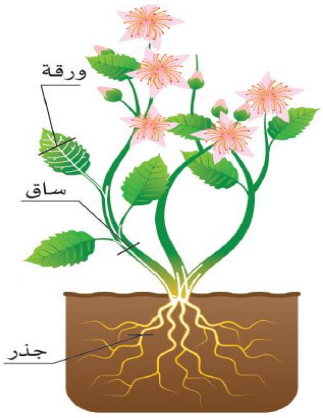
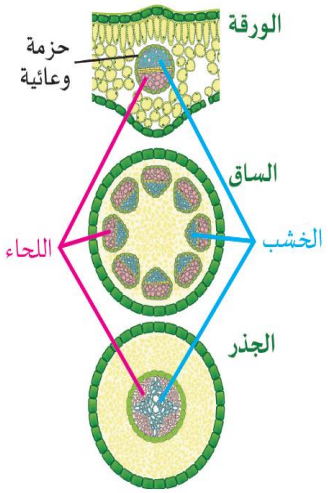
ELMAESTRO



النقل في النباتات
Transport in Plants

النتح Transpiration

الدرس الأول



BIOLOGY

3 2021-2022 3

MR. NASSER

شرح مبسط وملخص للوحدة الثالثة

الوحدة الثالثة: النقل في النباتات

الدرس الأول: النتح

احتياجات النباتات للنقل

تختلف النباتات عن الحيوانات في أوجه مهمة تجعل احتياجات النقل لدى النباتات مختلفة عن الحيوانات

1- صنع الغذاء ومصدر الطاقة

- ✓ تستخدم النباتات ضوء الشمس مصدراً أساسياً للطاقة بدلاً من تناول الطعام وهضمه.
- ✓ تصنع النباتات الجزيئات العضوية الخاصة بها في عملية البناء الضوئي مستخدمة CO_2 مصدراً للكربون.

2- أشكال النباتات مقارنة بأشكال الحيوانات

- ✓ أشكال النباتات متفرعة وممتدة

لتزيد مساحتها السطحية لامتصاص معظم آشعة الشمس والعناصر الغذائية.

- ✓ أجسام الحيوانات متراصة

لتقليل مساحتها السطحية.

- ✓ تحتاج النباتات إلى أجهزة نقل ممتدة

بسبب تفرع أجسام النباتات وامتدادها.

3- امتصاص الماء والأملاح المعدنية والأيونات

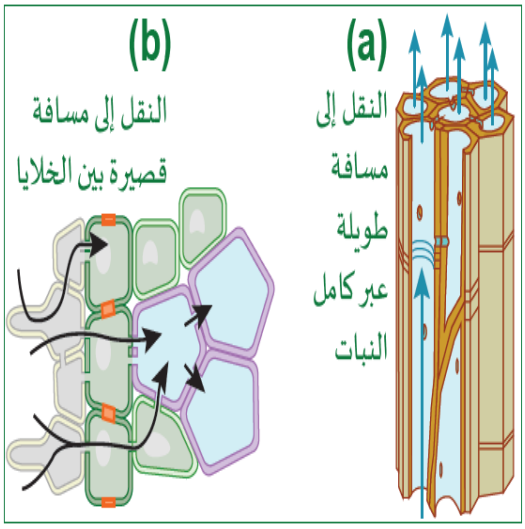
- ✓ يتم امتصاص الماء والأملاح المعدنية والأيونات في الجذور.
- ✓ ويتم نقلها بواسطة أوعية الخشب لمسافات طويلة بواسطة عمليات النقل السلبي والنقل النشط.

4- نقل السكر الناتج عن عملية البناء الضوئي

- ✓ ينتقل السكر الناتج عن عملية البناء الضوئي وجزيئات حيوية أخرى من الأوراق إلى الخلايا النباتية الأخرى حيث يتم خزنها أو استهلاكها.
- ✓ ويتم ذلك عن طريق اللحاء بواسطة النقل النشط.
- ✓ **خللي بالك**: عصارة اللحاء السائلة تحتوي على سكروز وهرمونات نباتية ومواد ذائبة أخرى.

5- تتمتع النباتات أيضاً بآليات نقل لمسافات قصيرة المدى

لنقل الماء والمواد الغذائية بين الخلايا المجاورة.



6- تمتلك الخلايا النباتية جدر خلوية سميكة

لذلك يتحرك الماء والمواد الغذائية عبر تراكيب خاصة تخترق الجدار الخلوي وتختلف تلك التراكيب باختلاف أنواع الخلايا.

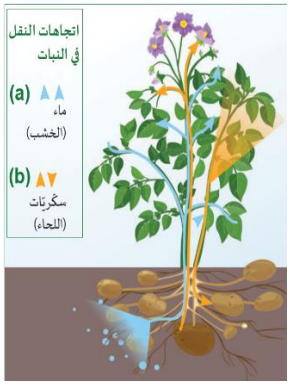
7- النباتات لا تحتاج إلى أجهزة لتبادل O_2 وCO_2

حيث تنتشر هذه الغازات من الهواء والسوائل مباشرة إلى الخلايا في الجذور والسيقان والأوراق.

الخشب واللحاء هي أنسجة النقل في النباتات

استعن بالجدول المرفق لتصف أهم الاختلافات بين الخشب واللحاء

وجه المقارنة	الخشب	اللحاء
الأهمية	نقل الماء والمعادن الذائبة من الجذور إلى السيقان والأوراق	نقل المواد الذائبة في عصارة اللحاء (نقل الغذاء)
اتجاه النقل	ينتقل الماء صعوداً من الجذور للأوراق في اتجاه واحد	تتحرك عصارة اللحاء صعوداً وهبوطاً في جميع الاتجاهات
حيوية الأنسجة	نسيج ميت لغياب العضيات	نسيج حي لوجود العضيات
آلية النقل	النقل السلبي غالباً	النقل النشط



➢ **خللي بالك**

1- يتبخر 99 % من الماء من الأوراق أو السيقان بعملية تعرف باسم النتح.

2- تستخدم عملية النتح لتوزيع الماء.

3- تستخدم عملية نقل الغذاء لنقل عصارة اللحاء.

4- تحتوي عصارة اللحاء على سكريات وأحماض أمينية وهرمونات.

5- تتحرك عصارة اللحاء في عدة اتجاهات بين الأوراق والجذور وأماكن التخزين كالدرنات.

➢ **الكهرمان (العنبر) هو عصارة لحاء أشجار الصنوبر المتحجّرة**

✓ تُنتِج أشجار الصنوبر عصارة لحاء لزجة تتسرّب من الفروع المُصابة.

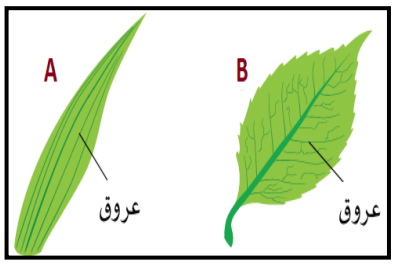
✓ يمكن أن تتصلّب هذه العصارة ويمكن أن تلتصق بها الحشرات قبل تصلّبها.

✓ يحتوي الكهرمان غالباً على حشرات من أزمنة قديمة.

✓ يستخدم الكهرمان في صناعة المجوهرات بعد صقله.

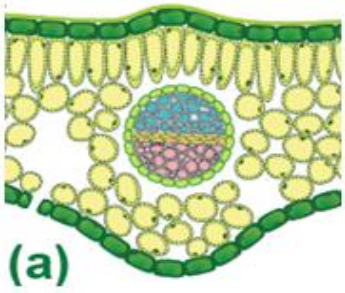
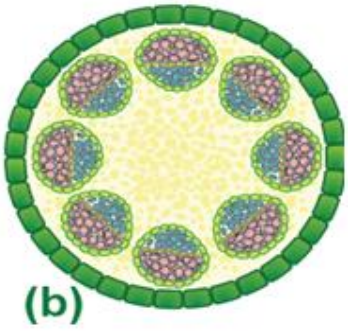
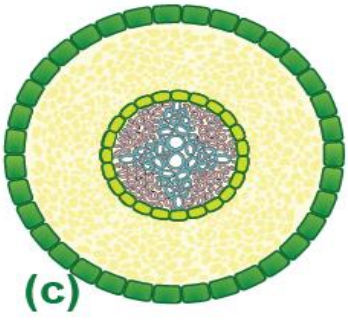
الحزم الوعائية في الجذور والسيقان والأوراق

قارن بين النباتات الزهرية ذوات الفلقتين وذوات الفلقة الواحدة من خلال الجدول المرفق



المقارنة	ذوات الفلقتين	ذوات الفلقة الواحدة
العروق	عروق الأوراق متفرعة	عروق الأوراق متوازية
الأمثلة	مصدر الأخشاب والخضر والثمار	الذرة والأعشاب

➢ **قارن بين ترتيب الحزم الوعائية في النباتات ذوات الفلقتين من خلال الجدول المرفق**

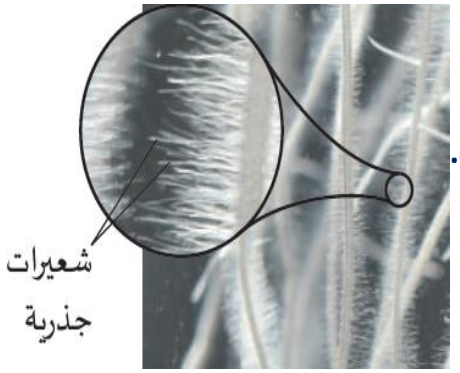
في الورقة	في الساق الخضراء اللينة	في جذور النبات ذي الفلقتين
✓ ينتقل الماء في الخشب بالقرب من السطح العلوي ✓ وتتحرك عصارة اللحاء على طول الجانب السفلي.	✓ تشكل الحزم الوعائية حلقة مجاورة للبشرة. ✓ يكون الخشب بعيداً عن السطح للتقليل من خسارة الماء.	✓ تشكل أنسجة النقل حزمة وعائية واحدة في المركز ✓ ويظهر نسيج الخشب على شكل نجمة في المركز.
		

➢ **كيف يدخل الماء من سطح الجذور إلى داخلها؟**

✓ بالخاصية الأسموزية عبر غشاء منفذ يحيط بالخلايا الجذرية.

✓ تسهم شعيرات دقيقة جداً على سطح كل جذر في امتصاص الماء من التربة.

✓ كل شعيرة جذرية هي خلية واحدة تمتد بين حبيبات التربة.



➢ **مستويات نقل الماء والأملاح في النبات:-**

1- النقل لمسافات طويلة. 2- النقل لمسافات قصيرة.

➢ **دور نسيج الخشب في النقل لمسافات طويلة**

وظيفة الخشب:

✓ يمنح الصلابة والمتانة للنبات.

✓ التركيب الرئيس لنقل الماء داخل النبات إلى مسافات طويلة.

تركيب جدر خلايا الخشب

1- السليلوز. 2- اللجنين " بوليمر قوي من السكريات مقاوم للماء"

أشكال ألياف اللجنين داخل الوعاء المركزي المفتوح

1- الشكل الحلقي. 2- الشكل اللولبي.

خللي بالك يا نجم

الخشب العادي المستخدم في الأثاث هو في الأصل نسيج الخشب.

شكل 12-3 وعاء خشبي في ساق نبات أخضر.

قارن بين خلايا النقل في نسيج الخشب " الأوعية والقصيبات"

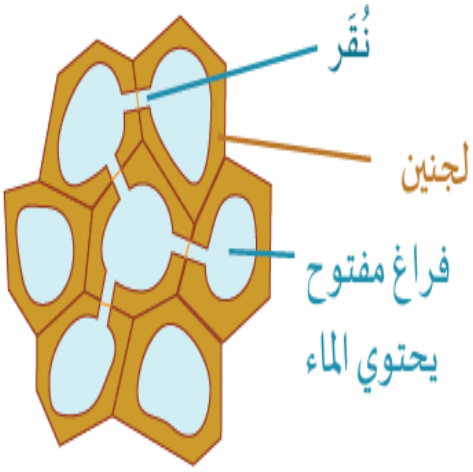
وجه الاختلاف	الأوعية	القصيبات
النهايات	✓ مفتوحة	✓ مدببة ومغلقة ومتداخلة
الطول والقطر	✓ أطول وأوسع. ✓ القطر = قطر شعرة الإنسان. ✓ الطول = من 5 cm إلى 10 m.	✓ أقصر وأدق
التركيب والوصف	✓ تتكون الأوعية من خلايا وعائية فردية تتصل ببعضها البعض في نهاياتها. ✓ عندما ينضج الخشب تموت الخلايا المكونة له وتتحلل أطرافها المتصلة لتشكل أنبوبا مجوفاً يعمل كممر للماء ✓ الأوعية هي التراكيب الأساسية في خشب النباتات الزهرية	✓ تتصل خلايا القصيبات بعضها ببعض من خلال آلاف النقر. ✓ القصيبات هي التراكيب الأولية لنسيج الخشب في النباتات غير الزهرية مثل الصنوبريات.
وجود النقر	✓ توجد النقر	✓ توجد النقر

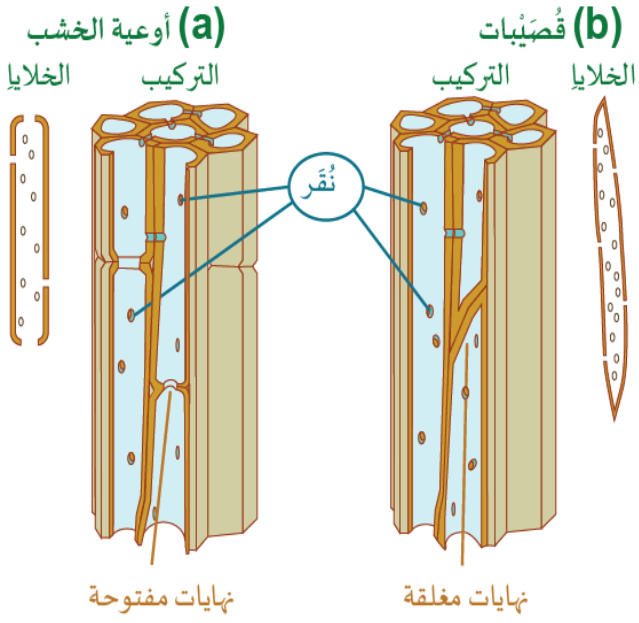
خللي بالك يا باشا

1- يتحرك الماء في القصيبات بسهولة على طول الخلايا وبين الخلايا المجاورة من خلال النقر.

2- النقر هي ثقوب صغيرة في لجنين الأوعية الخشبية وظيفتها نقل الماء بين الخلايا المجاورة.

3- تكون خلايا الخشب حية عندما تطور جدرها السميكة وتكون النقر بعد ذلك تموت الخلايا تاركة تركيباً فارغاً يمكنه نقل الماء.

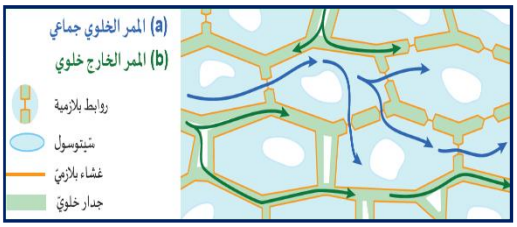




الوحدة الثالثة: النقل في النباتات

الدرس الأول: النتح

النقل لمسافات قصيرة بين الخلايا النباتية " الممر الخارج خلوي - الممر الخلوي جماعي "

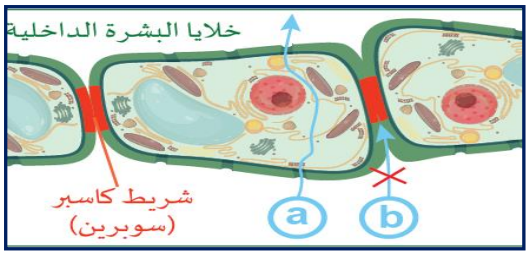


أولاً: الممر الخلوي الجماعي:

- ✓ يمثل الجانب الداخلي من الغشاء البلازمي.
- ✓ يربط هذا الممرّ سيتوسول خلية بسّيتوسول خلية مجاورة.
- ✓ ينتشر الماء والجزيئات المذابة الصغيرة والأيونات عبر الروابط البلازمية بالنقل السلبي.
- ✓ الجزيئات الأكبر مثل الهرمونات تنتقل بعملية النقل النشط.

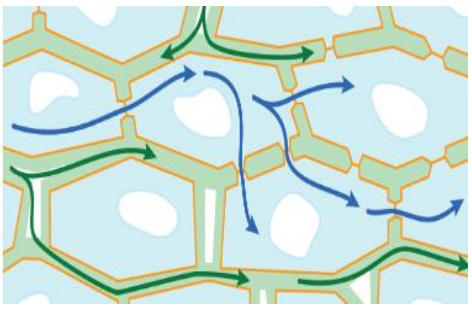
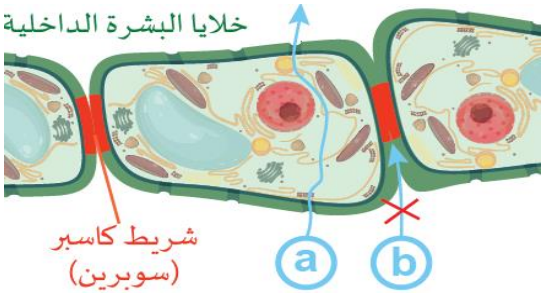
خللي بالك يا زعيم

- ✓ الروابط البلازمية هي فتحات صغيرة في الجدار الخلوي للخلايا المتجاورة.
- ✓ وهي تربط المحتوى الخلوي للخلايا المتجاورة بعضه ببعض.



ثانياً: الممر الخارج خلوي

- ✓ هو المنطقة التي توجد خارج الغشاء الخلوي.
- ✓ يشمل الجدار الخلوي وجميع الفراغات خارج الخلوية.
- ✓ ينقل الماء والأيونات الذائبة وثاني أكسيد الكربون خلاله.
- ✓ المواد التي تنتقل عبر الممر الخارج خلوي لا تعبر أغشية الخلايا إلا نادراً.

وجه المقارنة	الممر الخلوي الجماعي	الممر الخارج خلوي
الرسم التوضيحي		
مكان وجوده	يمثل الجانب الداخلي من الغشاء البلازمي يربط سيتوسول الخلايا المجاورة ببعضها	هو المنطقة التي توجد خارج الغشاء الخلوي يشمل الجدار الخلوي وجميع الفراغات خارج الخلوية
مسار انتقال الماء	داخل الخلايا المتجاورة عبر الروابط البلازمية	خارج جدران الخلايا والفراغات بينها
عبور الماء أغشية الخلايا	دائماً	نادراً
دور شريط كاسبر	لا يصطدم الماء بشريط كاسبر	يصطدم الماء بشريط كاسبر فيغير مساره إلى الممر الخلوي الجماعي

تركيب الجدر الخلوية النباتية

- ✓ تتكون من طبقات متشابكة من ألياف السيليلوز.
- ✓ يتسرب الماء في الفراغات بين الألياف بطريقة مشابهة لامتصاص الورقة للماء باستثناء خلايا البشرة الداخلية.
- ✓ تترسب على جدر خلايا البشرة الداخلية مادة شمعية غير منفذة للماء تسمى السوبرين وتنتشر في جميع الجهات ماعدا الجهة المواجهة للقشرة والأوعية الخشبية مكونة ما يعرف بشريط كاسبر.

وظيفة شريط كاسبر

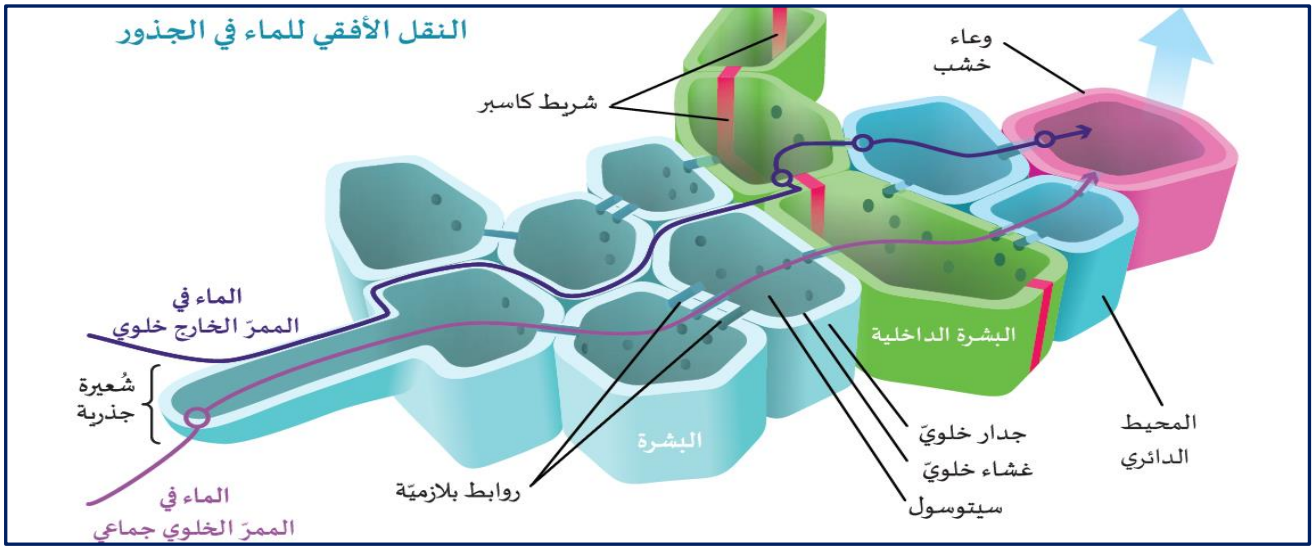
1- يمنع مرور الماء عبر الممر الخارج خلوي ويسمح بمروره في الخلوي الجماعي.

2- يمنع عودة الماء والأملاح من الخشب إلى القشرة.

علل: يتغير مسار الماء والأملاح من الممر الخارج خلوي إلى الممر الخلوي الجماعي لتصل إلى الخشب

لوجود شريط كاسبر الذي يمنع مرور الماء عبر الممر الخارج خلوي ويسمح بمروره عبر الممر الخلوي الجماعي.

نقل الماء يبدأ من الشعيرات الجذرية



يتم امتصاص الماء بواسطة الجذور من خلال تراكيب متعددة ومن خلال الممران الخارج خلوي والخلوي الجماعي

آلية انتقال الماء من الممر الخارج خلوي إلى نسيج الخشب

1- ينتشر الماء مباشرة بالخاصية الأسموزية عبر الجدر الخلوية للشعيرات الجذرية الممتدة من البشرة في الجذر.

2- ينتقل الماء من خلال الممر الخارج خلوي حتى يصل إلى البشرة الداخلية.

3- يمنع شريط كاسبر الموجود في خلايا البشرة الداخلية الماء من الدخول مباشرة إلى أوعية الخشب من المسار الخارج خلوي، فتتم إعادة توجيه الماء إلى المسار الخلوي جماعي ليمر إلى وعاء الخشب.

خللي بالك يا وحش الكون

1- تحتوي أسطح الجذور المتماسّة مع التربة على ملايين الشعيرات الجذرية

لكي تزيد المساحة السطحية لامتصاص الماء.

2- تتميّز الشعيرات الجذرية بجُدُر خلوية رقيقة

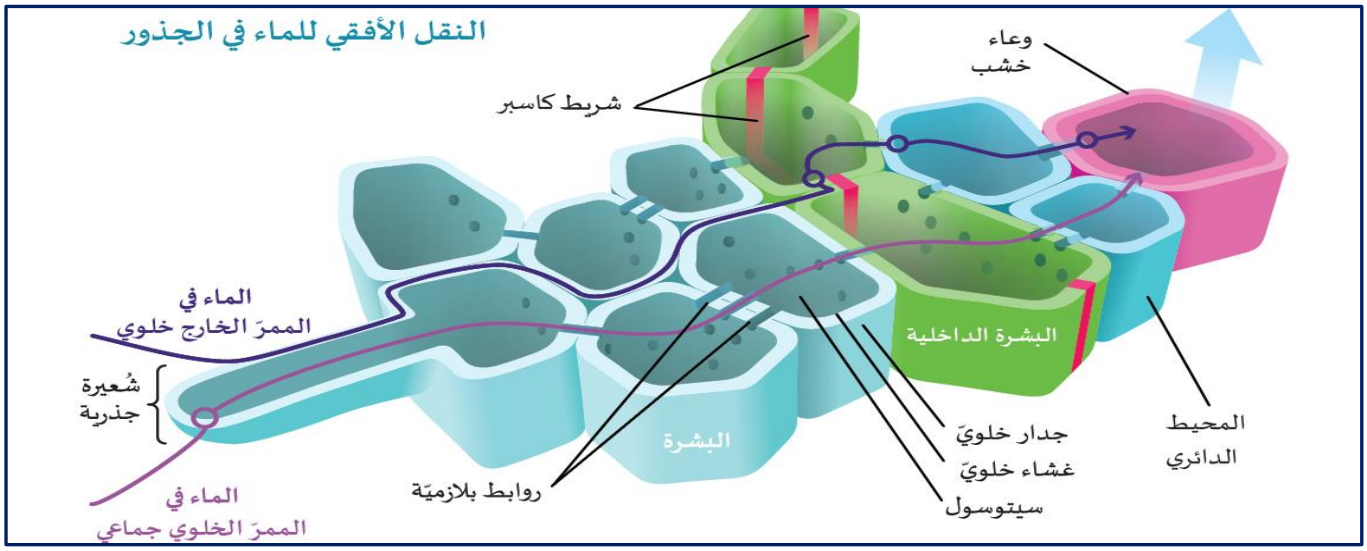
لكي تسهّل مرور الماء والمعادن.

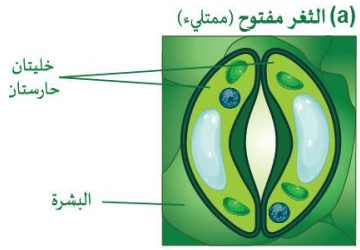
آلية انتقال الماء من الممر الخلوي الجماعي إلى نسيج الخشب:

1- يدخل الماء من خلال أغشية الشعيرات الجذرية حيث تقوم الأغشية شبه المنفذة بشكل اختياري بترشيح المواد الذائبة قبل الدخول إلى السيتوسول.

2- ينتقل الماء بسرعة من خلية إلى أخرى عبر الروابط البلازمية.

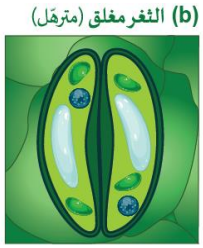
3- يصل الماء إلى نسيج الخشب من خلال السيتوسول متجاوزاً شريط كاسبر.





آلية عمل الثغور

- ✓ تعمل النباتات بشكل نشط على فتح الثغور وإغلاقها للتحكم في نقل الماء.
- ✓ في النهار تحفز طاقة ضوء الشمس الإلكترونات في الكلوروفيل
  فتمتلىء فجوات الخلايا الحارسة بالماء وتفتح الثغور
- ✓ في الليل تفقد الخلايا الحارسة الماء وتنكمش فتغلق الثغور " الخلايا الحارسة مترهلة"
- ✓ تؤدي حركة الماء من الخلايا الحارسة وإليها إلى فتح الثغور وإغلاقها.



آلية عمل الثغور في النهار

1- مستقبلات الضوء "الفوتوتروبين" في الخلايا الحارسة

تحفز الضخ النشط لأيونات H^+ إلى خارج الخلايا الحارسة باستخدام ATP.

2- يصبح سيتوسول الخلايا الحارسة أكثر سالبية مقارنة بالخارج فيختل الاتزان الكهروكيميائي.

3- تدخل أيونات البوتاسيوم K^+ إلى داخل الخلايا الحارسة لإعادة الاتزان.

4- تقوم أيونات البوتاسيوم K^+ بجذب أيونات الكلوريد Cl^- فيزداد تركيز الملح ويقل جهد الماء في السيتوسول.

5- يتدفق الماء إلى السيتوسول بفعل الخاصية الأسموزية فتمتلىء الخلايا الحارسة وتفتح الثغور.

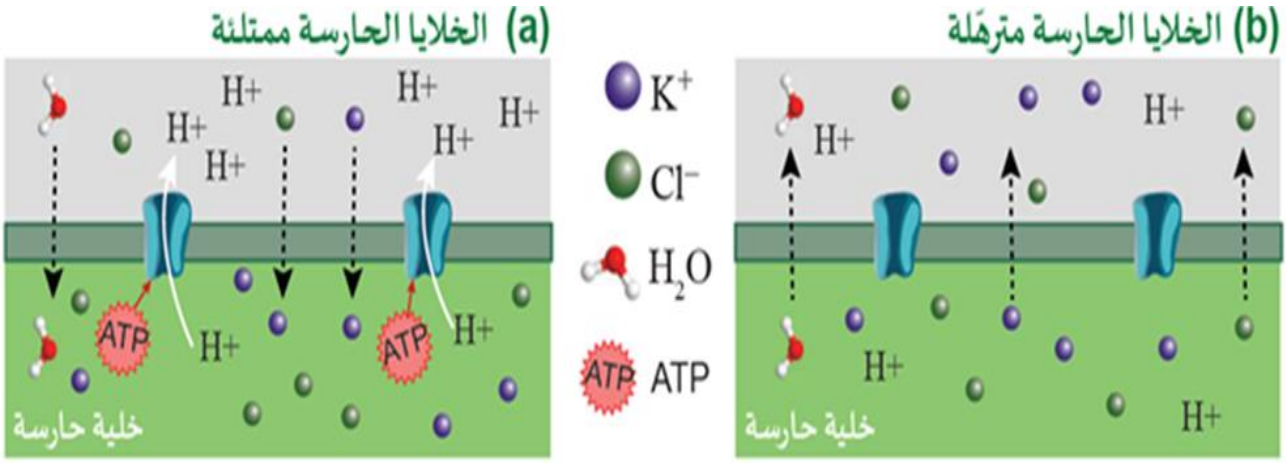
آلية عمل الثغور في الليل

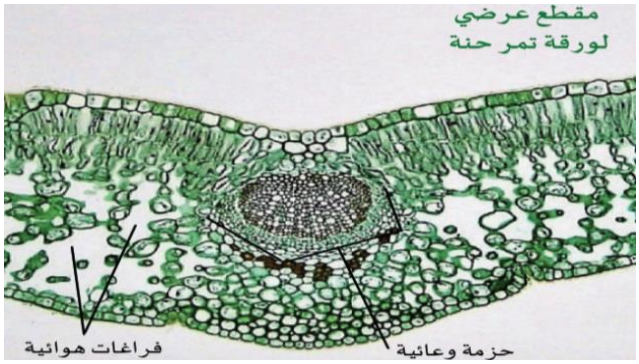
1- تقوم مستقبلات الفوتوتروبين في الخلية الحارسة بإيقاف الضخ النشط لأيونات +H.

2- تنتشر أيونات H^+ وK^+ وCl^- مرة أخرى إلى حد التوازن في التركيز عبر الغشاء.

3- يتدفق الماء مرة أخرى إلى خارج الخلية الحارسة بفعل الخاصية الأسموزية،

4- هذا يجعل الخلية الحارسة مترهلة فتغلق الثغور.





ما المقصود بمصطلح النتح؟

هو خروج بخار الماء من أوراق النبات من خلال الثغور.

ما دور طاقة الشمس في خروج الماء من الورقة النباتية؟

تعمل على زيادة حرارة الماء في الأوراق

فيتبخر من الفراغات الهوائية بين الخلايا

فسر لماذا تتواجد الفراغات الهوائية بكثرة في النسيج المتوسط للورقة؟

1- لأنها موقع لتبادل الغازات" CO_2 و O_2 " 2- تسمح بتبخر الماء بسرعة من الخلايا المبطنة لها.

كيف تتصل الفراغات الهوائية في النسيج المتوسط للورقة بالمحيط الخارجي؟

عبر الثغور على السطحين العلوي والسفلي من الورقة.

عرف الثغور

فتحات دقيقة تنتشر في معظم النباتات على السطحين العلوي والسفلي من الورقة على حد سواء.

اشرح كيف تتكيف الثغور للحد من فقدان الماء في البيئات شديدة الجفاف

1) قلة عدد الثغور مقارنة بعدد الثغور في النباتات التي تعيش في بيئات معتدلة.
2) تكون الثغور في النباتات الصحراوية أصغر نسبياً.
3) تبقى الثغور مغلقة طوال اليوم تحت الشمس الحارة وتفتح الثغور ليلاً.

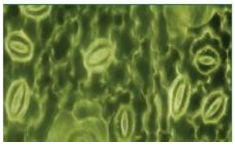
كيف تحصل النباتات على CO_2 اللازم لعملية البناء الضوئي في النباتات التي تغلق الثغور نهاراً؟

تخزن النباتات ثاني أكسيد الكربون في الأحماض العضوية لتستهلكه في اليوم التالي في عملية البناء الضوئي.

خللي بالك يا ريس

1- **يعتبر قلة أعداد الثغور وصغر حجمها في النباتات الصحراوية سلاحاً ذو حدين.**

لأنه يقلل من فقدان الماء ولكن يقلل أيضاً من قدرة الحصول على CO_2



2- **تتواجد الثغور بأعداد كبيرة في السطح السفلي لأوراق السبانخ مقارنة بسطحها العلوي**

للتقليل من فقدان الماء حيث إن السطح العلوي معرض لضوء الشمس المباشر

3- **عدد الثغور في الأوراق الأحفورية دليلاً على مستويات** CO_2 **في الغلاف الجوي في الأزمنة القديمة.**

عندما يكون الجو غنياً بثاني أكسيد الكربون تقلل النباتات عدد الثغور لتقليل خسارة الماء

Transport in Plants

ELMAESTRO 11

النتح الدرس الأول
Transpiration

الوحدة 3

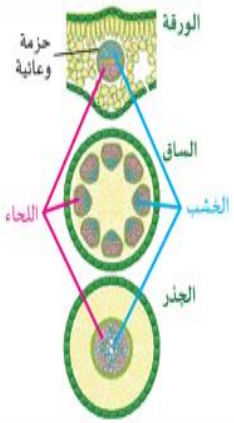
BIOLOGY

النقل في النباتات

GRADE 12

WEEK 11

2021/ 2022



MR. NASSER

11 الوحدة 3 النقل في النباتات 11
Transport in Plants

الوحدة الثالثة: النقل في النباتات

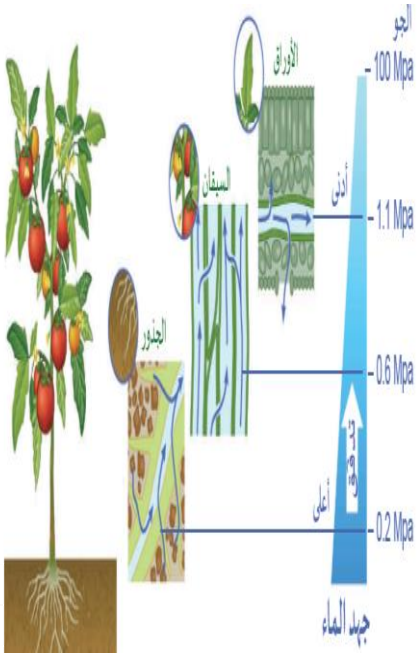
الدرس الأول: النتح

➢ جهد المـــاء

- ✓ كمية الطاقة الكامنة للماء النقي في وحدة الحجم تحت الظروف القياسية.
- ✓ يعكس قابلية جزيئات الماء وقدرتها على التحرّك بين محلولين مختلفَي التركيز عبر غشاء شبه منفِذ.
- ✓ يكون جهد الماء في الأوراق أقلّ من جهد الماء في الجذور، فيساعد الفرق في الجهد على سحب الماء إلى الأعلى.

➢ وحدات قياس جهد المـــاء

يقاس جهد الماء بوحدات الضغط MPa



➢ قيم جهد المـــاء

- ✓ جهد الماء للهواء الجاف يساوي - 100 MPa
- ✓ جهد الماء النقي المنكشف على الجو فهو 0 MPa

➢ كم يبلغ ارتفاع الماء في نسيج الخشب إلى الأعلى في الساعة الواحدة تقريباً؟

متر واحد كل ساعة

➢ ما المقصود بمصطلح التدفق الكمي؟ وما سبب حدوثه؟

- ✓ **التدفق الكمي**: تحرك الماء لأعلى في نسيج الخشب بسرعة متر واحد كل ساعة.
- ✓ **سبب حدوثه**: الاختلافات في جهد الماء حيث يتحرك من الجهد الأعلى للجهد الأقل.

➢ ما الذي يميز التدفق الكمي عن الانتشار؟

التدفق الكمي أسرع آلاف المرات عن الانتشار

➢ بم تفسر انجذاب جزيئات الماء نحو بعضها بقوى كبيرة نسبياً؟ وما أهمية ذلك؟

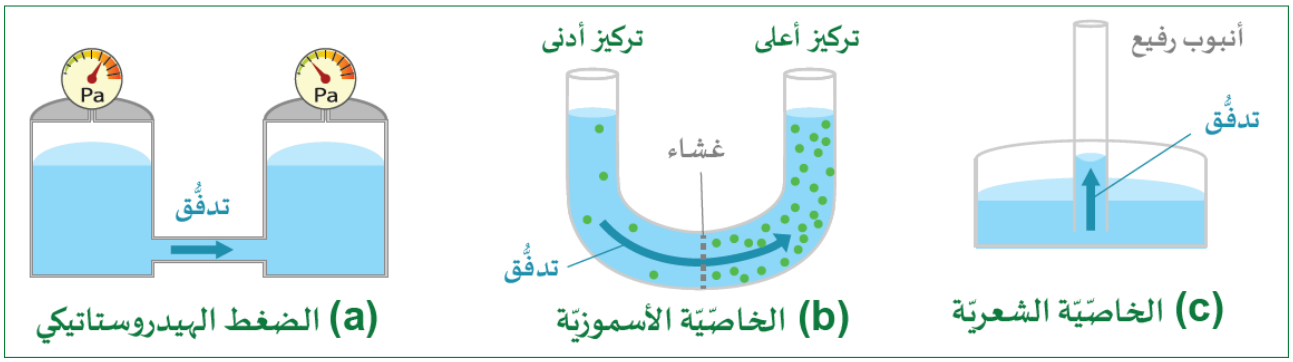
لأنها جزيئات قطبية

وينتج عن ذلك ثلاث خاصيات مهمة هي الالتصاق والتماسك والتوتر السطحي.

استعن بالجدول المرفق لتصف الفرق بين خاصيات التلاصق والتماسك والتوتر السطحي.

الخاصية	التلاصق	التماسك	التوتر السطحي
الرسم التوضيحي			
التعريف والأهمية	✓ تنجذب جزيئات الماء للأسطح التي لديها جزيئات قطبية. ✓ فيلتصق سطح الماء ويصعد على جوانب المخبار المدرج. ✓ تجذب أنسجة النقل النباتية جزيئات الماء بهذه الطريقة.	✓ تقوم جزيئات الماء الملتصقة بالأسطح بجذب جزيئات الماء المتصلة بها عن طريق خاصّية التماسك	✓ ينتج التماسك قوة على امتداد سطح الماء تشدّ السطح بعضه إلى بعض. ✓ يسحب التوتّر السطحي الماء محوّلًا إيّاه إلى قطرات.

كيف يؤثر جهد الماء في النبات؟



a) الماء المتدفق إلى الخلايا بفعل الخاصية الأسموزية يزيد الضغط الهيدروستاتيكي داخلها.

b) الخاصية الأسموزية تسبب حركة الماء نحو الخلية التي لديها تركيز مذاب أعلى من الخلايا المجاورة أو الفراغات بين الخلوية.

c) اتحاد التلاصق والتماسك ينتج خاصية شعرية تسحب الماء إلى الأعلى في أنبوب رفيع.

الضغط الجذري والمعادن

الضغط الجذري

الضغط الهيدروستاتيكي الذي يساعد في دفع الماء إلى الأعلى في نسيج الخشب في الجذر إلى مسافة أقل من 1m

بعض المعادن والمذابات التي يحتاجها النبات

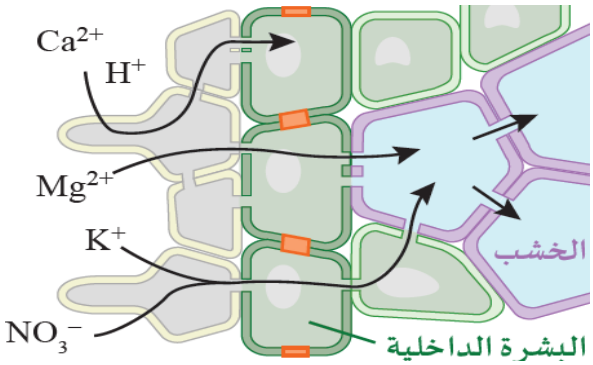
1- الكالسيوم Ca^{2+} 2- الهيدروجين H^{+} 3- المغنسيوم Mg^{2+} 4- البوتاسيوم K^{+}

5- النترات NO_3^- 6- الفوسفيت PO_3^{-3} 7- الفوسفات PO_4^{-3}

خللي بالك يا باشا تحتوي الأسمدة النباتية التي تباع في المشاتل على بعض المعادن والمذابات؟

لأن النباتات تمتص المعادن والمذابات عند اضافتها إلى التربة مع الماء من خلال الجذور

كيف يتولد الضغط الجذري



- ✓ في الليل تكون الثغور مغلقة فلا يحدث النتح.
- ✓ تضخ الخلايا الجذرية المعادن والأيونات في أوعية الخشب بعملية نقل نشط.
- ✓ فيزداد تركيز الأملاح فيها وينخفض جهدها المائي.
- ✓ يؤدي ذلك إلى جذب الماء إليها بالخاصية الأسموزية.
- ✓ يبذل هذا الماء ضغطاً هيدروستاتيكياً يسمى "الضغط الجذري" يساعد في دفع الماء إلى الأعلى في الخشب

➢ **أذكر السبب العلمي:**

1- **يجب أن تمر المعادن والأيونات عبر الخلايا الحية للبشرة الداخلية قبل الدخول إلى نسيج الخشب؟**

لتسمح لخلايا البشرة الداخلية بالتحكم في تدفق الماء والمعادن.

2- **لا تحدث عملية النتح أثناء الليل؟**

لأن الثغور مغلقة

3- **فسر لماذا لا تستطيع الأملاح المعدنية العودة من الأوعية الخشبية إلى القشرة الجذرية؟**

بسبب وجود شريط كاسبر

➢ **ما الآلية التي تضخ بها الخلايا الجذرية المعادن والأيونات في أوعية الخشب؟**

النقل النشط

➢ **صف تركيز الأملاح وجهد الماء داخل الأوعية الخشبية**

تركيز الأملاح: مرتفع جهد الماء: منخفض

➢ **ما دور الضغط الجذري في نقل الماء في النبات؟ وما علاقة ذلك بتاثير النتح في نقل الماء؟**

يساعد في دفع الماء إلى الأعلى في الخشب لكن تأثيره يبقى صغيراً مقارنة بتأثير النتح.

التحديات التي تواجه نقل الماء في النباتات

1- تحتاج النباتات إلى تحريك الماء إلى الأعلى ضد الجاذبية في بعض الحالات إلى ارتفاع 100 متر.

2- يجب أن تتم حركة الماء الصاعدة هذه بوساطة النقل السلبي بدون استهلاك الطاقة الخلوية.

3- يجب أن يشكل الماء في الأوعية الخشبية عموداً متصلاً بدون فراغات هوائية.

هناك طريقتين يمكن من خلالهما أن يحدث الضغط تدفقاً مستمراً للماء.

1- ضغط إيجابي في الجذور 2- ضغط سلبي في الأوراق

الأهمية 1- في الجذور : قوة تدفع الماء إلى أعلى من الجذور إلى الاوراق

2- في الأوراق والسيقان : قوة تسحب الماء إلى الأوراق عبر السيقان والجذور

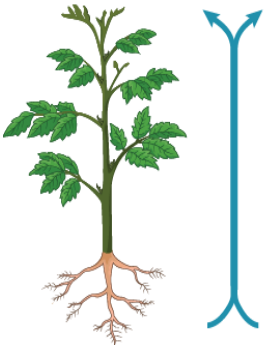
قارن بين آليات نقـل الماء في أوعية النباتات من خلال الجدول المرفق

الضغط الجذري	الخاصية الشعرية	سحب النتح
✓ يحدث الضغط الجذري ضغطاً إيجابياً في نسيج الخشب في الجذور. ✓ فيندفع الماء لأعلى لمسافة أقل من 1m	✓ ميل الماء إلى الارتفاع في الأوعية الضيقة. ✓ تنشأ الخاصية الشعرية من التماسك والالتصاق والتوتر السطحي. ✓ لا يتعدى ارتفاع الماء مسافة 1m	✓ يحدث النتح ضغطاً سلبياً في نسيج الخشب في أوراق النباتات. ✓ يتسبب الضغط السلبي "السحب" من الأوراق. ✓ وتعتبر الآلية الرئيسة للحركة الصاعدة للعصارة في نسيج الخشب.

وجه المقارنة	الضغط الجذري	سحب النتح
نوع الضغط الناتج	إيجابي (ضغط مرتفع)	سلبي (ضغط منخفض)
مكان حدوث الضغط	الجذر	الأوراق
أهمية الضغط في حركة الماء	يدفع الماء لأعلى	يسحب الماء لأعلى

فرضية الشد والتماسك

تشرح كيف يقوم الضغط السلبي الناتج عن النتح بسحب الماء من الجذور عبر السيقان إلى الأوراق



ما أهمية فقدان الماء من الأوراق في صعود الماء لأعلى النبات؟

يحدث فقدان الماء من الأوراق ضغطاً سلبياً (الشد) في نسيج الخشب

مما يؤدي إلى سحب الماء من الجذور من خلال التماسك والتلاصق.

ما الفرق بين قوة التماسك وقوة التلاصق

وجه الاختلاف	قوة التماسك	قوة التلاصق
التعريف	قوى التجاذب بين جزيئات الماء مع بعضها البعض بسبب الروابط الهيدروجينية.	قوى التجاذب بين جزيئات الماء وجدران الأوعية الخشبية.
الأهمية	تسبب تقارب الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء وتوليد قوة شد " ضغط سلبي" تسحب الماء من الجذور للأوراق.	تساعد قوة التلاصق مع قوة التماسك في اتصال عمود الماء من الأوراق إلى الجذور

علل: اتصال عمود الماء من الأوراق إلى الجذور؟

بسبب مايلي:- 1- قوة التماسك بين جزيئات الماء مع بعضها البعض.

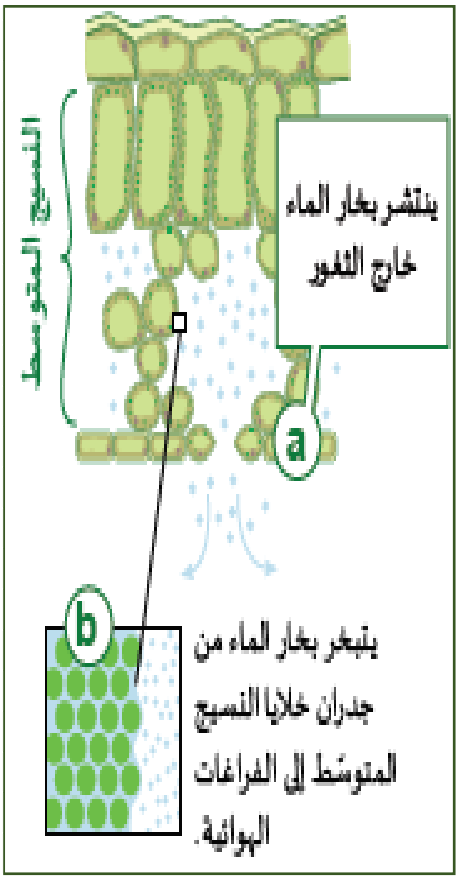
2- قوة التلاصق بين جزيئات الماء وجدران الأوعية الخشبية.

ما دور الروابط الهيدروجينية في صعود الماء من الجذور إلى الأوراق؟

- ✓ تنقل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء الشد (الضغط السلبي) من نهاية عمود الماء في الأوراق إلى النهاية الأخرى في الجذور.
- ✓ يحدث الشد في الأوراق فيسحب الماء من الجذور عبر أوعية الخشب.

مراحل حدوث فرضية الشد والتماسك

1- خروج بخار الماء من خلال الثغور.
2- التبخر من طبقة النسيج المتوسط يولد الشد.
3- تسحب الخاصية الأسموزية الماء من نسيج الخشب.
4- نقل الشد (الضغط السلبي) إلى نسيج الخشب.
5- نسيج الخشب يحافظ على الضغط السلبي.
6- تسحب الخاصية الأسموزية الماء من التربة.



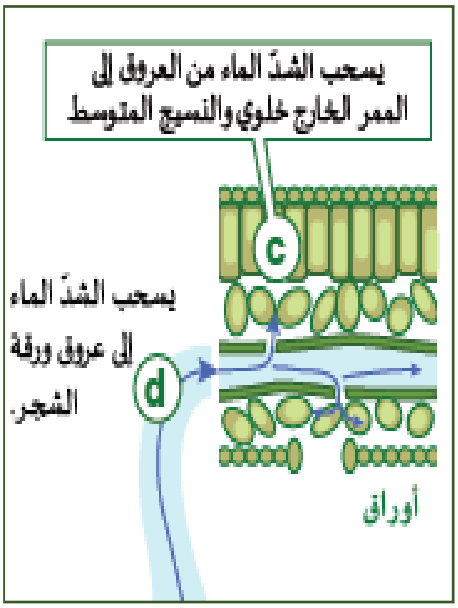
1- خروج بخار الماء من خلال الثغور: " المرحلة a "

- ✓ تفتح الثغور نهاراً وتسخن الشمس الطبقة الرقيقة من الماء في الممر الخارج خلوي لخلايا النسيج المتوسط والمبطنة للفراغات الهوائية.
- ✓ يتبخر الماء وتنفصل جزيئات الماء لتشكل بخار الماء.
- ✓ ينتشر بخار الماء من خلال الثغور المفتوحة للخارج مع منحدر تركيزه.

خللي بالك: التبخر هو تغيير في حالة المادة من السائل إلى الغاز (بخار)

2- التبخر من طبقة النسيج المتوسط يولد الشد " المرحلة b "

- ✓ التبخر المستمر للماء يسبّب تقعر سطح الماء وارتداد الطبقة الرقيقة من الماء المتواجد على جدران خلايا النسيج المتوسّط.
- ✓ وهذا يؤدي إلى تمدد سطح السائل فيحدث التوتر السطحي ضغطاً سلبياً (شداً) على جزيئات الماء داخل جدر خلايا النسيج المتوسط للورقة.
- ✓ هذا الضغط السلبي يسحب الماء من السيتوسول إلى الممر الخارج خلوي
- ✓ ولأن عمود الماء متصل فإن الضغط السلبي ينتقل إلى نسيج الخشب.



3- تسحب الخاصية الأسموزية الماء من نسيج الخشب " المرحلة c "

- ✓ تساعد الخاصية الأسموزية في انتقال الماء من نسيج الخشب إلى خلايا الأوراق حيث إن السيتوسول في خلايا الأوراق لديه تركيز أعلى في المذابات وبالتالي جهد ماء أقل.

4- نقل الشد (الضغط السلبي) إلى نسيج الخشب " المرحلة d "

- ✓ ينتقل الشد السلبي الناتج عن التبخر في الأوراق إلى الأسفل
- ✓ مما يؤدي إلى سحب عمود الماء إلى الأعلى عبر أوعية الخشب.
- ✓ ولذا يجب أن يكون عمود الماء متصلا.

خللي بالك يا برنس

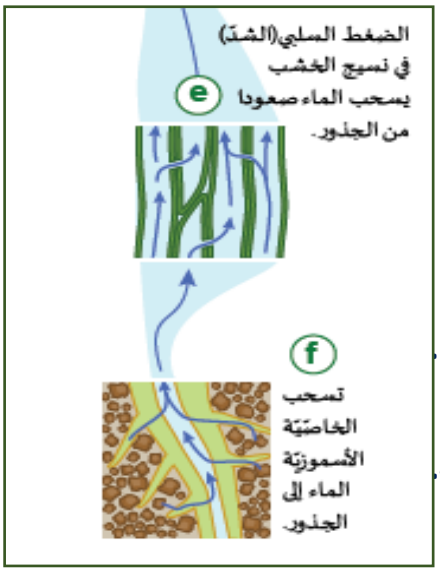
أي انقطاع في عمود الماء مثل إدخال فقاعة هواء في أنابيب الخشب

سيؤدي إلى ما يلي:-

1- انهيار عمود الماء.

2- توقف انتقال الضغط السلبي.

3- وبالتالي توقف امتصاص الماء ونقله.



5- نسيج الخشب يحافظ على الضغط السلبي " المرحلة e "

- ✓ يستمر الضغط السلبي في عمود الماء في نسيج الخشب بسبب استمرار عملية النتح.
- ✓ يُحدث الضغط السلبي شدًّا يسحب الماء من الجذور.
- ✓ تمنع حلقات اللجنين في جدر أنسجة الخشب انهيار أوعية نسيج الخشب بسبب الضغط السلبي الضخم " مثل حلقات خرطوم المكنسة الكهربائية".

6- تسحب الخاصية الأسموزية الماء من التربة " المرحلة f"

- ✓ يتدفق الماء من التربة إلى الشعيرات الجذرية عن طريق الخاصية الأسموزية.
- ✓ لأن جهد الماء في التربة مرتفع " تركيز المذاب منخفض"
- ✓ بينما يكون جهد الماء منخفض في خلايا الشعيرات الجذرية " تركيز المذاب مرتفع".

اختبر نفسك

1- ما أهمية الضغط السلبي المتولد في النسيج المتوسط في حركة الماء.

يسحب الماء من السيتوسول إلى الممر الخارج خلوي

2- علل: انتقال الضغط السلبي المتولد في النسيج المتوسط إلى نسيج الخشب بداخل الحزمة الوعائية؟

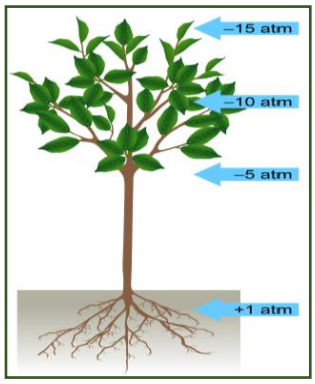
لأن عمود الماء متصل وغير منقطع

3- علل: انخفاض جهد الماء في خلايا الأوراق النباتية؟

بسبب زيادة تبخر الماء من خلايا النسيج المتوسط

4- ما الخاصية التي ينتقل بها الماء من نسيج الخشب إلى الأوراق؟ وضح اجابتك بدلالة جهد الماء.

الخاصية الأسموزية حيث أن الأوراق لها جهد مائي أقل من الجهد المائي للجذور

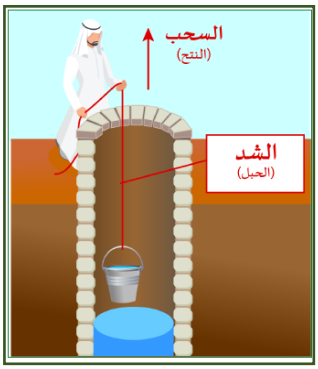


خللي بالك يا زعيم

1- فرق الضغط في أوعية نسيج الخشب بين الجذور والأوراق هو 16 atm

2- يمكن أن يصل هذا الفرق في بعض النباتات إلى 75 atm

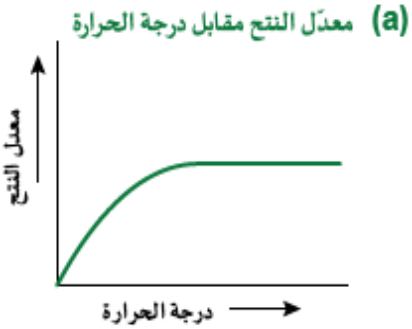
3- هذا الفرق في الضغط يكفي لرفع الماء إلى ارتفاع أكبر من 120 m



خللي بالك كمان مرة

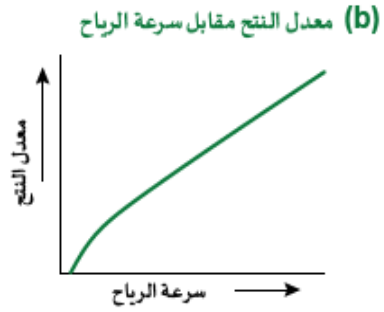
- ✓ يمكن تمثيل صعود الماء للأعلى في أنابيب الخشب برجل يستخدم حبلاً وبكرة لسحب دلو ماء للأعلى
- ✓ يمثل الرجل قوة الشد الناتجة من النتح.
- ✓ يمثل الحبل عمود الماء المتصل.
- ✓ عندما يسحب الرجل الحبل تتولد قوة شد سالبة في الحبل تسحب الدلو للأعلى.

العوامل البيئية المؤثرة في النتح



1- درجة الحرارة (علاقة طردية)

- ✓ **يزداد معدل النتح بارتفاع درجات الحرارة**
- ✓ لأنه بارتفاع درجة الحرارة تزداد الطاقة الحركية للجزيئات ويرتفع معدل التبخر فيزداد النتح إلى حد يعتمد فيه على عدد الثغور المفتوحة.

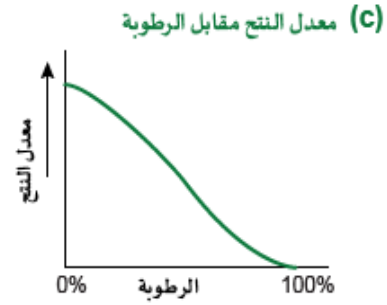


2- سرعة الرياح (علاقة طردية)

- ✓ **يزداد معدل النتح مع زيادة سرعة الرياح**
- ✓ لأن الهواء المتحرك الذي يهب على سطح ورقة النبات يحمل الهواء الرطب بعيداً وبأسرع من الهواء الساكن.

3- الرطوبة (علاقة عكسية)

- ✓ **يقل معدل النتح بزيادة رطوبة الهواء**
- ✓ بسبب انخفاض التبخر فيقل فرق الرطوبة بين داخل الورقة وخارجها



يعني إيه الرطوبة؟

الرطوبة هي مقياس لكمية بخار الماء في الهواء مقارنة بالكمية القصوى (المشبعة) لبخار الماء التي يمكن أن يحملها الهواء

يعتمد معدل النتح على الفرق بين الرطوبة داخل الورقة وخارجها.

وضح أوجه الاختلاف بين الهواء الجاف والهواء الرطب من خلال الجدول المرفق

وجه المقارنة	الهواء الجاف	الهواء الرطب المشبع
النسبة المئوية للرطوبة	%0	%100
القدرة على حمل مزيد من بخار الماء	يستطيع حمل كميات أكبر	لا يستطيع حمل أي كميات
استمرار أو توقف التبخر	يستمر تبخر الماء	يتوقف تبخر الماء
معدل النتح	يزداد	ينخفض أو يتوقف