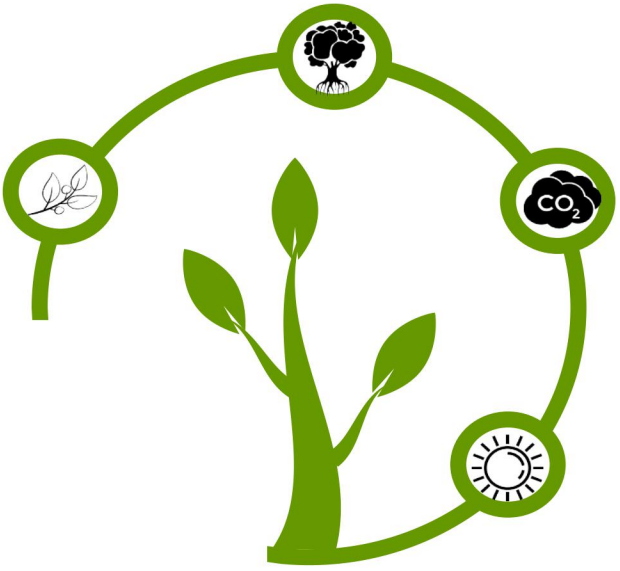
AL-ANDALUS

# علم الأحياء

## الثاني عشر علمي

## الوحدة الثالثة

## النقل في النبات




SCAN ME


ا . احمد سويلم

31550041


2022

# الوحدة الثالثة: النقل في النبات

## الدرس 3-1: النتح

### ما اختلاف في عملية النقل بين النباتات والحيوانات:

1- تستخدم النبات ضوء الشمس كمصدر للطاقة بدلاً عن الغذاء.
2- غاز ثاني أكسيد الكربون مصدر أساسيا للكربون لصنع الغذاء في عملية البناء الضوئي.
النباتات تتبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون مع البيئة. الانتشار البسيط عبر خلايا الأوراق لنقل $O_2$ و $CO_2$.
3- مساحة سطح جسم النبات الممتدة أكبر من مساحة سطح جسم الحيوان مما يمكنها من :
- امتصاص أشعة الشمس و المواد الغذائية .
- تحتاج أجسام النبات لأجهزة نقل ممتدة .

### اتجاهات حركة المواد في جسم النبات

| | |
|---|---|
| **النقل لمسافات قصيرة** | لنقل الماءوالمواد الغذائية بين الخلايا المتجاورة. من تراكيب خاصة خلال الجدار الخلوي الصلب |
| **النقل لمسافات طويلة** | |
| 1- **نقل الماء والأملاح المعدنية والأيونات**: من الجذور للأوراق خلال اوعية الخشب بالنقل النشط و النقل السلبي<br>2- **نقل الغذاء( السكر ) و الهرمونات** من الأوراق لجميع أجزاء النبات خلال نسيج اللحاء | |

## الخشب واللحاء هي أنسجة النقل في النباتات

| الأنسجة الوعائية في النبات | | |
|---|---|---|
| **الخشب** | | **اللحاء** |
| نقل الماء والمعادن الذائبة في أتجاه واحد من الجذور من الجذور إلى السيقان والأوراق. | **المواد المنقولة** | نقل المواد عصارة اللحاء تتكون من سكريات وأحماض أمينيه وهرمونات. |
| 99% من الماء يتبخر من الأوراق أو السيقان بعملية تعرف باسم النتح Transpiration | **مصير المادة المنقولة** | تتحرك في عدة اتجاهات بين الأوراق والجذور وتراكيب التخزين كالدرنات. |

فسر لا يحتاج البات لأجهزة لتبادل الغازات ؟

الغازات تنتشر من الهواء والسوائل مباشرة إلى الخلايا في الجذور والسيقان والأوراق . دون الحاجة لجهاز نقل .

الكهرمان هو عصارة لحاء متحجّرة

## الكهرمان (العنبر):

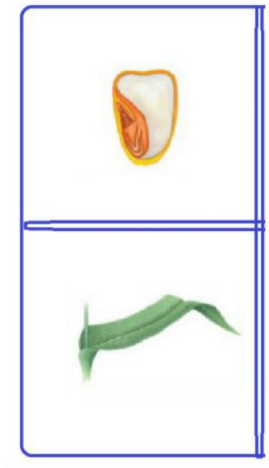
هو عصارة لحاء أشجار الصنوبر المتحجرة، وهو يحتوي في الغالب على حشرات من أزمنة قديمة.

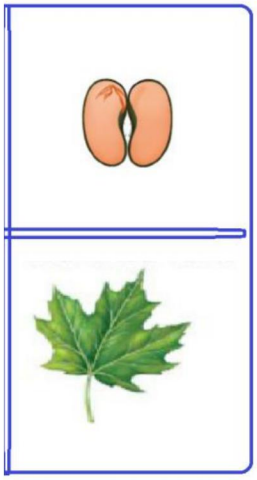
ويمكن صقل الكهرمان أيضا واستخدامه في صناعة المجوهرات.

## الحُزَم الوعائية في الجذور والسيقان والأوراق

## أنواع النباتات الزهرية

| ذوات الفلقة | | ذوات الفلقتين |
|---|---|---|
| باتات الحبوب و الأعاب مثل الذرة | الأهمية | مصدر للأخشاب والخضر والثمار |
| ذوات الفلقة | البذور | ذوات الفلقتين |
| عروق أوراقها متوازية | تعرق الأوراق | عروق متفرعة في أوراقها |





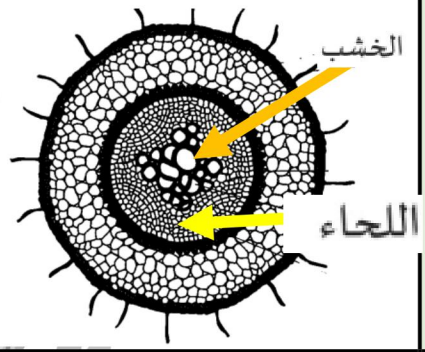
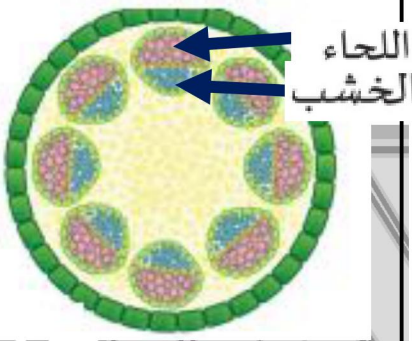
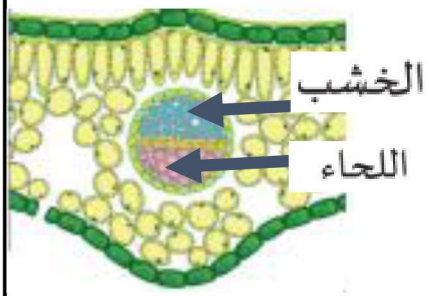


Mr. Sewilam 31550041

# الحزم الوعائية في نبات ذوات الفلقتين

**الحزم الوعائية:** تجمعات من الأنسجة الوعائية في النبات تحتوى على الخشب واللحاء محاطة بطبقة البشرة الداخلية

**قارن بين شكل الحزم الوعائية في الجذور و السيقان و الأوراق**

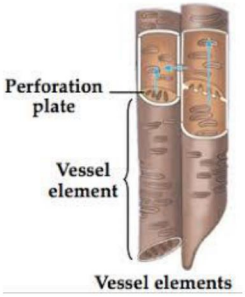
| المكان | الجذور | السيقان | الأوراق |
|---|---|---|---|
| | حزمة وعائية واحدة مركزية مركزها. يظهر نسيج الخشب على شكل نجمة في المقطع العرضي للجذر | ترتب الحزم الوعائية على هيئة حلقة بحيث يكون : نسيج الخشب بعيدا عن السطح . للتقليل من خسارة الماء. | • ينتقل الماء في الخشب بالقرب من السطح العلوي وتتحرك عصارة اللحاء على طول الجانب السفلي . |
| الشكل |   |   |   |

## دور نسيج الخشب في النقل لمسافات طويلة

### وظائف الخشب :

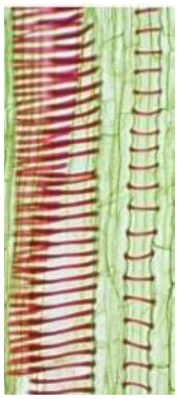
1 - يمنح الخشبة الصلابة والمتانة للنبات.

2- التركيب الرئيس لنقل الماء داخل النبات مسافات طويلة .




### التركيب :

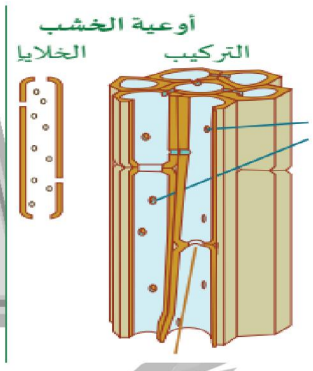
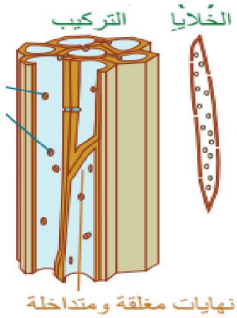
- الخشب خلاياه حية عند بداية تطور جدرها ثم تموت و تكون فارغة لتسمح بمرور الماء
- تصنع جدر خلايا الخشب من السليلوز و بوليمر مقالوم للماء يسمى «اللجنين».



**الياف اللجنين** صلبة تعطي الخشب دعامة مختلفة الشكل الحلقي والشكل اللولبي داخل الوعاء المركزي


Mr. Sewilam 31550041

## قارن بين أنواع أوعية نسيج الخشب :

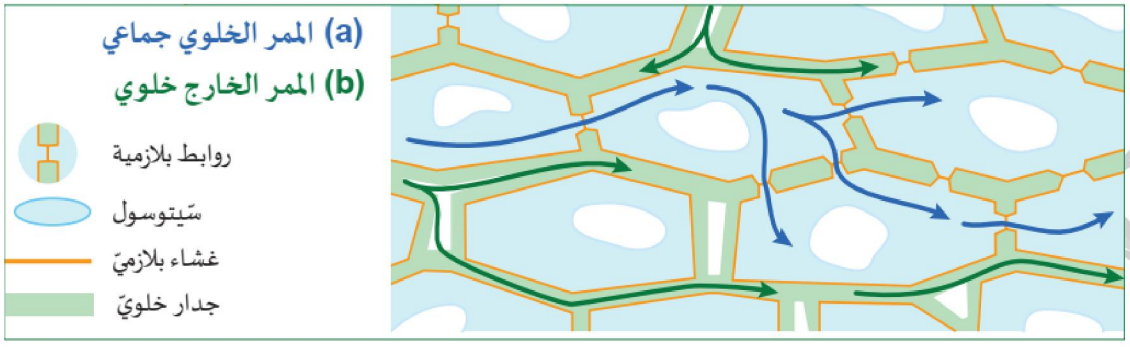
| | الأوعية | القصيبات |
|---|---|---|
| التركيب | خلايا فردية تسمى الخلايا الوعائية<br>تتصل هذه الخلايا بعضها ببعض في نهاياتها | خلايا ضيقة تموت عندما تنضج<br>توجد في النباتات الصنوبرية |
| النهايات | تموت عندما ينضج الخشب الخلايا المكونة له وتتحلل أطرافها المتصلة لتشكل أنبوبا مجوفا يمر به الماء. | مغلقة ومتداخلة ذات نهايات مدببة |
| النقر | بها نقر ينتقل الماء بين الخلايا الوعائية من خلالها | بينها الاف النقر لنقل الماء بين الخلايا |
| الشكل |  |  |

## النقل لمسافات قصيرة بين الخلايا النباتية

**التعريف :** هو عبور الماء والمواد المذابة في الجذور من البشرة الخارجية . بين الخلايا إلى نسيج الخشب .

### نقل الماء بين الخلايا النباتية

**ممرات حركة الماء : الممر الخارج خلوي / الممر الخلوي الجماعي**





Mr. Sewilam 31550041

# ممرات حركة الماء في الجذور

| | الممر الخلوي الجماعي | الممر الخارج خلوي |
|---|---|---|
| **التعريف** | مرور المواد بين سيتوسول الخلايا المتجاورة خلال الخيوط البلازمية plasmodesmata | مرور الماء والمواد المذابة على الجدر الخلوية و الفراغات بين الخلايا |
| **المواد المنقولة** | ∞ المواد صغيرة الحجم بالنقل السلبي مثل الماء والأيونات الذائبة.<br>∞ الجزيئات كبيرة الحجم بالنقل النشط مثل الهرمونات | ينتقل الماء والأيونات الذائبة وثاني أكسيد الكربون |

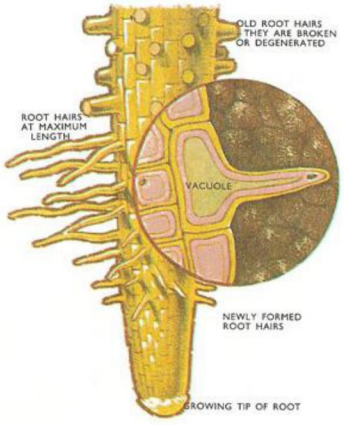
**فسر قدرة الماء على الانتقال خلال الجدر الخلوية؟** تتسرب الماء بين الياف السيليلوز المكونة للجدار الخلوي .

## نقل الماء في الجذور

### أولاً البشرة الخارجية و الشعيرات الجذرية : الطبقة الخارجية للجذور المتماسة مع التربة .

**عدد مميزات البشرة الخارجية التي تلائم امتصاص الماء و الأملاح ؟**

| المميزات | | الأهمية |
|---|---|---|
| البشرة الخارجية بها ملايين الشعيرات الجذرية | لماذا؟ | تزيد المساحة السطحية لامتصاص الماء |
| الشعيرات الجذرية لها جدر خلوية رقيقة | لماذا؟ | تسهل مرور الماء والمعادن . |





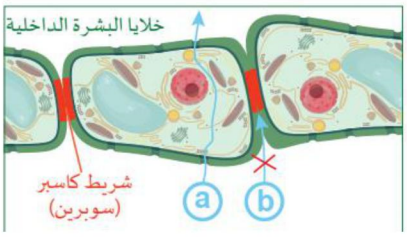
Mr. Sewilam 31550041

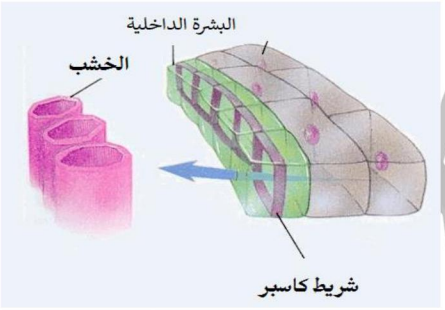
## من الممر الخارج خلوى إلى الخشب

- ينتشر الماء بالخاصية الأسموزية عبر الجدر الخلوية للشعيرات من البشرة .
- ينتقل الماء .خلال الممر الخارج خلوي حتى يصل إلى البشرة الداخلية .
- يمنع شريط كاسبر الموجود في خلايا البشرة الداخلية الماء من الوصول الى أوعية الخشب ،من المسار الخارج خلوي
- فتتم إعادة توجيه الماء إلى المسار الخلوي جماعي

## شريط كاسبر:

يتكون من مادة السوبرين الشمعية غير المنفذة للماء
تترسب على جدرالبشرة الداخلية .
ما عدا الجهة المواجهة للقشرة و لأوعية الخشب .



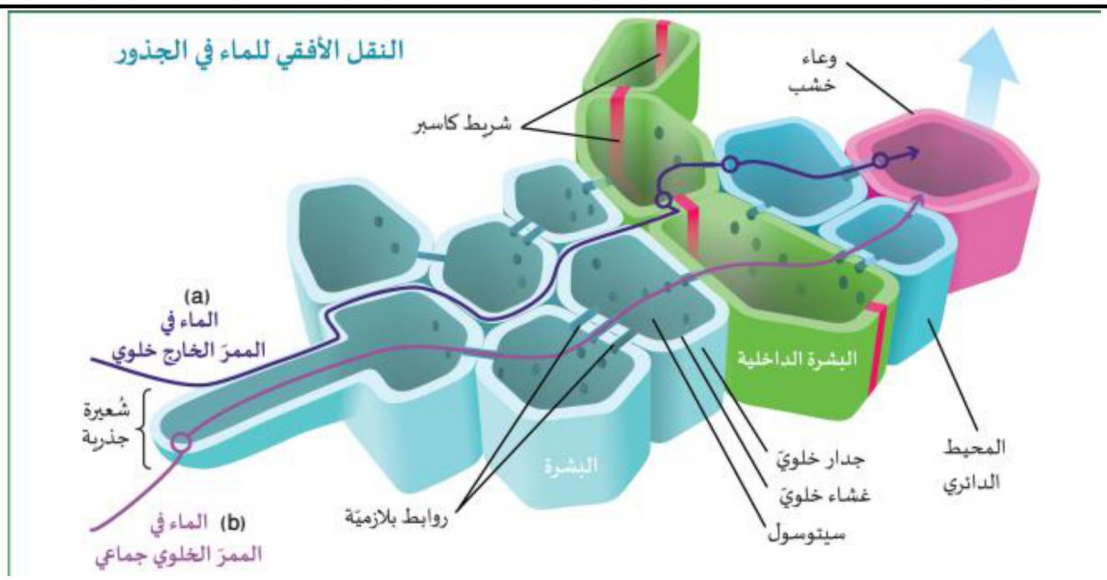

**أهمية شريط كاسبر :**

1- يمنع الماء من المرور ،المسار الخارج خلوي و إعادة توجيه الماء إلى المسار الخلوي جماعي .

2- يمنع عودة الماء و المعادن من الحزمة الوعائية للقشرة .

## من الممرالخلوى الجماعى إلى الخشب

- يدخل الماء من خلال أغشية الشعيرات الجذرية.
- تقوم الأغشية شبه المنفذة بشكل اختياري بترشيح المواد الذائبة قبل الدخول إلى السيتوسول
- ينتقل الماء بسرعة من خلية إلى أخري عبر الروابط البلازمية..
- يصل الماء إلى نسيج الخشب من خلال السيتوسول متجاوزا شريط كاسبر .



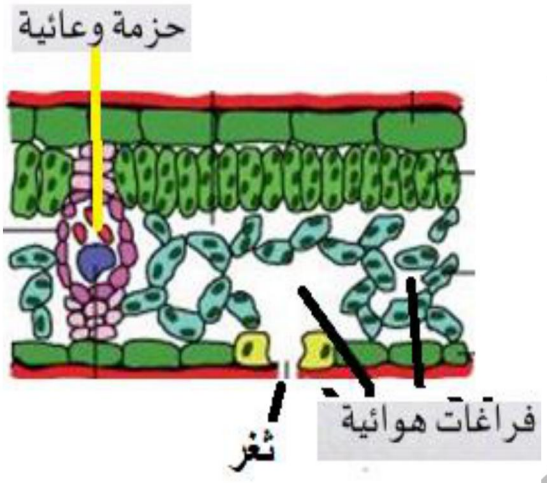


Mr. Sewilam 31550041

# النقل لمسافات طويلة من الجذور للأوراق

- يتحرك الماء على هيئة .عمودا متصل يمتد في أوعية الخشب من الجذور إلى الأوراق
- يخرج الماء من النبات من خلال الثغور بالأوراق نتيجة ارتفاع درجة الحرارة بعملية النتح .

## تركيب الأوراق وعلاقته بعملية النتح




**أ . الفراغات الهوائية** : توجد بين خلايا النسيج المتوسط في الورقة

**أهمية الفراغات الهوائية :**

1- موقع تبادل غازي $O_2$ و $CO_2$ .

2- تسمح بتبخر الماء من الخلايا المبطنة بالنسيج المتوسط .

3- تنقل بخار الماء للثغور الموجودة على أسطح الورقة .

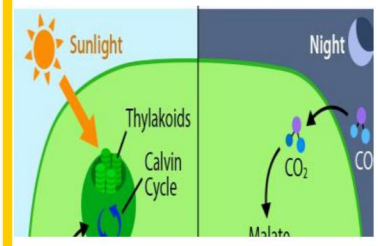
**ب- الثغور** : .وهي فتحات في البشرة العليا والبشرة السفلى للورقة .

**أهمية الثغور :**

1- يتم من خلالها تبادل الغازات و فقد الماء في عملية النتح .

2- الثغور في معظم النباتات نهارية النشاط تفتح نهارا و تغلق ليلاً .

## تكيفات الثغور في النباتات الصحراوية لخفض معدل النتح و تقليل فقد الماء




1- ثغور أقل عددا- أصغر نسبيا - من النباتات في البيئات العادية .

2- **معظم النباتات الصحراوية** تبقى ،الثغور مغلقة طوال اليوم تحت الشمس الحارة وتفتح ليلا، فتخزن النباتات ثاني أكسيد الكربون في أحماض عضوية لتستهلكه في اليوم التالي في عملية البناء الضوئي .

## ما العلاقة بين عدد الثغور في النباتات الأحفورية و نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو؟

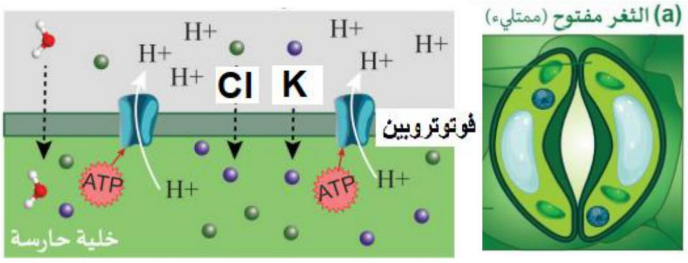
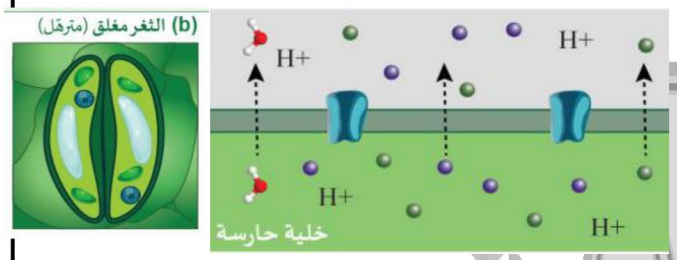
عدد الثغور الموجودة في الأوراق الأحفورية دليلا على مستويات $CO_2$ الغلاف الجوي في الأزمنة الماضية عندما يكون الجو غنيا بثاني أكسيد الكربون يكون فيها عدد أقل من الثغور

# آلية فتح و غلق الثغور

**نشاط الثغور وأليه عملها** تقوم الخلايا الحارسة بالتحكم في غلق و فتح الثغور .

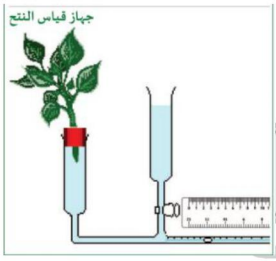
تعمل النباتات بشكل نشط على فتح الثغور وإغلاقها للتحكم في نقل الماء.

## نشاط الثغور

| نهارا | ليلا |
|---|---|
| تنشط الشمس الكتروناتِ الكلوروفيل ← تمتلئ الخلايا الحارسة بالماء ← تزداد في الحجم فيؤدى ذلك لفتح الثغر | تفقد الخلايا الحارسة الماء ←تترهل الخلايا الحارسة مما يؤدى إلى غلق الثغر |
|  |  |
| 1- تحفز مستقبلات الضوء «الفوتوتروبين» في الخلايا الحارسة لضخ النشط H+ إلى خارج الخلايا الحارسة باستخدام ATP | 1- تقوم مستقبلات الفوتوتروبين في الخلية الحارسة بإيقاف الضخ النشط لأيونات.H+ |
| 2- يجعل السيتوسول أكثر سالبية مقارنة بالخارج | 2- تنتشر أيونات H+ و K+ و-C1 مرة أخرى إلى حد التوازن في التركيز عبر الغشاء |
| 3- يختل الاتزان الكهروكيميائي | 3- يتدفق الماء مرة أخرى إلى خارج الخلية الحارسة بفعل الخاصية الأسموزية |
| **لإعادة الاتزان الكهروكيميائي**<br>تدخل أيونات K+ إلى داخل الخلايا الحارسة. تجذب أيونات Cl | 4- هذا يجعل الخلية الحارسة مترهلة فتغلق الثغور |
| 4- تزيد الأيونات تركيز الملح في الخلية الحارسة، فيتدفق الماء إليها بفعل الخاصية الأسموزية. تمتلئ الخلايا الحارسة وتفتح الثغور. | |

- نقل الهيدروجين نهارا نقل نشط لذلك يستهلك الفتوتروبين ATP

# قياس معدل النتح



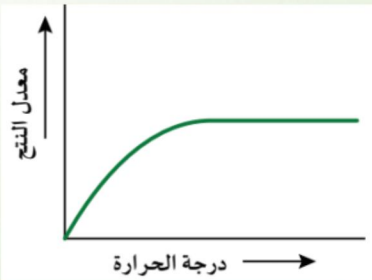

**الجهاز المستخدم** : البوتوميتر

☜ /يمكن قياس كمية الماء بالنتح المفقود من الجهاز في فترة زمنية محددة .
و مساحة سطح الأوراق لحساب معدل النتح .

✌ / يستخدم البوتوميتر لدراسة العوامل المؤثرة على النتح .

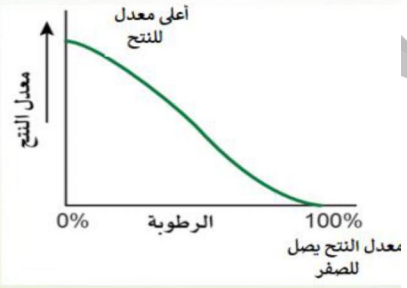
## النتح و العوامل المؤثرة فيه

### درجة الحرارة




مع ارتفاع درجة الحرارة تزداد الطاقة الحركية للجزيئات ← ويرتفع معدل التبخر ← فيزداد النتح إلى حد يعتمد فيه على عدد الثغور

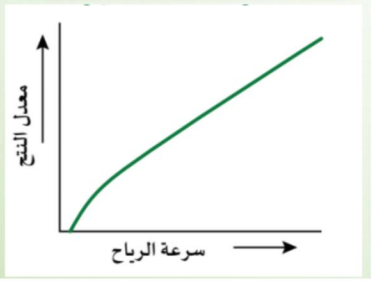
### الرطوبة




يعتمد معدل النتح على الفرق بين الرطوبة داخل الورقة وخارجها.

بزيادة الرطوبة ← ينخفض معدل النتح لانخفاض قدرة الهواء على حمل بخار الماء .

### سرعة الرياح




يحمل الهواء المتحرك الذي يهب، على سطح النبات الهواء الرطب بعيد(تنخفض الرطوبة حول الثغور ) عند ثبات المتغيرات الأخري فإن معدل النتح يزداد مع سرعة الرياح

س: فسر :

- انخفاض معدل النتح في يوم رطب عن يوم جاف ؟
- زيادة معدل النتح في يوم سريع الرياح جاف ؟
- انخفاض معدل النتح في يوم رطب منخفض درجة الحرارة ؟

# جهد الماء و النقل في النبات

الماء مركب قطبي وأدى ذلك للخصائص التي لها علاقة بنقل الماء في النبات و هي :

| | |
|---|---|
| **الالتصاق** | تنجذب جزيئات الماء إلى الأسطح التي لديها جزيئات قطبية.<br>تنجذب الماء إلى جدران الخشب بهذه الخاصية |
| **التماسك** | تجذب جزيئات الماء الملتصقة بالأسطح باقي جزيئات الماء لها . |
| **التوتر السطحي** | ينتج التماسك قوة على امتداد سطح الماء تشد السطح بعضه إلى بعض.<br>سبب تكون قطرات المياه |

**جهد الماء** كمية الطاقة الكامنة للماء النقي في وحدة الحجم تحت الظروف القياسية.

يتحرك الماء من جهد عالي لجهد منخفض بين محلولين مختلفي التركيز خلال غشاء شبه منفذ.

## أثر جهد الماء على النبات

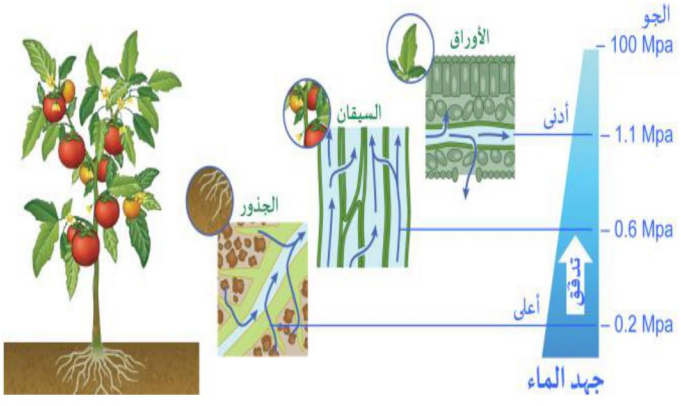
**الخاصية الإسموزية** تسبب حركة الماء نحو الخلية التي بها تركيز مذاب أعلى من الخلايا المجاورة أو الفراغات الخلوية

يزيد الماء المتدفق إلى الخلايا بفعل الخاصية الأسموزية الضغط الهيدروستاتيكي داخلها

**التماسك والالتصاق والتوتر السطحي** : سبب ارتفاع الماء في الأوعية الضيقة

**ما علاقة جهد الماء بالنقل في النبات ؟**

.نتيجه أختلاف جهد الماء يتحرك الماء بسرعة كبيرة عن الانتشار تصل **متر/ ساعه** في أوعية الخشب.




يقاس جهد الماء بوحدات الضغط (MPa).

**جهد الماء للهواء الجاف = -100 MPa**

جهد الماء النقي المنكشف على الجو فهو **0 MPa**.



Mr. Sewilam 31550041

## تحديات تواجه نقل الماء لمسافات طويلة في النبات

1. تحتاج النباتات إلى تحريك الماء إلى الأعلى ضد الجاذبية في بعض الحالات إلى ارتفاع 100 m.
2. يجب أن تتمّ حركة الماء الصاعدة هذه بوساطة النقل السلبي بدون استهلاك الطاقة الخلوية.
3. يجب أن يشكّل الماء في الأوعية الخشبية عمودًا متصلًا بدون فراغات هوائية.

### عدد الطرق التي يمكن ان يحدث فرق الضغط تدفقا مستمرا للماء ؟

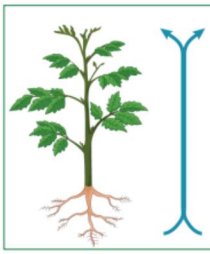
**طريقتان يمكن من خلالهما أن يحدث الضغط تدفقا مستمرا للماء.**

| ضغط إيجابي | ضغط سلبي |
|---|---|
| دفع الماء إلى الأعلى من الجذور إلى الأوراق. هذا يتطلب ضغطا إيجابيا في الجذور. | سحب الماء إلى أوراق الشجر عبر السيقان والجذور. هذا يتطلب ضغطا سلبيا في الأوراق والسيقان. |
| | |

## الأليات المسببة لرفع عمود الماء

| | الضغط الجذري | الخاصية الشعرية | قوة السحب السالبة للنتح |
|---|---|---|---|
| | يحدث ضغطا إيجابيا في نسيج الخشب في الجذور | ارتفاع الماء في الأوعية الضيقة بسبب قوى التماسك والالتصاق والتوتر السطحي. | يحدث النتح ضغطا سلبيا في نسيج الخشب في أوراق النباتات. |
| الأثر | دفع الماء إلى مسافة أقل من متر . | لا يتعدى ارتفاع الماء بسبب الخاصية الشعرية مسافة متر . | يتسبب الضغط السلبي بسحب الماء من الجذورللأوراق |

**الضغط الجذري و الخاصية الشعرية قوة ثانوية تساعد قوة الشد السالبة للنتح في رفع عمود الماء لأعلى**



يُحدث فقدان الماء من الأوراق ضغطًا سلبيًا (الشد) في نسيج الخشب، ما يؤدي إلى سحب الماء من الجذور من خلال التّماسك والتلاصق.


Mr. Sewilam 31550041

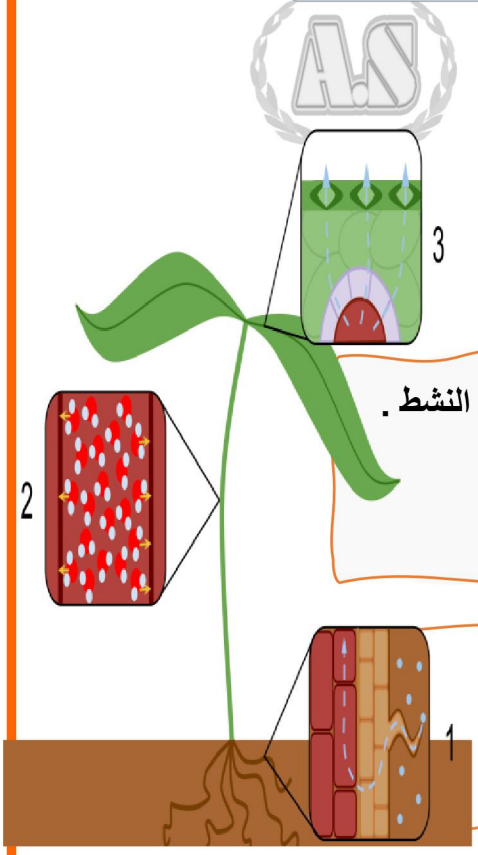
# الضغط الجذري

ينشأ الضغط الجذري ليلاً بسبب انغلاق الثغور و استمرار أمتصاص الماء فى الجذور

يحدث الضغط الجذري ضغطا إيجابيا في نسيج الخشب في الجذور

**الضغط الجذري و المعادن**

تدخل المعادن والأيونات من خلال الشعيرات الجذرية متبعة ممرات الماء نفسها.




**بسبب شريط كاسبر** : المعادن تمر عبر الخلايا الحية للبشرة الداخلية لأوعية الخشب بالنقل النشط .

⇦ مما يؤدى لانخفاض جهد الماء في الحزمة الوعائية .

⇦فتنتقل الماء بالأسموزية داخل الحزمة الوعائية

**في الليل تنغلق الثغور** ؛ لا يحدث نتح يؤدى ذلك لتركم الماء في أوعية الخشب مسببا ضغطا هيدروستاتيكي ( الضغط الجذرى )

## قوة الشد السالبة للنتح

**النتح**

تخلص النبات من الماء الذائد على صورة بخار ماء . و يتم معظم النتح من ثغورالأوراق نهارا نتيجة زيادة درجة حرارة النبات عند تعرضه للشمس

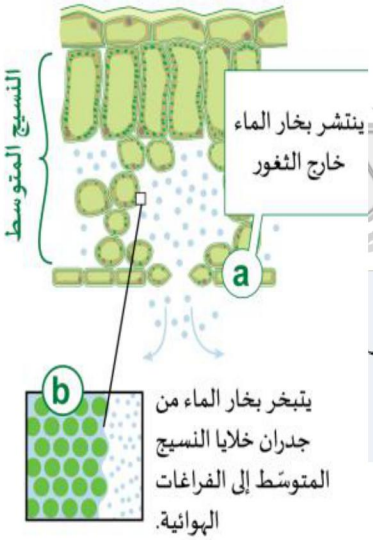
### فرضية الشد و التماسك

تفسر آلية رفع عمود الماء كعمود واحد متصل غير منقطع من الجذور للأوراق .

تلعب الروابط الهيدروجينية دور أساسى فى أتصال عمود الماء و تكوين قوة الشد السالبة

Mr. Sewilam 31550041

## a. خروج بخار الماء من خلال الثغور




عندما تكون الثغور مفتوحة، تسخن الشمس الطبقة الرقيقة من الماء في الممر الخارج خلوي لخلايا النسيج المتوسط والمبطنة للفراغات الهوائية.

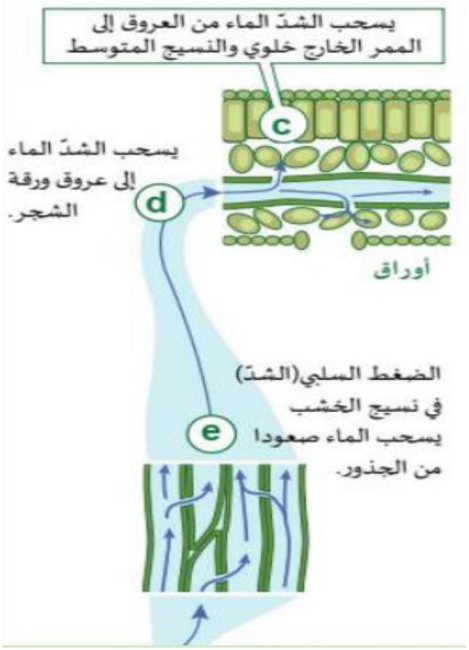
يتبخر الماء، وتنفصل جزيئات الماء لتشكل بخار الماء. ينتشر بخار الماء من خلال الثغور المفتوحة مع منحدر جهد الماء .

## b. التبخر من طبقة النسيج المتوسّط يولّد الشدّ

- التبخر المستمر للماء يسبب تقوس وارتداد سطح الماءعلى جدران خلايا النسيج المتوسط إلى الخلف
- فيحدث التوتر السطحي ضغطا سلبيا (شدا) على جزيئات الماء داخل جدر خلايا النسيج المتوسط.
- يسحب الماء من السيتوسول إلى الممر الخارج ينتقل الضغط السلبي إلى نسيج الخشب

## c. تسحب الخاصيّة الأسموزيّة الماء من نسيج الخشب

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



## d. نقل الشدّ (الضغط السلبي) إلى نسيج الخشب

•ينتقل الشد السلبي الناتج عن التبخر في الأوراق إلى الأسفل، ما يؤدي إلى سحب عمود الماء إلى الأعلى عبر أوعية الخشب

**؟ يجب أن يكون عمود الماء غير منقطع؟!!**

•أي انقطاع، مثل إدخال فقاعة هواء في أنابيب الخشب، سيؤدي إلى انهيار عمود الماء وتوقف انتقال الضغط السلبي وبالتالي توقف امتصاص الماء

## e. نسيج الخشب يحافظ على الضغط السلبي

استمرار فقد الماء من الأوراق مستمر يسبب **استمرار الضغط السلبي** لعمود الماء في الخشب

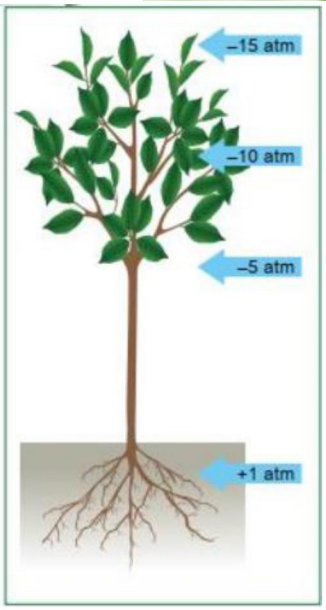
يسبب **الضغط السلبي** شدا يسحب الماء من الجذور

تمنع **حلقات اللجنين** في جدر أنسجة الخشب انهيار أوعية نسيج الخشب بسبب الضغط السلبي الضخم

## f. تسحب الخاصّيّة الأسموزيّة الماء من التربة

**نتيجة شد الماء** : يتدفق الماء من التربة إلى الشعيرات الجذرية عن طريق الخاصية الأسموزية

**التفسير** : لدى السيتوسول في خلايا الشعيرات الجذرية تركيز أعلى للمذاب، وبالتالي جهد جهد ماء أقل مقارنة بالماء الموجود في التربة المحيطة.




**لاحظ** فرق الضغط في أوعية نسيج الخشب بين الجذور والأوراق هو 16 atm!

يمكن أن يصل هذا الفرق في بعض النباتات إلى 75. atm هذا الفرق في الضغط يكفي لرفع الماء إلى ارتفاع أكبر من 120 m.


Mr. Sewilam 31550041