آليات امتصاص الماء

علاقة النبات بالماء

تشمل علاقة النبات بالماء ثلاثة عمليات هي:

1. **امتصاص النبات للماء**
2. **انتقال الماء في النبات**
3. **فقدان النبات للماء**

اولا :امتصاص النبات للماء

يقصد بعملية الامتصاص دخول الماء وما به من ذائبات من محلول التربة الى النبات.

في النباتات الواطئة مثل الطحالب لا توجد أعضاء متخصصة لامتصاص الماء بل ان عملية الامتصاص تحدث من خلال بعض أو كل الاجزاء النباتية التي هي على اتصال بالماء.

وفي الحزازيات توجد بعض التراكيب التي تعرف باسم أشباه الجذور تقوم بامتصاص الماء والأملاح.

أما في النباتات الراقية توجد أعضاء متخصصة تسمى الجذور تقوم بامتصاص الماء من التربة .

ولبعض النباتات الراقية جذور هوائية ولكن مساهمتها في امتصاص الماء قليلة مقارنة بالجذور النامية في التربة.

أما النباتات المائية فيحدث فيها الامتصاص خلال الساق والاوراق والجذور.

يمتص الماء من خلايا الجذور في منطقة معينة تعرف بمنطقة الامتصاص التي تمتاز بأنها رقيقة الجدران خالية من المواد الشمعية والفلينية التي تعيق نفاذ الماء.

عليه يمكن تقسيم طرق امتصاص الماء الى

1. يتم امتصاص النبات للماء بواسطة الجذور.
2. قد يتم امتصاص النبات للماء عن طريق المجموع الخضري كما يحدث في حاله الري بالرش ولكن كميته تكون قليله مقارنه بما يتم امتصاصه بواسطة الجذور
3. في النباتات المائيه يحدث الامتصاص بواسطه جميع أعضاء النبات المغموره في الماء

لو عملنا مقطعا عرضيا في منطقة الامتصاص في جذر حديث لنرى الأنسجة المختلفة التي يمر بها الماء عند انتقاله من محلول التربة فسوف نجد

أولا طبقة البشرة التي هي عبارة عن اسطوانة سمكها خلية واحدة تغلف الجذر وتخرج منها معظم خلايا الشعيرات الجذرية.

و الشعيرات الجذرية هي عبارة عن تراكيب رقيقة وحيدة الخلية توجد بها فجوة عصارية كبيرة مملوءة بمحلول له جهد مائي معين وطولها يتراوح من 8 - 1 مليمتر وتبقى حية لبضعة أيام ثم تموت وتتكون

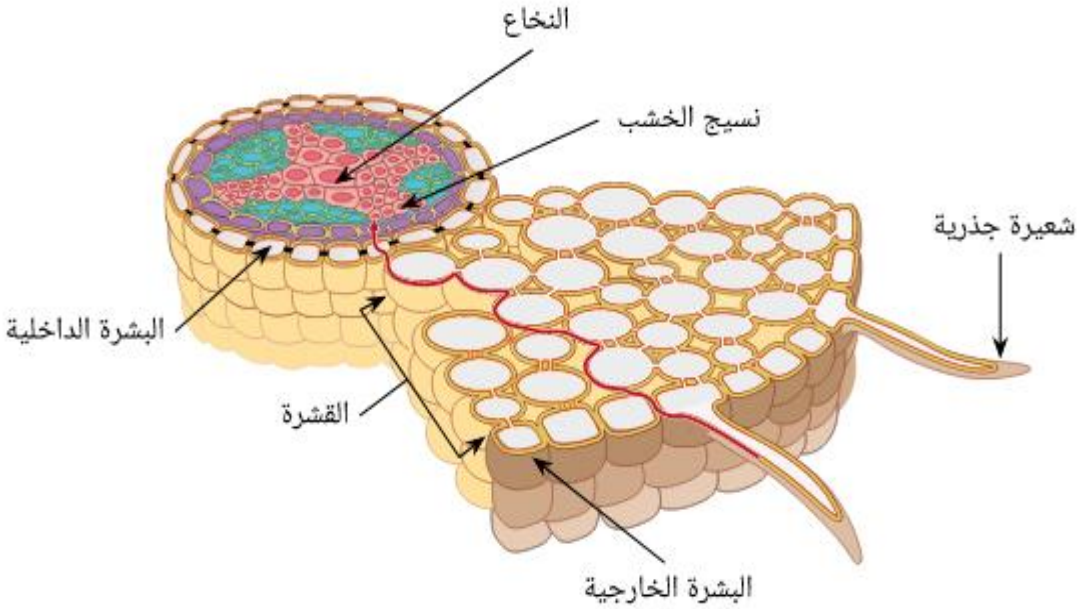
بدلها شعيرات جذرية باستمرا نتيجة لنمو الجذر. جدران الشعيرات الجذرية تكون مغطاة بطبقة مخاطية تزيد من درجة التصاقها بحبيبات التربة .

تلي طبقة البشرة طبقة القشرة التي هي خالية من اي مادة تمنع نفاذ الماء وتتكون من عدة صفوف من الخلايا واخر طبقات القشرة تسمى الاندوديرم أو القشرة الداخلية Endodermis وهي مكونة من صف واحد من الخلايا المتلاصقة تماما وتكون طبقة تفصل بين القشرة والاسطوانة الوعائية.

عناصر الخشب Xylem elements تتضمن خلايا حية واخرى ميتة وتعد الأوعية والقصيبات أكثر عناصر الخشب فعالية في نقل الماء وتتميز خلاياهما باستطالتها وسمك جدرانها اذ تترسب على الجدار الثانوي مادة اللكنين ونظرا لان كل من القصيبات والأوعية تعد خلايا ميتة لذلك سوف لايلعب البروتوبلاست الموجود في الخلايا دورا يذكر في عملية امتصاص الماء.

الأوعية يكون موقعها داخل النبات على شكل انبوب وعائي ، حيث تكون متصلة عن طريق نهاياتها المثقبة

أما القصيبات فأنها تتراكم بعضها على بعض وحيث ان نهاياتها مسدودة فان الماء سوف ينتقل خلال النقر Pits فقط من قصبة الى أخرى وبذلك فان حركة الماء في القصيبات تكون بطيئة لانها غير مباشرة .



ميكانيكية امتصاص الماء

هناك على الاقل نظامان او قوتان يمكن للنبات بواسطتهما ان يقوم بامتصاص الماء من التربة وهاتان القوتان هما

1) القوة السلبية لامتصاص الماءPassive absorption

يطلق عليها ذلك نظرا لان امتصاص الجذور للماء يتسبب عن قوة لا تنشا في الجذر نفسه اي ان خلايا الجذر في هذه الحالة ماهي الا طريق يمر الماء من خلاله من المحلول الارضي الى اوعية الخشب بقوة ناتجة من المجموع الخضري للنبات وخاصة في الاوراق(قوة الشد الناشئة عن النتح).

ويتلخص فعل القوة السلبية في انه نتيجة عملية النتح من الثغور في الاوراق يتبخر الماء من جدران خلايا الميزوفيل فيقل محتواها المائي وينقص الضغط الانتشاري للماء فيها عنه في الخلايا المجاورة وبدورها تمتص الماء من الخلايا المجاورة لها وهكذا يتتابع نقص الضغط الانتشاري للماء في الخلايا حتى يصل الى اوعية الخشب فيحدث لاعمدة الماء الموجودة بها شد tension نتيجة لامتصاصه منها بواسطة الخلايا المجاورة لهذة الاوعية في الاوراق ويعوض هذا الماء الممتص من اوعية الخشب من خلايا انسجة الجذر المجاورة لها فينقص الضغط الانتشاري للماء في هذه الخلايا عنه في الخلايا المجاورة وهكذا حتى يصل الى خلايا البشرة التي تقوم بامتصاص الماء من المحلول الارضي.

2. الامتصاص الايجابي (النشط Active absorption)

يسمى أحيانا الامتصاص المباشر وفي هذا النوع من الامتصاص يحدث انتقال الماء بوسيلة فيزياوية هي الازموزية ، اذ يعتقد بأن الماء يتحرك من التربة الى داخل الجذر نتيجة لوجود فرق في الجهد المائي وهذا يعني ان الماء يتحرك خلال الجذر وقشرته خلال قنوات الخشب بسبب زيادة تركيز الأملاح من خلايا الجذر الخارجية الى خلايا الجذر الداخلية . ان امتصاص الأملاح وتجمعها بواسطة الجذر يحتاج الى طاقة تنفسية ولقد اقترح الباحثان Broyer and Crafts نظرية مفادها ان هناك نقص في كمية الأوكسجين وزيادة في كمية ثاني أوكسيد الكاربون كلما تقدمنا من القشرة الداخلية الى الاسطوانة الوعائية وبذلك فان الفعاليات الحيوية سوف تكون منخفضة في الخلايا الداخلية في منطقة الأوعية الخشبية .

أحيانا يقال بأن هناك امتصاص ايجابي أو نشط أو فعال للماء لايعتمد على آلية ازموزية بل يعود بطريقة ما الى عملية التنفس ، حيث وجد ان عملية امتصاص الماء تتأثر بتوفر الأوكسجين وكذلك درجة الحرارة المنخفضة والسموم التنفسية ولكن من الظاهر ان درجة الحرارة الواطئة وقلة الاوكسجين والسموم التنفسية تزيد من مقاومة السايتوبلازم لحركة الماء ولذلك فان الملاحظات التي أظهرت تأثر عملية الامتصاص بهذه المعاملات لا تثبت بأن التنفس له دور مباشر في العملية ويعتقد بان الامتصاص الايجابي أو النشط أو الفعال للماء بوسائل غير ازموزية لا يلعب دورا كبيرا في عملية امتصاص الماء.

العوامل التي تؤثر في امتصاص الجذر للماء

تتأثر قدرة الجذور على امتصاص الماء من التربة بالعوامل التالية:

1. تركيز محلول التربة : ينخفض معدل امتصاص الماء كلما ا زد الضغط الأزموزي لمحلول التربة (زيادة تركيز الأملاح) وقد يتوقف الامتصاص أما إذا كان هذا الضغط الأزموزي للتربة يعادل قوة امتصاص الخلايا الجذرية للماء. YS للتربة = YC للجذور

وعلى العموم تختلف النباتات حسب قدرتها على التغلب على هذه الازموزية فهناك بعض النباتات عندها القدرة على مسايرة تراكيز عالية من الملوحة واستمرارية الامتصاص مثل ذلك بعض النباتات الملحية والتي تعيش في تراكيز عالية من الملوحة، وللتغلب على هذا الإنخفاض في الجهد المائي لمحلول التربة بخفض الجهد الأزموزي بعملية التنظيم الأزموزي Osmoregulation لأنسجة النبات بطريقتين هما:

اولاً-زيادة امتصاص وتراكم الأيونات خصوصاً في الاراضي المالحة لخفض الجهد المائي للنبات، رغم أن أغلب هذه الأيونات سامة وتقلل من انتاجية النبات فضلاً عن صرف النبات طاقة لإمتصاصها من المحيط، ولكن هي وسيلة للبقاء.

ثانيا-هدم البروتينات والكربوهيدرات للحصول على أحماض امينية وسكريات ذائبة نشطة في خفض الجهد المائي وإبقاء تدرج الجهد المائي لصالح النبات(اي دخول الماء للنبات)ويحدث هذا للنباتات المعرضة لإجهاد الجفاف أو الإجهاد الملحي.

2. المحتوى المائي للتربة :يزداد امتصاص الجذور للماء ما دام الماء متوفر في حدود السعة الحقلية (الماء الشعري) وهي كمية الماء المتوفرة الذي يسهل عليه امتصاصه وإذا نقص الماء في هذه الحدود فإن الجذور قد يصعب عليها امتصاص فوجد عندما يصل إلى مرحلة نقطة الذبول الدائم وهذا يختلف بحسب نوعية النبات وكذلك نوعية التربة وقد تذبل بعض النباتات عندما يفوق معدل النتح معدل الإمتصاص اثناء الجو الحار(الذبول الأولي).
3. تهوية التربة : زيادة تشبع التربة بالماء يسبب نقص الأوكسجين وتراكم CO_2 مما ينتج عنه دخول النبات في حال ذبول ناتج عن زيادة تشبع الفراغات الهوائية بالماء ونقص الأكسجين وتسمى هذه الحالة (الجفاف الفسيولوجي) وهذا يختلف عن الذبول الناتج عن نقص الماء(الجفاف) لذلك فإن امتصاص الماء دائماً أسرع بكثير في التربة جيدة التهوية عنها في التربة رديئة التهوية.
4. درجة حرارة التربة : يمتص النبات كمية قليلة من الماء عند درجات الحرارة المنخفضة وذلك يعود إلى أن الماء تزداد لزوجته عند درجات الحرارة المنخفضة كذلك تسبب درجات الحرارة المنخفضة زيادة لزوجة البرتوبلازم فيقل بذلك معدل إنفاذه للماء.

5. تركيز CO_2 :تراكم CO_2 في التربة ذو تأثير مثبط على امتصاص الماء كما أنه يسبب زيادة لزوجة البرتوبلازم وبتالي نقص في نفاذية الجذور للماء وبتالي تقل قابلية الجذور على امتصاص الماء.
6. معدل النتح في النبات زيادة معدل النتح تسبب انخفاض في الجهد المائي للنبات وبالتالي فأن تدرج الجهد المائي يكون في صالح دخول الماء الى النبات.
7. خصائص المجموع الجذري: يختلف المجموع الجذري بين النباتات في كونه وتدي متعمق او سطحي متفرع قرب سطح التربة وان مدى اختراقه للتربة وكثافته وخصائصه التشريحية تؤثر كثيرا في عملية الإمتصاص.

ثانياً :انتقال الماء في النبات

بعد امتصاص الماء فانه يصعد الى اعلى ليصل الى الاوراق والقمم النامية ضد الجاذبية الارضية، والطريقة الرئيسية او المسار الرئيسي لانتقال الماء يكون في تجويف الاوعية الخشبية من الجذر الى الساق فالأوراق.

اهم النظريات التي تفسر آلية صعود الماء في النبات

نظرية الانتقال بالضغط الجذري:

سبق ان علمنا ان الضغط الجذري هو احد العوامل التي تعمل على دفع الماء الى اعلى في الساق وتكون هذه القوة اكثر فاعلية عندما ينعدم النتح في بداية الربيع قبل تكون الاوراق الجديدة، ويعتقد البعض ان الضغط الجذري بمفرده غير كافي لصعود الماء عبر الساق ونحو الاوراق وذلك لان قوة الضغط الجذري غير كافي لبعض النباتات كما اثبتت الدراسات ان مجموعة النباتات المخروطية وهي من الاشجار العملاقة لا تمتلك ضغط جذري ولم يثبت وجودها بها، علاوة على ان عصير الخشب يكون عادة تحت شد وجذب واجهاد وليس تحت ضغط من اسفل .وعلى الرغم من ذلك فان قوة الضغط الجذري تكون هي احد القوة المسببة لرفع الماء وانتقاله الى النباتات الحولية.

نظرية ديكسون او الشد المتماسكDixon or Cohesion- Tension theory

تعتمد نظرية الشد المتماسك او عمد الماء على الخواص او الصفات المميزة للماء واهمها التماسك و الالتصاق وكذلك على الخواص التشريحية لنسيج الخشب وخواص الماء هذه تعني ان جزيئات الماء تتماسك مع بعضها البعض وفي نفس الوقت تلتصق مع جدار الانبوبة او الوعاء الذي يوضع به الماء .ولو افترضنا عدم انقطاع عمود الماء الواصل بين ماء التربة و الجذر واعمدة الماء في الساق حتى

الاوراق وهذا اعتماد على خاصية الماء التلاصقية و التماسكية وهذه حقيقة اكيدة، لدركنا كيفية انتقال الماء من التربة الى الاجزاء العليا في النبات عكس الجاذبة الارضية وعكس قوى الاحتكاك بجذر الاوعية الخشبية وهذ لان الماء لا يصعد الى اعلى الى اذا كان يخضع لقوى شد وجذب من اعلى وقوى دفع من الاسفل وفي مثلنا السابق لا توجد قوى دفع من اسفل اذا فأن صعود الماء يعتمد اساسا على قوى الجذب والشد من اعلى.

ولكن كيف يتم تكوين قوى الشد والجذب العلوية؟

عندما يتم تبخر الماء من خلايا النسيج المتوسط الملاصقة تماما للهواء المحيط عن الجهود المائية لخلايا نفس النسيج الملاصقة لها من الداخل .هذا النقص يعمل على انتقال الماء من الخلايا الداخلية الى الخلايا الخارجية ليعوض الماء المتبخر منها وليعادل الجهد المائي، ثم تسحب الخلايا الداخلية الماء من الخلايا الاكثر عمقا منها وهكذا دواليك حتى يصل السحب شد الماء الى اوعية الخشب في الاوراق ، هذه الحالة من الشد تستمر خلال العمود المائي الغير مقطوع من الاوراق الى المجموع الجذري فيصبح الجهد المائي في الخلايا الحية للجذر بداية من البريسيكل حتى البشرة اكثر سالبية من الجهد المائي للتربة وبالتالي يتم تنشيط وتشجيع الامتصاص.

يمكننا الان التساؤل هل تستطيع قوة الشد Tensile strength للماء رفع عمود الماء الى قمم الاشجار العالية ام ان هناك قوى اخرى؟؟

الاجابة على هذا السؤال هي نعم، حيث ان قياسات قوى الشد للماء الناتج عن النتح تزيد عن 300 بار ولصعود الماء الى قمة شجرة طولها 400 قدم 120 (متر)يلزم اختلاف في الضغط بين القمة والقاعدة حوالي 13 بار وهكذا نلاحظ ان قوى الشد كافية لتحريك ورفع الماء الى اعلى حتى بوجود قوة الاحتكاك بجدران الاوعية.

تعتبر نظرية الشد المتماسك هي اكثر النظريات قبولا لتفسير ارتفاع وصعود الماء في النبات ولكن هذا لا يعني ان الضغط الجذري غير قادر على تحريك الماء او انه لا يدخل في عملية صعود الماء حيث انه ينشط عندما يقل النتح في النباتات ولكنه غير قادر بمفرده على ايصال الماء الى القمم العالية بالاضافة انه لا يوجد في بعض الاشجار كالصنوبريات.

واخيرا يجب الاشارة الى ان الظواهر الفسيولوجية مثل فقد الماء او تراكم الذائبات وتحركها وامتصاص العناصر تسبب بطريقة مباشرة او غير مباشرة زيادة في سالبية الجهود المائية وزيادة في تدرجها من مكان الى اخر مما يؤثر بشكل اكيد على تحرك الماء وانتقاله من مكان الى اخر.

المصادر

- اساسيات فسيولوجيا النبات ، 2008 ، حشمت سليمان الدسوقي
- عماد فسيولوجيا النبات ، 1998 ، عمادالدين وصفي
- الأسس العلمية لادارة وإنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية ، 2018 ، اياد حسن علي و محمد عويد غدير