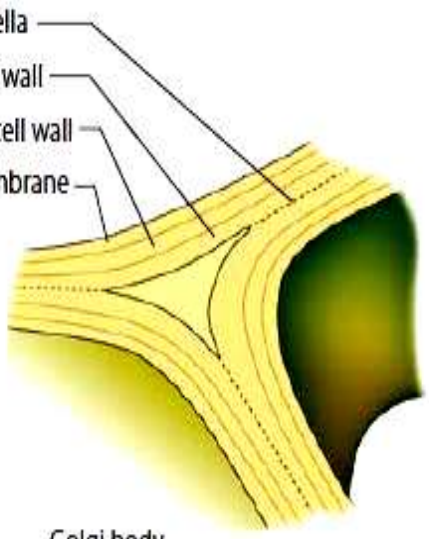
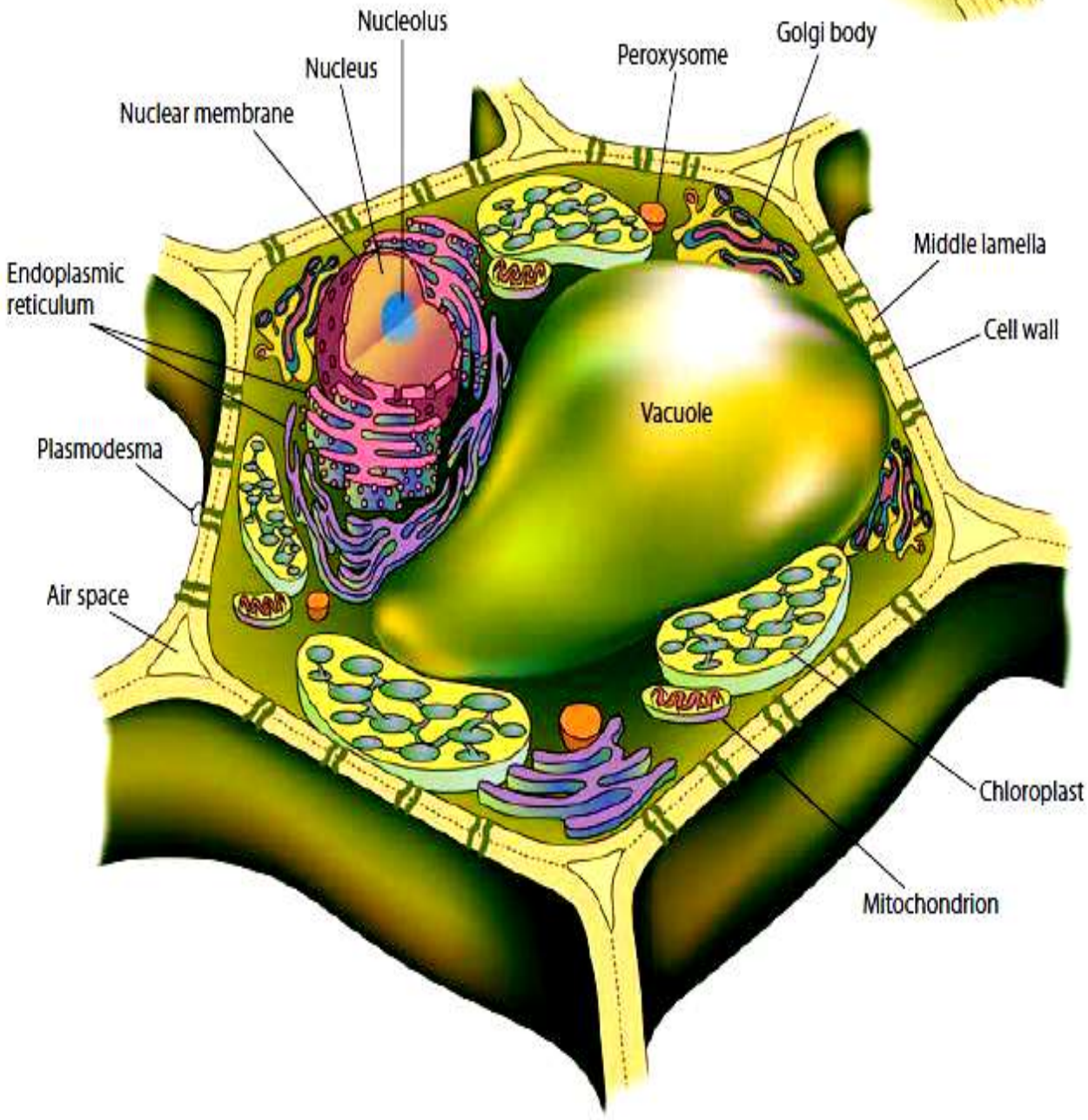
علم فسيولوجيا النبات

PLANT PHYSIOLOGY





DR. MAHMOOD AL SHAHEEN

2019 – 2020

المصدر :- كتاب علم فسيولوجيا النبات تأليف : د. فيصل عبد القادر السكري 1982

المحاضرة ألرابعة

فَقــد المـاء Elimination

هو احد عمليات انتقال الماء من النبات الى البيئة المحيطة بـه . وعلـى الرغم من ان عمليـة النتح تعد أهم عمليات فقد الماء إلا انه توجد عمليات أخرى يجب ذكرها وهي : -

أ- **إعادة الطرح Recreation:** هو التخلص من المواد الممتصة من قبل الجذور وقد تكون هذه العملية حرة او حيوية .

ب- **إخراج Excretion :** التخلص من المواد المتحللة (المتهدمة) حيويا Dissimilated .

ج- **الإفراز Secretion :** هي عملية التخلص من بعض المواد الممثلة Assimilated فقد تفرز الجذور بعض المواد الممثلة حيويا كالسكريات والأحماض الامينية والعضوية والفيتامينات ومنظمات النمو والقلويات العضوية والمركبات الفينولية حيث تفرز بعض المواد الفينولية لتمنع منافسة النباتات الاخرى وتسمى هذه العملية Allelopathy .

اما أهم المواد المفروزة فهي Chlorogenic acid و Scopolin

كما ان النباتات المسماة أكلة الحشرات Insectivorous التي تفرز محاليل حاوية على إنزيمات محللة كما ان بعض النباتات الملحية تفرز من غددها الملحية أملاح بتركيز قد يصل الى 0,5N .

الإدمـاع Guttation : - خروج المـاء بشكل قطرات مائية من الأعضاء النباتية غير المجروحة ، وتكون هذه الظاهرة شائعة في النباتات المختلفة وفي الظروف الرطبة والدافئة ، لذلك يكون معدل امتصاص الماء كبيرا ومعدل فقدانه بالنتح قليلا فيصبح الضغط الجذري عاليا فيسبب دفع وخروج العصارة من نهايات العناصر الخشبية (نهايات العروق) في الأوراق أي من خلال فتحات تراكيب معينة تسمى Hydathodes .

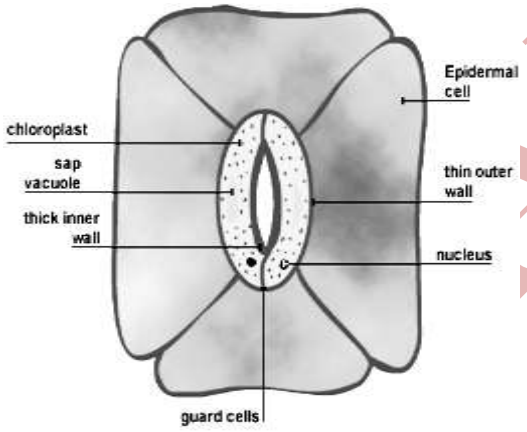
ان خروج الماء يحدث نتيجة تكون ضغط عال في الجذور وليس العمليات الحيوية التي تحدث في الأنسجة المجاورة للـ Hydathodes ، بيد انه في بعض الأحيان قد توجد فتحات في مختلف أعضاء بعض النباتات والتي عن طريقها يفرز الماء بعملية حيوية ، أي ان الخلايا المحيطة بهذه الفتحات تفرز الماء حيويا ويطلق على هذه الخلايا بالغدد المائية Water glands او Active Hydathodes .

الأدماء او النزف Bleeding or Exudation :

هو انسياب العصارة النباتية من الخشب عند قطع غصن نباتي او إحداث جرح في الغصن النباتي وخاصة في الأشهر الأولى من الربيع عندما تكون الأوراق غير مكتملة النمو وتعزى هذه الظاهرة الى قوة الضغط الجذري التي تعمل على دفع العصارة من الجذور الى أعلى النبات عن طريق الأوعية الخشبية .

Transpiration النتح

هي عملية فقدان الماء من النباتات بهيئة بخار الماء وتختلف عن التبخر الطبيعي نظرا لان بخار الماء في النتح لا يتبخر من سطح حر بل يجب ان يمر خلال البشرة المغطاة بالكيوتكل او خلال ثغور الأوراق كما ان الجذور تفقد بخار الماء اذا لامست هواء التربة . وعلى الرغم من ان النباتات تحتاج الماء بكميات كبيرة لتحافظ على حياتها (سير العمليات الحيوية) إلا ان الدراسات التشريحية لتركيب الأوراق النباتية تدل على ان كمية الماء المفقودة هائلة وان كمية الماء المستعملة في العمليات الحيوية قليلة ، ولكي تحافظ النباتات على محتواها المائي فيلزمها ان تمتص كميات من الماء اكثر قليلا مما تفقده وتحتفظ بالفرق لبناء الأنسجة الجديدة وقد لا تحدث هذه الحالة في كثير من الأحيان بل ان معدل فقدان الماء قد يفوق في بعض الحالات معدل امتصاص الماء ويحدث نوع من الذبول ، ومن المعلوم انه عند امتصاص الماء من التربة بوساطة الجذور فان الماء ينتقل بطريق الخشب الى الخلايا الحشوية في الورقة التي تمتاز بعدم انتظام ترتيب الخلايا وكثرة المسافات البينية بين الخلايا مما يؤدي الى سهولة تبخر الماء من سطحها عن طريق الثغور .



أنواع النتح kinds of transpiration :

1- النتح الثغري .Stomatal trans : هو تبخر الماء من النبات عن طريق الثغور ، ويعد هذا النوع من النتح من أهم أنواع النتح اذا يصل الى ما يقارب 95% من مجموع ما تفقده النباتات من الماء .

2- النتح الأدمي .Cuticular trans : وهو انتشار بخار الماء خلال طبقة الكيوتكل (طبقة شمعية او دهنية تغطي سطح الورقة) اما مدى اثر النتح الأدمي فيختلف باختلاف الأصناف وعمر النبات فهو كبير الأثر في الأوراق الصغيرة وفي بشرة السيقان الغضة الضعيفة حيث تكون مغطاة بطبقة رقيقة من الكيوتين ، اما النباتات التي تكون أوراقها مغطاة بطبقة سميكة من الكيوتين فان أهمية النتح الأدمي تنعدم تقريبا ، وبصورة عامة تعد طبقة الكيوتين اكثر سمكا في أوراق النباتات المعرضة للشمس مما في أوراق نباتات الظل والنامية في بيئة رطبة .

3-النتح العديسي .Lenticular Trans : وهو فقدان بخار الماء عن طريق عديسات السيقان والأفرع .

والعديسات عبارة عن فتحات صغيرة موجودة في النسيج الفليني ، وعلى الرغم من ان هذا النوع من النتح ضئيل الأهمية مقارنة بالنوعين السابقين إلا انه يزداد أهمية في حالة سقوط أوراق النباتات بحلول فصل الشتاء

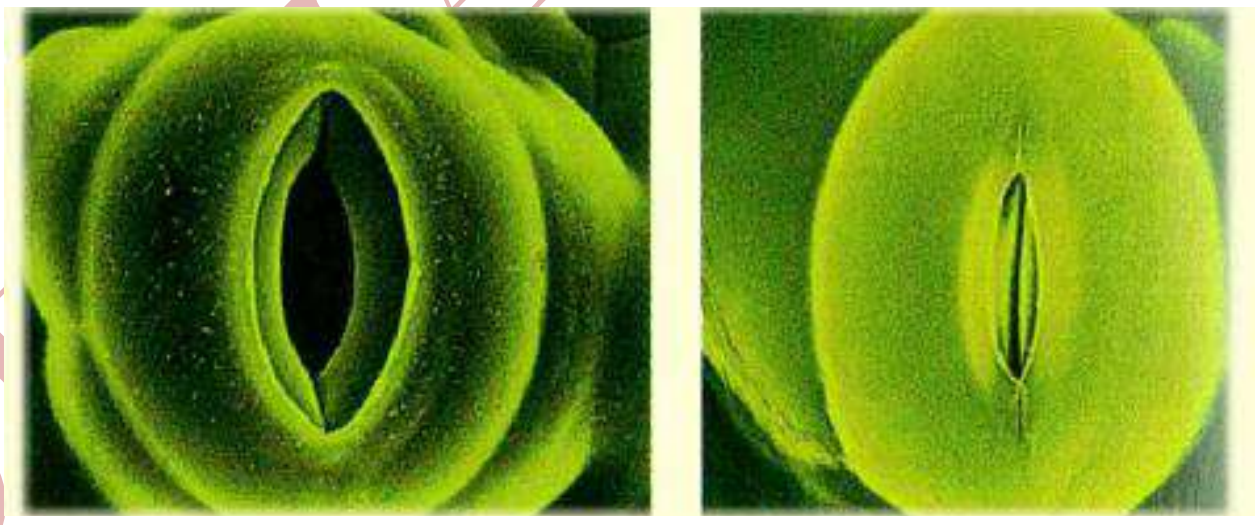
توزيع الثغور في الأوراق النباتية :-

توجد الثغور غالبا في السطح السفلي للورقة النباتية وهناك نباتات توجد الثغور فيها على السطح العلوي لأوراقها ومجموعة أخرى ثغورها على السطح السفلي بعدد اكبر مما في السطح العلوي ، ومجموعة أخرى يتساوى فيها توزيع الثغور على السطحين ، وبصورة عامة يكون متوسط عدد الثغور في السنتمتر المربع الواحد من سطح الورقة ذوات الفلقتين 10000 ثغر / سم^2 في حين في ذوات الفلقة الواحدة 1000-2000 ثغر / سم^2 .

تشريح الجهاز الثغري Anatomy of stomatal system

تتميز الخلايا الحارسة بما يلي :

1. ذات جدران قابلة للحركة لغرض فتح وغلق الثغور Stomata .
2. جدار الخلية المقابل للفتحة أثخن واقل مرونة من الجدار المجاور لخلايا البشرة. عند ازدياد الضغط الانتفاخي في الخلايا الحارسة تتمدد الأجزاء المرنة من الخليتين الحارستين المتقابلتين اكثر من الأجزاء المثخنة فيؤدي ذلك الى حدوث فتحة pore.
3. تحتوي الخلايا الحارسة على بلاستيدات خضر.



الحركة الثغرية (آلية فتح وغلق الثغور) :

حركة الثغور هي استجابة مباشرة للزيادة او النقصان في المحتوى الازموزي للخلايا الحارسة فأي تغير في جهد الماء الناتج عن المحتويات الازموزية يسبب حركة الماء من والى الخلية الحارسة مؤديا الى جعل الخلايا الحارسة اما ذابلة (منقبضة) او منتفخة وبالتالي الى غلق او فتح الثغور على التوالي.

العوامل المؤثرة على الحركة الثغرية :

1-الضـــوء : تفـتح الثغـور فـي الضـوء وتغلـق فـي الظـلام وتشـذ عـن هـذه القاعـدة النباتـات العصـارية Succulents مثل الصبير **cacti** التي تفتح ثغورها ليلا فتقوم بعملية التركيب الضوئي وتغلق ثغورها نهارا، وبصورة عامة يمكن القول انه :

أ- كلما زاد الضوء الممتص زادت فتحة الثغر اتساعا .

ب- يجـب تـوفر إضـاءة مقـدارها مـن 100-600 شـمعة/ قـدم وهـذا يقـارب نقطـة التعـويض **Compensation point** أي شدة الضوء التي تسمح بتثبيت CO_2 بكمية تعوض عن كمية CO_2 المفقودة بالتنفس .

ج- شدة الإضاءة لا تؤثر على معدل فتح الثغور بل على الحجم النهائي للفتحات .

د- الضوء الأحمر (650 نانوميتر) والضوء الأزرق (440 نانوميتر) يؤثران على حركة الثغور وكذلك على عملية التركيب الضوئي ولكن الضوء الأزرق يكون اكثر تأثيرا على حركة الثغور مما في التركيب الضوئي بينما لا يؤثر الضوء الأخضر على فتح الثغور.

2- **الايونات** : امتصاص الايونات وخاصة البوتاسيوم من قبل الخلايا الحارسة يؤدي الى زيادة المحتويات الازموزية في الخلايا الحارسة لذلك تفتح الثغور . بعض الباحثين لم يلاحظ تجمع الايونات السالبة وبدلا من ذلك لوحظ خروج ايونات الهيدروجين في الخلايا الحارسة بكمية متكافئة مع ايونات البوتاسيوم الداخلة إليها وبالتالي يرتفع الـ PH في الخلايا الحارسة .

3- الأحماض العضوية وتركيز CO_2 : تقليل تركيز CO_2 بسبب قيام الخلايا الحارسة بالتركيب الضوئي يؤدي الى تكوين السكر وبذلك تزداد المحتويات الازموزية في الخلايا الحارسة وتمتص الماء وتنتفخ وتفتح الثغور . ان مصدر الأحماض العضوية **pyruvic acid** هو النشا والسكريات الموجودة في الخلية ، فعند ازدياد في CO_2 الخلايا الحارسة تتكون الأحماض العضوية والتي بدورها تقلل **PH** وبالتالي يتحول السكر الى النشا Starch وتقل المحتويات الازموزية للخلايا الحارسة مما يؤدي الى غلق الثغور.

4- نقص الماء Water Deficiency :

أ- ان أهم عامل يحدد حركة الثغور هو سرعة واتجاه حركة الماء من الخلايا الحارسة واليها .

ب- عندما يقل المحتوى المائي للنبات يقل الجهد المائي يصبح اكثر سلبية ويزداد الـ water stress وعندئذ تغلق الثغور closed .

ب- اذا كان النتح شديدا فان الثغور تغلق حتى في منتصف النهار لحفظ النبات من الجفاف .

د- نقص الماء الشديد في الخلايا الحارسة ينشط التفاعلات الكيميائية المؤدية الى تكوين النشا بكميات كبيرة وبسرعة واضحة مما يقلل الضغط الازموزي للخلايا الحارسة.

5- الهرمون النباتي Abscisic acid (ABA) : معاملة الأوراق بتركيز واطئ $10^{-6}M$ ، من ABA يسبب غلق الثغور وتحدث بصورة مباشرة وفي حالة قلة الماء فان ABA يسبب حركة الماء في الخلايا الحارسة وغلق الثغور .

6- درجة الحرارة Temperature :

(*) تظل الفتحات الثغرية مغلقة عندما تكون الحرارة قريبة من الانجماد .

(*) تزداد الفتحة اتساعا مع زيادة درجة الحرارة حتى تصل الى درجة حرارة 30 م° .

(*) زيادة درجة الحرارة عن 30 م° تؤثر في اثرين متضادين على حركة الثغور (غلق / فتح)

أ- غلق الثغور في الحالة الأولى ويرجع الى زيادة تركيز CO_2 في المساقات البينية الذي يعمل على زيادة حموضة العصير الخلوي ثم يتحول السكر الى نشا ويقل المحتوى الازموزي فيقل امتصاص الماء ثم تغلق الثغور .

ب- فتح الثغور في الحالة الثانية لان درجات ذوبان CO_2 المتكون في المسافات البينية تقل او تنعدم في العصير الخلوي ويتبع ذلك تغير اتجاه سير الماء ينتقل الماء من الخلايا المساعدة الى الخلايا الحارسة وتمتلئ الأخيرة فتفتح الثغور .

العوامل المؤثرة على معدل النتح :

أ-العوامل النباتية plant factors :

1- نسبة الجذر الى الساق Root/shoot ratio : معدل النتح يزداد بزيادة نسبة الجذور الى المجموع الخضري جهاز جذري كبير- امتصاص وتجهيز ماء كثير.

2- مساحة الأوراق Leaf area : كلما ازدادت مساحة الأوراق ازدادت عملية فقدان الماء بالنتح على أساس وحدة المساحة في الأوراق . معدل النتح للنباتات الصغيرة هو اكثر مما في النباتات الكبيرة

3- تركيب الأوراق Leaf structure : يقل معدل النتح في النباتات الصحراوية Xerophytes مقارنة بنباتات المنطقة المعتدلة Mesophytes نتيجة وجود تحورات في تركيب الأوراق للنباتات الصحراوية منها وجود طبقة كيوتكل سميكة ووجود شعيرات كثيفة حول الثغور كذلك وجود جدار خلوي سميك وتطور انسجة الميزوفيل وتكون ثغورها غائرة ووجود شعيرات ميتة تغطي البشرة .

(*) معدل النتح الثغري للنباتات الصحراوية اكثر مما هو في نباتات المنطقة المعتدلة في حالة توفر الماء الكافي وذلك بسبب امتلاك النباتات الصحراوية لعدد اكثر من الثغور في وحدة المساحة .

ب - العوامل البيئية Environmental factors :

1- **الرطوبة النسبية Air humidity** : وهي النسبة بين كمية بخار الماء الموجود فعلا في حجم معين من الهواء وكمية بخار الماء اللازم لإشباع الحجم نفسه من الهواء في درجة الحرارة نفسها . يستعمل الضغط البخاري Vapor pressure بدلا من الرطوبة النسبية والضغط البخاري يعتمد على الرطوبة النسبية الحيوية ودرجة حرارة الجو. يسمى الفرق بين كمية بخار الماء التي يحملها الهواء فعلا وبين الكمية اللازمة لإشباعه بنقص التشبع Saturation deficit ، ويزداد النتح من الورقة النباتية كلما زاد نقص التشبع (S.d.) للهواء الخارجي لان هواء الغرفة الهوائية في الجهاز الثغري مشبع تماما.

DR.MAHMOOD

2-**درجة حرارة الهواء Air temperature** : عند ثبوت العوامل الاخرى فان أي ارتفاع في درجات الحرارة ضمن الحدود الفسيولوجية يؤدي الى زيادة معدل النتح بسبب تأثير درجة الحرارة على

أ- زيادة اتساع فتح الثغور حتى 30 مئوية .

ب- زيادة الفرق في الضغط البخاري بين الغازات داخل الورقة وخارجها .

3- الرياح Wind : معدل النتح يزداد في بادئ الأمر عند تعرض النباتات للرياح ثم يبدأ بالنقصان عند هبوب الرياح على الأوراق يبردها مما يقلل الفرق في الضغط البخاري ثم قلة معدل النتح. اما زيادة سرعة الرياح فقد يسبب غلق الثغور.

4- توفر ماء التربة: الماء الموجود في التربة يؤثر على معدل الامتصاص وبالتالي على معدل النتح

5- الضوء : يؤثر الضوء في زيادة النتح لعدة اسباب :

أ- رفع درجة حرارة الورقة وتحول قسم من الطاقة الضوئية الى طاقة حرارية ويتبعه زيادة معدل النتح

ب- تحول بعض جزيئات الماء الى بخار وسهولة النتح دون رفع حرارة الورقة .

جـ - زيادة نفاذية الخلايا للماء وبذلك يزداد معدل النتح .

د- حدوث التركيب الضوئي ثم تكوين السكر الذي يؤدي الى زيادة المحتويات الازموزية للخلايا الحارسة فيدخل الماء خلالها وبالتالي تفتح الثغور .

هـ- تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيمياوية تستعمل لضخ الايونات الى الخلايا الحارسة فيزداد محتواها الازموزي وبالتالي زيادة امتصاصها للماء وتفتح الثغور .

DR.MAHMOOD