محاضرات فسيولوجيا النبات

مدرس المادة : م. د. عبد الأمير رحيم عبيد

كلية الزراعة- جامعة البصرة

المحاضرة الرابعة

اليات نقل الماء mechanisms of water translocation

قبل مناقشة الاليات التي تفسر صعود الماء الى اعلى النبات من خلال عناصر الخشب لابد من التأكيد على ان حركة الماء تكون مع التدرج في الجهد المائي بين محلول التربة والهواء المحيط عبر انسجة النبات وياتي ذلك الفرق في الجهد المائي بين الورقة ومحلول التربة من عملية النتح من خلال الورقة عبر الثغور وعملية النمو فضلاً عن تركم الذائبات في القمة النامية للساق والتي من شأنها ان تخفض الجهد المائي للمجموع الخضري ويمكن مناقشة الاليات التالية لغرض فهم عملية نقل الماء من الجذر الى الورقة

1- الضغط الجذري Root pressure

وهو الضغط المتولد في العناصر الخشبية نتيجة لفعالية الخلايا في منطقة الجذر ولذلك فانها تعد عملية نشطة Active process اي ان توليد الضغط عملية نشطة حيث تمتص كميات من الايونات امتصاصاً نشطاً اي بصرف طاقة بيد ان صعود الماء في انسجة خشب الساق يكون وفق القاعدة الازموزية .

ويمكن عمل تج ربة بسيطة لتوضيح ظاهرة الضغط الجذري وذلك بقطع المجموع الخضري لنبات الطماطة بحيث يبقى جزء قصير من الساق ثم يروى النبات جيداً بالماء يوصل الجزء المقطوع بانبوبة زجاجية بواسطة انبوبة مطاطية ويوضع قليل من الماء في الانبوبة الزجاجية و بعد فترة من الزمن يلاحظ صعود الماء في الانبوبة الزجاجية . وقد لوحظ نضح الماء من الاجزاء المقطوعة كما سجل ضغط في سيقان كثير من النباتات يتراوح بين 0.5-0.6 ميكا باسكال وهناك بعض الملاحظات التي تؤكد على وجود ظاهرة الضغط الجذري مثل ظاهرة الادماع Guttationالتي يمكن ملاحظتها في النجيليات حيث ينساب الماء من فتحات في اطراف اوراق النباتات المروية جيداً وتسمى هذه الفتحات بالثغور المائية Hydathodes وثمة ظاهرة اخرى تدعى ظاهرة النزف Bleeding الي يمكن ملاحظتها في سيقان نباتات العنب المقطوعة في بداية موسم الربيع .

وبالرغم من اهمية ظاهرة الضغط الجذري في رفع الماء الى الورقة عبر الساق الانه لايمكن تفسير كافة حركة الماء الى الاعلى من خلال هذه الالية وذلك للشواهد التالية :-

1- عدم ملاحظة هذه الظاهرة دائماً

2- مقدار الضغط الناشى صغير يحول دون دفع الماء بقوة الى الارتفاعات العالية لبعض الاشجار
3- لم يلاحظ اي نوع الضغط في خشب النباتات المخروطية والتي تعد من الاشجار العالية
4- ان معدل انسياب العصارة في انسجة الخشب ابطأ من معدل النتح . مما يدعو للتفكير بوجود الية اخرى ينتقل من خلالها الماء الى الورقة وان العصارة في انسجة الخشب تكون تحت شد وليس ضغط وهذا الشد ناتج من النتح وليس من الضغط الجذري . لذلك يمكن ان نتصور بان الية الضغط الجذري تكون واضحة في حالة زيادة رطوبة التربة والجو حيث الظروف غير ملائمة لعملية النتح فيتكون ضغطاً في منطقة الجذر الا انه في الظروف التي تكون عملية النتح فعالة فان الماء يكون تحت شد من اعلى وليس ضغط من اسفل . ويعتقد بان جهد الضغط في خلايا الجذر يكون سالباً عندما يتعرض النبات الى نتح شديد كما ان تركم الايونات يؤدي دوراً مختلفاً فيما اذا كان النتح سريعاً او بطيئا . ففي حالة النتح السريع فان الايونات والماء تصعد الى الاعلى بفعل الشد واذا كان النتح بطيئاً بفعل الخاصية الازموزية فان الماء يتراكم في منطقة الجذر نتيجةً لتركم الايونات بالامتصاص النشط لذلك يتكون ضغط جذري موجب وبعد ذلك يندفع الماء تحت تاثير التدفق الكتلي الى اعلى ساحباً معه الايونات ايضاً

نظرية الشد والتماسك Cohesion –Tension theory

تؤكد هذه النظرية على اهمية خاصية التماسك لجزيئات الماء مع بعضها البعض وخاصية التلاصق بين جزيئات الماء والجدر الداخلية لعناصر الخشب . ويمكن اجراء تجربة لبيان هتين الخاصيتين في عملية نقل الماء ز ويمكن التصور بان العناصر الخشبية ماهي الا انابيب شعرية لذلك اذا اجريت تجارب على انابيب شعرية زجاجية فهذا يعني الاقتراب الى حد كبير مما قد يحدث في الاوعية الخشبية والقصيبات وتساعد التغلظات في جدر الاوعية والقصبات في دعمها وتقويتها خلال مرور الماء عبر الساق ونتيجةً لعملية النتح وما ينتج عنه من شد قوي ويبدو ان هذه النظرية تصح عندما يتعرض النبات الى نتح شديد وهناك بعض الادلة على ان الماء يكون تحت شد في الخشب :-

أ-يقل قطر الساق عندما يتعرض النبات الى معدل عالي من النتح حيث تتقلص عناصر الخشب

أ- وجد ان هنالك ضغطاً سالباً في عناصر الخشب لبعض اشجار الغابات يراوح بين-4 الى -8 ميكا باسكال كما ان الجهد المائي يصبح اكثر سالباً مع الارتفاع فوق سطح الارض .

وبالرغم من هذه الادلة فان هناك بعض الانتقادات حول صحة هذه النظرية

1- ان من المحتمل ان يكون الضغط الناتج عن عملية النتح غير كافي لتحريك الماء خلال الخشب ضمن المعدلات التي يم تسجيلها
2- لابد من استمرار الاعمدة المائية دون انقطاع بين سطح التبخر والماء الموجود في المساحات الحرة في الجذور ومن الجدير بالملاحظة فان ذلك صعب الحدوث

3- لا يمكن تعميم تجارب استعمال الانابيب الشعرية على الاوعية والقصبات حيث ان تلاصق الماء مع الجدر الداخلية للأنابيب الشعرية الزجاجية اكبر منه مع الجدر الداخلية لعناصر الخشب .

يمكن اجراء تجربة باخذ دورق يحتوي على ماء ملون ويضع انبوبة زجاجية شعرية تحتوي على ماء نقي ويثبت الانبوب في حامل توضع فوق نهاية الانبوبة الشعرية قطه من الاسفنج مبللة بالماء ثم تترك حتى يتبخر الماء في الاسفنج ولتعجيل ذلك نستخدم مروحة يلاحظ صعود الماء الملون في الانبوب الشعري حيث ان جزيئات الماء تتماسك مع بعضها البعض وتتلاصق مع جدار الانبوب الشعري .

يمكن اجراء هذه التجربة باستبدال قطعة الاسفنج باجزاء من نبات حيث يقوم غصن النبات بالنتح وهذا من شانه ان يزيد صعود الماء في الانبوب الزجاجي المتصل بالنبات

استنتاجات عامة

يمكن للضغط الجذري ان يحرك الماء اعلى النبات لكن ليس بالكمية الكبيرة ولا الى الارتفاعات العالية الازمة لمعظم النباتات ذات النتح الشديد وتعتمد هذه النظرية تاثير النتح فضلاً عن خصائص الماء الفيزياوية بخصوص قوة التلاصق والتماسك التي تمتاز بها جزيئات الماء وبالتالي فان القوة الحركية للماء تحت ظروف النتح الشديد انما تكون بشكل ضغطاً سالباً Negative pressure او شد Tension في عناصر الخشب والذي ينتقل خلال العمود المائي حتى يصل الى خلايا الجذر والتربة ويتضح ذلك في نباتات كثيرة وحتى في الاشجار العالية وفي المقابل فان هذه النظرية بالرغم من اهميتها لا تلغي نظرية الضغط الجذري كالية تفسر حركة الماء من المجموع الجذري الى الاوراق كذلك فان الاوعية المتكسرة في الخشب لاتمنع حركة الماء الى الاعلى حيث ان نشاط بعض العناصرالخشبية من شانها ان توفر للاوراق ما تحتاجه من ماء حيث تضاف سنوياً عناصر جديدة من الخشب كما ان الماء قد ينتقل جانبياً الى فترة من الزمن حتى يستعاد نشاط اوعية الخشب كما تقوم القشرة بتسهيل مرور الماء الى اعلى.