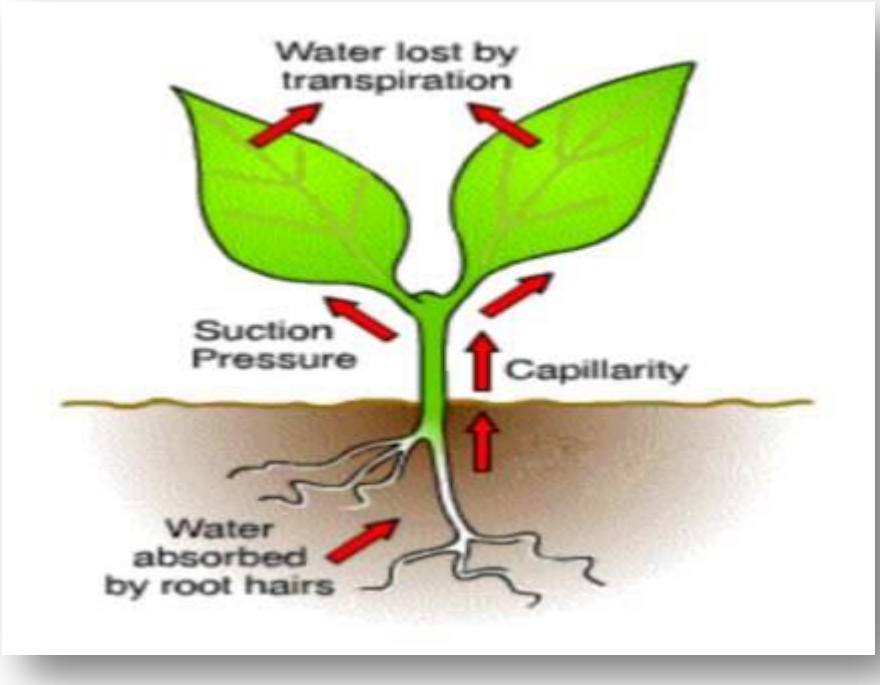
كلية العلوم
قسم التقنيات الاحيائية
المرحلة الثانية

المختبر الخامس

إمتصاص الماء والعناصر وصعودها إلى الأجزاء الهوائية وانتقال الذائبات

يختص علم تغذية النبات Plant nutrition بدراسة كل الفعاليات التي لها علاقة بكيفية حصول النبات على احتياجاته من ماء وعناصر غذائية مختلفة والكيفية التي يتم بها تجهيز وامتصاص المركبات الكيميائية التي يحتاجها النبات لنموه وفعالياته الحيوية والطرق التي تسلكها هذه المواد لتصل للمواقع التي يتطلبها الفعل الحيوي داخل أنسجة النبات.

ينتقل الماء من محلول التربة ذو الجهد المائي العالي الى الجذر ذو الجهد المائي الأقل، يحدث امتصاص قليل للماء في منطقة قمة الجذر بسبب الكثافة العالية للسيتوبلازم. بعد إن يتم امتصاص الماء بواسطة خلايا الشعيرات الجذرية Root hair وخلايا البشرة Epidermis القريبة من منطقة الشعيرات الجذرية يتحرك الماء من هذه الخلايا باتجاه مركز الجذر فينتقل إلى خاليا القشرة Cortex ثم إلى خلايا البشرة الداخلية Endodermis ويمر الماء من خلال خلايا المرور cell Passageالتي تتخلل بين الخلايا الحاوية على شريط كاسبر Casparian strip حيث يدخل خلايا الدائرة المحيطية Pericycle بعدها يصل خلايا الخشب Xylem حيث يقوم نسيج الخشب بنقل الماء من الجذر إلى الورقة.



صورة توضح امتصاص الماء من قبل النبات

آلية امتصاص الماء

يحدث امتصاص الماء على مفهوم الازموزية اي ينتقل من منطقة الجهد المائي العالي الى منطقة الجهد المائي المنخفض، ويحدث هذا عبر الجذر والساق ثم االأوراق نتيجة لنوعين من التأثير:

١- تأثير النتح: عند تبخر الماء من نسيج الورقة بعملية النتح يحدث هبوط في الجهد المائي (يزداد سالبية) وهذا التأثير ينتقل الى الساق لتعويض الانخفاض بالجهد المائي (عن طريق تدفق الماء من الساق الى الورقة) وهو يعني الانخفاض في الجهد المائي للساق ومن ثم الجذر لينتقل الماء من التربة الى الجذر بسبب تدرج في الجهد المائي.
٢- تأثير تراكم الذائبات: إن تدرج الجهد المائي بين محلول التربة والجذر ناتج عن امتصاص الأخير للأيونات امتصاصاً نشطاً (صرف طاقة بشكل ATP) وهذا يحدث انخفاض في الجهد الأزموزي والجهد المائي ويصبحا أكثر سالبية (وهذا يعني الإسراع في دخول الماء الى الجذر وبالتحديد الى الأسطوانة الوعائية مسبب نشوء ضغط يسمى بالضغط الجذري pressure Root يدفع الماء والأيونات الى الأعلى، نجد أن دخول الأيونات هو بالآلية النشطة و سحب الماء هو بالآلية الازموزية.

تمتص النباتات الماء عادةً بإحدى طريقتين:

الامتصاص النشط للماء

يحدث امتصاص الماء بموجب هذه الطريقة بسبب نشاط فعالية خلايا المجموع الجذري للنبات ويتطلب صرف طاقة حيوية يتم تجهيزها من عملية التنفس . يرتبط ارتباط وثيق بعملية التنفس للنبات(ويسير اما بآلية ازموزية أو غير ازموزية) ويكون استخدام الطاقة فيه بشكل مباشر أو غير مباشر.

الامتصاص السلبي للماء

يحدث بموجبه دخول الماء الى الجذور نتيجة فعالية الجزء الخضري خاصةً الأوراق في حين تقوم الجذور نفسها بدور سطح الامتصاص والقناة الناقلة فقط وبموجب هذه الطريقة يتم دخول الجزء الاعظم من الماء الى النبات.

العوامل المؤثرة في امتصاص الماء

١- تركيز محلول التربة
٢- الماء المتيسر
٣- معدل النتح في النبات
٤- خصائص المجموع الجذري
٥- الظروف المناخية
٦- تهوية التربة

صعود الماء في نسيج الخشب

١ - نظرية الضغط الجذري

هو الضغط المتولد في عناصر الخشب نتيجة لفعاليات خلايا الجذر وهي عملية نشطة أي تتطلب امتصاص الأيونات امتصاصاً نشطاً بصرف طاقة في حين يكون صعود الماء في انسجة الخشب حسب الأزموزية. عند قطع ساق نبات قرب سطح التربة وعندما تكون هذه التربة مروية جيدا يلاحظ خروج الماء من منطقة القطع ، وقد يتراوح الضغط في الساق بسبب الضغط الجذري بين ٠.٥ - ٠.٦ ميكاباسكال. ومن الظواهر التي تؤيد نظرية الضغط الجذري الأدماع و الادماء،
ومن الانتقادات التي توجه لهذه النظرية:

١- عدم ملاحظة هذه الظاهرة دائماً.
٢- الضغط المتولد عنها قليل لا يفسر صعود الماء في الأشجار العالية.
٣- لم يلاحظ وجود الضغط الجذري في خشب المخروطيات وهي اشجار عالية.
٤- معدل انسياب العصارة في الخشب ابطأ من معدل النتح مما يدعو للتفكير بوجود آلية اخرى تسهم في نقل الماء الى الأوراق. ويبدو أن الضغط الجذري واضح في حالة الرطوبة النسبية العالية وغياب النتح.

٢-نظرية الشد والتماسك

تعتمد هذه النظرية على خاصية تماسك جزيئات الماء مع بعضها وتلاصق جزيئات الماء مع الجدر الداخلية لعناصر الخشب.

الأدلة المؤيدة:

أولاً- يقل قطر الساق عندما يتعرض النبات الى معدل عالي من النتح فيه تتقلص اوعية الخشب.

ثانيا-وجد أن هناك ضغط سالب في عناصر الخشب لبعض اشجار الغابات يتراوح بين ٤- ٨ ميكا باسكال. وأن الجهد المائي يصبح اكثر سالبيه مع الارتفاع عن سطح الأرض.

الانتقادات لهذه النظرية:

اولاً- من المحتمل أن يكون الضغط الناجم عن النتح غير كافٍ لتحريك الماء خلال الخشب ضمن المعدلات التي تم تسجيلها.

ثانياً- لا بد من استمرار الأعمدة المائية دون انقطاع بين سطح التبخر والماء الموجود في المساحات الحرة في الجذور، وهذا صعب الحدوث.

ثالثاً- لا يمكن تعميم نتائج انابيب شعرية على الأوعية والقصيبات إذ ان تلاصق الماء مع الأنابيب الشعرية أكثر من عناصر الخشب

النقل اللحائي Translocation Phloem

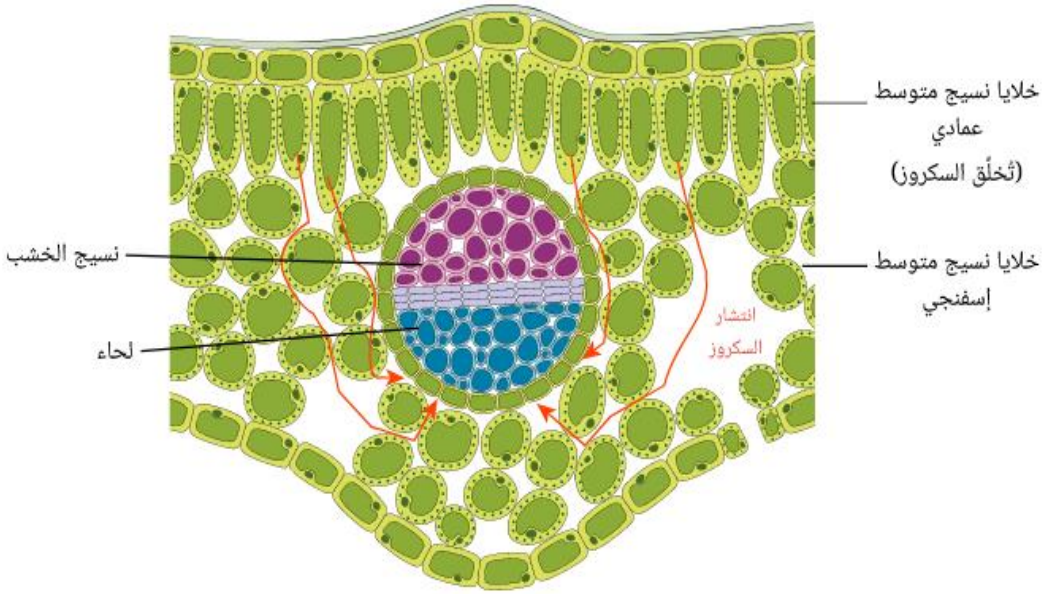
المعلوم أن معظم الماء والأيونات اللاعضوية تنتقل بواسطة عناصر الخشب (اوعية خشبية وقصيبات) من الجذر حتى الورقة. وهناك نظام اخر يتولى مهمة نقل الذائبات العضوية المصنعة بالأوراق الى اجزاء النبات الأخرى وهي عناصر اللحاء (الأنابيب الغربالية المنخلية والخلايا المرافقة) ويمكن وصف النقل اللحائي بأنه حركة نواتج التمثيل الضوئي من المصدر(الأوراق) الى المصب مناطق النمو والخزن مثل الثمار، فضلاً عن إعادة توزيع الماء والمركبات المختلفة خلال جسم النبات.

الأدلة على دور اللحاء في نقل الذائبات

١- النضح من الشقوق في القلف: عند عمل شق في قلف شجرة نفضيه يلاحظ نضح سائل يحوي على سكريات بتركيز عالي. وعند اجراء فحص دقيق يتبين ان هذا النضح ناتج من الأنابيب الغربالية.

٢- تجارب التحليق: التحليق هو ازالة جزء من قلف (اللحاء) الأشجار بشكل حلقة كاملة وهذا يعني ايقاف الحركة السفلية للذائبات العضوية مما يؤدي الى تراكم الذائبات وانتفاخ النسيج في اعلى الحلقة.

٣- تجارب النظائر المشعة: اجريت العديد من التجارب باستعمال الكربون المشع C14 أو الهيدروجين الثقيل (H3 Tritium) لدراسة حركة المتمثلات المنتجة بعملية البناء الضوئي. وجاءت لتؤكد ما ذهب اليه الباحثين منذ وقت مبكر بأن اللحاء هو الذي يقوم بعملية نقل الذائبات.



شكل 4: شكل يُظهر كيف ينتشر السكروز من الخلايا العمادية، حيث يتم تخليقه، إلى الأنسجة المحيطة باللحاء.