المصدر:

علاقة التربة بالماء والنبات تأليف د. قتيبة محمد حسن

الماء وجهد الماء Water and Water Potential

ان صفات وسلوك الماء تؤثر على العديد من الوظائف الفسلجية والبيئية للنباتات والحيوان والانسان. ينظر الى الماء من ناحية الطاقة فيه. فباستخدام طريقة الطاقة في دراسة العلاقات المائية مكن العلماء الربط بصورة افضل بين دور الماء والطاقة ودورة العناصر الغذائية في الأنظمة البيئية الطبيعية. حيث يعتبر الماء المتغير المتحرك المهم.

الماء في محيطنا

يعتبر الماء بأشكاله من اكثر المصادر الطبيعية المتوفرة بعد الهواء. ويعتبر مصادر المياه محددة وغير محددة فهي غير محددة من وجهة نظر ان الماء تتم استعادته باستمرار خلال الدورة البايولوجية وتصبح مصادر المياه محددة من ناحية وقت استخدامها او تلوثها.

تركيب الماء وحالته وخواصه

للماء اعلى ثابت عزل كهربائي وله سعة حرارية عالية وحرارة تبخر عالية جدا وشد سطحي عالي ودرجة غليان وذوبان عاليتان أيضا. هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فان للماء لزوجة واطئة كما ان له صفة نادرة وهي ان كثافته تزداد عندما يكون سائل مقارنة بكثافته عندما يكون في حالة صلبة.

تركيب جزيئة الماء

يتكون الماء من ذرتين من الهيدروجين وذرة اوكسجين والتركيب الكيميائي للماء هو H_2O ترتبط ذرات الاوكسجين والهيدروجين بقوة مع بعضها بواسطة أواصر تساهمية حيث يرتبط زوجين من الاليكترونات من الاوكسجين كل منهما له شحنة سالبة بذرتي الهيدروجين الموجبتين الشحنة. ان الشحنة السالبة والشحنة الموجبة تعطي صفة القطبية الكهربائية للماء. ان الشحنة الموجبة لبروتون الهيدروجين تجذب الشحنة السالبة للأوكسجين من جزئية ماء أخرى لتكون اصرة اضعف قليلا من الاواصر التساهمية ولكن اقوى من قوى فاند رفال. وعليه فان كل جزيئة ماء قادرة على تكوين أربعة أواصر هيدروجينية وهذا الترتيب الرباعي للأواصر الهيدروجينية يعطي التركيب الشبكي للماء (تركيب الجليد).

الحالة الصلبة للماء (الجليد)

ان الصفات المهمة لهذا التركيب (الجليد) هي المسافات الكبيرة بين الجزيئات او ما يسمى الاعمدة الفارغة ضمن الشبكة. ان هذه الاعمدة الخالية هي المسؤولة عن الكثافة المنخفضة للجليد مقارنة بالماء السائل.

الحالة السائلة للماء

عندما يذوب الجليد فان وصف العلاقة التركيبية الموجودة ضمن جزيئات الماء في الحالة السائلة يصبح اكثر صعوبة فتقل صلابة الشبكة التركيبية للجليد اذا زادت درجة الحرارة عن صفر درجة مئوية. وتبعا لبعض الموديلات المقترحة فان جزيئات الماء المنفردة تشغل المسافات الموجودة في الشبكة مسببة بذلك زيادة كثافة الماء وعند درجة حرارة 4 مئوي او الكثافة العظمى للماء فان كثافة الجزيئات الواقعة بين فرجي الجزيئات تصل الى أقصاها أيضا اما فوق 4 مئوي فان زيادة حركة الجزيئات تؤدي الى حصول تحريف للأواصر الهيدروجينية ويقل تراص الجزيئات وتزداد بدورها كثافة الماء.

حالة بخار الماء

ان الاواصر الهيدروجينية لا تتواجد عندما يكون الماء في حالة بخار ويشير بعض الباحثين الى ان الطاقة الكلية للتبخر تعود الى كسر الاصرة الهيدروجينية. عندما تغادر جزيئات الماء الحالة السائلة الى حالة بخار فان اواصرها الهيدروجينية مع جزيئات الماء الأخرى يجب ان تتكسر. ومع ذلك يبدوا بانه ليس كل جزيئات الماء في الحالة السائلة ترتبط بأواصر هيدروجينية . وعليه فان حرارة التبخر ربما لا تعود كليا الى تماسك الاواصر الهيدروجينية حتى وان كانت طاقة التبخر تنخفض مع زيادة درجة الحرارة.

التفاعلات بين الماء والايونات

عندما يذوب الملح الالكتروليتي في الماء يصبح متأين مباشرة وتصبح الايونات الفردية للملح متميئة او محاطة بغلاف من جزيئات الماء. ان طاقة التجاذب الطبيعية الموجودة بين الايونات الموجبة الشحنة(الكاتيونات) والايونات السالبة الشحنة(الأنيونات) تنخفض وتصبح الايونات متنافرة من الناحية الفيزيائية والكهربائية بسبب

طبقة التميؤ لجزيئات الماء حولها. ان قابلية الماء ليعادل التجاذب بين الشحنات الكهربائية تعزى الى ثابت العزل الكهربائي العالي غير المألوف والذي يعطي للماء صفة المذيب الممتاز.

التفاعلات بين الغرويات والجزيئات الكبيرة والماء

ان لمعظم الغرويات والجزيئات الحيوية(البيولوجية) الكبيرة سطوح مشحونة بالشحنة السالبة. وان غرويات التربة تتكون من شبكة بلورية تشكل جسم الدقيقة. وتظهر على حواف هذه الدقائق الشحنات الكهربائية الايونية. اما المواد العضوية فبالإمكان تصنيفها الى نوعين اما مواد محبة للماء او مواد كارهة للماء. ان المركبات العضوية المحبة للماء تشمل على الحوامض الامينية والبروتينات والحوامض النووية والمواد الكربوهيدراتية بينما تشمل المركبات الكارهة للماء على كل من الدهون والشحوم. وقد تحتوي البروتينات على مجاميع امينية او كربوكسيلية حرة اعتمادا على الاس الهيدروجيني حيث تؤخذ بنظر الاعتبار من ناحية الشحنات السطحية. وحتى مكونات جدار الخلية مثل البكتين قد تحتوي على مجاميع كربوكسيلية ايونية. ان جزيئات الماء تنجذب وتمدص من قبل هذه السطوح بواسطة قوى كهروستاتيكية . فيتجه القطب الموجب لجزيئات الماء باتجاه السطوح ذات الشحنات السالبة للغروية او للجزيئات الكبيرة كما تتجه الى هذه السطوح الايونات الموجبة الشحنة. ان كل من السطح السالب والايونات الموجبة الشحنة الممدصة على السطح مجتمعة تكون طبقة كهربائية مزدوجة تؤثر بدورها على توزيع جزيئات الماء القريبة المجاورة.

الاعتبارات الثرموديناميكية للماء

ان للبيئة او المحيط تأثير على الكائن الحي من خلال جريان الطاقة فيه. وفي الحقيقة ان المشكلة الرئيسة التي تواجه الكائنات الحية جيعا في البيئات الطبيعية هي المحافظة على التوازن بين مصادر الطاقة والمستجدات حول هذه الكائنات. ان مستوى الكفاءة التي تجري بها العمليات الفسيولوجية تعتمد بصورة كلية على الكفاءة التي يوجه بها الكائن الحي الطاقة المتوفرة لأفضل استعمالاته. وان هذه الطاقة هي التي تحسب مقدار جاهزية الماء للنباتات والتي تحسب الحالات الفيزيائية للماء والتفاعلات الحيوية للعمليات الفسلجية وكذلك التي تحسب حركة الماء خلال التربة والنبات والجو.

جهد الماء

مفهوم جهد الماء

ان مصطلح الجهد المائي يوضح ما موجود من قوة او طاقة كيمياوية دافعة او كامنة في الماء ويمكن تعريف الجهد المائي بانه الفرق في الجهد الكيمياوي الناتج عن الفرق تركيز المحلول المائي الماء المحتوي على مواد ذائبة فيه وبين تركيز الماء النقي الحر تحت درجة حرارة واحدة ولوحدة حجم واحدة. ان وحدة الجهد المائي هي وحدة الضغط ، والضغط يقاس عادة بـ bar او ضغط جويatmosphere والبار يعادل10^6 داين/سم والبار يعادل ايضا 987.0 ضغط جوي. atm افترض ان الجهد المائي للماء النقي الحر يساوي صفر وهذا يعني ان نشاط حركة جزيئات الماء المقطر النقي الحر اعلى ما يمكن ويقل الجهد المائي للماء كلما زاد تركيز المواد الذائبة فيه اي يقل نشاط حركة جزيئاته بزيادة المواد الذائبة في الماء. وجد ان الجهد المائي للأنسجة النباتية يكون ما بين 10 –20 بار في حين ان الجهد الازموزي الضغط الازموزي للمحاليل المغذية يكون بين 5.0– 1 بار اما الجهد الازموزي لمحاليل التربة غير الملحية والحاوية على كمية من الماء فهو يماثل تقريبا الجهد الازموزي للمحاليل المغذية ويكون من 1–2 بار.

يتأثر الجهد الازموزي يعتمد العوامل منها.

1.الضغط الهيدروستاتيكي الخارجي المعرض له الماء .

2.وجود المواد الذائبة في الماء .

3.القوى المرتبطة بالسطوح الصلبة والسائلة.

4. Ψm forces matric التأثيرات الكهربائية الناجمة عن الشحنات الموجبة و السالبة للأيونات او الشحنات السالبة والموجبة لغرويات التربة والمسماة بالطبقة الكهربائية المزدوجة electric double layer او الشحنات السالبة لجدار الخلية وغشاء البالزما .

5.تاثيرات الجاذبية ربما تكون ذات اهمية في بعض الحالات الخاصة .

6.تأثير درجة الحرارة . Ψt temperature ولكن غالبا ما تهمل تلك التأثيرات ويؤخذ بنظر الاعتبار ثالثة مكونات للجهد المائي وهي الموضحة في المعادلة التالية ΨW=Ψp+Ψs+Ψm حيث ان

ΨW الجهد المائي والذي يمثل القوة المحركة لانتقال الماء والناتج عن الفرق في الجهد المائي بين نقطتين والذي يمثل الفرق في التركيز بين المحلولين والذي يشير الى الفرق في القوة او الطاقة الكيمياوية الدافعة او الكامنة للماء معبر عنها بالضغط الجوي او البار.

Ψpضغط الانتفاخ والذي يعبر عن القوة المبذولة على الجدار الخلوي وغشاء البالزما من داخل الخلية الى الخارج بوحدة الضغط الجوي

Ψs .الجهد الازموزي والناتج عن المواد الذائبة وهو يمثل القوة المحركة لجزيئات الماء من محلول التربة الخارجي الى داخل الخلية المحلول الداخلي بوحدة الضغط الجوي

Ψm .القوة الهيكلية وهو ناتج عن تأثير السطوح الصلبة في الطور المائي ويسمى هذ المكون بجهد التشرب حيث ان الماء يمكن ان يحيط بجزيئات كبيرة مثل البروتينات والسكريات المتعددة بواسطة اواصر الهيدروجين بوحدة الضغط الجوي.