وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار – كلية الزراعة
قسم الاقتصاد الزراعي
المرحلة الثانية

بسم الله الرحمن الرحيم

خصوبة التربة (الجزء النظري)
المحاضرة الثالثة

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 ١٠٠غم من التربة الجافة وهناك تعريف اخر للسعة التبادلية الكاتيونية فهي مقياس لكل الشحنات السالبة للتربة مقدرة بالمكافئ او المليمكافئ لكل ١٠٠ غم تربة . والمليمكافئ هو الوزن الذري لغرام واحد من الهيروجين أي يتم تقسيم الوزن الذري على عدد التكافؤ فمثلا البوتاسيوم وزنه الذري ٣٩ وتكافؤه ١ فلهذا فان الوزن المكافئ له ٣٩ اما الكالسيوم وزنه الذري ٤٠ وتكافؤه٢ فيكون وزنه المكافئ ٢٠ .

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 /١٠٠ غرام تربة	المعدل
الدبال	٣٠٠-١٠٠	٢٠٠
الفيرموكيولايت	٢٠٠-١٠٠	١٥٠
الالوفين	٢٠٠-٥٠	١٠٠
المنتمورلونايت	١٠٠-٦٠	٨٠
الاليت	٤٠-٢٠	٣٠
الكلوريت	٤٠-٢٠	٣٠
الكؤلونايت	١٥-٣	٨

مثال١ : لديك تربة ذات الصفات الاتية ٢% مادة عضوية ، ٥% مونتمورلنايت ، ١٢% كالونايت .

٠,٠٢ x ٢٠٠ = ٤ ملي مكافئ .

٠,٠٥ x ٨٠ = ٤ ملي مكافئ

٠,١٢ x ٨ = ١ ملي مكافئ

٤ + ٤ + ١ = ٩ ملي مكافئ /١٠٠ 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 :

$$\text{نسبة التشبع بالقواعد} = \frac{\text{مجموع الكاتيونات القاعدية (مليمكافئ/١٠٠ غم تربة)}}{\text{السعة التبادلية الكاتيونية}} \times ١٠٠$$

مثال: تربة طينية غرينية تراكيز الكتيونات فيها هي Ca = ١٠ و Mg =٧ و K = 10 و Na = ١٣ مليمكافئ / ١٠٠ غم تربة . احسب النسبة المؤية لتشبع بالايونات القاعدية علما بأن السعة التبادلية الكتيونية للتربة ٥٠ مليمكافئ لكل ١٠٠ غم تربة .

$$\text{نسبة التشبع بالقواعد} = \frac{\text{مجموع الكاتيونات القاعدية (مليمكافئ/١٠٠ غم تربة)}}{\text{السعة التبادلية الكاتيونية}} \times ١٠٠$$

$$\%\ \text{التشبع بالقواعد} = \frac{١٠+٧+١٠+١٣}{٥٠} X١٠٠ = \frac{٤٠}{٥٠} \times ١٠٠ = \%٨٠$$

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

$PH=-Log(H^+)$

$PH = Log\ 1/H^+$

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

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

$PH = -Log(H^+)$

وبما ان Log 1 = صفر

وهناك نوعان من درجة تفاعل التربة وهما :

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

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

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

ايونات الهيدروجين والالمنيوم في محلول التربة (حموضه النشطه) ⟹ ايونات الهيدروجين والالمنيوم (حموضه خزينة)

العناصر الضرورية لتغذية النبات :-

العنصر الغذائي : هو ذلك العنصر الذي يحتاجه النبات لإكمال دورة نموه وعملياته الحيوية وان وظائف هذا العنصر لايمكن ان تعوض او تستبدل باضافة عنصر آخر الى التربة . اذ ان هناك عناصر ضرورية واخرى غير ضرورية ولكي يكون العنصر الغذائي ضرورياً يجب ان يتصف بالمواصفات التالية :

١. غياب العنصر يجعل استكمال النبات لنموه متعذراً.
٢. لايمكن استبدال العنصر الضروري بعنصر آخر يقوم بالعمليات الحيوية للعنصر الاول.
٣. ان مظاهر نقص العنصر الغذائي الضروري لا يمكن علاجها الا بإضافة العنصر المفقود وليس بعنصر آخر.
٤. للعنصر الغذائي الضروري دور مباشر في تغذية النبات ، كأن يدخل العنصر في تركيب مادة نباتية معينة لعدد كبير من النباتات.
٥. ان يكون العنصر ضرورياً لمعظم النباتات الراقية.

ومما تقدم يمكن القول بان العناصر التالية هي عناصر ضرورية للنبات وهي :
الكاربون والهيدروجين والأوكسجين والنتروجين والفسفور والكبريت والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والحديد والمنغنيز والنحاس والزنك والموليبدنيوم والبورون والكلور والصوديوم والسيليكون والكوبلت .

وتختلف مصادر العناصر الغذائية الضرورية للنبات وهي الهواء الجوي ، الماء والتربة ويمكن تقسيم العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات حسب مصادرها الى :

اولاً : عناصر مصادرها الهواء الجوي والماء

١. الكربون
٢. الاوكسجين
٣. الهيدروجين
٤. النتروجين (النباتات البقولية فقط)

ثانياً : عناصر مصادرها التربة

١- النتروجين
٢- الفسفور
٣- البوتاسيوم
٤- الكالسيوم
٥- المغنسيوم
٨- النحاس
٩- المنغنيز
١٠- الزنك
١١- البورون
١٢- الموليبدنيوم

٦- الكبريت

٧- الحديد

١٣- الكلور

١٤-الصوديوم

١٥-السيلكون

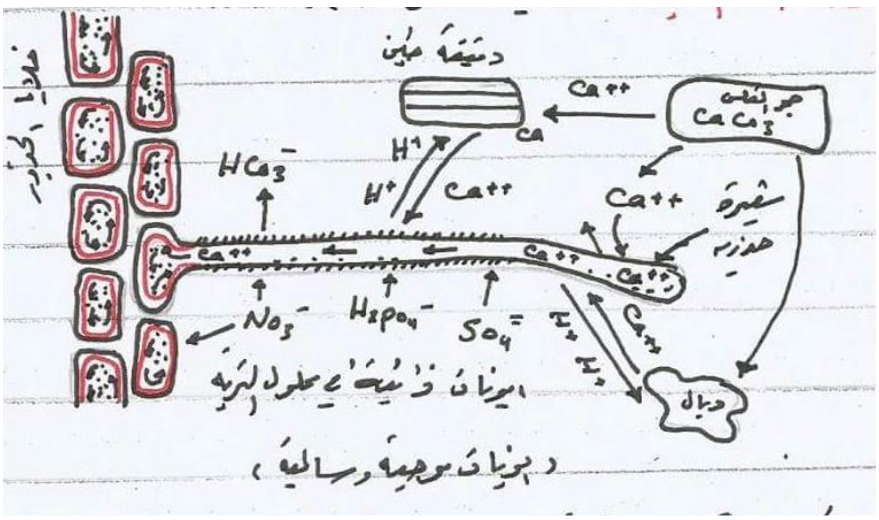
١٦- الكوبلت

مفهوم جاهزية العناصر الغذائية

تعتمد جاهزية عنصر ما للنبات على كل من الصيغة الكيميائية للعنصر كما موضح في جدول ٢، وعلى موقع العنصر بالنسبة للجذور التي تقوم بعملية الامتصاص. ويكزن العنصر جاهزا من الناحية الكيمياوية عند وجوده اما بصورة ذائبة او بصورة قابلة للتبادل. اما من ناحية الموقع فيكون العنصر جاهزا عندما يكون عل اتصال مباشر مع جذور النبات. ولأجل ان يتم امتصاص اي عنصر غذائي فلا بد ان يتصف بصفتي الجاهزية المذكورتين اعلاه. وغالبا ما تكون المغذيات جاهزة عندما تكون ذائبة او قابلة للتبادل بغض النظر عن موقعها بالنسبة للجذور التي تقوم بامتصاصها. اما الصور الاخرى للعناصر كالتي توجد في المواد المعدنية والعضوية فتعتبر غير جاهزة للنبات. فالترب الخصبة لا تكون قادرة على تجهيز النبات بالعناصر الغذائية فحسب فيجب ان تكون قادرة على اطلاق العناصر غير الجاهزة من الاجزاء المعدنية والعضوية وتحويلها الى صورها الجاهزة كي تتمكن من تجهيز النبات بتلك العناصر بالكميات المطلوبة لفترات طويلة. اما الترب غير الخصبة فمن الضروري اضافة بعض العناصر الغذائية لها لأجل ان تكون قادرة على تجهيز المغذيات للنبات بالكميات الملائمة خلال فترة نموه.

امتصاص النبات للعناصر الغذائية

يتم انتقال العناصر الغذائية من التربة الى الجذور اما عن طريق تبادل الايونات بالتماس (contact exchange) بين سطوح الغرويات وسطوح الجذور او عن طريق انتقال الايونات من محلول التربة الى الجذور كما في الشكل التالي:



وبعد وصول الايونات الى سطوح الجذور يتم دخولها الى جزء من النسيج الجذري بحيث يصل تركيز الايونات في ذلك الجزء من النسيج الى نفس تركيزها في المحلول المحيط بالجذور. وينتشر هذا المحلول الى الحيز الحر او الحيز الخارجي للخلايا دون الحاجة الى الطاقة. ويكون كل عنصر في المحلول حر الحركة من المحلول الى الحيز الخارجي وبالعكس اعتمادا على اختلاف التركيز فقط. ان انتقال الايونات من المحيط الخارجي الى الحيز الحر للأنسجة الجذرية يتم اما عن طريق الانتشار او بواسطة التبادل الايوني. ويتصف هذا الانتقال بما يلي:

١- لا يعتمد على الفعاليات الحيوية للأنسجة اي انه لا يحتاج الى طاقة.

٢- لا يكون انتقائيا.

٣- يتصف بكونه عكسيا.

الانتقال الحيوي (الفعال) للأيونات في الخلايا والانسجة:

تتصف عملية انتقال الايونات خلال الغشاء البلازمي بما يلي:

١- يحتاج الى طاقة يحصل عليها النبات من التنفس. ان منع الجذور من التنفس يؤدي الى خفض قابليتها على امتصاص الايونات بسبب عدم انتقال الايونات خلال الغشاء البلازمي.

٢- تكون عملية الانتقال هذه عملية انتقائية اي ان الامتصاص لا يكون مرتبطا بتركيز العناصر في المحلول الخارجي او في الحيز الحر للنسيج او الخلية.

٣- تكون العملية غير عكسية اي ان العناصر لا يمكنها ان تنتشر مجددا الى الخارج حتى وان كان تركيز بعضها في الداخل يزيد الاف المرات على تركيزها في المحلول الخارجي.

العوامل المؤثرة على امتصاص العناصر الغذائية

١- ان كل ما يؤثر على العمليات الحيوية يؤثر على امتصاص المغذيات. ونظرا لاعتماد العمليات الحيوية على توفر الماء والاوكسجين ودرجة الحرارة فان اي تغير في هذه الصفات يؤثر على الامتصاص.

٢- يتأثر امتصاص العناصر بتغير الصفات الفيزياوية للتربة كالنسجة والتركيب والمسامية وغيرها.

٣- نقص الاوكسجين في المحلول الغذائي يؤثر على الامتصاص بسبب تأثيره السلبي على التنفس والعمليات الحيوية الاخرى الاساسية في تجهيز الطاقة اللازمة لامتصاص الجذور للعناصر الغذائية والماء.

٤- تؤدي زيادة تركيز العنصر في المحلول المحيط بالجذر الى زيادة امتصاص العنصر من قبل النبات.

٥- ان زيادة نسبة الرطوبة في التربة تؤدي الى زيادة جاهزية بعض العناصر الغذائية.

٦- كثافة وتشعب الجذور في التربة: كلما زاد تشعب الجذور وكثافتها في التربة كلما زاد امتصاص العناصر المغذية للنبات.

العناصر الغذائية واهميتها بالنسبة لنمو النبات

من المعروف ان العناصر الغذائية تؤثر على النبات بواحدة او اكثر من الطرق التالية:

١- الدخول في تركيب خلايا وانسجة النبات.

٢- القيام بدور العامل المساعد في بعض العمليات الحيوية.

٣- التأثير على عمليات الاكسدة والاختزال.

٤- المساعدة على تنظيم درجة حموضة النبات.

٥- التأثير على الضغط الازموزي في النبات.

٦- التأثير على امتصاص العناصر الضرورية من قبل النبات.

٧- تهيئة بيئة اكثر ملائمة لنمو الجذور.

لكل عنصر غذائي واجبات محددة داخل النبات ولا يمكن لأي عنصر ان يعوض بصورة كاملة عن اي عنصر اخر. (والتي سنتطرق اليها لاحقا)لذلك لا بد ان يكون تجهيز العناصر الغذائية للنبات بصورة متوازنة نوعا ما لأجل الحصول على الانتاج الامثل للنبات ولتحسين مقاومة النبات للأمراض والحشرات والظروف الجوية المختلفة.