

## الامتصاص و الضغط الجذري

### Absorption and Root Pressure

يستطيع النبات امتصاص الماء من خلال أي جزء من أجزائه ، غير أن العضو الرئيسي لامتصاص الماء و المواد المنحلة هو الجذر و ذلك من خلال جذر الشعيرات الماصة و خلايا البشرة في قمة الجذور ، ثم يخترق القشرة و البشرة الداخلية و المحيط الدائر حتى يصل للأوعية الخشبية حيث ينتقل إلى جميع اعضاء النبات و يطلق على الماء ما تحتويه من عناصر معدنية منحلة المنتقلة عبر الأوعية الخشبية بالنسغ الناقص ، و تكون حركته من الأسفل إلى الأعلى ، و بالمقابل فإن جميع المواد المصنعة في الأوراق تنتقل عبر اللحاء و يطلق على هذه العصارة بالنسغ الكامل و حركته من الأعلى إلى الأسفل .

### الامتصاص :

#### ١- مسار تحرك الماء خلال الجذر :

يمتص الماء بواسطة الشعيرات الجذرية و خلايا البشرة الأخرى القريبة من منطقة الشعيرات الجذرية ثم يتحرك الماء من هذه الخلايا إلى خلايا انسجة القشرة ثم في النهاية إلى الخشب ، و تكون حركة الماء حسب التدرج الاسموزي حيث يتصل نسيج خشب الجذر مباشرة بنسيج الخشب في الساق و لذلك يتحرك الماء من الجذر إلى الساق .

يحتوي نسيج الخشب ايضا على أشعة و عائية تساعد على حركة الماء بصورة أفقية في الساق و بعض الخلايا البرانشيمية التي تخزن الماء و المواد الغذائية و الألياف الخشبية و تعمل على دعم الأنسجة الأخرى .

#### ٢- حركة الماء في الساق :

يتحرك الماء إلى الأعلى مع بعض المواد الذائبة من أملاح ذائبة و تركيز منخفض من السكريات و الممر الرئيسي للماء هو الخشب و تختلف سرعة صعود الماء إلى الأعلى باختلاف النبات و فصل النمو و الظروف البيئية المحيطة .

#### ٣- حركة الماء في الأوراق :

تمثل الأوراق المرحلة النهائية لحركة الماء في النبات ، يتصل نصل كل ورقة بالساق في عقدة الساق و في العقدة يبرز النسيج الناقل الذي يغذي الورقة بالماء ، و يتوزع النسيج الناقل في كل ورقة باختلاف النبات .

ففي أوراق معظم النباتات ذات الفلقة الواحدة تكون العروق موازية للعرق الرئيسي و تتفرع من هذه العروق فروع صغيرة ليصل الماء إلى كل منطقة في الورقة ، و في نباتات ذات الفلقتين يختلف التوزيع في أوراقها فبعضها ذات عروق راحية حيث تتصل العروق الثانوية في الورقة بالعرق الرئيسي عند قاعدة الورقة و في البعض الآخر تكون العروق ريشية حيث يمتد العرق الوسطي إلى حافة الورقة و تتصل بها الأفرع من الجانبين

### آلية امتصاص الماء :

لقد بين العلماء أن امتصاص الماء يحدث بطريقتين رئيسيتين هما :

١ - الامتصاص النشط Active absorption: و هو أقل أهمية لمعظم النباتات و لأغلب الظروف .

٢- الامتصاص السلبي Passive absorption: و يحدث هذا الامتصاص نتيجة لتأثير قوة فيزيائية لا تحتاج لطاقة و أهم هذه القوى هي النتح .

### أولاً : الامتصاص النشط :

من أهم الظواهر المألوفة في النبات :

أ - **الإدماع** : هو خروج قطرات الماء من الأوراق خلال الثغور الموجودة على حواف الأوراق نتيجة الضغط الجذري يزيد عن المقاومة التي يلاقيها الماء في حركته داخل النبات ، و قد يكون هناك ضغط جذري دون حدوث ظاهرة الإدماع كما هو الحال في بعض النباتات مثل سيقان كروم العنب في بداية الربيع و يمكن ملاحظة الضغط الجذري بقطع أحد السيقان فيستمر بنزف الماء مما يدل على أن الماء داخل السيقان واقع تحت ضغط موجب (يزيد عن الضغط الجوي).

ب- **ظاهرة الضغط الجذري**: يتشكل في معظم الأنواع النباتية قوة دفع داخلي للماء عبر الأوعية الخشبية الناقلة هذه القوة تعرف بالضغط الجذري. فإذا قطع ساق نبات فإن أرومته المتبقية تنضح كمية من العصارة الممددة من سطح المقطع ، تعادل كمية العصارة المرتشحة في كثير من الحالات مقدار ما امتصه النبات من الماء ، و بما أن آلية امتصاص الماء و نضحه من النبات المقطوع تتوضع في الجذور و تتطلب طاقة تنفسية فإن هذا يشكل امتصاصاً فعالاً .

و ظاهرة الإدماع و الضغط الجذري لا يمكن تفسيرهما بالامتصاص السلبي ، فالامتصاص السلبي يعني سحب الماء من الأعلى و يكون ضغطه داخل الساق سلبياً نتيجة الشد الواقع عليه من الأعلى بينما تحدث السابقة الذكر نتيجة دفع الماء من الأسفل أي من قبل الجذر و يكون ضغط الماء داخل الجذر سالب .

### العوامل المؤثرة على الضغط الجذري :

١- **توفر الماء في التربة**: الضغط الجذري يكون في أشده عند السعة الحقلية .

٢- **الجهد الاسموزي لمحلول التربة**: يصل الماء إلى الجذر نتيجة الفرق في الجهد و تزداد كمية الضغط الجذري كلما كان الجهد الاسموزي للخلايا الجذرية قليل و الجهد الاسموزي لمحلول التربة كبير .

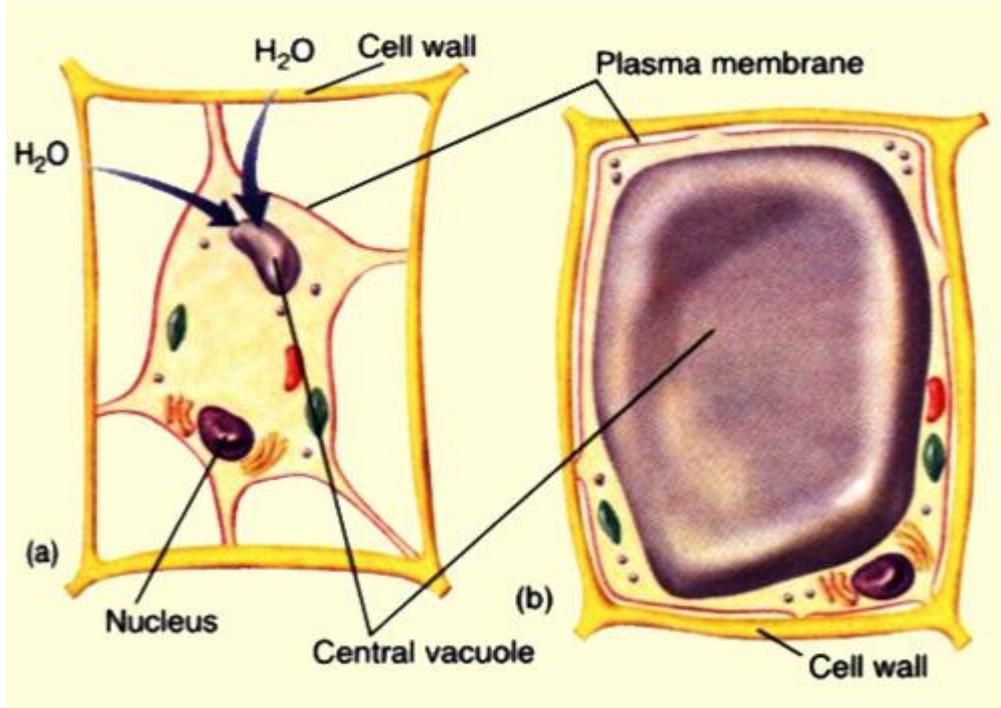
٣- **درجة حرارة التربة** : يقل الضغط الجذري في التربة المنخفضة الحرارة نتيجة زيادة لزوجة الماء ومقاومة الجذر و قلة نمو الجذر الرئيسي و بطء سرعة امتصاص الأيونات .

٤- **تهوية التربة** : تزداد سرعة امتصاص الماء و يزداد الضغط الجذري في التربة جيدة الصرف و قليلة الأملاح .

٥- **عمر النبات**: يقل الضغط الجذري في الجذور القديمة التي تحوي نسبة عالية من الليغنين و السوبرين و يزداد في الجذور النشطة .

٦- **النتح** : ينعدم تأثير الضغط الجذري في النباتات عندما تكون سرعة النتح أعلى من سرعة اندفاع الماء بالضغط الجذري لذلك فإن جميع العوامل البيئية تساعد على سرعة النتح تقلل من أهمية الضغط الجذري للنبات .

٧- يختلف مقدار الضغط الجذري خلال ساعات النهار و باختلاف الفصول بغض النظر عن تأثيره في رفع الماء و يكون في أشده في منتصف النهار و يقل أثناء الليل و يعزى ذلك إلى عاملين هما : الامتصاص النشط للأيونات و انتقالها إلى الساق يكون في أشده خلال ساعات النهار و ذلك لتوفير الطاقة اللازمة لفاعلية الجذر خلال هذه الساعات و زيادة مقاومة الجذر خلال ساعات النهار.



### شكل يوضح ضغط الامتلاء و اثرة على امتصاص الماء

مراحل حدوث الامتصاص النشط ( الضغط الجذري ) :

يعزى إلى ثلاث عوامل :

• يحدث الامتصاص نتيجة حدوث فرق في الجهد الاسموزي بين الجذر و محلول التربة :

يتحرك الماء دائما من المناطق ذات الجهد المرتفع إلى المناطق ذات الجهد المنخفض ، يقل الجهد الاسموزي لخلايا الجذر نتيجة تجمع الأيونات داخل خلايا الجذر و الخشب، و تجمع هذه الأيونات من قبل الجذر ناتج عن استهلاك طاقة لأن التجمع يحدث بعكس تركيزهما ، و يحافظ الجذر على فرق الجهد بين خلاياه و محلول التربة باستمرار جمع الأيونات و حصوله على السكريات من الجزء الخضري و نتيجة لفرق الجهد يدخل الماء من التربة إلى الجذر بعملية الانتشار البسيطة .

• امتصاص جزيئات الماء امتصاصاً نشطاً : قد اقترح أن جزيئات الماء قد تمتص باستهلاك طاقة بصورة مباشرة أي أنها تمتص امتصاصاً نشطاً كما هو الحال بالنسبة للأيونات .

• فرق الجهد الكهربائي الاسموزي : من المعروف أن الماء يمر من مكان إلى آخر عبر الأغشية المنفذة إذا كان هناك فرق في التيار الكهربائي بين الجهتين و بما أن غشاء السيلولوز يكون شحنته سالبة في الماء و القسم الداخلي من الجذر يكون شحنته سالبة ايضاً فإن الماء يتحرك باتجاه الجذر .

### قياس الضغط الجذري :

يمكن قياس مقدار الضغط الجذري لأغلب النباتات باستعمال مانوميتر حيث يقطع ساق النبات قرب سطح التربة و يوصل بأنبوب مطاط يتصل بالمانومتر يندفع الماء داخل الأنبوب فيرتفع الزئبق في أنبوبة الجهاز و من حساب الفرق بين عمودي الزئبق يمكن حساب الضغط الجذري .

### ثانياً – الامتصاص السلبي :

يحدث وفق نظرية التماسك و الشد : يعتبر النتج القوة الاساسية المحركة للماء و الدليل تلازم عمليتي الامتصاص و النتج و هذه القوة تتكون من الأجزاء الخضرية و ينتقل تأثيرها إلى الجذور و يساعد في ذلك قوة تماسك جزيئات الماء و التصاقها بالخشب.

### آلية الامتصاص السلبي :

يتبخر الماء من الأوراق لأن الجهد المائي للهواء المحيط بالورقة يكون قليلاً ، و عندما يتبخر الماء من خلايا الأوراق و يقل جهدها المائي فتتحرك نتيجة ذلك جزيئات الماء من الخلايا المجاورة حيث ان الماء يحاول موازنة جهده و ينتقل التأثير من خلية لأخرى حتى يصل إلى العروق الورقية فيقل الماء في هذه العروق نتيجة حركته إلى الخلايا و عندها يتخلل الضغط .

و هنا نلاحظ على الرغم من عمليات الشد التي يتعرض لها عمود الماء فإنه يحافظ على نفسه دون انفصال جزيئات الماء لأن انكساره يعني موت النبات ، بفضل صفات الماء التماسكية و الالتصاقية .

### العوامل المؤثرة على امتصاص الماء : تقسم كمايلي :

#### أ- عوامل التربة :

١ – توفر الماء : إن الماء المتاح للنبات هو الماء الذي تحتويه التربة بين السعة الحقلية و نقطة الذبول و تعتمد كذلك على نوع التربة فتكون كبيرة في الترب الثقيلة و قليلة في الترب الرملية ، و يقل امتصاص الماء كلما قل عن السعة الحقلية .

٢- درجة الحرارة : يلاحظ أن النبات يمتص كمية قليلة من الماء عند درجات الحرارة المنخفضة و يرجع ذلك لما يلي :

١ – قلة نمو الجذور و تفرعاتها-٢- انخفاض سرعة حركة الماء من التربة إلى الجذر -٣- زيادة مقاومة الجذر حيث تقل نفاذية خلايا الجذور و تزداد لزوجة البروتوبلازم -٤- تزداد لزوجة الماء في درجات الحرارة المنخفضة حيث تصل الضعف عندما تقل درجة الحرارة عن ٢٥ م° إلى الصفر و يقل امتصاص العناصر و الأيونات المختلفة عندما تقل درجة الحرارة فيقل دخول الماء بفرق الاسموزية .

٣- **التهوية**: تزداد سرعة الامتصاص للماء في الترب جيدة الصرف حيث أن قلة الأكسجين و زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون تؤدي إلى زيادة مقاومة الجذور لدخول الماء للأسباب التالية :

١ - تزداد لزوجة البروتوبلازم وتقل نفاذية الغشاء الخلوي لزيادة CO<sub>2</sub> -٢- قلة التفرعات الجذرية و النمو الجذري -٣- تقل فاعلية الخلايا الجذرية فيقل الضغط الجذري .

٤- **تركيز محلول التربة** : تمتص الجذور الماء نتيجة فرق الجهد بين التربة و الجذر و عليه فزيادة تركيز محلول التربة تعني قلة الجهد الاسموزي و قلة الجهد المائي الكلي لمحلول التربة و بالتالي قلة حركة الماء باتجاه الجذر و صعوبة امتصاصه .

و تسبب إضافة الأسمدة أحياناً قلة امتصاص للماء و ظهور علامات الذبول على الأوراق و ذلك لزيادة تركيز الأيونات و قلة الجهد الاسموزي لمحلول التربة .

٥- **التوصيل المائي للتربة** : تختلف سرعة حركة الماء باختلاف نوع التربة فالتوصيل الرطوبي للتربة الرملية أقل من التوصيل الرطوبي للترب الطينية و تؤثر حركة الماء في التربة على سرعة إمداد الجذور بالماء من المناطق البعيدة ، فالجذر يمتص الماء من حبيبات التربة القريبة منه فيقل جهدها المائي فيندفع الماء من مناطق التربة المجاورة .

#### ب- عوامل بيئية :

تتناسب كمية الماء الممتصة طردياً مع كمية الماء المفقود بالنتح إذا كانت رطوبة التربة عاملاً غير محدد و من أهم العوامل المؤثرة على سرعة النتح و بالتالي تلعب دوراً هاماً في سرعة الامتصاص هي :

١ - شدة الإضاءة -٢- درجة حرارة الهواء-٣- الرطوبة النسبية -٤- سرعة الرياح .

#### ج- صفات المجموع الجذري :

١- تعمق الجذور و انتشارها : تمتص جذور النباتات معظم الماء من الأطراف الحديثة النمو و يقل من المناطق المتصلبة و تزداد أهمية انتشار الجذور و تعمقها في الأراضي ذات التوصيل الرطوبي المنخفض عنها الجيدة و عموماً يمتص الماء من الطبقات السطحية من ثم للأسفل .

٢- نفاذية الجذر : تعد المجاميع الجذرية ذات الأطراف الحديثة أكثر قدرة و نفاذية من القديمة تختلف كذلك حسب عمر الجذور و الظروف البيئية المحيطة .

٣- اختلاف فعالية الجذر : تختلف الجذور في قابليتها لامتصاص الأيونات و مقاومتها للظروف البيئية المحيطة وترجع هذه الاختلافات لعوامل وراثية . بعض الجذور لديها قابلية عالية لجمع الأيونات من مناطق التربة مما يساعد على امتصاص الماء النشط و يزيد فرق الاسموزية بين الجذر و محلول التربة .

#### د- صفات المجموع الخضري :

كل صفات المجموع الخضري التي تؤدي لزيادة النتح تؤدي إلى زيادة سرعة امتصاص الماء حيث أن العمليتين مترابطتين تماماً و عموماً تزداد سرعة امتصاص الماء كلما زادت نسبة المساحة السطحية للجزء الخضري إلى

المساحة السطحية للجذور لأن المساحة الخضرية تمثل سطح الفقد و معظم الماء الداخل للنبات يجد طريقه عبر الجذور .

{ نهاية الجلسة }