الماء "يتسلّق" في النبات: نقل الماء في النبات

الفئة العُمرية

الإعدادية

الثانوية – الصف الحادي عشر

ملخّص الفعاليّة

بعد مشاهَدة مقطعَي فيديو، يبني الطلاب نموذجًا يعرض صعود الماء في النبات. ثمّ يناقشون تفسير صعود الماء في النبات.

مدّة الفعاليّة

درس واحد

أهداف الفعاليّة

- التعرُّف إلى مبنى جهاز نقل الماء في النبات:
  - الجهاز الوعائيّ الخشبيّ: أنابيب مُجوَّفة، أنابيب شَعريّة، مُتشعّبة
  - ملاءَمة الجهاز الوعائيّ الخشبيّ لوظيفته: نقل المياه والموادّ المُذابة من الجذور إلى الأجزاء الأخرى من النبتة.
- التعرُّف إلى عملية استيعاب الماء في النبتة.

مصطلَحات من المَنْهَج التعليميّ

الساق، الجذر، الورقة، النسيج الوعائيّ الخشبيّ، الخاصيّة الشَّعريّة، النَّتْح

مهارات

التفكير النقدي، طرح الأسئلة، التقديم، الإبداع، تطبيق المعلومات

نمط التعلُّم

فِرَق

نوع الفعالية

فعالية لإجمال الموضوع

رابط للفيديو

كلّ من مقطعَي الفيديو التاليَين:

- "الأمور الأكثر إثارةً للدهشة في النباتات": https://goo.gl/xPYEqK
- "كيف يمكن أن تكون النباتات بطول أكثر من 10 أمتار؟": https://goo.gl/8ajZQq

استعدادات للفعاليّة

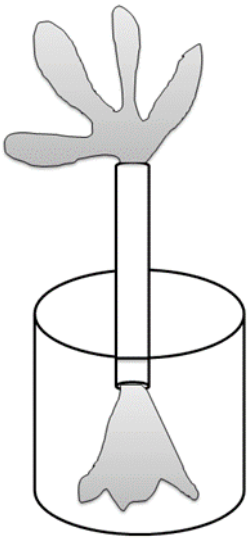
يجب تحضير المعدّات التالية:

قشّات (شفّاطات) سميكة للشُّرب، ورق تنشيف، أقلام ماركر على أساس مائيّ خضراء وحمراء وصفراء، كأس تحتوي على ماء.

ماذا نفعل؟

- شاهِدوا مقطعَي الفيديو التاليَين:

- "The Most Amazing Thing About Trees": https://goo.gl/xPYEqK
- "How Can Trees Be Taller Than 10m?": https://goo.gl/8ajZQq



بعد مشاهدة مقطعَي الفيديو، توزَّعوا إلى فِرق حسب تعليمات المعلّم، وابنوا النموذج الذي يعوض ارتفاع الماء في النبات. يجب بناء النموذج وفق الإرشادات التالية:

- أدخِلوا أشرطة من ورق التنشيف إلى داخل قشّة للشُّرب. أشرِطة ورق التنشيف أطول من قشّة الشُّرب، لذا يبرز ورق التنشيف من جانبَي القشّة.
- اغمسوا بالماء من جانب واحد، وافتحوا الجانب الآخر ليصبح على شكل زهرة أو ورقة.
- لوِّنوا بماركر ورق التنشيف في المنطقة التي يبرز فيها خارج قشّة الشُّرب، بحيث حين يرتفع الماء في ورق التنشيف يُبيِّض اللون على الورق البارز من القشّة (يمكن إضافة "ورقة" عبر ثَقب تُثقب بواسطة القشّة وإدخال ورق تنشيف إليه).

يتيح جهاز النقل للنباتات أن تصل إلى ارتفاعات كبيرة وتُنفّذ عملية التركيب الضوئيّ بنجاعة.

يتضمّن جهاز النقل في النبات نوعَين من أنابيب النقل:

- جهاز الأنابيب الوعائية اللحائية (Phloem)، الذي تجري فيه نواتج عملية التركيب الضوئي من الأوراق (ومن باقي الأعضاء الخضراء في النبتة) إلى جميع أجزاء النبتة. يُجذَب معظم المسار من الأجزاء العُليا للنبتة إلى الأجزاء السُّفلى – مع قوة الجاذبيّة.

- جهاز الأنابيب الوعائيّة الخشبيّة (Xylem). إنه جهاز أنابيب تجري فيها مياه ومعادن. اتجاه الجَريان هو من الجذور التي في الأرض إلى أجزاء النبتة المختلفة. تتطلب هذه العملية ظاهريًّا استثمار كمية هائلة من الطاقة. والحديث هو عن مسار طويل، يبلغ طوله أحيانًا عشرات الأمتار، يتم كلّه بشكل شبه عموديّ عكس قوة الجاذبيّة. وبشكلٍ مثير للدهشة، لا تستثمر النبتة طاقة تقويًا في نقل المياه والمعادن من باطن الأرض حتى أعلى ورقة موجودة في قمة الشجرة. فكيف يتم ذلك؟ كيف يرتفع الماء بأقلّ قدر ممكن من الطاقة؟

الجهاز الوعائيّ الخشبيّ مُكوَّن من أنابيب شَعريّة مبنيّة من مجموعة كبيرة من جُدران خلايا ميّتة. الجدران متّصلة واحدها بالآخر. (في مناطق التماسّ بين كلّ خليّة وأخرى هناك ثقوب تتيح الانتقال من خليّة إلى خليّة).

من: "الكيمياء في العمليّات الحياتيّة – التفاعلات أثناء العمل"، باتيا جلعاد وسارة فرح، مركز تدريس العلوم، الجامعة العبرية في القدس، 1999

الخاصيّة الشَّعريّة هي قدرة السوائل على الارتفاع في أنابيب دقيقة، ظاهريًّا عكس قوّة الجاذبيّة. تُحدَّد الخاصيّة الشَّعريّة للسائل عبر توازن قوّتَين متناقضتَين: من جهة قوى التجاذُب – القوى العاملة بين الجزيئات أو بين الذرّات في السائل؛ ومن جهة أخرى قوى الالتصاق – القوى التي تتكوّن بين جزيئات أو ذرّات السائل وبين المادّة التي يتكون منها السطح (جدار الأنبوب الشَّعريّ). لدى السائل خاصيّة شَعريّة مرتفعة، وقوى الالتصاق لديه أقوى من قوى التجاذُب.

للماء خاصيّة شَعريّة مرتفعة خُصوصًا. لدى إدخال أنبوبة دقيقة داخل الماء، يرتفع الماء في الأنبوبة حتى ارتفاع مُعيَّن. تتكوّن بين الماء والأنبوبة قوى التصاق تنجم عن وجود روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء وبين ذرّات الأكسجين في الزجاجة، التي المكوّن الأساسيّ فيها هو SiO_2.

لدى الماء خاصيّة شَعريّة منخفضة في الأنابيب المصنوعة من مادّة لا يمكنها تكوين روابط هيدروجينية معها. للخاصيّة الشعريّة للماء تأثير كبير على حياة النباتات والحيوانات. يصعد الماء والمعادن في النبات بأنبوبة نسيج وعائيّ خشبيّ. النسيج الوعائيّ الخشبيّ هو أحد النسيجَين اللذَين يُستخدَمان لنقل السوائل والموادّ الغذائيّة في النباتات الوعائيّة. ينقل النسيج الوعائيّ الخشبيّ بشكلٍ أساسيّ الماءَ، الأملاح، والمعادن، وهو مُكوَّن بمعظمه من خلايا ميّتة. نسيج النقل الثاني هو النسيج الوعائيّ اللحائيّ، الذي وظيفته هي نقل موادّ غذائيّة عضويّة، خُصوصًا السكروز.

يُنشئ الماء في كلّ ساق عمودًا متواصلًا على طول النبتة من الجذور حتّى الأوراق في القمّة. ينجح عمود الماء في الحفاظ على تواصُل بفضل قوى الالتصاق بين جزيئات الماء وبين أنبوبة النسيج الوعائيّ الخشبيّ، المكوّنة من جزيء غلوكوز: $C_6H_{12}O_6$.

لتوضيح الخاصيّة الشَّعريّة للطلاب، يُعطَون أنابيب زجاجيّة ذات قُطر مختلف (1 ملم – 10 ملم). اطلبوا من الطلاب أن يغمسوا قاع الأنابيب بكأس تحتوي على قليل من الماء، وأن يفحصوا تأثير قُطر الأنبوبة على ازدياد ارتفاع الماء في الأنبوبة فوق ارتفاع سطح الماء في الكأس.

في المقالة "أزهار الأقحوان المُلوَّنة" في الرابط https://bit.ly/3pJkSOp يمكنكم أن تروا صُوَرًا لأزهار أقحوان بيضاء بقيت في ماءٍ أُضيفت إليه ألوان مختلفة. اقرأوا المقالة لتلخيص الفعالية.