مقرر
فسيولوجيا النبات

الفرقة الأولى
شعبة العلوم البيولوجية و الجيولوجية
كلية التربية

د/ شيرين عبدالمحسن عبيد نصر
قسم النبات و الميكروبيولوجى – كلية العلوم

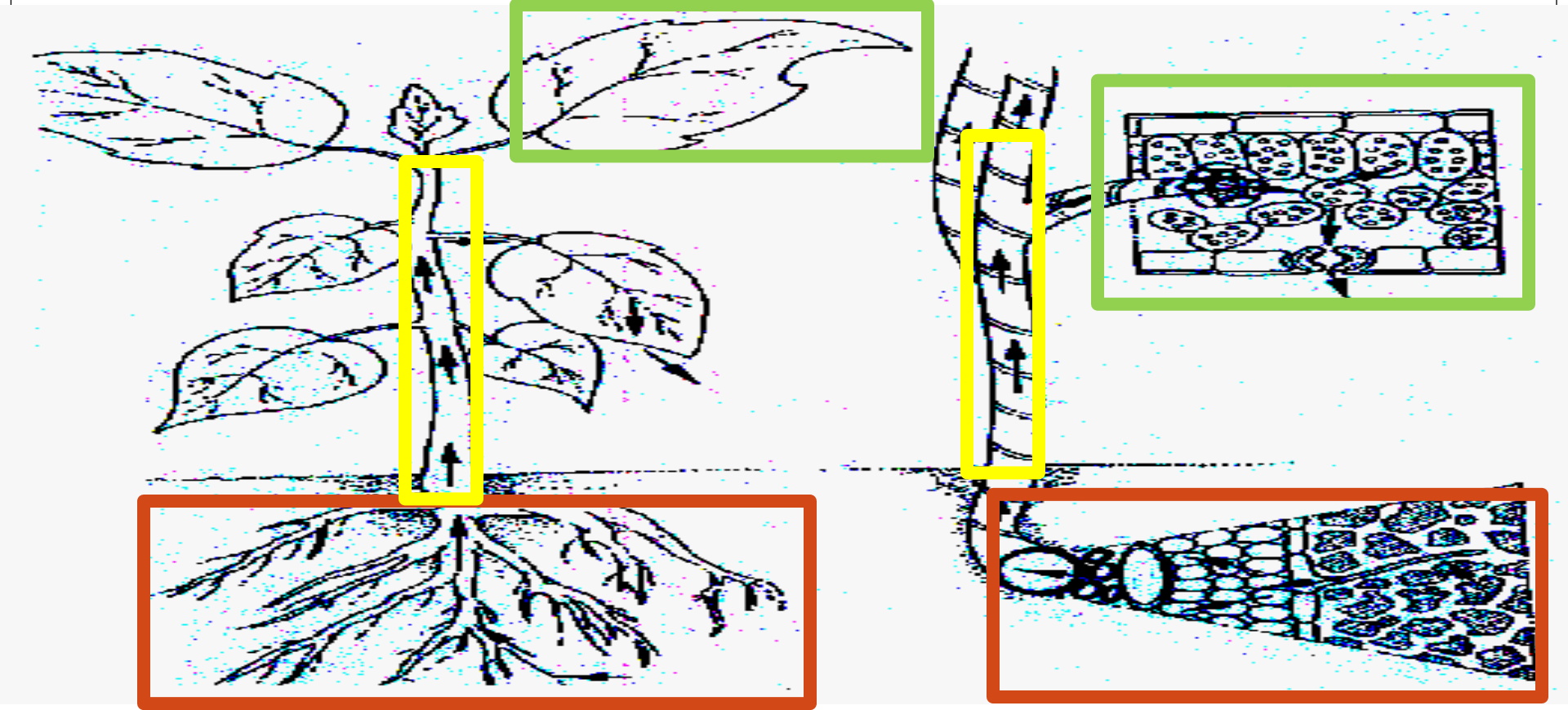
العلاقات المائية للنبات

العلاقات المائية للنبات

1- امتصاص الماء

2- صعود الماء والعصارة

3- فقد الماء

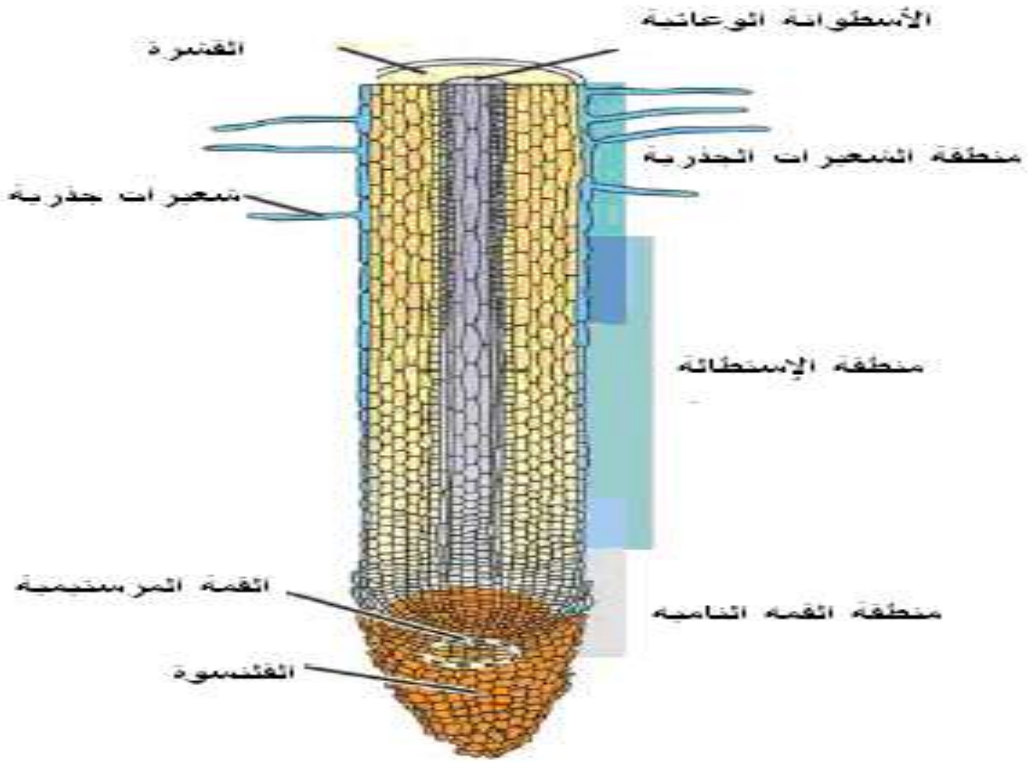


أولاً: امتصاص الماء

- طريقة امتصاص الماء:
- 1- عن طريق الأوراق: و ذلك فى المناطق التى تزداد فيها رطوبة الجو , و يتم الإمتصاص عن طريق بشرة الأوراق.
- 2- عن طريق الجذور: و ذلك بالشعيرات الجذرية التى تزيد من السطح المعرض للماء.

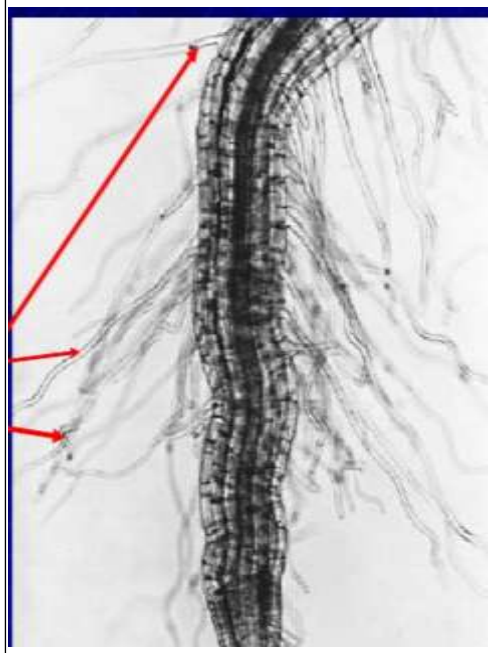
امتصاص الجذور للماء

- تحصل النباتات علي كل ما تحتاجه من الماء من التربة بواسطة المجموع الجذري . ولمعرفة أهم منطقة لامتصاص الماء بالجذور يلزم دراسة قطاع طولي في الجذر الذي يوضح المناطق الأربعة التالية:
- 1- منطقة القمة النامية. 2- منطقة الاستطالة.
- 3- منطقة الشعيرات الجذرية. 4- المنطقة المستديمة (الجذور الجانبية)



- **منطقة الشعيرات الجذرية منطقة الامتصاص العظمي في الجذور :**
- يتم امتصاص الماء بصفة أساسية في منطقة الشعيرات الجذرية وتسمي منطقة الامتصاص العظمي حيث تمتص الماء من خلايا البشرة والشعيرات الجذرية القريبة من أطراف الجذور (أعلي القمة النامية) حيث أنها أكثر المناطق إنفاذ للماء وأقلها مقاومة للماء وأسرعها امتصاص للماء وهي محصورة بين نهاية القمة النامية علي بعد 1.5سم من طرف الجذر وتمتد إلي حوالي 20سم إلي أسفل المنطقة الدائمة وهذه المنطقة المنتظمة تتوقف علي صنف النبات وعمر الجذر والبيئة المحيطة به. لذا تعتبر المنطقة الرئيسة لامتصاص الماء في الجذور .

الأسباب التي يرجع إليها تميز منطقة الشعيرات الجذرية بأنها أسرع امتصاص للماء :



1) خلايا الشعيرات الجذرية والبشرة في هذه المنطقة ذات **جدر رقيقة** تحتوي علي **مواد بكتينية** .

2) ذات **فجوة** عصارية **كبيرة** في الحجم.

3) تغطي أسطحها بمادة **هلامية لزجة** للالتصاق بحبيبات التربة

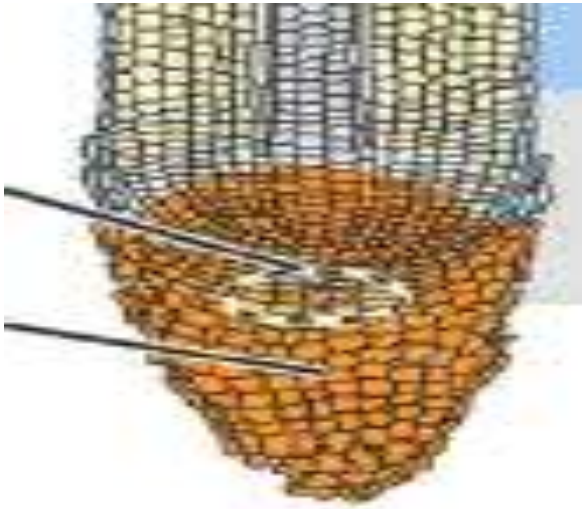
4) **قليلة المقاومة** لنفاذية الماء من خلاياها لعدم وجود مواد عائقة لنفاذ الماء مثل **السوبرين** و**الكيوتين** .

5) لها **مسطح كبير** يزيد من سطح منطقة الامتصاص وهي ذات كفاءة عالية في امتصاص الماء والأملاح من التربة. حيث أنها تزيد مساحة سطح الجذور بمقدار 67% .

أسباب قله نفاذية وامتصاص الماء في المناطق الثلاثة الأخري في الجذر

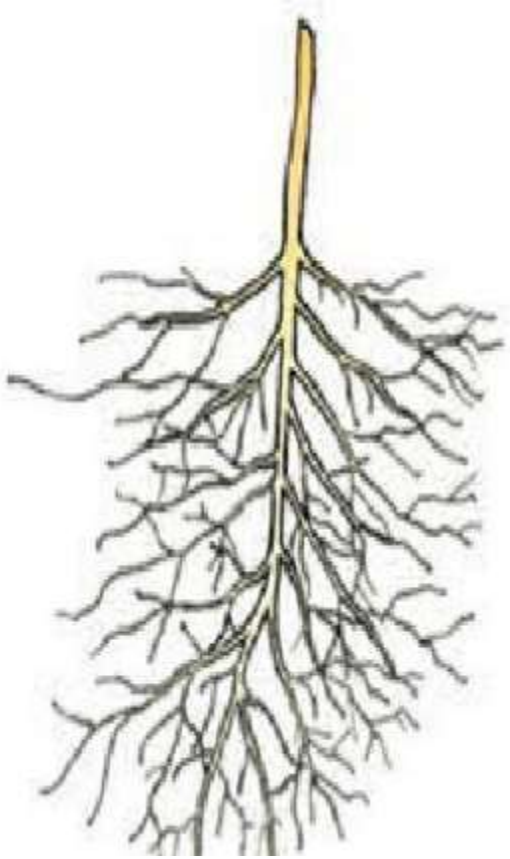
- **أ- منطقة القمة النامية ومنطقة الاستطالة :**

- يرجع قلة امتصاص الماء في هذه المناطق إلي أن خلاياها تظهر مقاومة شديدة لنفاذية الماء وذلك لعدة أسباب هي :



1. **انقسام** واستطالة خلاياها.
2. خلاياها **متراصة** ومنضغطة.
3. سيتوبلازم **كثيفة** وغشاء خلوي نشط.
4. **قلة** الفجوات العصارية بها.
5. **غياب** أو عدم تكشف **الأوعية الناقلة** (عناصر الخشب).
6. يزيد امتصاص **الأيونات والذائبات** في منطقة الاستطالة علي عكس امتصاص الماء.

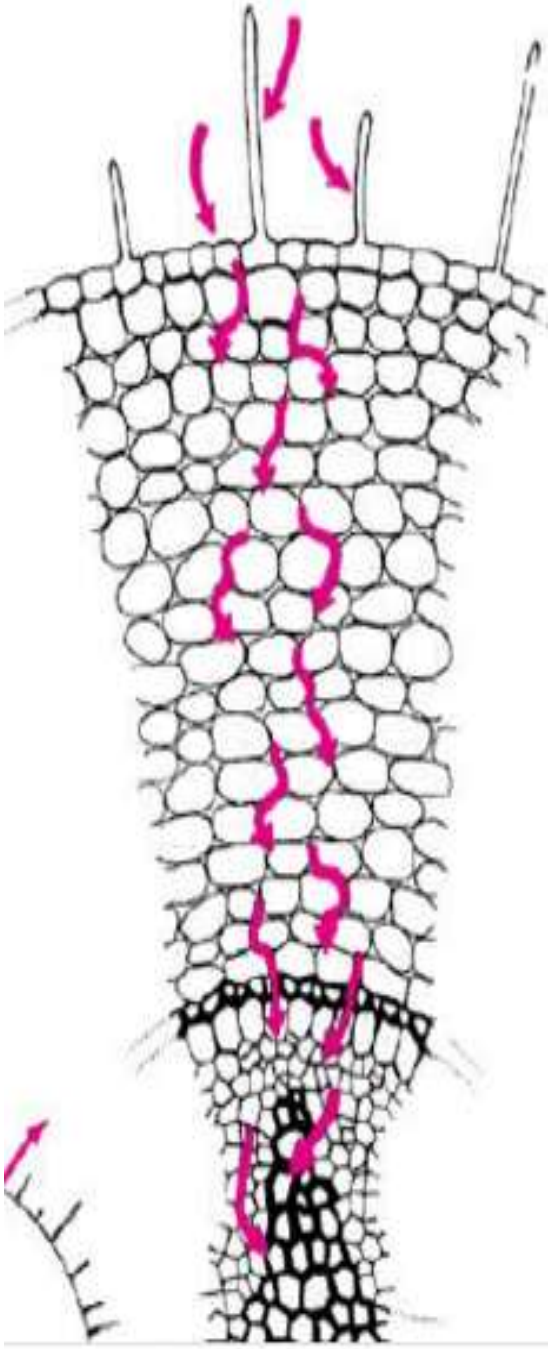
- **ب- المنطقة المستديمة اعلى منطقة الشعيرات الجذرية:**
- **يصعب أو ينعدم نفاذ الماء من خلاياها وذلك يرجع إلي أن خلاياها مغطاة بمادة السوبرين التي تعيق أو تمنع نفاذ الماء بها. إلا أنه قد يحدث امتصاص للماء بها عند حدوث تمزق أو تشققات بها أثناء نموها الثانوي (جذور بعض ذوات الفلقتين).**



ميكانيكية امتصاص الماء عن طريق الجذور

1- الامتصاص السلبى

2- الامتصاص النشط



1- الامتصاص السلبى

- الامتصاص السلبى : (نظراً لعدم تدخل النبات فيه)

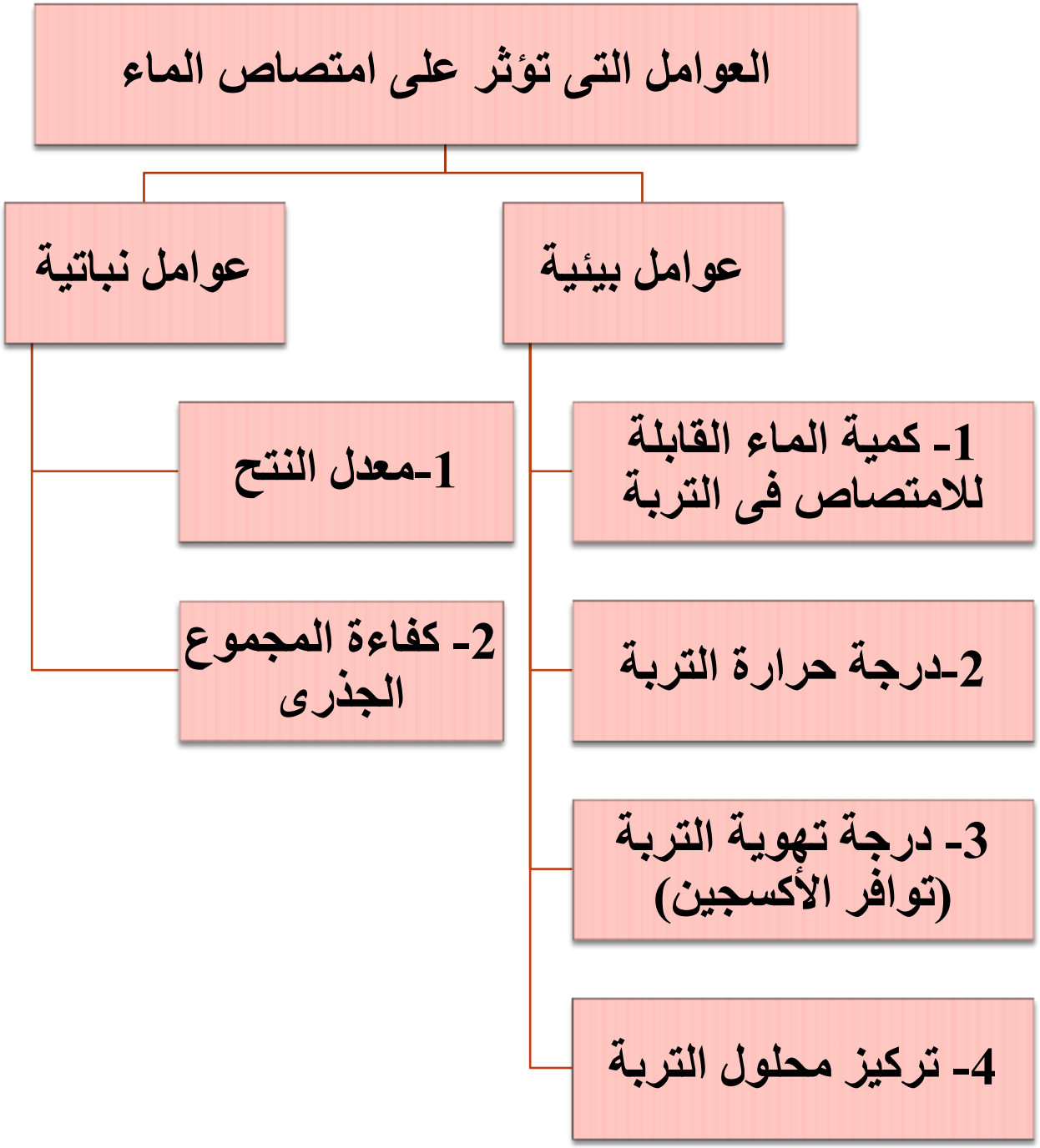
أ- ينتقل قدر غير قليل من الماء عن طريق جدران الخلايا بواسطة **التشرب**.

ب- الغالبية من الماء الممتص فيتم عن طريق **الخاصية الإسموزية**.

ج- تشير دراسات إلى أن جزء كبير من الماء يدخل الجذر تحت تأثير **النتح** وذلك نتيجة لقوى الشد الهائلة على خيوط الماء فى أوعية الخشب ابتداء من الورقة حتى الجذر.

2- الإمتصاص النشط

- يتم امتصاص جزء من الماء عن طريق غير اسموزى أى يمتص هذا الجزء امتصاصاً نشطاً **تبذل فيه كمية من الطاقة** الناتجة عن النشاط الجذرى (طاقة الأكسدة الناتجة عن عملية التنفس).


العوامل التى تؤثر على امتصاص الماء
عوامل بيئية
عوامل نباتية
1- كمية الماء القابلة للامتصاص فى التربة
2-درجة حرارة التربة
3- درجة تهوية التربة (توافر الأكسجين)
4- تركيز محلول التربة
1-معدل النتح
2- كفاءة المجموع الجذرى

1	كمية الماء القابلة للامتصاص فى التربة	كلما زادت كمية الماء القابلة للإمتصاص زادت سرعة امتصاص النبات للماء.
2	درجة حرارة التربة	بإرتفاع الحرارة إلى حد معين يزداد الإمتصاص لزيادة نفاذية الخلية و قلة لزوجة الماء و بالتالى زيادة سرعة حركة جزيئات الماء.
3	درجة تهوية التربة (توافر الأكسجين)	بوجود الأكسجين يزداد امتصاص الماء و العكس صحيح .
4	تركيز محلول التربة	* الضغط الإسموزى لمحلول التربة أقل من الضغط الإسموزى للعصارة الخلوية لخلايا الجذر.... يتم الإمتصاص.

1	معدل النتح	بزيادة معدل النتح يزداد امتصاص الماء لتعويض ما يفقد منه.
2	كفاءة المجموع الجذرى	بزيادة انتشار المجموع الجذرى و شعيراته يزداد كفاءة امتصاص الماء.

- تمتص النباتات الأرضية الماء الموجود في التربة عن طريق الجذور عندما يكون متاحا بصورة قابلة للامتصاص ولفهم ذلك يجب معرفة الصور التي يتواجد بها الماء في التربة كما يلي :

1- ماء الجاذبية الأرضية :

عند اضافة الماء للتربة بكميات كبيرة تمتلىء الفراغات في التربة ثم يتحرك جزء من هذا الماء باتجاه الأسفل تحت تأثير الجاذبية الأرضية وبذلك يطلق عليه ماء الجاذبية الارضية

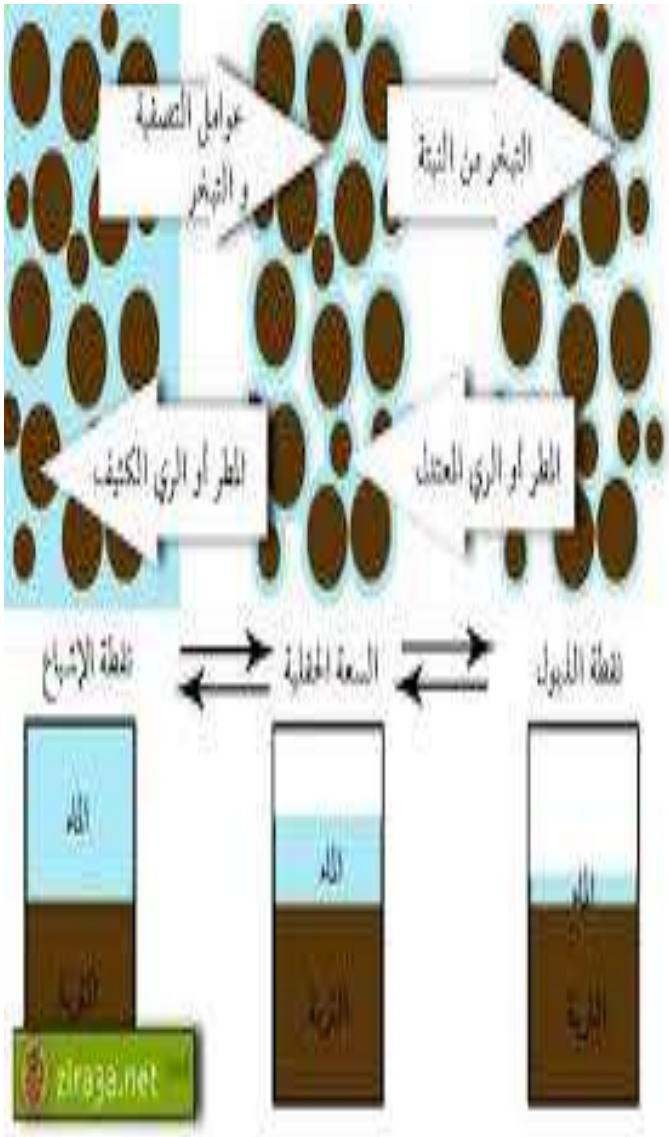
2- الماء الشعري :

ويعرف الماء الشعري بأنه كمية الماء المتبقية في الفراغات البينية في التربة بعد تحرك ماء الجاذبية الأرضية ويستفيد النبات من الماء الشعري لأن القوة الملتصق بها على سطوح حبيبات التربة أقل من القوة اللازمة للامتصاص بواسطة الجذر وتنحصر استفادة النبات من الماء الموجود في التربة في المدى الواقع ما بين السعة الحقلية وحد الذبول الدائم

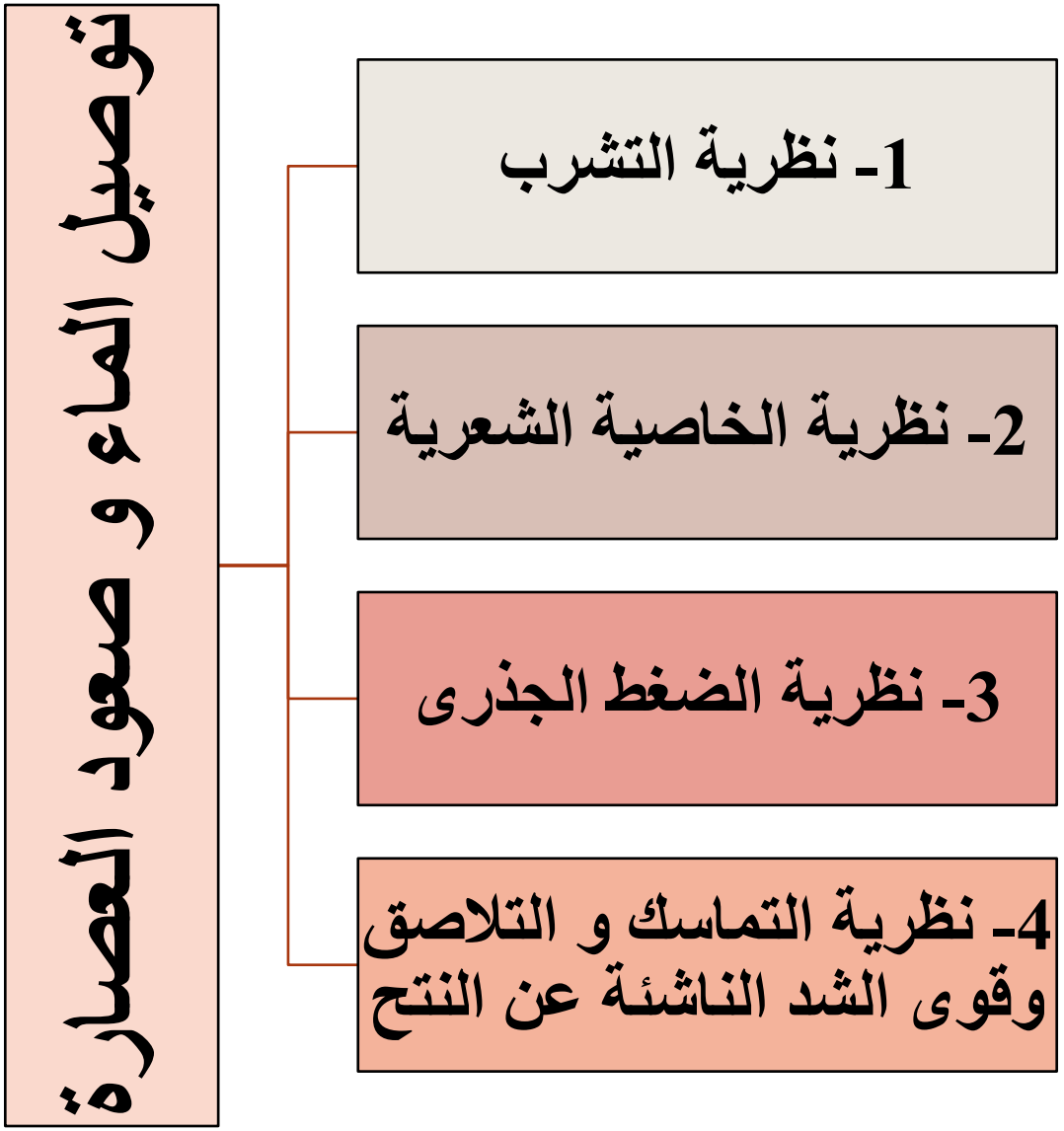
وتعرف السعة الحقلية أنها كمية الماء المتبقية في التربة والمتاحة للنبات بعد تحرك ماء الجاذبية

3- الماء الهيجروسكوبي :

ويرتبط الماء الهيجروسكوبي بقوة كبيرة بسطح حبيبة التربة على صورة غشاء رقيق لا يستطيع معها جذر النبات امتصاصه



ثانياً: صعود الماء والعصارة

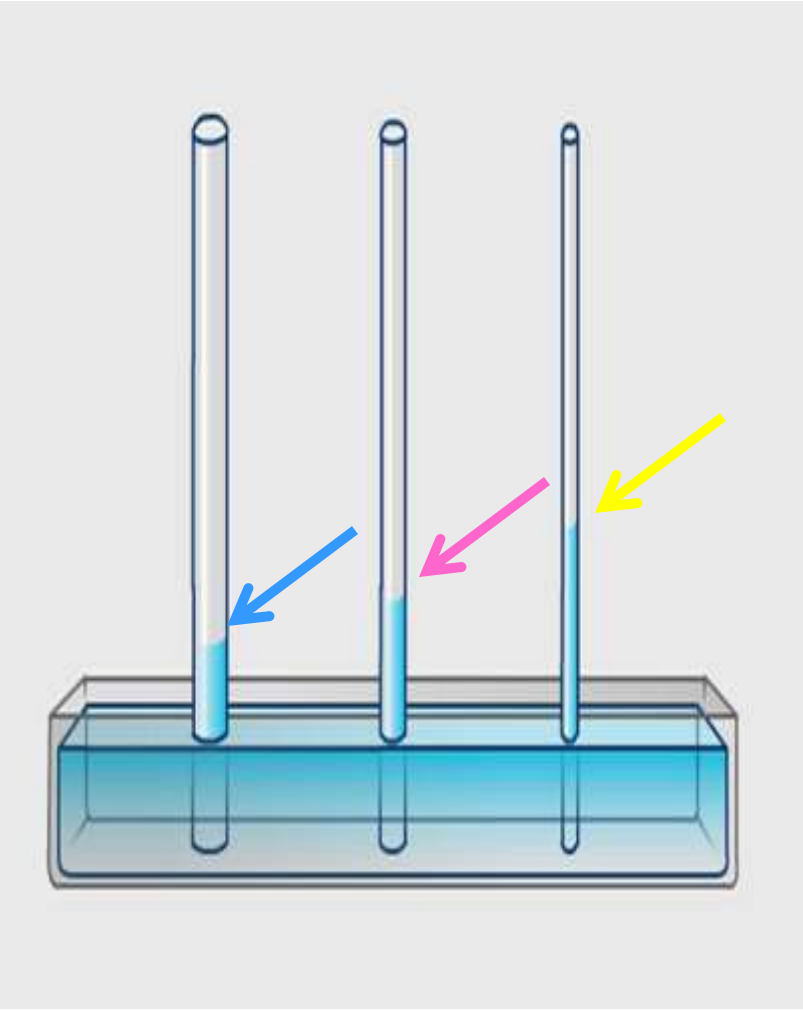


1- نظرية التشرب

- نظرية التشرب : **انتقال الماء** خلال الغرويات (السليولوز – بكتين) المكونه **لجدر الخلايا**.
- لاحظ أن انتقال الماء بهذه الخاصية يكون **بطىء جداً** إذا ما قورن بسرعة انتقال الماء فى النبات .
- و بذلك فإن نظرية التشرب **لا تعتبر كافية لصعود الماء** فى النبات.
- الإعتراض : تأثير هذه الخاصية محدود جداً فى صعود العصارة (لماذا ؟).

لأنه ثبت أن العصارة تسير فى **تجاويف الأوعية** الخشبية وليس خلال جدرانها

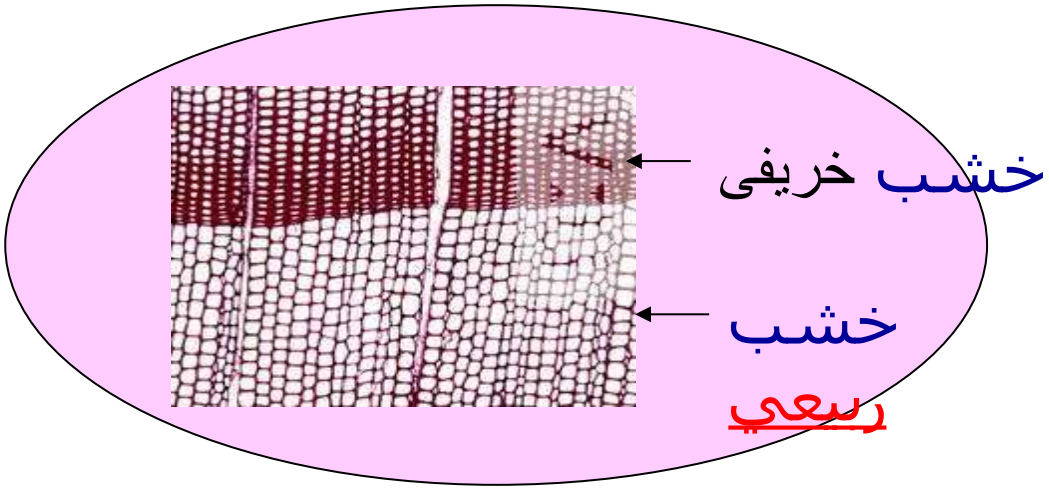
2- نظرية الخاصية الشعرية



- **الخاصية الشعرية** هي خاصية فيزيائية يتم بواسطتها انتقال السائل من الأسفل إلى الأعلى . كارتفاع السائل عن طريق (أنبوب) من الأسفل إلى الأعلى (دون التأثير عليه بقوة خارجية)عند وضعه في إناء.

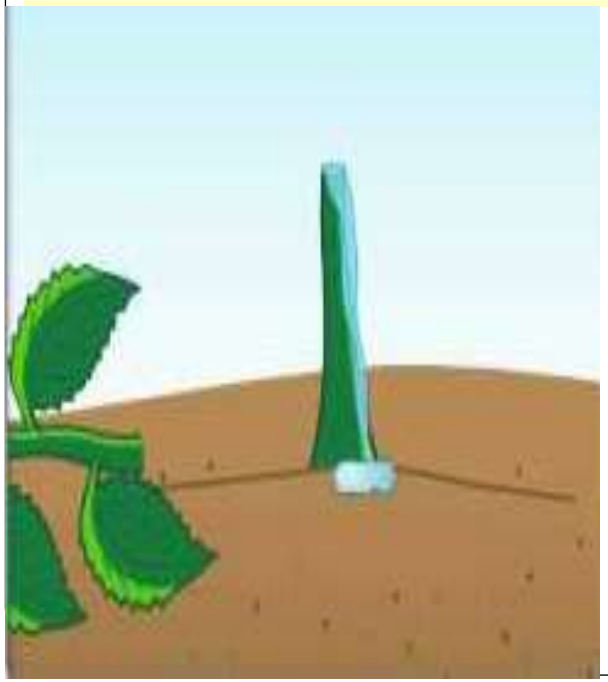
- يعزى بعض العلماء إلى انتقال الماء داخل أوعية الخشب إلى الخاصية الشعرية.

- لكن هذه الخاصية لا تعمل على انتقال الماء فى **النباتات العالية**.
- لوحظ أن كمية الماء التى تنتقل خلال أوعية الخشب الربيعى (**أوعية واسعة**) تكون **أكبر من** كمية الماء الذى ينتقل بواسطة الخشب الخريفى (**أوعية ضيقة**).
- الأسباب السابقة تتعارض مع نظرية الخاصية الشعرية.



3- نظرية الضغط الجذرى

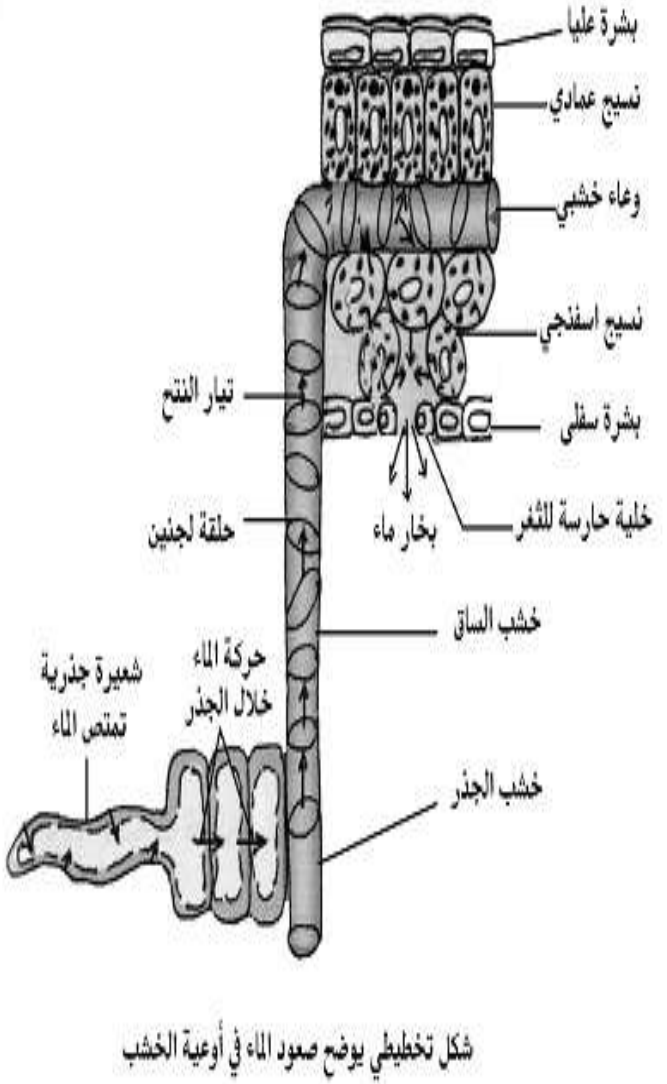
- **الضغط الجذرى** : تسمى القوة التى تعمل على امتصاص الماء من محلول التربة الى اوعية الخشب فى الجذر ثم تدفقه لاعلى فى أوعية الساق بالضغط الجذرى.
- توجد ظواهر تعزى الى الضغط الجذرى وهى **ظاهرة الادماء**.



- الأعتراضات على هذه النظرية:

1. كثير من النباتات لا يصل ضغطها الجذرى إلى **القيمة الكافية لرفع الماء إلى أعلى.**
2. بعض النباتات العالية (الصنوبر) تتميز **بعدم وجود ضغط جذرى** ذو أهمية.
3. **عدم حدوث إدماء** عندما تكون عملية النتح سريعة.

4- نظرية التماسك و التلاصق وقوى الشد الناشئة عن النتح



شكل تخطيطي يوضح صعود الماء في أوعية الخشب

- **أ) قوة التماسك** :

وهى قوة **تماسك جزيئات الماء بعضها** ببعض داخل أوعية الخشب والقصبيات

أهميتها : تجعل عمود الماء متصلاً داخل الوعاء لا يقطعه فقاعات هوائية.

- **ب) قوة التلاصق :**

وهى قوة **ترابط جزيئات الماء مع جدران** الأنابيب الخشبية.

أهميتها : تجعل عمود الماء **معلقاً** باستمرار فى الوعاء الخشبى ومقاوما لتأثير الجاذبية الأرضية.

- **ج)قوة الشد الناشئة عن النتح :**

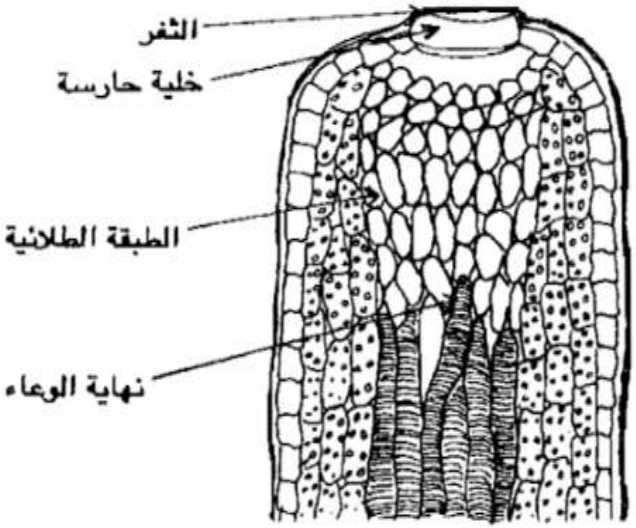
وهي قوة جذب أعمدة الماء إلى أعلى بواسطة النتح المستمر فى الأوراق .

وهذه القوى الثلاث هى القوة الأساسية التى تعمل على سحب أعمدة الماء فى الساق إلى مسافات شاهقة تصل إلى 100 متر.

3- فقد الماء من النبات

- يفقد الماء من النبات على هيئة بخار ماء أو فى صورة سائل.
- فقد الماء على هيئة بخار ماء يسمى **النتح**.
- فقد الماء على هيئة سائل يعزى إلى ظاهرتى الإدماء و الإدماع.
- **ظاهرة الإدماء:** عند قطع فرع من فروع نبات يلاحظ ظهور نقط من محلول مائى على سطح القطع , لا تلبس أن تزيد فى الحجم و تتساقط..... تشاهد عندما يكون الماء متوفر بالتربة.

- **ظاهرة الإدماع:** تظهر فى الصباح الباكر نقاط من الماء عند حافة نصل الورقة و فى نهاية العرق الأوسط أو العروق الفرعية لأوراق كثير من النباتات , وخاصة عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو مرتفعة و درجة الحرارة منخفضة. و يكون خروج الماء من خلال ثغور تعرف **بالثغور المائية**.



النتح

أهمية النتح للنبات

1- خفض درجة حرارة النبات

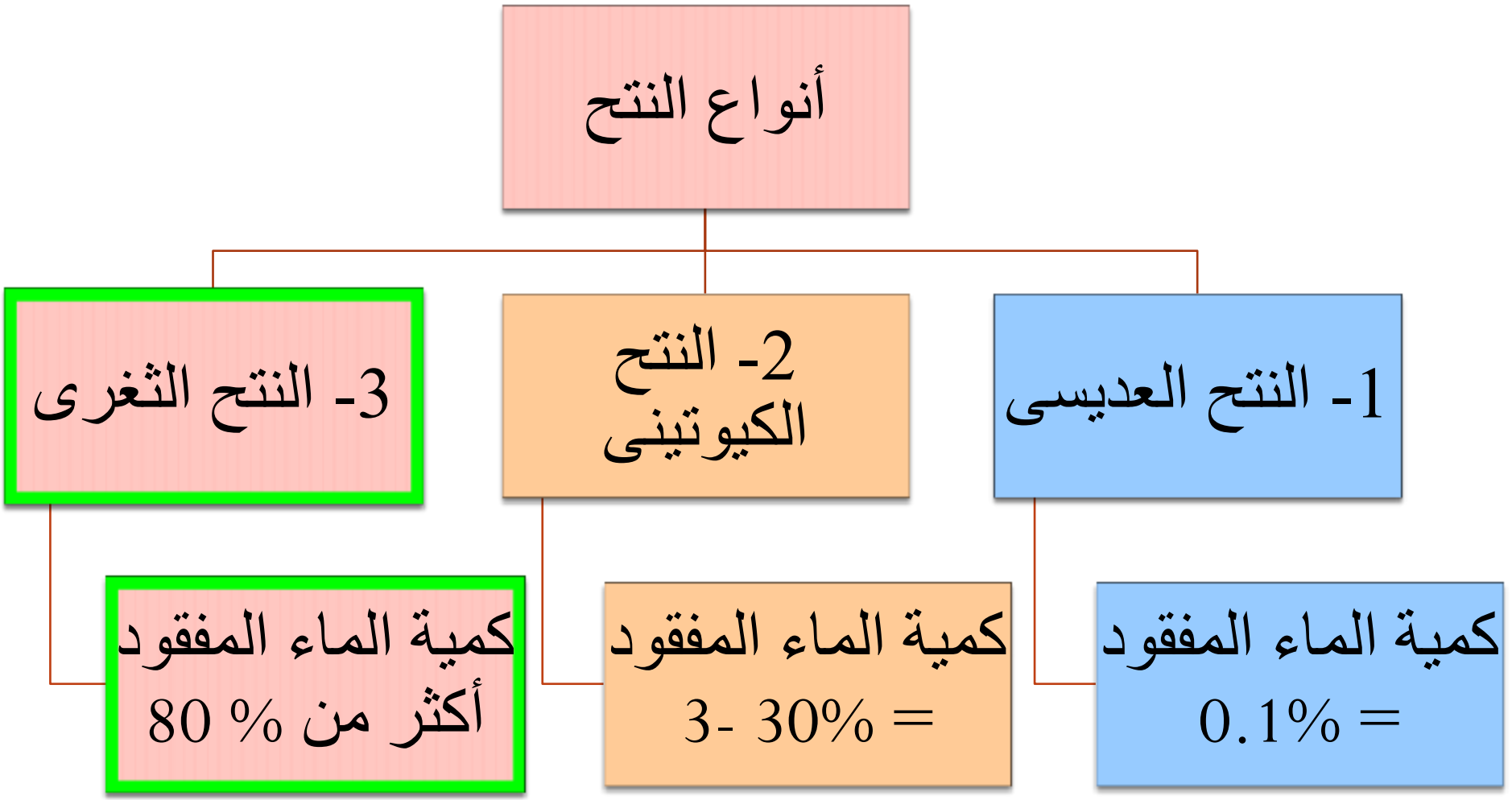
يعمل النتح كجهاز تكيف إذا إنه يبرد الأنسجة فى الأوراق و يخفض درجة حرارتها

2- النتح له تأثير على نمو النبات

عندما يكون معدل النتح قليل يكون معدل النمو يكون بطىء (عندما تكون النباتات فى بيئة رطبة)

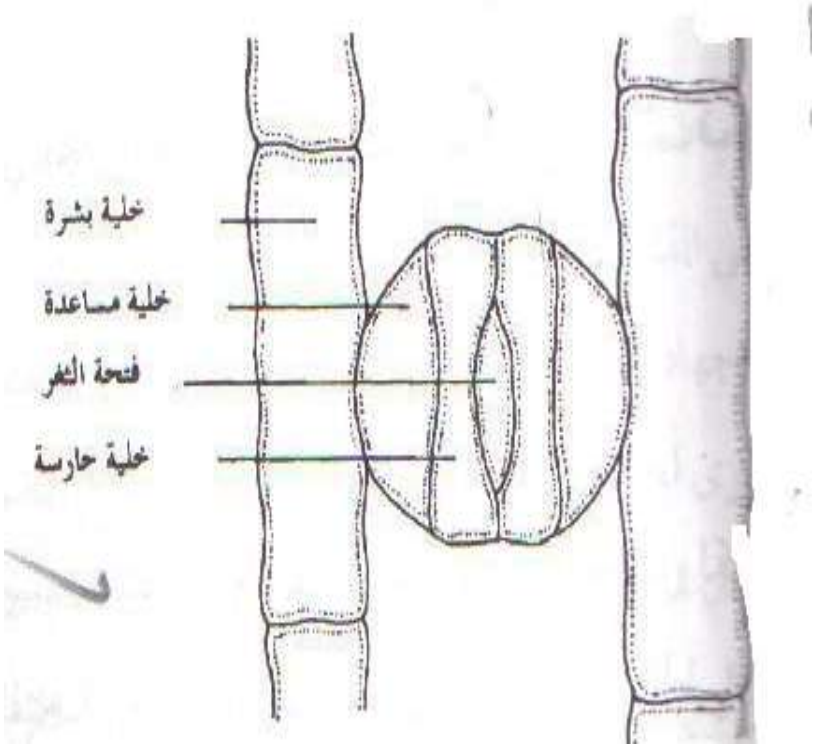
3- امتصاص الماء و الأملاح

الزيادة فى النتح تؤدى إلى زيادة امتصاص الماء و الأملاح و رفع العصارة إلى أعلى

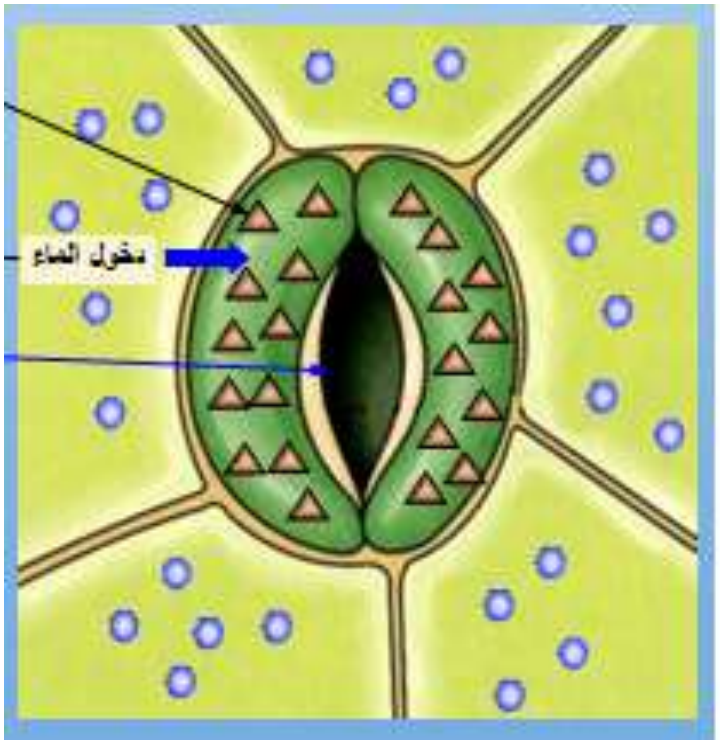

أنواع النتح
1- النتح العديسى
2- النتح الكيوتينى
3- النتح الثغرى
كمية الماء المفقود = 0.1%
كمية الماء المفقود = 3- 30%
كمية الماء المفقود أكثر من 80 %

أنواع الثغور

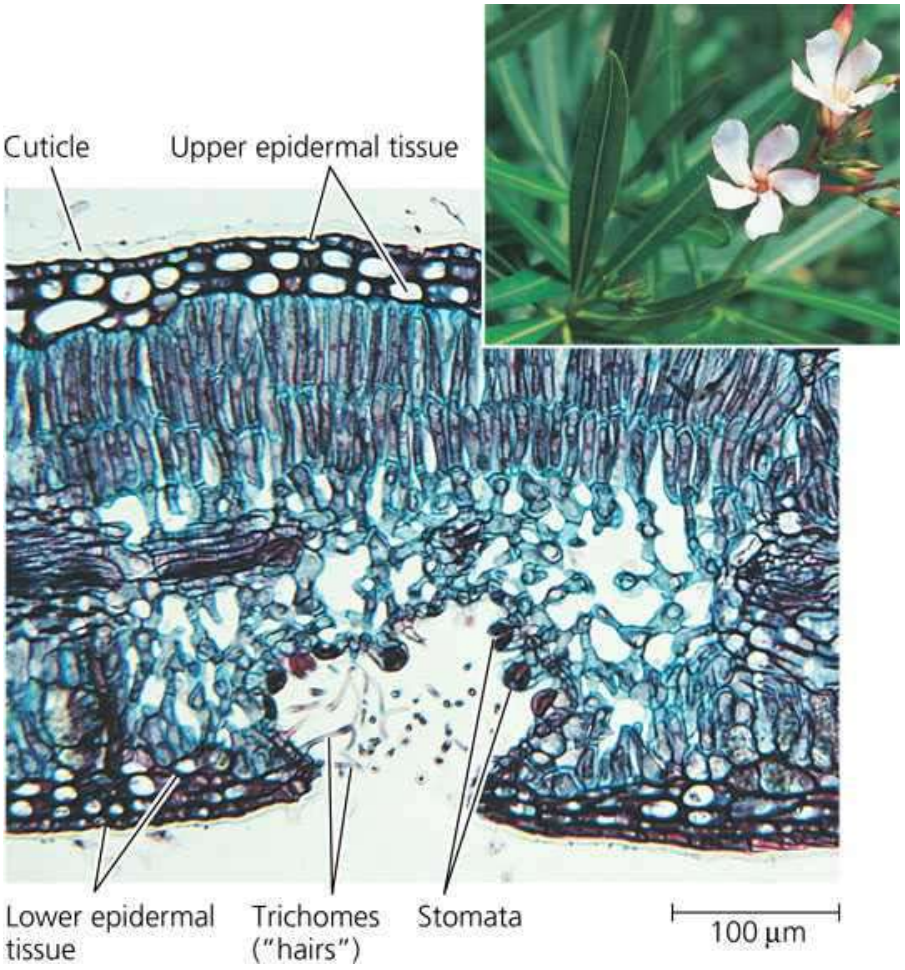
ثغر صولجانى



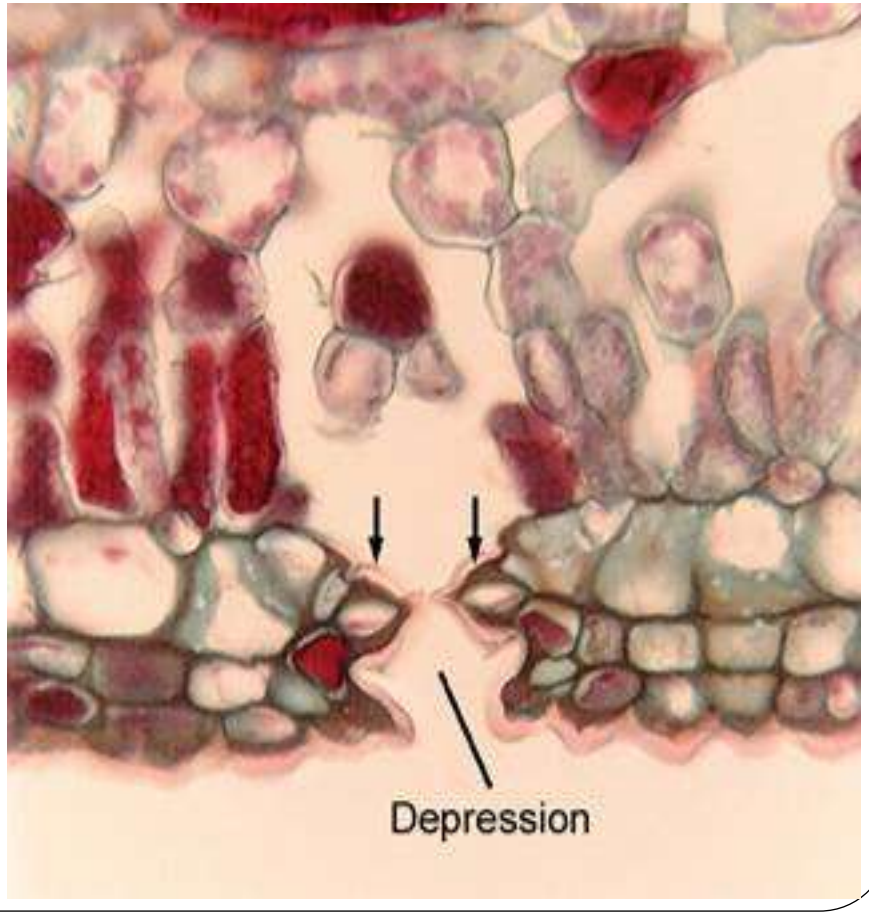
ثغر كلوى



ثغر غائر بشعيرات

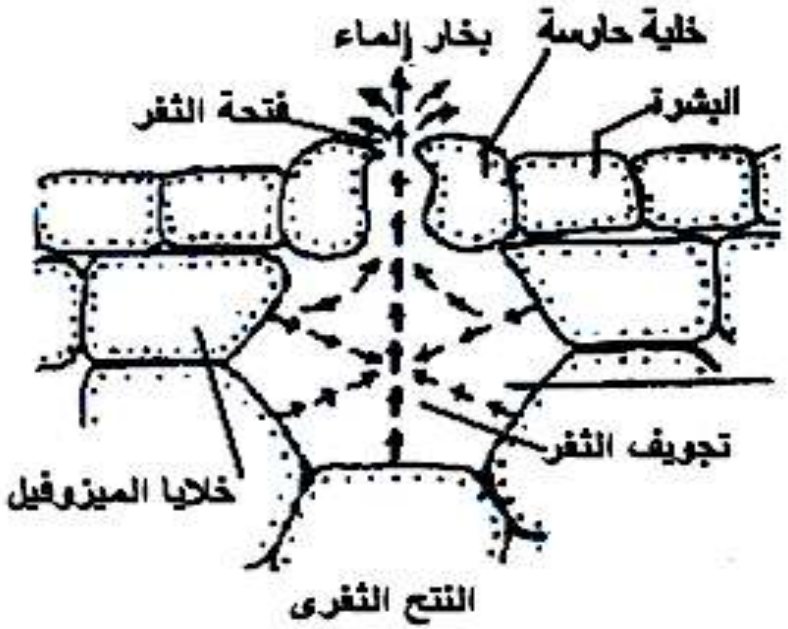


ثغر غائر



الجهاز الثغري

- يتكون الجهاز الثغري من
- 1- خليتين حارستين Guard cells
- 2- غرفة تحت الثغر substomatal chamber
- 3- فتحة الثغر (Stomatal aperture) تحاط بالخليتين الحارستين



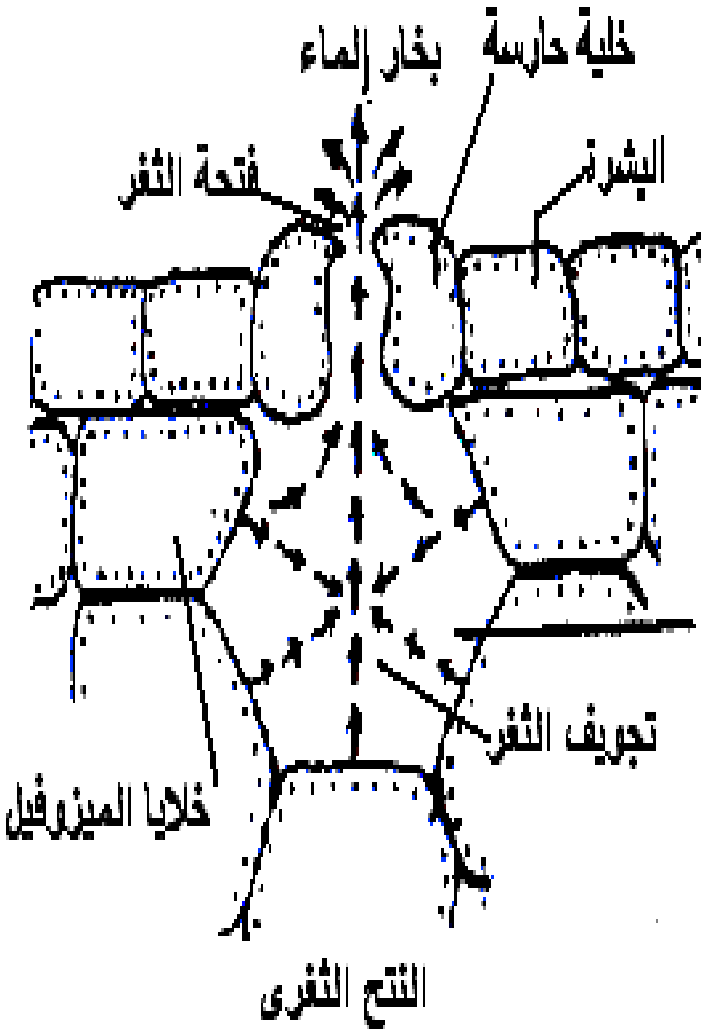
ميكانيكية فتح وغلق الثغور

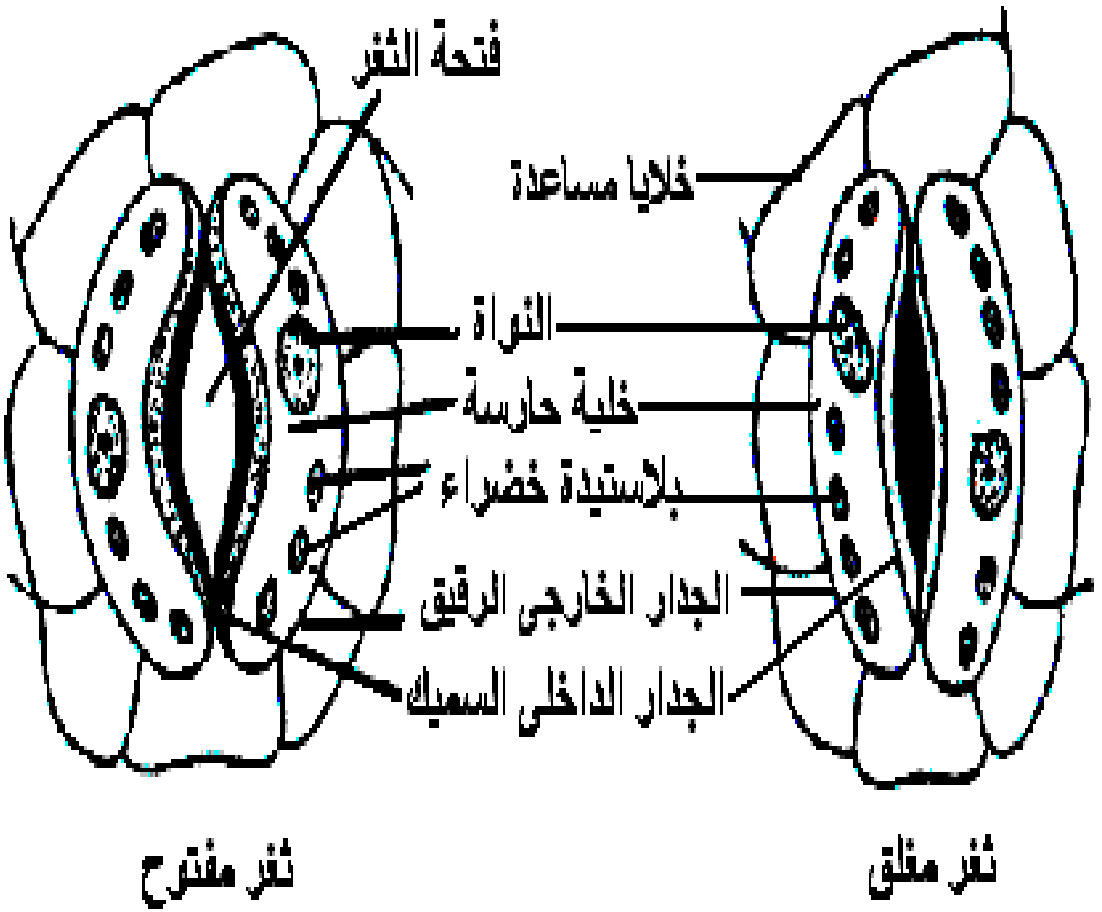
- **عملية فتح وغلق الثغور:**
- هي أحد الصفات الفسيولوجية الهامة للثغور حيث تفتح في الضوء وتغلق في الظلام في جميع النباتات عدا بعض النباتات العصارية. وعملية فتح وغلق الثغور تتم تبعا للتغير في ضغط انتفاخ الخلايا الحارسة. إذ أن عملية فتح الثغر تكون نتيجة انتفاخ الخلايا الحارسة بالماء. وأما غلق الثغور نتيجة ارتخائها وفقدها للماء. إذا كيف يتم فتح وغلق الثغر؟ .

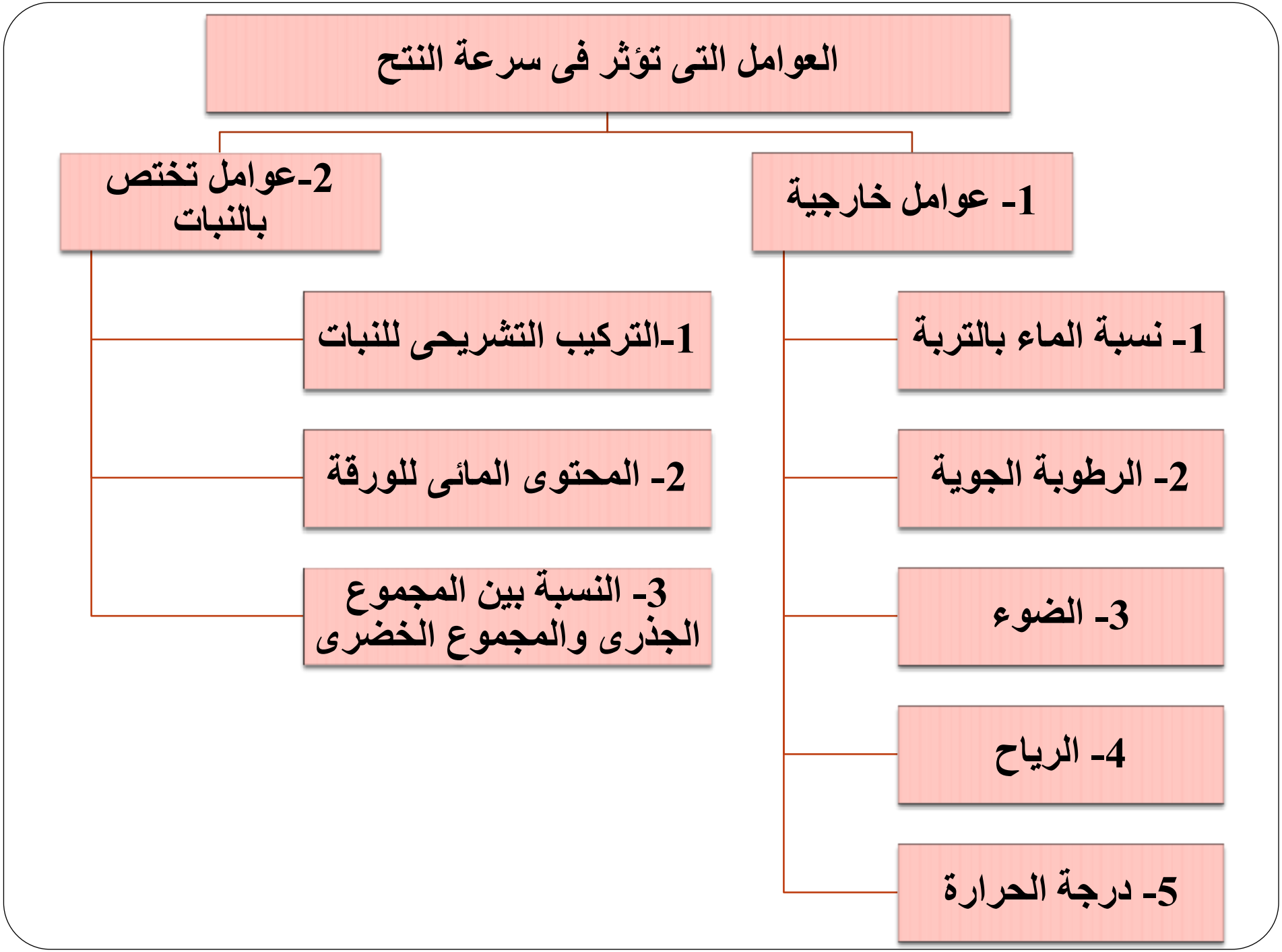
أهم النظريات المقترحة لميكانيكية فتح وغلق الثغور

- **توجد عدة نظريات لتفسير ميكانيكية فتح وغلق الثغور في وجود الضوء وغلقها في الظلام... وتفسير أسباب انتفاخ الخلايا الحارسة وارتخائها**
- **زيادة تركيز السكريات في الخلايا الحارسة عن طريق البناء الضوئي**

يوضح الثغر المغلق و المفتوح و عملية النتح الثغرى






العوامل التى تؤثر فى سرعة النتح
1- عوامل خارجية
2-عوامل تختص بالنبات
1- نسبة الماء بالتربة
2- الرطوبة الجوية
3- الضوء
4- الرياح
5- درجة الحرارة
1-التركيب التشريحى للنبات
2- المحتوى المائى للورقة
3- النسبة بين المجموع الجذرى والمجموع الخضرى

أولاً: العوامل الخارجية

1- نسبة الماء بالتربة	سرعةالنتح	∝	نسبة الماء بالتربة
2- الرطوبة الجوية	سرعةالنتح	∝	1/الرطوبة الجوية
3- الضوء	سرعةالنتح	∝	الضوء
4- الرياح	سرعةالنتح	∝	الرياح
5- درجة الحرارة	سرعةالنتح	∝	درجة الحرارة

ثانياً:عوامل تختص بالنبات و تؤثر على سرعة النتج

- **1-التركيب التشريحى للنبات:**
- يكون النتح قليل نسبياً فى النباتات العصيرية (الصبار – الرجلة) حيث تكثر الخلايا المخاطية التى تحتفظ بالماء و الأدمة تكون سميكة.
- **2- المحتوى المائى للورقة:**
- سرعة النتح ∝ كلما زادت نسبة الماء فى الورقة
- **3- النسبة بين المجموع الجذرى والمجموع الخضرى:**
- سرعة النتح ∝ بزيادة النسبة بين المجموع الجذرى إلى المجموع الخضرى

https://staffsites.sohag-univ.edu.eg/shereen_ebaid