وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار – كلية الزراعة
قسم البستنة وهندسة الحدائق
المرحلة الاولى

بسم الله الرحمن الرحيم

أساسيات التربة (الجزء النظري)
أ.م.د. بسام رمضان سرهيد
المحاضرة السادسة

## توزيع الايونات قرب سطوح الدقائق والطبقة المزدوجة Electrical Double Layer

نظرا لوجود الشحنة السالبة على سطح غرويات التربة المعدنية والعضوية فان لهذه الدقائق القابلية على جذب الايونات الموجبة نحو سطوحها عند وجودها في المحلول. لذلك ان عدد الايونات الموجبة سيكثر بالقرب من السطح ويقل كلما ابتعدنا عن السطح . اما توزيع الايونات السالبة حيث يقل على سطح الدقيقة ويزداد عددها كلما ابتعدنا عن السطح وان مجموع الايونات الموجبة تكافئ مجموع الايونات السالبة الناتجة عن الدقائق. وبسبب عدم وجود تجاذب بين الايونات الموجبة والدقائق الغروية فان بامكان هذه الايونات ان تتحرك بطلاقة في المحلول. وتسمى الايونات السالبة والموجبة القابلة للحركة بالايونات الذائبة (soluble ions) لتفريقها عن الايونات القابلة للتبادل . وبالامكان التخلص من الايونات الذائبة في التربة عند مرور الماء خلال مقد التربة. وعند جفاف التربة فان الايونات الذائبة ستتحد مع الايونات السالبة الذائبة لتترسب على شكل املاح بحيث تؤثر سلبيا على خواص التربة ونمو النبات تسمى التربة عندئذ ملحية.

- الطبقة الداخلية الملاصقة لسطح النواة ويطلق عليها الايونات المحددة للجهد او الشحنة.
- طبقة من الايونات المعاكسة في الشحنة ويطلق عليها طبقة الايونات المشبعة او الممدصة.

مجموع الطبقتين هو ما يطلق عليه بالطبقة الكهربائية المزدوجة Electrical Double Layer (EDL) وغالباً ما تتكون الطبقة الداخلية من شحنات سالبة والطبقة المشبعة من شحنات موجبة.

ويطلق على مجموع الايونات المشبعة او الممدصة (والتي يجب ان تساوي مجموع الايونات المحددة) في وزن معين من التربة بالسعة التبادلية وهي صفة وصفية عند درجة تفاعل معين لكل تربة من ألترب الطبقة البعيدة او الايونات المنتشرة في الطبقة البعيدة المنتشرة تكون حرة الحركة نوعا ما وتسمى هذه الطبقة بالطبقة المنتشرة(diffused layer) وهنا فأن سمك هذه الطبقة مهم وله دور مهم في تحديد سلوك التربة من الناحية الفيزيائية والكيميائية.

## التبادل الايوني :

عملية يقصد بها تبادل الكاتيونات والانيونات بين الطور الصلب والطور السائل ويمكن ان يحدث التبادل بين طورين صلبين ، يضم التبادل الايوني نوعان هما:

1. التبادل الكاتيوني
2. التبادل الانيوني

يعد التبادل الكاتيوني أكثر اهمية من التبادل الانيوني ويقصد به احلال او تبادل كاتيون او أكثر محل كاتيون آخر او اكثر على السطوح الغروية.

وكما ذكر سابقا بان الطور الصلب يتكون من معادن الطين (الجزء المعدني) ومادة الدبال (الجزء العضوي) ومادة الدبال Humus التي هي مادة المرحلة الاخيرة للتحلل السريع للمادة العضوية ويمكن تعريفها بانها خليط

من مركبات عضوية متحللة عن المادة العضوية ومركبات صعبة التحلل. ان معادن الطين والدبال هي الوسط النشط للتبادل الكاتيوني لكون سطوح هذه المواد تحمل شحنة سالبة مهيأ لجذب الشحنات الموجبة الموجودة في محلول التربة.

ان مصادر الشحنات السالبة على سطوح وحافات معادن الطين هي:

عموماً تكون الشحنة السالبة هي السائدة على اسطح الغرويات وتعد هذه الشحنة محصلة الشحنة او الشحنة الصافية على سطح معظم غرويات ألتربة والمصادر المكونة للشحنات هي:

1- الاحلال المتماثل Isomorphs substitution: يعتقد ان المصدر الرئيسي لشحنات السالبة لمعادن الطين من نوع 2:1 كالمونتمورلونايت . يقصد به استبدال ايون موجب في الشبكة البلورية بأيون موجب ما من الوسط المحيط بالبلورة وعادة يكون هذا الايون الموجب مساوياً بالحجم للايون المستبدل ومختلف عنه بالتكافؤ. هذا النوع يحدث عند عملية التبلور ولا يقود الى اي تشويهات في بناء الشبكة البلورية. مثلا احلال $Al^{+3}$ محل $Si^{+4}$ في طبقة الاوكتاهيدرا وينتج عن هذا زيادة في كمية الشحنة السالبة الفائضة بسبب الاختلاف في تكافؤ الايونات المتبادلة

2- تكسر حواف الطين : والتي هي عبارة عن الشحنة غير المشبعة الموجودة على حافات الدقائق الغروية ألمعدنية وهذه الاواصر المكسورة تكون بين الاوكسجين او الاوكسجين والألمنيوم. او انحلال الهيدروجين في مجاميع الهيدوركسيل (OH) الموجودة على سطوح وحافات البلورات لمعادن الطين ومصادر الشحنات السالبة على سطوح المادة العضوية تعود لانحلال ايونات الهيدروجين مع مجاميع الكاربوكسيل (COOH) ومجاميع الفينول (-OH) والامينات ($-NH_2$).

3- العيوب البلورية: وهي أيضا عبارة عن شحنة غير مشبعة تظهر على سطح المعدن الذي فيه عيوب بلورية أثناء عملية التبلور للمعدن.

## العوامل المؤثرة في قوة او شدة ارتباط الكتيونات بشحنات الطين السالبة:

أ- نوعية الطين : ان معدن المونتمورلونايت له سعة نبادلية عالية تؤدي الى جلب البوتاسيوم بقلة مقارنة بقوة جذب كتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم قياسا بمعدن الكاؤلونايت .

ب- الرطوبة او وجود الماء في التربة : يلعب الماء دورا كبيرا في قوة الارتباط ، لان الايون المتحد كع الماء يكون اكبر من نفس الايون غير المتحد مع الماء وهذا يعود الى ان الكتيونات التي تتحد مع الماء بصورة كبيرة مثل الصوديوم تكون المسافة بينها وبين سطوح الطين كبيرة ولهذا فأن جزء من الشحنات السالبة يكون مرتبط بالايون بصورة ضعيفة .

ت- تزداد قوة ارتباط الكتيون بسطوح الطين بزدياد عدد الشحنات الكهربائية المزدوجة .

## السعة التبادلية الكتيونية Cation exchange capacity (CEC)

تختلف الترب كثيرا في مقدرتها على ادمصاص الكتيونات ولهذا فأن لكل تربة سعة تبادلية كتيونية تختلف عن الاتربة الاخرى ، يمكن تعريفها هي مقدرة التربة على ادمصاص وتبادل الكتيونات التي يمكن تعريفها بمقدار

الكتيونات بالمليمكافئ الى نشبع 100غم من التربة الجافة وهناك تعريف اخر للسعة التبادلية الكاتيونية فهي مقياس لكل الشحنات السالبة للتربة مقدرة بالمكافئ او المليمكافئ لكل 100 غم تربة . والمليمكافئ هو الوزن الذري لغرام واحد من الهيروجين أي يتم تقسيم الوزن الذري على عدد التكافؤ فمثلا البوتاسيوم وزنه الذري 39 وتكافؤه 1 فلهذا فان الوزن المكافئ له 39 اما الكالسيوم وزنه الذري 40 وتكافؤه2 فيكون وزنه المكافئ 20 .

تقسم الكاتيونات المتبادلة الى قسمين اعتمادا على القاعدية والحامضية .

الكاتيونات القاعدية تضم $Na^{+}$ , $K^{+}$ , $Ca^{++}$ , $Mg^{++}$

اما الكاتيونات الحامضية تضم $H^{+}$, $Al^{+++}$

ان زيادة محتوى التربة من الطين يؤدي الى زيادة المساحة السطحية لحبيبات التربة فألترب الطينية تكون سعتها التبادلية الكتيونية عالية مقارنة مع الترب اقل محتوى من الطين ، لذا فالترب الغنية بالطين او المادة العضوية تكون ذات سعة تبادلية كتيونية عالية ولها مقدرة عالية على احتفاظها بالماء مقارنة بالترب ذات محتوى منخفض من الطين والمادة العضوية .والجدول التالي يوضح بعض قيم السعة التبادلية الكاتيونية لمعادن الطين والدبال :

| نوعية الطين والدبال | السعة التبادلية الكاتيونية، ملي مكافئ /100 غرام تربة | المعدل |
|---|---|---|
| **الدبال** | 300-100 | 200 |
| **الفيرموكيولايت** | 200-100 | 150 |
| **الالوفين** | 200-50 | 100 |
| **المنتمورلونايت** | 100-60 | 80 |
| **الاليت** | 40-20 | 30 |
| **الكلوريت** | 40-20 | 30 |
| **الكؤلونايت** | 15-3 | 8 |

مثال1 : لديك تربة ذات الصفات الاتية 2% مادة عضوية ، 5% مونتمورلنايت ، 12% كالونايت .

0.02 x 200 = 4 ملي مكافئ .

0.05 x 80 = 4 ملي مكافئ

0.12 x 8 = 1 ملي مكافئ

4 + 4 + 1 = 9 ملي مكافئ /100 غم تربة . السعة التبادلية الكاتيونية

## التشبع بالقواعد ونسبة التشبع :

التشبع بالقواعد صفة من صفات المهمة وهو مقياس جيد لما تحتويه التربة من الكتيونات لاسيما انها تعد عناصر غذائية للنبات .

التشبع بالقواعد Base safuration : هي النسبة بين السعة التبادلية الكتيونية المشغولة بالكاتيونات القاعدية مثل Ca , Mg , K , Na وتحسب كما في المعادلة التالية :

$$\text{نسبة التشبع بالقواعد} = \frac{\text{مجموع الكاتيونات القاعدية (مليمكافئ/100 غم تربة)}}{\text{السعة التبادلية الكاتيونية}} \times 100$$

مثال: تربة طينية غرينية تراكيز الكتيونات فيها هي Ca = 10 و Mg =7 و K = 10 و Na = 13 مليمكافئ / 100 غم تربة . احسب النسبة المؤية لتشبع بالايونات القاعدية علما بأن السعة التبادلية الكتيونية للتربة 50 مليمكافئ لكل 100 غم تربة .

$$\text{نسبة التشبع بالقواعد} = \frac{\text{مجموع الكاتيونات القاعدية (مليمكافئ/100 غم تربة)}}{\text{السعة التبادلية الكاتيونية}} \times 100$$

$$\%\ \text{التشبع بالقواعد} = \frac{13+10+7+10}{50} \times 100 = \frac{40}{50} \times 100 = \%80$$

**درجة تفاعل التربة (PH):**

ان درجة تفاعل التربة من العوامل المهمة والمؤثرة في خصوبة التربة وتغذية النبات ، وذلك لعلاقتها الكبيرة في مقدرة التربة من تجهيز النسبة الصحيحة من العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات النامي ، وهي من المؤشرات المهمة التي تحدد خصوبة التربة وتحسينها لتلبية حاجة النبات من العناصر الغذائية.

وهو اللوغارتم السالب لتركيز او فعالية ايون الهيدروجين في التربة .

وهذه المعادلة الموضحة لتعريف درجة تفاعل التربة اشتقت من

$$PH = -Log(H^+)$$

$$PH = Log\ 1/H^+$$

وبما ان Log 1 = صفر

$$PH = Log(1) - Log\ (H^+)$$

$$PH = 0 - Log(H^+)$$

$$PH = -Log(H^+)$$

وهناك نوعان من درجة تفاعل التربة وهما :

1–درجة التفاعل الفعلية Actual soil PH: وهي تركيز ايون الهيدروجين في محلول التربة فقط .

2–درجة التفاعل الكامنة Potential soil PH: : هي تركيز ايون الهيدروجين في محلول التربة + ايونات الهيدروجين الممتزة على غرويات التربة .

تقدر درجة التفاعل الفعلية بأستعمال ماء المقطر بينما تقدر درجة تفاعل الكامنه بأستعمال كلوريد الكالسيوم او كلوريد البوتاسيوم كمستخلص لكي يتم استبدال ايونات الهيدروجين من السطوح الغروية كون درجة التفاعل الفعلية اكبر رقما من درجة التفاعل الكامنه .

## القدرة التنضيمية للتربة Buffering Capacity

هي مقاومة التربة لاي تغيير سريع في درجة تفاعل التربة نفسها وهذه تسما السعة البفرية Buffering Capacity اي ان ازالة ايون الهيدروجين من محلول التربة يقاون عن طريق التعويض بالهيدروجين الخزين الممتز على سطوح غرويات التربة .

Adsorbed $H^+$ $Al^{+++}$Ions ⟹ Soil Solution $H^+$ and $Al^{+++}$ Ions

ايونات الهيدروجين والالمنيوم ⟹ ايونات الهيدروجين والالمنيوم

(حموضه خزينة) ⟹ في محلول التربة (حموضه النشطه)