



Mansoura University



# فسيولوجيا النبات

أ.د محمد نصر الدين هلالى

أ.د محمود محمد درويش

أ.د محب طه صقر

أ.د سمير محمد عبد الجواد سلامة

## كلية الزراعة

# علاقة النبات بالماء والذائبات

تشمل دراسات العلاقات المائية للخلية النباتية دراسة النظم التي تحكم دخول الماء إلى الخلايا النباتية، وخروجه منها، وكذلك حركة الماء من خلية إلى أخرى داخل النبات نفسه، ثم تستنتج منها دراسة امتصاص النبات للماء، وصعود العصارة المائية وتحركاتها خلال النبات و فقد النبات للماء عن طريق التبخير أو النتح.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## ١- الانتشار Diffusion

- Ø وهو حركة الأيونات، أو الجزيئات، أو الدقائق المكونة لمادة ما، من منطقة تركيزها أو نشاطها فيه مرتفع، إلى منطقة تركيزها أو نشاطها فيه منخفض، كنتيجة لطاقتها الذاتية الحركية. وتسمى القوة الناتجة عن حركة الجزيئات المنتشرة بالضغط الانتشاري Diffusion Pressure.
- Ø وعلى هذا، فإن الضغط الانتشاري يتناسب طردياً مع الطاقة الحركية للدقائق المنتشرة وعددها.
- Ø ويعتمد معدل الانتشار، على تركيز الدقائق المنتشرة في وحدة الحجم ودرجة الحرارة. وعندما يتساوى تركيز الدقائق المنتشرة في كلا المنطقتين، يقف الانتشار ظاهرياً في وحدة زمنية. أي تحدث حالة اتزان ديناميكي.
- Ø وعندما يتوقف الانتشار ظاهرياً، فلا تحدث زيادة في تركيز الدقائق في إحدى المنطقتين على حساب الأخرى.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## ١- الانتشار Diffusion

تخضع الأيونات أو الجزيئات في انتشارها لعدة قوانين طبيعية نذكر منها:

- Ø القانون الأول للانتشار : وفيه أن سرعة الانتشار تتناسب تناسب طردياً مع درجة التركيز.
- Ø القانون الثاني للانتشار : وفيه أن سرعة الانتشار تتناسب تناسب عكسياً مع حجم الذرات أو الجزيئات.
- Ø القانون الثالث للانتشار: وفيه أن سرعة الانتشار تتناسب تناسب عكسياً مع الوزن الذري أو الجزيئي.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## ١- الانتشار Diffusion

تخضع الأيونات أو الجزيئات في انتشارها لعدة قوانين طبيعية نذكر منها:

- Ø القانون الرابع للانتشار : وينص على أن الذرات أو الجزيئات تنتقل من نقطة في الوسط درجة تركيزها فيه مرتفعة، إلى نقطة أخرى في نفس الوسط.
- Ø القانون الخامس للانتشار: وفيه أنه إذا وجد مادتين أو أكثر في وسط الانتشار، فإن كلا منها تنتشر مستقلة عن الأخرى تمام الاستقلال. وتنطبق هذه القوانين على كل من المذاب والمذيب على حد سواء.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## ٢- التشرب Imbibtion

- Ø تعتمد خاصية التشرب - أساساً - على قابلية بعض المواد لإنفاذ وانتشار الماء (أو أى سائل آخر) خلال مكوناتها، مما يترتب عليه زيادتها فى الحجم وانتفاخها
- Ø وهذه المواد هى من نوع الغرويات المحبة للمذيب، والقادرة على تكوين هلام (جيل) من النوع المرن. وتحتوى الخلايا النباتية، على كثير من المواد القادرة على تشرب الماء بكميات كبيرة، مثل السيليلوز، والنشا، والبروتينات..... وغيرها.
- Ø وتظهر خاصية التشرب بوضوح فى البذور الجافة، خاصة البروتينية منها ، حيث تقدر الزيادة فى حجم البذور بعد تشربها للماء بحوالى ١٥ - ١٠٠ مرة من الحجم الأصى للبذرة حسب نوع الغرويات الموجودة بها وكميتها.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## ٣- الانتشار الغشائي أو الأسموزية Osmosis:

يطلق لفظ الانتشار الغشائي أو الأسموزية، على انتشار جزيئات الماء (المذيب)، دون المادة الذائبة، خلال غشاء شبه منفذ من محلول مخفف ( الضغط الانتشاري للماء به كبير). ومعنى هذا، أن العامل المحدد لصافي حركة الماء خلال الغشاء، من أحد المحلولين إلى الآخر، هو نقص الضغط الانتشاري Diffusion Pressure Difficit لجزيئات الماء، في أحد المحلولين عن الآخر .

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## الخلية النباتية البالغة كنظام إسموزى

الخلية النباتية البالغة تعتبر نظاما اسموزيا مركبا عند وضعها فى الماء. والسيتوبلازم، بغشائية المحيطين به، يمثل غشاء شبه منفذ، متعدد الطبقات، يفصل بين الماء الموضوع به الخلية من الخارج، وبين العصير الخلوى الموجود فى الفجوة العصارية فى الداخل ( وهو محلول كما سبق ذكره يحتوى على مواد ذائبة وغروية وله جهد إسموزى معين ).

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## الخلية النباتية البالغة كنظام إسموزى

قوة الامتصاص الأسموزية = الضغط الإسموزى للعصير الخلوى – الضغط الجدارى (ضغط الامتلاء). وعلى ذلك، فإن الخلية، فى بداية الامتلاء، يكون الضغط الجدارى لها، أو ضغط الامتلاء مساوياً صفرأً. وتكون قوة الامتصاص الأسموزية للخلية مساوية للضغط الإسموزى للعصير الخلوى. وهذا كله، على اعتبار أن الخلية موضوعة فى ماء نقى. أى أن الضغط أو الجهد الإسموزى للمحلول الخارجى يساوى صفرأً.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## الخلية النباتية البالغة كنظام إسموزى

**أولاً: عند وضع الخلية فى ماء نقى:**

فى هذه الحالة يبدأ الماء فى الدخول إلى الخلية، بقوة امتصاص أسموزية قدرها، عند الابتداء، ١٠ ضغط جوية، وتتناقص تدريجياً بزيادة امتلاء الخلية (زيادتها فى الحجم) نتيجة زيادة الضغط الجدارى لها، حتى تصبح قيمة هذا الأخير ١٠ ضغط جوية، فيقف دخول الماء إلى الخلية، وتصبح قوة امتصاصها الأسموزية صفراً ( خلية ممتلئة تماماً).

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## الخلية النباتية البالغة كنظام إسموزى

ثانياً : عند وضع الخلية فى محلول ضغطه الإسموزى مساوياً للضغط الإسموزى للخلية:

فى هذه الحالة تصبح الخلية فى حالة اتزان ديناميكى مع المحلول الخارجى، بمجرد وضعها فيه. فلا تكتسب شيئاً من مائه ولا تفقد شيئاً من مائها، وبالتالي لا يتغير حجمها، وتسمى مثل هذه المحاليل بالمحاليل سوية التركيز أو الإسموزية

Isotonic

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## الخلية النباتية البالغة كنظام إسموزي

**ثالثاً : عند وضع الخلية في محلول ضغطه الإسموزي يزيد على الضغط الإسموزي للخلية:**

في هذه الحالة تصبح قوة الامتصاص الأسموزية للخلية ذات قيمة سالبة، فتفقد الخلية جزءاً من مائها إلى المحلول الخارجي، ويقل حجمها، وتمر بعدة تغيرات فسيولوجية مع فقدانها الماء حتى تتبلم الخلية. وتسمى مثل هذه المحاليل بالمحاليل زائدة التركيز أو الإسموزية Hypertonic.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## البلزمة Plasmolysis

Ø وتحدث عند وضع الخلية النباتية، الحية، في محلول زائد الأسموزية، حيث تمر الخلية بسلسلة من التغيرات الفسيولوجية تبدأ بفقدائها بالتدريج إلى المحلول الخارجي، فتفقد امتلائها، ويأخذ حجمها في الانكماش، إلى أن تصل إلى نقطة بداية البلزمة.

Ø وفيها تكون الخلية غير ممتلئة، أي أن ضغطها الجداري يساوى صفراً، وباستمرار فقد الخلية لمائها بعد ذلك، يقل ضغط العصير الخلوي على السيتوبلازم المبطن لجدار الخلية من الداخل، فيبدأ السيتوبلازم في الانفصال عند الجدار الخلوي السيلولوزي.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

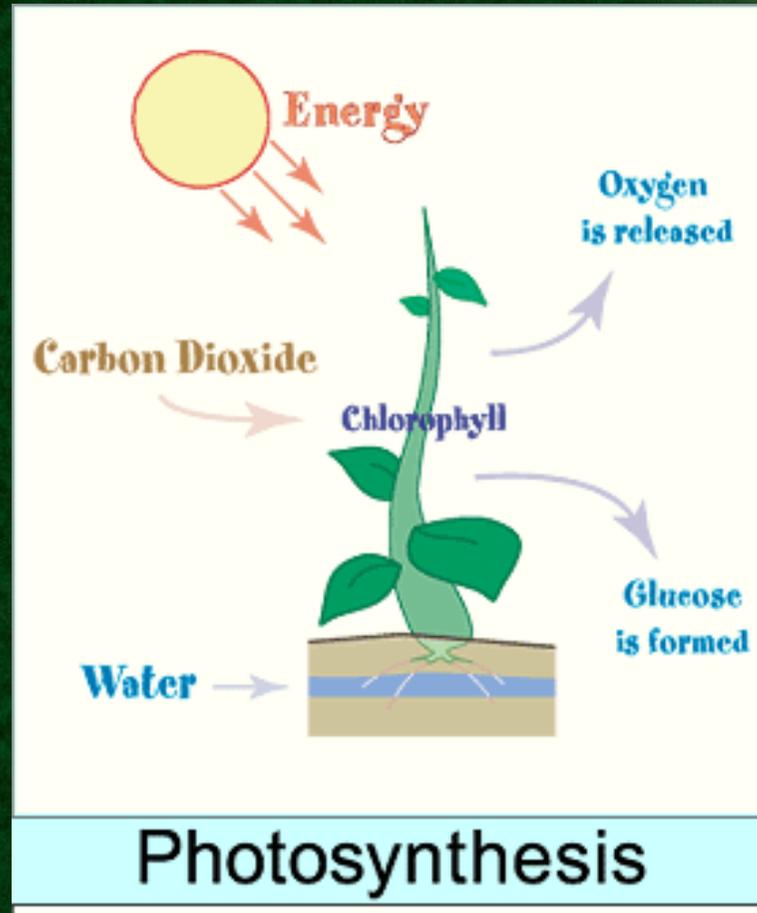
## البلزمة Plasmolysis

Ø كما يختلف نوعى البلزمة باختلاف أنواع المحاليل وصفاتها. فقد يدل وجود خلية نباتية ما، فى محلول زائد التركيز، بعد فحصها ميكروسكوبياً، على أنها خلية متبلزمة، وعند إعادتها مرة أخرى لنفس المحلول لمدة ما وإعادة فحصها تظل هذه الخلية متبلزمة أيضاً، ولذلك تكون الخلية النباتية فى هذه الحالة، مارة بالبلزمة المستديمة.

Ø وعلى العكس من ذلك، فقد يدل وجود بعض الخلايا النباتية، عند فحصها ميكروسكوبياً، وبعد وضعها فى محلول زائد التركيز، على أنها خلية متبلزمة، وعند إعادتها مرة أخرى إلى نفس المحلول، وإعادة فحصها ميكروسكوبياً، بعد فترة، تختفى ظواهر البلزمة فيها، حيث تعود الخلايا لحالة الامتلاء.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

البزومة Plasmolysis



# علاقة النبات بالماء والذائبات

## امتصاص النبات للماء Water Absorption by Plants

- Ø يتم امتصاص النبات للماء بواسطة الأسطح المعرضة، لأى عضو نباتى تقريباً. والمجموع الجذرى هو العضو الأساسى المسئول عن امتصاص الماء من التربة. ويتم معظم امتصاص الجذور للماء بواسطة المناطق الطرفية لها.
- Ø وكما هو معروف، يتميز المجموع الجذرى لغالبية النباتات البالغة بتفرعه الكثيف حتى فهو يحتوى على عدة ملايين من قمم الجذور الثانوية الحديثة، والتي يمكن لها امتصاص الماء بكفاءة تامة، تحت الظروف الملائمة لذلك.

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## Mecanisme of Water ميكانيكية امتصاص النبات للماء :Absorption

### ١- قوة الجذر الموجبة لامتصاص الماء (قوة الضغط الجذري).

وتتألف قوة الضغط الجذري في مجموعها من ثلاث نظم تعمل معا في تناسق تام هي:-

§ نظام الامتصاص الناتج عن التشرب

§ نظام الامتصاص الناتج عن الإسموزية

§ نظام الامتصاص المعتمد على الطاقة المنفردة في عملية التنفس

# علاقة النبات بالماء والذائبات

## Mechanism of Water : ميكانيكية امتصاص النبات للماء : Absorption

### ٢-القوة السلبية لامتصاص الماء Passive Absorption

العوامل التي تؤثر على معدل امتصاص الجذر للماء:

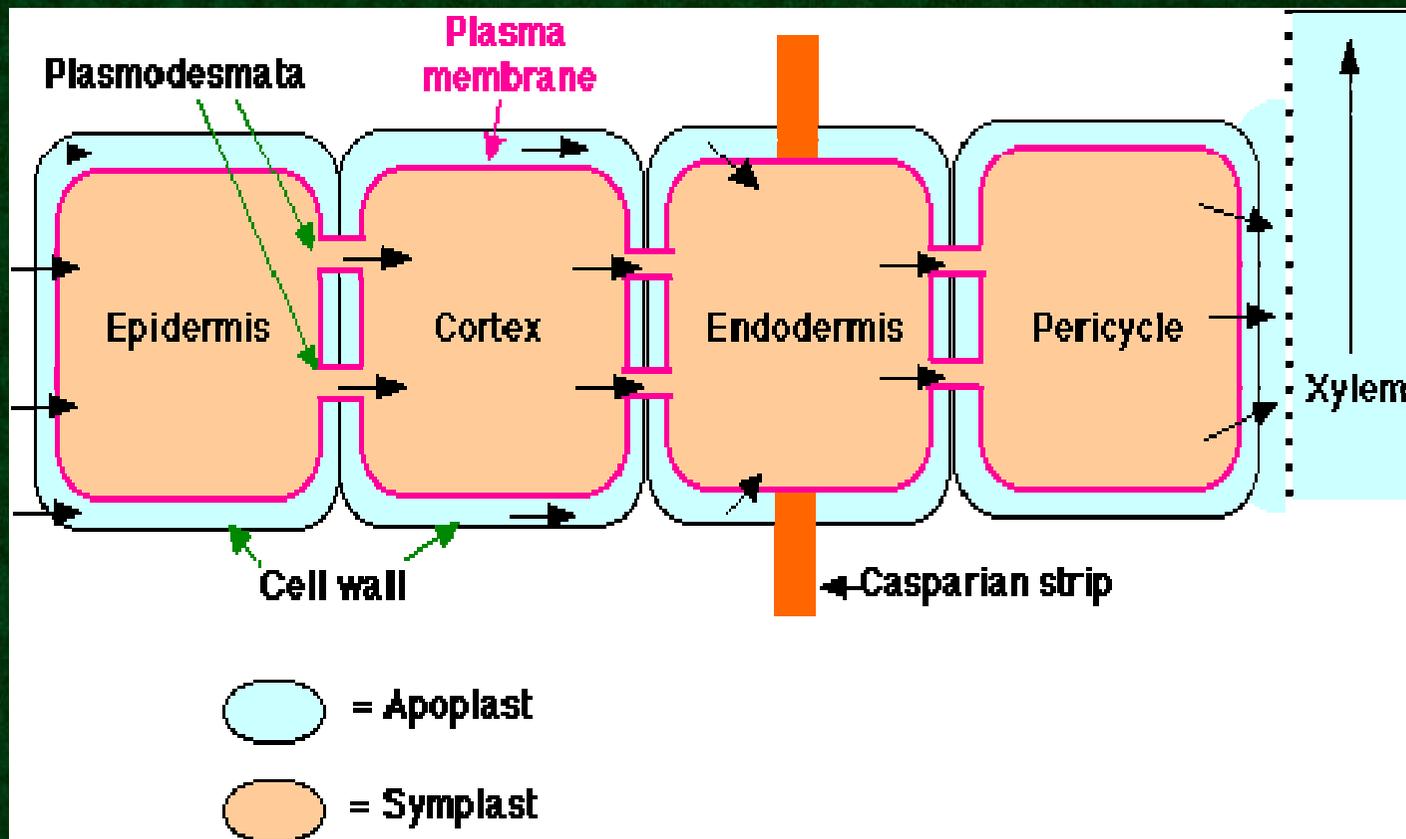
§ كمية الماء القابل للامتصاص من التربة

§ درجة حرارة التربة

§ درجة تهوية التربة ( توافر الأكسجين )

§ نقص الضغط الانتشاري لمحلول التربة

# علاقة النبات بالماء والذائبات



# علاقة النبات بالماء والذائبات

**Mechanism of Water : ميكانيكية امتصاص النبات للماء :  
Absorption**

**الظواهر المترتبة على قوة الضغط الجذري**

**§ الإدماء : Bleeding**

**§ الإدماع : Quttation**

# Translocation of Water صعود العصارة ( Ascent of sap)

Ø بعد أن تقوم مناطق الامتصاص في الجذر بامتصاص الماء، فإنه يمر من خليه إلى أخرى، في طريقه إلى أوعية الخشب، حتى يصل إليها، ويتجمع فيها.

Ø ويرتفع الماء في الأنسجة الخشبية، التي تكون نظاماً عاماً، أو شبكة متصلة، في جميع أجزاء النبات، حتى يصل إلى خلايا الميزوفيل في الأوراق في الأوراق، وعندها يتم تبخير الجزء الأكبر منه.

Ø وتجميعه في المسافات البينية والغرف الهوائية، الموجودة بين خلايا الميزوفيل، ثم يعبر فتحات الثغور إلى الجو الخارجي بواسطة عملية النتح.

# Translocation of Water صعود العصارة ( Ascent of sap)

- Ø يبدأ امتصاص الماء من التربة بواسطة خلايا البشرة في مناطق الامتصاص بالجذر (منطقة الشعيرات الجذرية بصفة أساسية) بواسطة قوة الضغط الجذري. كما يتم انتقال الماء من خلية إلى أخرى، حتى يصل إلى نسيج الخشب.
- Ø فيبدأ في الارتفاع في القنوات الخشبية ( نظرية الضغط الجذري). ونظراً لأن مقدار الضغط الجذري منخفض في معظم النباتات، فضلاً عن أنه لم يتمكن من ملاحظه أو قياسه في بعض الأنواع النباتية.
- Ø ومنها فصيلة المخروطيات التي يتبعها أكثر الأشجار ارتفاعاً في المملكة النباتية. فإنه لا يمكن له منفرداً أن يقوم برفع العصارة الخشبية لأكثر من عدة أقدام فقط.

# فقد الماء من النبات بالتبخير ( النتح ) Transpiration

Ø يمكن حدوث النتح من أى جزء من أجزاء النبات المعرضة للجو، حتى من الجذور المعرضة للجو الداخلى للتربة. إلا أن الأعضاء الأساسية التى تقوم بعملية النتح هى الأوراق، ومعظم النتح من الأوراق يكون عن طريق الثغور Stomata ولذلك يطلق عليه النتح الثغري Stomatal Transpiration.

Ø كما يفقد بعض الماء من الأوراق، عن طريق خلايا البشرة، خلال طبقة الأدمة Cuticul الرقيقة المغطية لها، ويعرف ذلك بالنتح الدمي Cuticular Transpiration وهناك بعض الماء يفقد بالتبخير خلال العديسات، من الثمار، والسوق، وهو النتح العديسى Lenticular Transpiration .

# فقد الماء من النبات بالتبخير ( النتح ) Transpiration

## ميكانيكية النتح من الأوراق:

- Ø يمكن تصور ميكانيكية النتح، علي اعتبار أن عمود الماء متصل داخل النبات وبالماء الأرضي الميسور، كما يلي:
- Ø تمتص الجذور الماء، وتدفعه إلى أوعية الخشب، التي يرتفع فيها الماء إلى الأوراق. ثم ينتقل من الأوعية الخشبية إلى خلايا الورقة، ويسبب امتلاءها.
- Ø ويمثل نسيج الميزوفيل، الجزء الأكبر، من أنسجة الورقة، وتحتوي خلاياه على فجوة عسارية كبيرة وسطية، ممتلئة عند توافر الماء ويكون البروتوبلازم والجدار الخلوي عندئذ مشبعين بالماء.

# فقد الماء من النبات بالتبخير ( النتح ) Transpiration

## الدور الذى يقوم به النتح فى حياة النبات :

Ø يمكن تلخيص أهم الوظائف الفسيولوجية التى يقوم بها النتح فى حياة النبات فى الآتى:

١- امتصاص النبات للماء وبواسطة القوة السلبية وارتفاع العصارة الخشبية إلى أعلى النبات.

٢- امتصاص الذائبات والعناصر المعدنية من التربة، وانتقالها إلى أعلى النبات؛ حيث يساعد مرور تيار الماء من المحلول الأرضى، خلال الجذور، إلى الساق، فالأوراق، على امتصاص العناصر المعدنية الذائبة، وانتقالها ضمن العصارة الخشبية إلى أعلى النبات.

٣- تنظيم درجة الحرارة الداخلية للنبات، إذ أن الأوراق المعرضة لأشعة الشمس المباشرة، تمتص كميات كبيرة من الطاقة الإشعاعية، وكذا من الطاقة الحرارية، من الجو المحيط.

# فقد الماء من النبات بالتبخير ( النتح ) Transpiration

العوامل التي تؤثر على معدل النتح:

- § ضوء الشمس .
- § ضغط بخار الماء في الجو الخارجى .
- § درجة حرارة الأنسجة النباتية والجو الخارجى .
- § الرياح .
- § الضغط الجوى .
- § التركيب التشريحي للنبات الناتح.

# فقد الماء من النبات بالتبخير ( النتح ) Transpiration

## الجهاز الثغرى The Stomatal Apparatus

- Ø تعتبر فتحات الثغور، هي الطريق الرئيسى، الذى يتم خلاله تبادل الغازات ، بين خلايا الأوراق، وبين الجو الخارجى.
- Ø حيث يتم امتصاص الأوكسجين اللازم للتنفس، وثنانى أكسيد الكربون اللازم لعملية التخليق الضوئى، وكذلك خروج الماء فى عملية النتح.
- Ø وتوجد الثغور فى نسيج البشرة، لأى عضو نباتى، ما عدا الجذور. ويكثر وجودها فى الأوراق.
- Ø وقد تكون الثغور سطحية، على نسيج البشرة، كما هو الحال فى معظم النباتات، وقد تكون غائرة كما هو الحال فى نباتات فصيلة المخروطيات، ونباتات البيئة الجافة.

# فقد الماء من النبات بالتبخير ( النتج ) Transpiration

وفيما يلي بيان، بعدد الثغور، كما تم تقديره عملياً في بعض الأنواع النباتية.  
متوسط عدد الثغور بالألف لكل سم<sup>2</sup> من مساحة الورقة:

في البشرة السفلى

١٣.٨٠٠

٢١.٦٠٠

١٦.١٠٠

٥.٩٠٠

في البشرة العليا

١٦.٩٠٠

١٠.١٠٠

٥.١٠٠

١.٩٠٠

اسم النبات

١- البرسيم الحجازي

٢- البسلة

٣- البطاطس

٤- الجيرانيوم

# فقد الماء من النبات بالتبخير ( النتح ) Transpiration

وفيما يلي بيان، بعدد الثغور، كما تم تقديره عملياً في بعض الأنواع النباتية.  
متوسط عدد الثغور بالألف لكل سم<sup>2</sup> من مساحة الورقة:

اسم النبات	في البشرة العليا	في البشرة السفلى
٥- البيجونيا	صفر	٤.٠٠٠
٦- الجوز الأسمر	صفر	٤٦.١٠٠
٧- القمح	٣.٣٠٠	١.٤٠٠
٨- البشنيين	٤٦.٠٠٠	صفر

# فقد الماء من النبات بالتبخير ( النتح ) Transpiration

## ميكانيكية فتح وغلق الثغور:

- Ø تتوقف عملية فتح أو غلق الثغور، على درجة امتلاء الخلايا الحارسة، بالنسبة إلى درجة امتلاء باقي خلايا البشرة المجاورة...
- Ø وعموماً يمكن القول، بأن زيادة الامتلاء النسبي للخلايا الحارسة، يؤدي إلى اتساع فتحة الثغر، والعكس صحيح ..
- Ø وكلما زاد الفرق، بين درجة امتلاء الخلايا الحارسة، وخلايا البشرة المجاورة، كلما زاد اتساع فتحة الثغر ..

# فقد الماء من النبات بالتبخير ( النتح ) Transpiration

ويعود التغير في درجة امتلاء الخلايا الحارسة إلى عدة عوامل أهمها:

§ تأثير الضوء

§ تأثير العلاقات المائية الداخلية لخلايا الأوراق

§ تأثير الحرارة

§ دور البوتاسيوم في ميكانيكية فتح الثغور

# أسئلة التقويم

## المبحث الثاني

### الباب الأول

- ١- يتمتع الماء بخصائص فريدة تجعل له أهمية كبيرة للخلاية الحية. وضح ذلك؟
- ٢- اذكر الفرق بين الانتشار diffusion والتشرب Imbibition؟
- ٣- اشرح كيفية انتقال الماء بين خليتين متجاورتين أ،ب؟
- ٤- عرف قوة الامتصاص الاسموزية؟ ثم وضح ماذا يحدث عند ضخ الخلية النباتية في المحاليل المختلفة؟
- ٥- قسم المحاليل تبعاً لضغطها الاسموزي والضغط الاسموزي للعصير الخلوي؟
- ٦- عرف البلزمة؟ وما هي انواعها؟ وكيف يمكن الشفاء منها؟

# أسئلة التقويم

- ٧- حدد الفرق بين البلزمة المؤقتة والبلزمة المستديمة؟
- ٨- حدد الميكانيكية التي يمتص بها النبات الماء؟
- ٩- ما هي القوي التي تسبب امتصاص النبات للماء من التربة؟
- ١٠- عرف قوة الضغط الجذري وما هي النظم التي تؤثر فيها؟
- ١١- حدد الفرق بين القوة الموجبة والقوة السالبة التي تسبب امتصاص النبات للماء؟
- ١٢- اذكر العوامل التي تؤثر علي معدل امتصاص النبات للماء؟
- ١٣- ما هي الظواهر المترتبة علي قوة الضغط الجذري؟
- ١٤- حدد العوامل التي تؤثر علي امتصاص الجذر للماء؟
- ١٥- حدد الفرق بين ظاهرتي الإدماء والادماغ؟

# أسئلة التقويم

- ١٦- حدد الطريق الذي تسلكه العصارة النباتية داخل النبات؟
- ١٧- عرف النتح؟ وما هي أنواعه؟ محدداً الدور الذي يقوم به في حياة النبات؟
- ١٨- حدد الفرق بين النتح الثغري والنتح الادمي والنتح العديسي؟
- ١٩- اشرح الميكانيكية التي يتم بها فتح وغلق الثغور؟
- ٢٠- اذكر العوامل التي تؤثر علي معدل النتح؟
- ٢١- وضح بالرسم تركيب الجهاز الثغري؟
- ٢٢- اشرح دور الضوء في فتح وغلق الثغور؟
- ٢٣- ما هي اهمية البوتاسيوم في فتح وغلق الثغور؟
- ٢٤- أذكر العمليات المختلفة التي من خلالها يفقد الماء من النبات. اشرح كل عملية؟