 2030م، وفي ظل محدودية الأراضي الإضافية التي يمكن زراعتها، كان لا بد من إيجاد حلول بديلة للوصول إلى الهدف ذاته، حيث يمكن للتكثير الخضري اختصار المدة الزمنية لإنتاج كميات الغذاء المطلوبة، إذ إنّه لا يحتاج إلى أن تُتمّ النباتات دورات حياتها، كما يمكن التحكم في كميّات الغذاء المنتجة عن طريقه، بالإضافة إلى ما يمكن أن تقدمه التكنولوجيا الحيوية النباتية من مساعدة على تسهيل إنتاج محاصيل مُعيّنة تلبي حاجة الأفراد على الكوكب.

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أزمة الغذاء العالمي، وكيف يُسهم التكاثر الخضري الصناعي تحديدًا في التغلب عليها عالميًّا، ثم أُعِدّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

السؤال الأول:

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي:

1. إحدى مجموعات النباتات الآتية تُمثِّل الجزء الأكبر من المملكة النباتية:
   أ . النباتات اللاوعائية.
   ب. النباتات اللابذرية.
   جـ. النباتات مُعرّاة البذور.
   د . النباتات مُغطّاة البذور.
2. واحدة مما يأتي توجد في النباتات مُعرّاة البذور:
   أ . الأجزاء غير التكاثرية من الزهرة.
   ب. الثمرة.
   جـ. حبوب اللِّقاح.
   د . الكربلة.
3. واحدة مما يأتي لا توجد في الطور الجاميتي الأنثوي لنبات بذري زهري:
   أ . الخلايا المولدة. ب. النواتان القطبيتان.
   جـ. الخلايا المساعدة. د . البويضة.
4. أيّ مما يأتي ينتج عند اتحاد إحدى نواتَي الخليتين الذكريتين مع النواتين القطبيتين في نبات بذري زهري؟
   أ . البوغ الذكري. ب.الزايجوت.
   جـ. الأندوسبيرم. د . الكيس الجنيني.
5. السيقان التي تنمو تحت سطح التربة وتُخزِّن كميات كبيرة من النشا، ويمكن لكل برعم موجود عليها أن يكون نباتًا جديدًا تُعبِّر عن تكثير النبات خضريًّا بطريقة تُسمّى:
   أ . العُقَل. ب. الدَّرَنات.
   جـ. الترقيد. د . الأبصال.
6. يتكاثر نبات القُلْقاس خضريًّا عن طريق:
   أ . العُقَل. ب. الدَّرَنات.
   جـ. الترقيد. د . الكورمات.
7. إحدى طرائق التكاثر الخضري الآتية تُعدّ طريقة صناعية:
   أ . العُقَل. ب. الدَّرَنات.
   جـ. الكورمات. د . الأبصال.
8. إحدى طرائق التكاثر الخضري التي يمكن استخدامها في تكثير مختلف أنواع النبات:
   أ . العُقَل. ب. زراعة الأنسجة.
   جـ. الدَّرَنات. د . الترقيد.

السؤال الثاني:

أضع إشارة (✓) إزاء العبارة الصحيحة، و إشارة (×) إزاء العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

1. يساعد أنبوب اللِّقاح على حدوث عملية الإخصاب في النباتات الزهرية من دون الحاجة إلى وجود وسط مائي. ( )
2. الخلية البوغية الأنثوية الأم في نبات الصنوبر أحادية المجموعة الكروموسومية. ( )
3. يتحول البوغ الأنثوي في نبات مُعرّى البذور إلى طور جاميتي يحوي أربع بويضات. ( )
4. في النباتات الزهرية، ينقسم كل بوغ ذكري انقسامًا منصفًا، فتنتج حبة لِقاح تحوي خلية مولدة، وأخرى أنبوبية. ( )
5. من فوائد التكاثر الخضري زيادة إنتاج أنواع معينة من النبات. ( )
6. يتكون النبات الجديد في الكورمات من براعم جانبية عند قواعد الأوراق. ( )

السؤال الثالث:

أفسر كلًّا مما يأتي:

1. تنتشر بذور الهندباء من دون حاجة إلى الحيوانات.
2. سيادة الطور البوغي في النباتات البذرية تساعد على بقائها.
3. تمتاز ثمار كثير من النباتات الزهرية بمذاقها الحلو وألوانها الجاذبة للحيوانات.
4. ينتج من زراعة الأنسجة النباتية نباتات بصفات مرغوب فيها.
5. تدخل الإنسان في التكاثر الخضري الصناعي.
6. تشبه النباتات الناتجة من العُقل أو الدَّرَنات النبات الأم، في حين تختلف النباتات الناتجة من البذور عن أبويها.

السؤال الرابع:

1. **أقارن** بين الأزهار المُلقَّحة بالرياح والأزهار المُلقَّحة بالحشرات من حيث: المُتْك، وألوان البتلات، وتكوين الرحيق، ووجود رائحة.
2. **أقارن** بين التكثير بالدَّرَنات، والتكثير بالأبصال من حيث الآلية.
3. **أقارن** بين التكثير بالترقيد والتكثير بالساق الجارية من حيث نوع التكاثر الخضري.

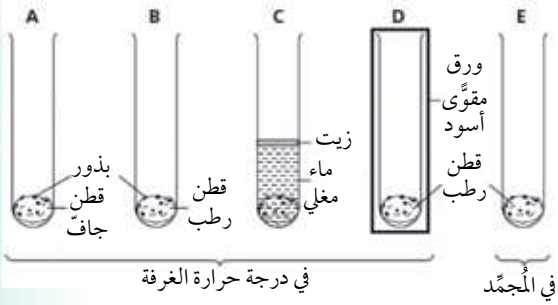
السؤال الخامس:

يظهر الجدول الآتي خصائص بعض الثمار. **أتوقع** آلية انتشار البذور في كل منها:

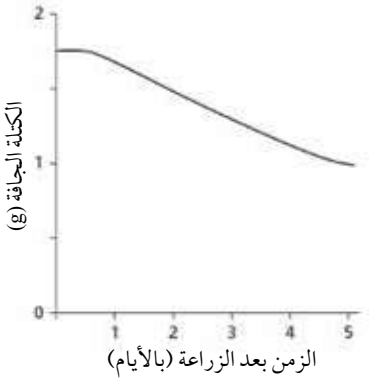
خصائص النبات		آلية انتشار البذور
ثمار نبات القَيْقَب لها زوائد تشبه الأجنحة.		
أحد نباتات العائلة النجيلية يُنتِج ثمارًا لها زوائد شوكية.		
تُنتِج أشجار المانجروف ثمارًا يمكنها الطفو على الماء.		

السؤال السادس:

يظهر الشكل المجاور تجربة لدراسة العوامل المؤثرة في إنبات البذور. وضعت الأنابيب (A,B,C,D) في درجة حرارة الغرفة، ووضع الأنبوب E في المُجمِّد (الفريزر)، أجيب عن الأسئلة الآتية:



1. **أستنتج** ما العوامل المؤثرة في إنبات البذور التي اختبرتها في هذه التجربة؟
2. **أتوقع:** في أي من الأنابيب ستتمكن البذور من الإنبات؟
3. ما نوع الانقسام الذي يحدث في أثناء نموّ البادرة؟
4. **أقارن** عدد المجموعة الكروموسومية في الخلايا المُكوِّنة للبادرة بتلك الموجودة في جنين البذرة.
5. يظهر في الرسم المجاور التغير في الكتلة الجافّة لنبات الفول بعد (5) أيام من زراعته في التربة. **أفسر** التغير الذي يظهره الرسم البياني في كتلة نبات الفول الجافّة.



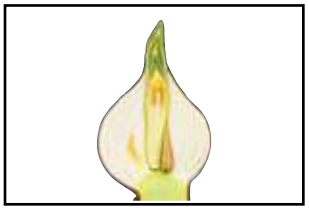
السؤال السابع:

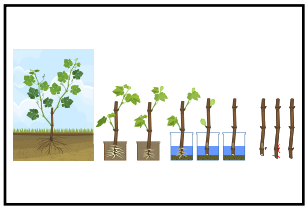
للتكاثر الخضري في النبات فوائد عدة، منها إنتاج نباتات خالية من الأمراض. **أتوقع** كيف يمكن التحكم في هذه الفائدة.

السؤال الثامن:

تُظهر الصور الآتية بعض طرائق التكاثر الخضري، أجيب عن الأسئلة التي تليها:

(أ)


(ب)


(جـ)

(د)

(هـ)

(و)

1. **أصنف** طرائق التكاثر الخضري إلى طبيعية وصناعية.
2. ما رمز الصورة/ الصور التي تمثل ساقًا مخزنة للنشا تنمو تحت سطح التربة؟
3. ما الصورة التي تمثل إنتاج نباتات جديدة من نسيج يُقتطَع من أجزاء مختلفة من النبات؟
4. ما الصورة التي تصف قطع جزء من ساق نبات يحوي براعم؟
5. ما الصورة التي تصف إنتاج نبات جديد من براعم جانبية على سيقان قصيرة تُخزِّن الغذاء تحت سطح التربة؟

مسرد المصطلحات

الأسطوانة الوعائية Vascular Cylinder: عمود مركزي يتكوَّن من الأنسجة الوعائية (الخشب واللِّحاء) لجذر النبات.

التجزئة Fragmentation: طريقة تكاثر خضري طبيعية، ينمو عن طريقها جزء من الساق أو الجذر، إذا سقط أو قُطع عن النبات الأم مُنتِجًا نباتًا كاملًا.

الترقيد Layering: طريقة تكاثر خضري صناعية، يثني الإنسان جزءًا من الساق الجارية –التي تحوي عُقَدًا تخرج منها البراعم– دون فصلها عن النبتة الأم، ثم يغطيه بالتربة، فينمو، ثم ينفصل عن الأم بعد تكوين الجذور ليصبح نباتًا مستقلًّا.

التكاثر الخضري Vegetative Reproduction: تكاثر النبات عن طريق أجزائه الخضرية: الساق، والأوراق، والجذور.

التلاصق Adhesion: التصاق مادة بأُخرى، مثل التصاق جزيئات الماء بالجُدُر الداخلية لنسيج الخشب بروابط هيدروجينية.

التماسك Cohesion: ارتباط الجزيئات المتشابهة بعضها ببعض عن طريق الروابط الهيدروجينية غالبًا.

الانتحاء اللمسي Thigmotropism: نمو النبات استجابةً للتلامس مع جسم صُلْب كما في التفاف محاليق العنب.

الانتحاء الأرضي Gravitropism: استجابة النبات للجاذبية الأرضية.

الانتحاء الضوئي Phototropism: انحناء النبات استجابةً للضوء.

جهد الماء Water Potential: الخصيصة الفيزيائية التي تُحدِّد الاتجاه الذي سيتدفَّق فيه الماء، تبعًا لتركيز المواد الذائبة فيه.

زراعة الأنسجة النباتية Plant Tissue Culture: طريقة تكاثر خضري صناعية، حيث يُنتَج نبات كامل من نسيج نباتي حي غير متخصص يُقتطَع من النبات الأم، ويُنمّى في ظروف خاصة داخل وسط غذائي يحوي العناصر الضرورية والهُرمونات النباتية اللازمة لنموّه.

الساق الجارية Stolon: طريقة تكاثر خضري طبيعية، حيث تنمو عُقَد في ساق فوق أرضية يتكون لها جذر للأسفل وبرعم للأعلى وتكون نباتًا جديدًا .

ضغط الجذر Root Pressure: ضغط يتولَّد في جذر النباتات نتيجة الخاصية الأسموزية، ما يؤدي إلى خروج الماء من حافّات الأوراق بعملية الإدماع.

عُصارة الخشب Xylem Sap: محلول مُخفَّف من الماء و الأملاح المعدنية يُنقَل خلال الأوعية والقُصَيْبات من نسيج الخشب إلى النبات.

عُصارة اللِّحاء Phloem Sap: محلول غني بالسُّكَّر يُنقَل خلال الأنابيب الغربالية لنسيج اللِّحاء في النبات.

العُقَل Cuttings: طريقة تكاثر خضري صناعية، يُقطَع فيه جزء نبات يحوي براعم (الساق غالبًا)، ويُفضَّل غمس الجزء المقطوع في هُرمونات نباتية خاصة للتجذير، ثم إعادة زراعته لإنتاج نبات جديد.

الكورمات Corms: طريقة تكاثر خضري طبيعية، يتكون فيها النبات الجديد من براعم جانبية على سيقان قصيرة تُخزِّن الغذاء تحت سطح التربة.

كيس الجنين Sac Embryo: الطور الجاميتي الأنثوي للنباتات الزهرية الذي ينتج من نموّ بوغ أنثوي، وانقسامه على هيئة تركيب متعدد الخلايا. وهو يحوي ثماني أنوية أحادية المجموعة الكروموسومية (n1).

1. Campbell, N., A., Urry, L., A., Cain, M., l., Wasserman, S., Minorsky, P., V., Reece, J., B., **Biology a global approach**, 11 th edition, Pearson education, INC., Boston, MASS., USA, 2018.

2. Campbell, N., A., Urry, L., A., Cain, M., l., Wasserman, S., Minorsky, P., V., **Biology**, 12 th edition, Pearson education, INC., Boston, MASS., USA, 2021.

3. David M., Michael S. and Mike S. **Cambridge International AS & A Level Biology. Students Book**. Harper Collins Publisher Limited, 2020.

4. Evert, R., F., Eichhorn, S., E., Raven, **Biology of Plants**, 8 th edition, W. H. Freeman, New York, USA, 2013.

5. Jackie,C. Sue, K. , Mike,S.m and Gareth, P. **Cambridge IGCSE Biology**. Harper Collins Publishers Limited, 2014.

6. Kearsey. S., **Cambridge IGCSE Biology**, Collins, 2014.

7. Leventin, E., McMahon, K., **Plants and Society**, 8 th edition, McGraw Hill education, New York, USA, 2020.

8. Mary J., Richard F., Jennifer G., and DennisT, **Cambridge International AS & A level Biology Coursebook**, Cambridge University Press, 2014.

9. Miller.K.R., Miller & Levine, **biology**, Pearson, 2010.