

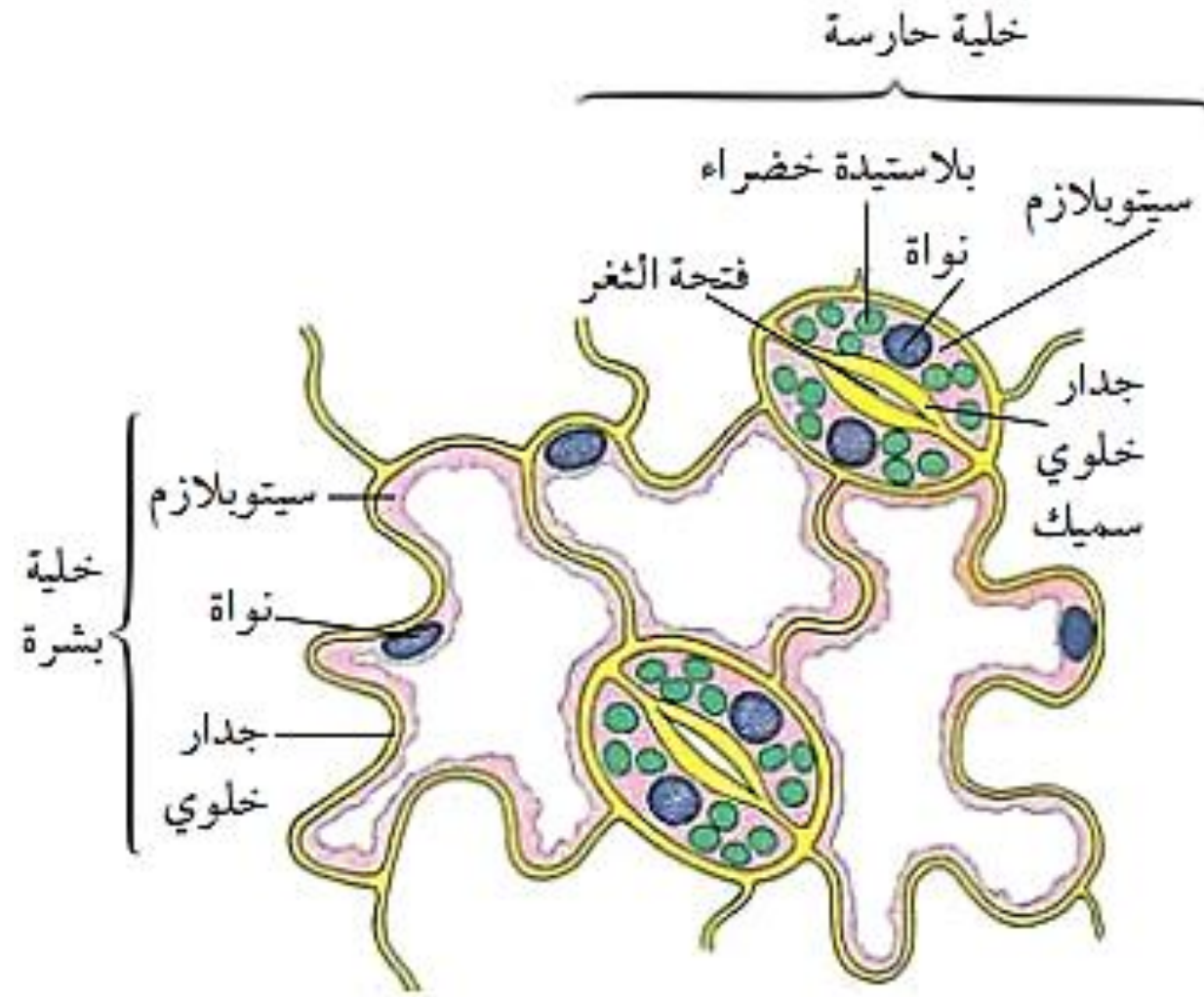
الوحدة التاسعة : النقل في النبات الدرس الثالث (3-9) : عملية النتح



٣-٩ عملية النتح

النتح Transpiration (هو عملية فقدان بخار الماء من النبات عبر ثغور الأوراق).

بالعودة إلى الشكل ٧-٣، ترى أن هناك فتحات على سطح الورقة تُسمى الثغور. يحتوي السطح السفلي من الورقة عادةً على المزيد من الثغور **Stomata**، وتحديدًا في طبقة البشرة السفلية. وتغطي طبقة رقيقة من الماء سطح كل خلية من خلايا طبقة النسيج الوسطي الموجودة داخل الورقة.



الشكل ٧-٣ منظر سطحي
للبشرة السفلى لورقة نبات

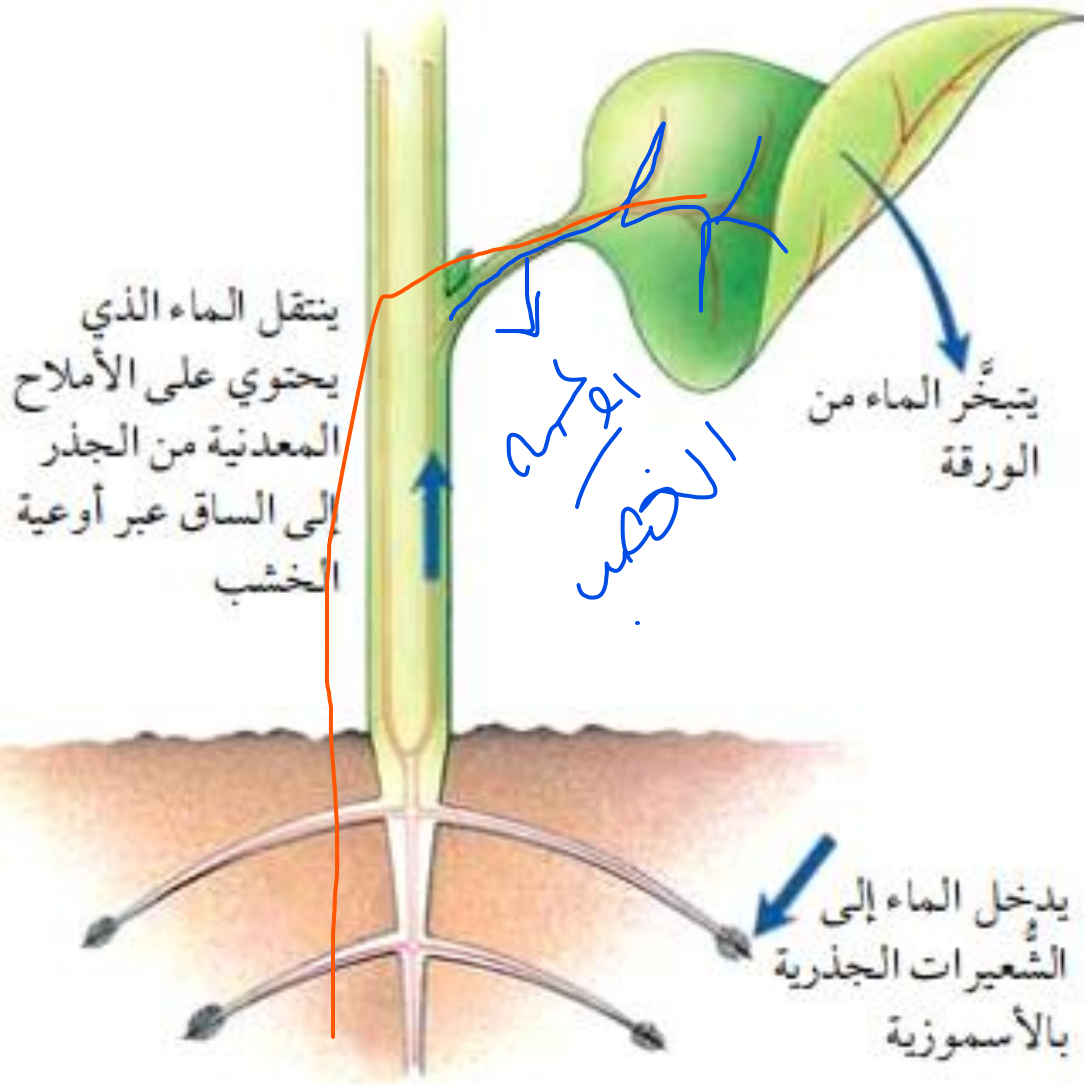
٣-٩ عملية النتح

يتبخر بعض الماء الموجود على أسطح هذه الخلايا، وينتقل البخار من داخل الورقة إلى الهواء المحيط بها عبر الثغور بواسطة عملية الانتشار. ينتقل الماء من الأوعية الخشبية في عروق الورقة إلى خلايا النسيج الوسطي بالأسموزية، لتعويض الماء المفقود بالتبخر.

تُعرف حركة انتقال الماء من الجذور، عبر أوعية الخشب، إلى خلايا النسيج الوسطي ثم الخروج من خلال الثغور، باسم تيار النتح Transpiration stream (الشكل ٩-٦).

مصطلحات علمية

النتح Transpiration: هو عملية فقدان بخار الماء من أوراق النبات عن طريق تبخر الماء عند أسطح خلايا النسيج الوسطي، مما يؤدي إلى انتشار بخار الماء عبر الثغور.



الشكل ٩-٦ تيار النتح

الدرس الثالث (9-3) عملية النتح

٣-٩ عملية النتح

منحدر جهد الماء

يؤدي فقدان الماء المستمر من الأوراق إلى خفض مقدار الضغط في الجزء العلوي من أوعية الخشب، ما يُسبب تدفق الماء عبرها إلى أعلى. والسبب الرئيسي لحدوث ذلك هو عملية النتح.

قد علمت سابقاً أن الماء ينتقل باتجاه منحدر التركيز للماء، من منطقة جهد الماء العالي إلى منطقة جهد الماء المنخفض (الوحدة الثانية، الموضوع ٢-٢). وفي النبات، يتحرك الماء باتجاه منحدر جهد الماء من مكان إلى آخر،

الشربة

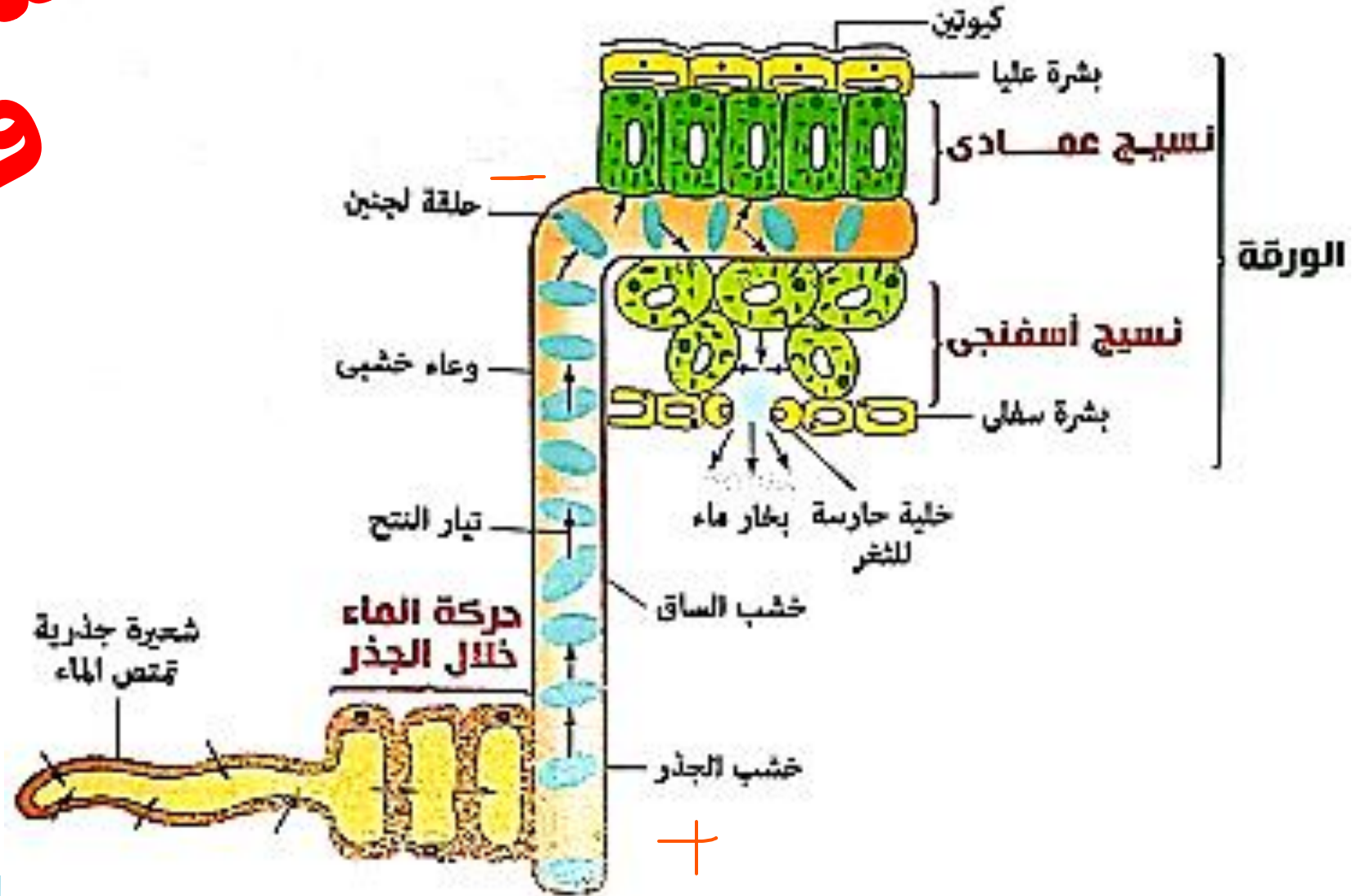
بدءاً من جهد الماء الأعلى للمحلول الموجود في التربة، إلى جهد الماء المنخفض في الهواء المحيط.

يحدث انخفاض قيمة جهد الماء في الأوراق نتيجة فقدان بخار الماء منها إلى الهواء المحيط بها بواسطة عملية النتح. وينتج من ذلك قوة سحب بالنتح Transpiration pull من الأعلى، تُسبب سحب الماء إلى أعلى النبات.

ترتبط جزيئات الماء بعضها مع بعض بفعل خاصية (قوى التماسك) Cohesion، كما ترتبط جزيئاته مع جدران أوعية الخشب بفعل خاصية (قوى التلاصق) Adhesion، وهذا ما يساعد على سحب جزيئات الماء في أوعية الخشب إلى الأعلى كعمود واحد دون تفكك.



فقط للتوضيح



٣-٩ عملية النتح

- ٢ • تُساعد الفجوات الهوائية التي تقع داخل النسيج الوسطي الإسفنجي، على توفير مساحة سطحية كبيرة من خلايا النسيج الوسطي المحاطة بطبقة الماء الرقيقة، ممّا يزيد من مُعدّل تبخّر الماء إلى الهواء، وبالتالي سحب المزيد من الماء من أوعية الخشب المُجاورة، وبالتالي سحب الماء من الجذور إلى الأعلى.
- ٣ • تُوفّر خلايا الشعيرات الجذرية مساحة سطحية كبيرة جدًّا لامتصاص الماء، ممّا يزيد من كميّة الماء التي تعبر إلى داخل النبات.
- ٤ • تُوفّر أوعية الخشب المُجوّفة والضيّقة مسارًا سهلاً لتدفّق الماء بشكل مُتواصل من الجذور إلى أعلى النبات.
- ٥ • عندما تكون الثغور مفتوحة، وتسمح بانتشار بخار الماء بسهولة إلى خارج الورقة، ينخفض جهد الماء داخلها، ممّا يدفع المزيد من الماء إلى التبخّر من أسطح خلايا النسيج الوسطي.

تحديد سطح الورقة الذي يتم فقدان معظم الماء من خلاله

- ١ استخدم نباتًا سليمًا ذا نموّ جيد مزروع في أصيص ويُروى باستمرار، وله أوراق ذات شُعيرات خفيفة. ثبّت مُربّعًا صغيرًا من ورق كلوريد الكوبالت الأزرق على كل من سطحَي ورقة نبات واحد باستخدام شريط لاصق شفاف. تأكّد من عدم وجود فراغات هوائية حول ورقة كلوريد الكوبالت.
 - ٢ دع ورقة كلوريد الكوبالت على ورقة النبات لبضع دقائق.
- أسئلة
- ١ أي قطعة من ورق كلوريد الكوبالت تحوّلت إلى اللون الوردي أولاً؟ على ماذا يدلّ ذلك؟
 - ٢ لماذا يفقد هذا السطح الماء أسرع من السطح الآخر؟
 - ٣ فسّر: ضرورة استخدام الملقط عند التعامل مع ورق كلوريد الكوبالت.

٣-٩ عملية النتح

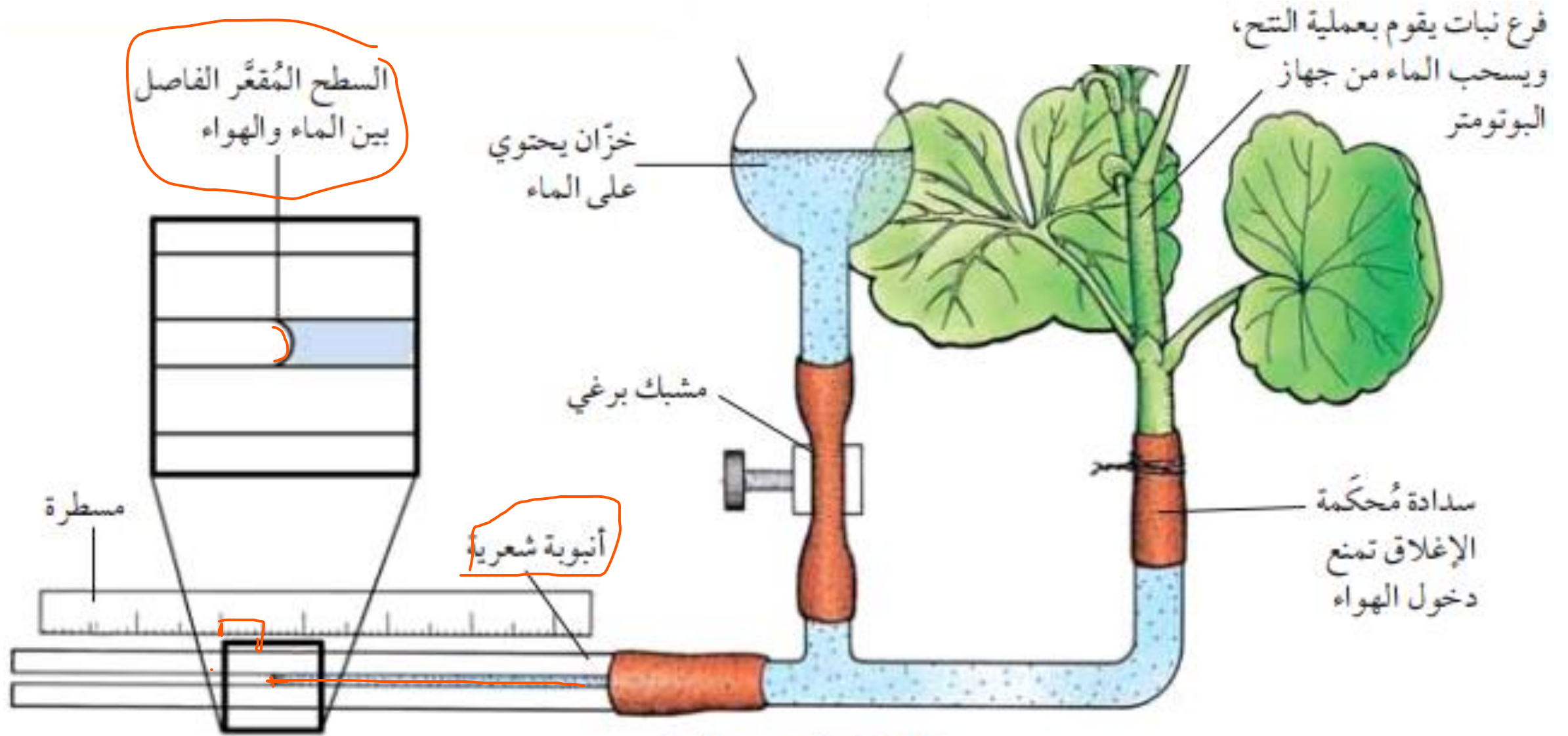
قياس مُعدّل عملية النتح

من السهل قياس مُعدّل امتصاص الماء مُقارنة بقياس مُعدّل تبخّر الماء من أوراق النباتات. حيث يعتمد مُعدّل امتصاص النبات للماء على مُعدّل عملية النتح. فكلّما زاد مُعدّل النتح في النبات، زاد مُعدّل امتصاصه للماء.

معدل النتح
معدل امتصاص الماء

يوضّح الشكل ٩-٧ الجهاز الذي يمكن استخدامه لقياس مُعدّل النتح في ظروف بيئية مختلفة، ويُطلَق عليه اسم جهاز البوتومتر Potometer. من خلال تسجيلك لسرعة تحرّك السطح المُقعر بين الهواء والماء على طول الأنبوبة الشعرية، يمكنك مقارنة مقدار مُعدّل امتصاص النبات للماء في ظروف بيئية مختلفة. وهناك أيضًا مجسّات إلكترونيّة يمكن استخدامها لقياس مُعدّل النتح، وهي متوفّرة في مدرستك.

الدرس الثالث (9-3) عملية النتح



الشكل ٧-٩ جهاز البوتومتر

الدرس الثالث (9-3) عملية النتح

٩-٣ عملية النتح

العوامل التي تؤثر على مُعدّل عملية النتح

يزيد مُعدّل النتح بارتفاع درجة الحرارة وانخفاض نسبة الرطوبة.

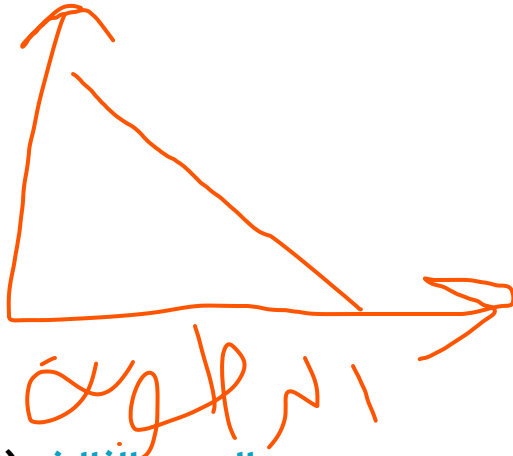
درجة الحرارة

تشهد الأيام الحارّة، تبخّر الماء بسرعة من أوراق النبات. أي إن مُعدّل النتح يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة.



درجة الرطوبة

تُعبّر درجة الرطوبة عن كميّة بخار الماء الموجودة في حجم معيّن من الهواء. وكلّما ارتفعت درجة رطوبة الهواء، انخفضت سرعة تبخّر الماء من أوراق النبات وذلك لانخفاض مُنحدر التركيز بين الفجوات الهوائية داخل الورقة والهواء الرطب خارجها، ممّا يُقلّل من مُعدّل انتشار بخار الماء إلى الخارج.



الدرس الثالث (9-3) عملية النتح

قياس مُعدّل النتح في ساق النبات



أسئلة

- ١ أي قطعة ساق سجّلت نقصاً أكبر في الكتلة؟ ما سبب ذلك؟
- ٢ هل تلاحظ أي فرق آخر بين قطعتي الساق؟
- ٣ هل تعتقد أن هذه طريقة مناسبة لقياس مُعدّل النتح؟ كيف يمكن تطويرها؟

- ١ اقطع قطعتين من طرف ساق نبات بأوراقهما، بطول 8 cm، أو استخدم ساق نبات يعطيك إياها معلّمك.
- ٢ ضع كل قطعة ساق في مخبر مدرّج، واملأهما بالماء إلى نفس المستوى. سجّل مقياس مستوى الماء في البداية.
- ٣ استخدم قطارة لإضافة الزيت إلى سطح الماء في كل مخبر، لتكوين حاجز يمنع تبخر الماء.
- ٤ غطّ أوراق إحدى الساقين بالفازلين.
- ٥ زن كلّاً من المخبرين، وسجّل كتلة البداية.
- ٦ سجّل مقياس مستوى الماء، وقيمة الكتلة، لكلّ من المخبرين، بعد أسبوع.

- ١ قم بإعداد جهاز البوتومتر كما في الشكل ٩-٧. يجب أن يتلاءم قطر ساق النبات تمامًا مع السدادات المطاطية، بحيث يمكن إدخالها فيها دون تكوين فجوات هوائية. يمكن استخدام الفازلين لإحكام الغلق.
- ٢ املاً الجهاز بالماء عن طريق فتح المشبك.
- ٣ أغلق المشبك مرة أخرى ودع الجهاز في مكان جيد الإضاءة والتهوية.
- ٤ عندما يصل السطح المُقعر الفاصل بين الهواء والماء إلى بداية المقياس، ابدأ بتسجيل موقعه كل دقيقتين.
- ٥ عندما يصل السطح المُقعر الفاصل بين الهواء والماء إلى نهاية المقياس، أعد ملء الجهاز بالماء من الخزان كما كان من قبل.
- ٦ والآن كرر تنفيذ عملية الاستقصاء، ولكن بعد تعريض الجهاز لظروف مختلفة مثل:
 - تعريضه لهواء المروحة.
 - وضعه في خزانة.
 - وضعه في ثلاجة.
 - وضعه في هواء جاف جدًا أو رطب جدًا.
- ٧ مثل النتائج التي حصلت عليها بيانياً.

استخدام جهاز البوتومتر لمقارنة مُعدّلات النتج في ظروف مختلفة

أسئلة

١ أي العوامل الخارجية سجّلت فيها:

(أ) أعلى مُعدّل للنتج؟

(ب) أدنى مُعدّل للنتج؟

٢ استخدمت جهاز البوتومتر لمُقارنة مُعدّل امتصاص

الماء في ظروف مختلفة. هل تعتقد أن هذه الطريقة

مناسبة لقياس مُعدّل النتج؟ اشرح إجابتك.

سؤال

(١) ما المقصود بالنتح ؟



سؤال

(٢) ما المقصود بالثغور؟



سؤال

(٣) ما أهمية البوتومتر؟



سؤال

(٣) اشرح كيف يؤثر كل من التالي على معدل النتح :

أ- درجة الحرارة

ب- الرطوبة



سؤال

تتمو نباتات الأوركيد الهوائية على النباتات الأخرى. وهي لا تمتلك جذورًا تُثَبَّتْها في التربة. وبدلاً من ذلك، تكون جذورها هوائية (أي تنمو في الهواء)، وتمتدّ إلى الخارج في البيئة المحيطة، حيث تقوم بامتصاص الماء مباشرة من الهواء المُحيط بها.

ويُعرف عن نباتات الأوركيد الهوائية أنها من أشهر النباتات المنزلية، وتتطلب أصصًا صغيرة، ولا تحتاج إلى الري كثيرًا.

- أ لماذا تحتاج نباتات الأوركيد إلى الماء؟
- ب صف المسار الذي يسير فيه جُزْيء ماء من الهواء حتى يصل إلى النسيج الوعائي الخشبي في نبات الأوركيد.
- ج لماذا تعيش معظم النباتات الهوائية في بيئات رطبة وندية؟
- د كيف تؤثر الظروف الرطبة والندية على مُعدّل عملية النتح؟ ولماذا؟

استخدم المصطلحات والعبارات في القائمة الآتية لإكمال الفقرة أدناه. يمكنك استخدام كل مُصطلح أو عبارة مرة أو أكثر، أو عدم استخدامها على الإطلاق.

التماسك	الكيوتيكل	قوة السحب بالنتح	تركيز الأكسجين
يتدفق	أغشية	النسيج الوسطي	النتح
يقلل من	الثغور	جهد الماء	منحدراً
جدران (الخلايا)	الأسموزية	وعاء الخشب	التلاصق

ينتقل الماء في النبات صعوداً بفعل عملية وهي عملية فقدان بخار الماء من خلال في الأوراق. ينتج عن هذا قوة شد تُسمى التي تسحب أعمدة المياه صعوداً عبر

يُسبب استمرار عملية فقدان بخار الماء من الأوراق انخفاض داخل الفجوات الهوائية في طبقة في الورقة. ينتج عن ذلك تبخر الماء من الخلايا في طبقات النسيج الوسطي، مما جهد الماء داخل خلايا النسيج الوسطي، مُحدثاً في جهد الماء بين أوعية الخشب في الورقة وخلاياها. لذلك ينتقل الماء من النسيج الوعائي الخشبي إلى خلايا النسيج الوسطي بواسطة

الدرس الثاني (2-9) امتصاص الماء ونقله

سؤال

استخدم المصطلحات والعبارات في القائمة الآتية لإكمال الفقرة أدناه. يمكنك استخدام كل مصطلح أو عبارة مرة أو أكثر، أو عدم استخدامها على الإطلاق.

التماسك	الكيوتيكل	قوة السحب بالنتح	تركيز الأكسجين
يتدفق	أغشية	النسيج الوسطي	النتح
يقل من	الثغور	جهد الماء	منحدرًا
جدران (الخلايا)	الأسموزية	وعاء الخشب	التلاصق

تؤدي إزالة الماء من الأجزاء العلوية لأوعية الخشب إلى انخفاض منحدّر الماء في قممها، حيث يكون منحدّر الماء عند الأجزاء السفلية منها عاليًا. لذلك يتم سحب الماء من خلال أوعية على شكل عمود متّصل، و.....الماء إلى أعلى.

يظلّ عمود الماء متّصلاً، لأن جزيئات الماء ينجذب بعضها إلى بعض بواسطة.....، وترتبط مع جدران أوعية الخشب بواسطة.....

الدرس الثاني (2-9) امتصاص الماء ونقله