المصدر:

علاقة التربة بالماء والنبات تأليف د. قتيبة محمد حسن

الماء وجهد الماء في النبات Water and Water Potential in Plant

لقد درست تأثيرات نقص الماء على نمو النبات وعلى الحاصل وكذلك على العمليات الفسيولوجية في أوقات عديدة مختلفة وفي معظم الدراسات المبكرة فان حالة الماء في النبات وحتى في التربة لم تكن معروفة بصورة فعلية. وقد كان التعرف على نقص الماء في النبات يتم استنتاجه بوساطة اجراء بعض القياسات كالوقت الذي يمر بعد اخر عملية ري مثلا. ومع تطور أجهزة قياس جهد الماء في السنين الأخيرة كالسايكروميترات اصبح بالإمكان قياس جهد الماء في أوراق النبات وربط قيمه بالعمليات الجارية في النبات.

يعتبر جهد الماء مقياسا لحالة الطاقة الحرة للماء في النسيج النباتي وفي التربة وفي المحاليل. وبالإمكان ربطه بعلاقة مع رطوبة الجو. إضافة الى ذلك فان حركة الماء الى النبات وخلاله تحصل عند انحدارات انخفاض جهد الماء. وهكذا يبدو بان لقياس جهد الماء فائدة كبيرة جدا.

الماء في الخلايا النباتية

يشكل الماء وسطا مستمرا في النباتات. ويبدأ خلال جدران الخلايا ثم البروتوبلازم ومكوناته المختلفة. الا انه يكون منفصلا الى عدة مكونات نسبة الى المواد الذائبة وبواسطة اغشية البروتوبلاست المتمايزة النفاذية ويكون قسما من الماء المرتبط بسطوح الخلايا وقسما اخر يكون ممسوكا في المسامات الشعرية الدقيقة الجدران. الا ان معظمه يكون حرا ويتحرك عبر الانحدارات المعتمدة على الفروقات في جهد الماء وعندما يكون مقدار النتح صغيرا جدا فقد يحدث تعادل مؤقت في جهد الماء خلال النبات كله. وان أي تغيير في تركيز المواد الذائبة او فقدان الماء من أي نسيج يتبعه حركة للماء تستمر حتى الوصول الى تعادل جديد.

يوصف الماء في النباتات بنظامين الأول ماء الابوبلاست أي الماء الموجود في جدران الخلايا وفي الاوعية الخشبية، والثاني ماء السمبلاست أي الماء الموجود في النظام السايتوبلازمي. ان حجم ماء الابوبلاست يكافئ تقريبا المسافات الحرة الظاهرية بين الخلايا ويعتبر هذا الماء جزء من الخلية او النسيج الذي تتحرك المواد الذائبة خلاله او خارجه بصورة حرة بوساطة الانتشار وتتجمع بتراكيز ملحوظة في ماء السمبلاست فقط وبوساطة الانتقال الفعال عبر غشاء البلازما وعليه فان التفريق بين ماء الابوبلاست وماء السمبلاست يعكس بصورة واقعية توزيع المواد الذائبة وذلك لان الماء نفسه يشكل نظاما مستمرا في النبات.

مصطلحات ماء الخلية

ان الأساس الحديث لفهم حركة الماء من خلية الى خلية يعتمد على الانحدارات في جهد الماء وليس على ما كان يفسر بانه نتيجة الانحدارات في الضغط الازموزي. ان هذا التغير في الفهم أدى الى ظهور مصطلحات مختلفة لوصف قابلية الخلايا والانسجة على امتصاص الماء. ومنها ما يسمى بقوة السحب وقوة الامتصاص وضغط بخار الماء النسبي والضغط الازموزي وغيرها.

جهد الماء في الخلية النباتية بعد ان تم توضيح مفهوم جهد الماء كمقياس لحالة الطاقة الحرة للماء سوف يتم تطبيقه على الخلايا النباتية

جهد الماء في النبات يمكن تمثيل جهد الماء في النبات بمعادلة متكاملة تتضمن جميع العوامل المؤثرة على الطاقة الحرة $\Psi g + \Psi m + \Psi s + \Psi p = \Psi W$

1.الجهد الازموزي Ψs وهو الجهد الناتج من المواد الذائبة في عصارة الخلية وبصورة رئيسة في عصارة الفجوة.

2.جهد الضغط Ψp وهو ضغط الانتفاخ الناتج من انتشار الماء الى الابوبلاست المحصور في الجدران والذي يقاوم التمدد وهذا الجهد مسؤول عن تمدد الخلية وعن ضغط الانتفاخ الضروري لإدامة شكل انسجة النباتات العشبية.

3.الجهد الهيكلي Ψm وهو يشير الى الماء الممسوك في المسامات الشعرية او المرتبط بسطوح جدران الخلية وبمكونات الخلية الأخرى.

4.جهد الجاذبية Ψg وهو عبارة عن عنصر غير مهم ضمن الجذر او الورقة ولكنه قد يصبح مهما عند مقارنة الجهود الواقعة على ارتفاعات مختلفة على الأشجار وكذلك في التربة. وكمثال على ذلك فان حركة الماء الى الأعلى خلال جذع الشجرة يجب ان تتغلب على قوة جاذبية مقدارها 0.01 ميكا بسكال/متر وعلى الجاذبية المسببة لبزل الماء الى الأسفل الى التربة.

ويتضح مما تقدم بان قيمة جهد الماء في اوراق النبات تكون صفرا عندما تكون الخلايا في حالة انتفاخ تام وتكون سالبة في الغالب وتصل الى اقل مقدار لها حين يكون الانتفاخ في انسجة النبات صفرا وهذه الحالة تدعى نقطة الذبول الدائم في النبات.

قياس جهد الماء في النبات

1.الطرق غير المباشرة وقد استخدمت عندما كانت تقديرات جهد الماء غير معروفة كما هي عليه في الوقت الحاضر حيث يقدر جهد الماء في النبات من قياسات محتوى الماء النسبي له ويتم ذلك بعمل منحنيات لتغير قيم جهد الماء مع تغير قيم محتوى الماء النسبي المقابلة لها.

2.الطرق المباشرة

أ. طريقة التعادل مع سائل معين

ب. طريقة التعادل مع البخار

ج. طريقة نقطة الانجماد

د. طريقة السايكروميتر ذو المزدوج الحراري

هـ. طريقة التعادل مع الضغط

العوامل المؤثرة في جهد الماء في النبات تتأثر حالة الماء في النبات بثلاث مجاميع من العوامل

1. عوامل تجهيز الماء وترتبط هذه العوامل بجاهزية ماء التربة للنبات وهي تتأثر بجهد الماء في التربة وكذلك بالجهد الازموزي للتربة وبحرارة التربة والتوصيل المائي.
2. عوامل متطلبات التبخر الجوي عوامل تتعلق بالظروف الجوية
3. عوامل التحكم وهي العوامل التي تتمثل بالتحكم الذي يقوم به النبات من ناحية فقدان الماء بوساطة عملياته الفسيولوجية كتوزيع ونشاط الثغور والمقاومات المائية في النبات.

التغايرات اليومية لجهد الماء في النبات

جهد الماء يتغاير في أوراق النبات خلال اليوم الواحد. فعندما تكون رطوبة التربة غير محددة فان جهد الماء في الأوراق يرتبط بالظروف الجوية وعلى الأخص الاشعاع الشمسي وشدته. فينخفض خلال فترات الاشعاع ويرتفع خلال فترات انعدامه ويمكن ان تكون هذه القيمة ثابتة في حالة واحدة وهي عندما يتساوى مقدار فقد الماء عن طريق النتح واخذه عن طريق الامتصاص بوساطة الجذور.

ان التعرف على التغايرات اليومية لجهد الماء في أوراق النبات مهما للاستدلال على حالة توازن الماء في النبات خلال اليوم الواحد خاصة في الفترة الحرجة التي يحصل عندها الاجهاد المائي للنبات عند وقت الظهيرة (اقصى ارتفاع في الاشعاع الشمسي) بالرغم من توفر الماء في التربة حيث وجد بان النمو والفعاليات الحيوية لكثير من النباتات تتوقف عند هذه الفترة التي تؤدي بالنتيجة الى انخفاض النمو.

اما عندما تكون رطوبة التربة محددة بمعنى ان تجهيز الماء للنبات يكون محددا فان انخفاضها يؤدي في البداية الى انخفاض جهد الماء في الأوراق وان اتجاه التغير اليومي لهذا الجهد يأخذ نفس الاتجاه الحاصل عند توفر رطوبة مناسبة في التربة ولكن بالقيم المنخفضة الجديدة. وعند استمرارية انخفاض رطوبة التربة تقل جاهزية الماء ويلاقي النبات صعوبة في امتصاصه وفي هذه الحالة يختلف شكل التغير اليومي لجهد الماء ويكون اكثر ثباتا خلال النهار نظرا للانخفاض الشديد الذي يحصل فيه ووصوله الى القيمة الحدية التي تسبب غلق الثغور. وعندما يكون تأثير متطلبات التبخر الجوية ضئيلا او معدوما تبدأ عوامل التحكم في النبات بالظهور كغلق الثغور والتفاف الأوراق وتساقطها لتقليل المساحة الورقية وللحد من فقد الماء من النبات حفاظا على حياته الا ان هذه الحالة لا تستمر طويلا حتى يصل النبات بعدها الى نقطة الذبول الدائم ثم يموت.

التغيرات الفصلية لجهد الماء في النبات

إضافة الى التغاير اليومي فان جهد الماء في الأوراق يتغاير فصليا تبعا لتغاير العوامل المؤثرة عليه السابقة الذكر خلال فصول السنة. فيكون على سبيل المثال ذو قيمة واطئة عند اشهر الصيف الحارة مقارنة بقيمته العالية خلال فصل الشتاء.