كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : البيئة النباتية

المحاضرة : الخامسة/نظري/د . ميسون

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

4

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

يُطلق اسم التربة Soil على الطبقة السطحية من المواد الصخرية المفتتة التي تغطي صخور القشرة الأرضية، وهذه المواد خضعت من قبل للتغيير نتيجة تعرضها لعوامل التجوية والتعرية، وهي دائمة التحول والتطور مع الوقت.

وتتكوّن التربة من ثلاثة أطوار هي الطور الصلب، الطور السائل، والطور الغازي، هذه الأطوار متداخلة مع بعضها البعض بتأثيراتها لذلك تصبح دراستها معقدة، (والطور: هو جزء متجانس فيزيائياً داخل منظومة ما).

ففلزات التربة مثلاً التي تشكل هيكلها نسميها طور صلب رغم اختلاف التركيب الكيميائي لهذه الفلزات، ومحلول التربة الذي يحتوي على شوارد عديدة جداً وأملاح مختلفة نطلق عليه بمجمله الطور السائل، وهواء التربة الذي يحتوي مجموعة كبيرة من الغازات المختلفة نسميه الطور الغازي.

وتتغير نسب الأطوار الثلاثة (صلب، سائل، غازي) باستمرار حسب إدارة التربة، الغطاء النباتي، الطقس والظروف المناخية السائدة، ويمكن أن تكون النسب المثالية لتربة متوسطة القوام (صلب 50%، سائل 25%، غازي 25%).

ماء التّربة

السّعة الحقليّة العظمى: هي أكبر كميّة رطوبة يمكن أن تستوعبها التّربة بما في ذلك امتلاء الفراغات الهوائيّة بالماء، وهنا يوجد حالة غدق أو نقص في أوكسجين التّربة اللازم لتنفس الجذور والكائنات الحيّة الدّقيقة.

السّعة الحقليّة الصّغرى: وهي أكبر كميّة ماء تستطيع التّربة استيعابها بعد تسرّب ماء الجاذبيّة الأرضيّة، أيبعد أن يخرج ماء الفراغات الهوائيّة الكبيرة بفعل الجاذبية وتبقى المسام أو الفراغات المائيّة الصغيرة مليئة بالماء، وهي الرّطوبة المثلى للنبات، حيث يكون الماء متيسّراً ويمكن الحصول عليه بدون جهد.

معامل الذبول الدائم أو رطوبة الذبول الدّائم: وهي كميّة الماء الموجودة في التّبة وغير المتيسّرة للنّبات لأنّها ترتبط بحبيبات التّربة بقوى شدّ تفوق الضّغط الأسموزي للعصير الخلوي للنّبات، فتظهر علامات ذبول على النّبات غير قابلة للعكس.

وهو لا يتعلّق بخواص التّربة فقط وإنّما أيضاً بالخواص الفيزيولوجيّة للنّبات، ودرجة نموّه، وهو يقدّر ب 10-20% في التّرب الطّينيّة، و 0.1-1.5 % للتّرب الرّمليّة.

الرّطوبة المنتجة الفعليّة: وهي الرّطوبة المتوفّرة للنّبات والتّي تستطيع جذوره امتصاصها.

الرّطوبة المنتجة الفعليّة= رطوبة التّربة الحاليّة – معامل الذّبول

الرّطوبة المنتجة العظمى: وهي الرّطوبة المثلى للنّبات حيث يكون الماء متيسّراً والحصول عليه بدون جهد.

الرّطوبة المنتجة العظمى= السّعة الحقليّة الصّغرى – معامل الذّبول

خصوبة التّربة وتغذية النّبات

تتألّف التّربة من ثلاثة أطوار تشكّل فيما بينها مادّة غير متجانسة، وهي الطّور الصّلب، الطّور السّائل، والطّور الغازي، وتؤثّر هذه الأطوار من خلال علاقتها المتبادلة في إمداد التّربة لجذور النّبات بالعناصر الغذائيّة، ويعتبر الطّور الصّلب بشقّيه المعدني والعضوي الخزّان الرئيسي للعناصر الغذائيّة التّي يمتصّها النّبات، حيث يحتوي الجزء المعدني على العناصر الكاتيونيّة K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu, Zn، في حين يشكّل الجزء العضوي المصدر الأساسي للآزوت وبدرجة أقل الفوسفور والكبريت.

يعتبر الطّور السّائل أو ما يسمّى بمحلول التّربة المسؤول الأساسي عن نقل العناصر الغذائيّة في التّربة من الأجزاء المختلفة لها إلى جذور النّباتات، والتّي عادة ما تكون بشكلها الشّاردي، أمّا الطّور الغازي فهو الوسيط بين مجمل التّبادلات الغازيّة التّي تحصل مع كل من جذور النّبات وبكتريا وفطريّات وحيوانات تربة من جهة ومع الجّو الخارجي من جهة أخرى، وبالتّالي يزوّد هذه الكائنات بالأوكسجين ويزيح ثاني أوكسيد الكربون إلى الجّو الخارجي.

مفهوم خصوبة التّربة

ليس هناك تعريف محدّد ومتّفق عليه لخصوبة التّربة بين جميع علماء الأراضي، يعرّف بعضهم **التّربة الخصبة** بتلك التّربة التّي توجد في منطقة بيئيّة جيّدة من حيث كميّة الرّطوبة والحرارة والضّوء اللازمة لحياة النّبات، بالإضافة إلى أنّها تقوم بتأمين جميع احتياجات النّبات من العناصر الغذائيّة اللازمة لنموه وبنسب متوازنة.

يعتقد علماء آخرون بأنّه **يمكن لتربة ما أن تكون خصبة دون أن تكون منتجة** ، فالأتربة الواقعة في المناطق الجّافّة أو نصف الجّافّة مثلاً غالباً ما تكون غنيّة بالعناصر المعدنيّة الضروريّة لنمو النّبات، إلا أنّها لا تكون منتجة إلّا بتأمين مصدر للمياه فيها، ويرغب هؤلاء العلماء أن يفرّقوا بين مقدرة التّربة الخصوبيّة وبين الظّروف البيئيّة المحيطة بها من حرارة ورطوبة وضوء، **أي أنّ خصوبة التّربة تعني تلك الصّفة الكامنة الخاصّة بالتّربة بصورة مستقلّة عن تأثير العوامل البيئيّة.**

تصنيف العناصر الغذائيّة في النّبات

تتألّف المادّة النّباتيّة الحيّة من ماء 70% (وقد تتجاوز نسبة الماء 90% في الأنسجة الطّازجة أو الأوراق الفتيّة)، ومادّة عضويّة 27%، ومعادن 3%، وعلى الرّغم من كميّة المعادن الصّغيرة في الأنسجة النّباتيّة، إلّا أنّها ذات أهميّة كبيرة لأنّها تمكّن النّبات من بناء المواد العضويّة من خلال عملية التّمثيل الضوئي، وقد تمّ تسمية هذه المعادن التّي تحتويها أنسجة النّبات بالعناصر الغذائيّة.

يمكن تقسيم العناصر الغذائيّة للنّبات إلى مجموعتين:

- العناصر الغذائيّة الكبرى: وتتواجد العناصر الغذائيّة الكبرى في النّبات بكميّات كبيرة نسبيّاً بالمقارنة مع العناصر الغذائيّة الصغرى، فمثلاً تكون تراكيز الآزوت كعنصر غذائي رئيسي أكبر بألف مرّة من تركيز عنصر الزّنك في الأنسجة النّباتيّة، وبالاعتماد على مبدأ تركيز العنصر في الأنسجة النّباتيّة فإنّه يمكن اعتبار العناصر الغذائيّة k، S، P، N، O، H، C، Ca، Mg ، وأحياناً Si، Na من العناصر الغذائيّة الكبرى.

- العناصر الغذائيّة الصغرى: يمكن اعتبار العناصر الغذائيّة Fe، Mn، Cu، Zn،Mo، B، Cl، Ni، من العناصر الغذائيّة الصّغرى.

السّعة التّبادليّة الكاتيونيّة للتّربة

إنّ الكاتيونات المدمصّة على السّطوح الغرويّة السّالبة (الجسيمات الغرويّة المعدنية والعضوية) هي **خزّان التّربة** من العناصر الغذائيّة الكاتيونيّة التّي يحتاجها النّبات، فالتّرب الغنيّة بمعادن الطّين والمادّة العضويّة ذات سطوح غرويّة سالبة أكثر وبالتّالي تتمسّك بكميّة أكبر من الكاتيونات، وهذا ما نسمّيه بالسّعة التبادليّة الكاتيونيّة CEC، Cation Exchange Capacity، والتّي تُعرّف على أنّها عدد ميلليمكافئات الكاتيونات المدمصّة على 100غ تربة.

يمكن للكاتيونات المدمصة على السّطوح الغرويّة السّالبة أن تستبدل بشاردة كاتيونيّة أخرى، وهذا ما يسمى **بالتّبادل الكاتيوني**، والّذي يحصل عادةً بين الطورين الصّلب (غرويات التّربة) والسّائل (محلول التّربة)، وذلك عند ارتفاع تركيز شوارد أحد الكاتيونات في محلول التّربة، وتتبع عملية التّبادل الكاتيوني هذه مبدأ التّبادل المتماثل في الشّحنات الكهروكيميائيّة، حيث نحتاج إلى شاردتين K^+ لاستبدال شاردة واحدة من Ca^{++}، وهذا ما يحدث عند إضافة سماد كلور البوتاسيوم (KCl) إلى التّربة حيث ترتفع تراكيز البوتاسيوم في محلول التّربة ممّا يؤدّي لتبادلها مع الشّوارد الكاتيونيّة الأخرى المدمصّة على السّطوح الغرويّة.

يمكن بشكل عام لجميع الكاتيونات التّي تتواجد بالطّورين الصّلب والسّائل أن تتبادل فيما بينها، إلّا أنّ ذلك متعلّق بقوّة ادمصاص الكاتيون على السّطوح الغرويّة، فالكاتيونات الثّلاثيّة ذات قوّة ادمصاص أقوى من الكاتيونات الثّنائيّة، والتّي بدورها ذات قوّة ادمصاص أقوى من الشّوارد الكاتيونيّة الأحاديّة.

كما تلعب درجة تميّؤ الكاتيون دوراً محدِّداً لقوّة ارتباط الكاتيون على المواقع السّالبة للسطوح الغرويّة، والتّميّؤ هو طبقة الماء التّي تحيط بالشّاردة ونسمّيها بالغلاف المائي، فادمصاص الشّوارد المتميّئة على مواقع الشّحنات السّالبة على السّطوح الغرويّة تكون أضعف بسبب المسافة الفاصلة العائدة لوجود الغلاف المائي.

كما وتحصل عمليّة التّبادل الكاتيوني في الحالة المعاكسة عندما ينخفض تركيز الكاتيونات في المحلول الحرّ، نتيجةً لامتصاص جذور النّباتات للمغذّيات على شكل كاتيونات (شوارد) ، عندئذ تتحرّر الكاتيونات عن سطوح معقّدات الادمصاص متبادلةً مع H^+ التّي تفرزها جذور النّباتات، وتصل منظومة (الطّور الصّلب- محلول التّربة) إلى التّوازن مرّة أخرى.

السّعة التّبادليّة الأنيونيّة للتّربة

غالباً ما تكون سعة ادمصاص الأنيونات AEC صغيرة مقارنةً بسعة التبادل الكاتيونيّة لمعظم التّرب الزّراعيّة، وتنتج السّطوح الموجبة في التّربة عن مجموعة من معادن التّربة وغروياتها غير المتبلورة القادرة على ربط الشوارد السّالبة بقوّة، وتُعرّف سعة التبادل الأنيونيّة بأنّها عدد ميلليمكافئات الأنيونات المدمصّة على سطوح 100غ تربة جافّة، وتُشكّل أيونات الفوسفات المكوّن الأساسي لمجموع الأنيونات على معقّد الادمصاص.

درجة حموضة التربة Soil PH

PH = اللوغاريتم السالب لتركيز شوارد الهيدروجين في محلول التربة.

محلول التربة: توجد المعادن في التربة على شكل شوارد معدنية في محلول التربة بشكل حر أو على شكل معقدات ذات درجة انحلال مختلفة جداً، وتقسم إلى:
منحلة في محلول التربة، ومدمصة على الغرويات وقابلة للتبادل، ومثبتة على شكل غير قابل للتبادل كالعناصر الداخلة في تكوين الصخر الأم .
ومحلول التربة محلول مائي مخفف يتكون من الماء وجزء من العناصر المنحلة فيه ويتحرك عبر مسام التربة، ويتراوح تركيزه في الأراضي الزراعية الجيدة بين 0.05-0,2% مما يكسبه ضغطاً حلولياً بين 0,2-1 ضغط جوي، وهو أقل بكثير من الضغط الحلولي لجذور النباتات الذي يتراوح بين 5-20 ضغط جوي، مما يفسر سهولة انتقال وامتصاص الماء من التربة إلى الجذور.
معقد الادمصاص: تتصف الغرويات الغضارية والدبالية بصفات الحموض والأسس، وإن ساد تأثيرها الحمضي، وتأخذ شحنة كهربائية سالبة تُمكّنها من تثبيت الشوارد المعدنية الموجبة ولا سيما القلوية كالصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنزيوم إضافة إلى شوارد الهيدروجين، ويدعى هذا المجموع معقد الادمصاص.
الدور البيئي والحيوي لدرجة حموضة التربة:

1. يؤثر الرقم الهيدروجيني على تحرير العناصر الغذائية (الكاتيونات الموجبة) فعندما تكون قيمة الpH أقل من 7 أي عندما تكون التربة حامضية، يحصل النبات على عناصر مثل الحديد Fe++ والنحاس Cu++ بسهولة أكثر نتيجة تخلي معقدات الادمصاص عن هذه الكاتيونات إلى محلول التربة، وينخفض توفر هذه العناصر بزيادة ال PH وبارتفاع قيمته فوق 7 أي عندما تزيد قلوية التربة بسبب تشكل فوسفات الحديد والألمنيوم عديمة الامتصاص.

يعتبر عنصر الفوسفور من أكثر العناصر الغذائية الكبرى تأثراً بارتفاع درجة الحموضة وذلك لأنه يتحد مع عنصر الكالسيوم ليكوّن فوسفات الكالسيوم قليلة الذوبان غير القابلة للامتصاص من قبل النبات، وفي الترب الحامضية يترسب الفوسفور على شكل هيدروكسيدات الحديد والألمنيوم.

2. أما ما يتعلق بتأثير ال pH على عنصر النتروجين فإنه يكون من خلال تأثيره على الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتحويل النتروجين من الصورة العضوية إلى الصورة الأيونية القابلة للامتصاص من النبات.

3. ظهور حالات مرضية عند قيم PH أقل من 4 بسبب سمية بعض المعادن المنحلة ونقص في تمثل بعضها الآخر.

ميكروبات التّربة

يرتبط النّشاط الميكروبي في التّربة بوجود المركّبات العضويّة اللازمة لنمو وتطوّر الميكروبات، وبالتّالي فإنّ وجودها يكون عادةً بكثافة عالية في منطقة الرايزوسفير (منطقة سطوح الجذور) مقارنةً بالمناطق الأخرى من التّربة البعيدة عن الجذور، ونشاطها أعلى بحوالي 5-50 مرّة من النّشاط الميكروبي خارج منطقة الجذور، وذلك بسبب ما تفرزه الجذور من مركّبات عضويّة متنوّعة، أو ما ينسلخ عن الجذور من خلايا.

تستطيع البكتريا المثبتة **للآزوت** من مجموعة Azotobacter و Azospirillium تثبيت الآزوت الجّوي في التّربة، وتستطيع تقديم حوالي 20% من الكميّة الإجماليّة الممتصّة من الآزوت من قبل النّبات، أمّا بالنّسبة

للبكتريا المثبّتة للآزوت تعايشياً مع النّبات Rhizobium فتكتسب أهميّة تفوق التّثبيت غير التّعايشي، بوجود عائل بقولي والسّلالة المناسبة.

هناك أنواع أخرى من ميكروبات التّربة التّي تقوم بتحطيم المركّبات العضوية وتؤدّي إلى تحرير **الآزوت والفوسفور** المرتبطان عضوياً بحيث يصبحان متاحين في محلول التّربة للامتصاص من قبل جذور النّبات، وتكتسب معدنة الآزوت والفوسفور أهميّة بالغة على اعتبار أنّ الشّكل العضوي لهما يصل حتّى 60-80% من الكميّة الكليّلهما في التّربة السّطحية، وهو ضعيف الإتاحة للنباتات لذلك يجب أن يخضع كل من الآزوت والفوسفور لعمليّة المعدنة.

من جهة أخرى **فإنّ لنشاط الميكروبات أثراً سلبياً** أحياناً على إتاحة العناصر الغذائيّة في التّربة لجذور النّبات، حيث تنافس جذور النّبات على الآزوت والفوسفور لبناء أجسامها وتكاثرها، ممّا يسبب أحياناً نقصاً مرحليّاً بهذين العنصرين، إلّا أنّهما يتحرران لاحقاً إلى التّربة بعد موت البكتريا وتحللها.

كما تقوم بعض البكتريا في ظروف التّربة الغدقة -التّي يتواجد فيها كميّة زائدة من الكربون ونقص بالأوكسجين- بإرجاع النّترات مؤدّية إلى تطايرها على شكل أوكسيد النتروز وغاز النتروجين.

التّرب ذات الصّعوبات الخصوبيّة

التّرب المالحة

تملّح الأراضي مشكلة واسعة الانتشار في المناطق الجافّة وشبه الجافّة في العالم نتيجة لتراكم الأملاح في التّربة ممّا يسبب ارتفاع النّاقليّة الكهربائيّة لهذه التّرب EC.

فتحت ظروف التّبخر العالي يتحرك الماء الأرضي المحمّل بالأملاح إلى الأعلى وتتراكم الأملح في الطّبقة السّطحيّة، ويشجّع الرّي بمياه غنيّة بالأملاح على هذه الظّاهرة، خاصّةً إذا كان الماء الأرضي مرتفع أو كانت الأراضي في مناطق منخفضة يتصّل فيها الماء الأرضي مع ماء الرّي، ويتسّبب عندئذٍ تملّح التّربة بنمو ضعيف للنّباتات وتدهور إنتاجيّة ونوعيّة المحاصيل المزروعة.

ويوجد نوعين من التربة اعتماداً على نوع وكمية الأملاح:

١. الترب الملحية Saline soil وهي التربة التي تجمعت بها كمية من الأملاح تؤثر على النشاط الأسموزي لنباتات البيئة غير المالحة ولكنها غير قاعدية التفاعل بشكل كبير، وتكون فيها نسبة التوصيل الكهربائي 4 ميللموس، ونسبة الصوديوم أقل من 15% من الكاتيونات المدمصة.
٢. الترب الملحية القاعدية Alkali soil: وهي التربة التي تتجمع فيها كمية كبيرة من الصوديوم أو البوتاسيوم بحيث تصبح غير ملائمة لنباتات البيئة غير الملحية، وتكون نسبة التوصيل الكهربائي فيها أكبر من 4 ميللموس، ونسبة الصوديوم أكبر من 15% من الكاتيونات المدمصة.

التّرب الكلسيّة

تكون التّرب القاعديّة ذات درجة حموضة pH أكبر من 7 شائعة الانتشار في المناطق المناخيّة الجافّة وشبه الجّافّة، وتُشكّل التّرب الكلسيّة 25% من ترب العالم، وهي التّي تصل فيها نسبة كربونات الكالسيوم حتّى 95% في الأفق العلوي.

تتعلّق أغلب مشاكل إتاحة العناصر الغذئيّة في التّرب الكلسية القاعديّة إلى خواصّها الكيميائيّة كارتفاع تركيز شوارد البيكربونات التّي ينتج عنها ارتفاع في الpH بهذه التّرب، وفي ظلّ هذه الظروف تنخفض معدّلات ذوبان العديد من مركبّات الحديد والزنك والمنغنيز ممّا يؤدّي لظهور أعراض نقص هذه العناصر على النّباتات.

التّرب الحامضيّة

تتعدّد الأسباب الكيميائيّة التّي تحدّ من نمو النّبات في التّرب الحامضيّة، فعند Ph أقل من 4، ليس تركيز شوارد الهيدروجين هو المشكلة الوحيدة، بل أيضاً سميّة أو نقص العديد من العناصر الغذائيّة المهمّة للنّبات، فارتفاع شوارد الألمنيوم في محلول التّربة أو المتبادلة منها من أهمّ العوامل المحدّدة لنمو النّبات، وتكون في حالات أخرى التّراكيز العالية من المنغنيز أو نقص الكالسيوم والمغنيزيوم والفوسفور عوامل مساهمة في الحدّ من نمو النّبات.

عموماً التّرب الحامضيّة ضعيفة الخصوبة فقيرة بالآزوت، وتعاني معظم التّرب الحامضيّة الاستوائيّة في أمريكا جوالي 70% منها من التسمم بالألمنيوم ونقص الكالسيوم والمغنزيوم، في حين 100% منها فقير بالفوسفو رأو ذات مقدرة عالية على تثبيته.

التّرب العضويّة

تتميّز التّرب العضويّة بلونها البنّي الداكن الذي يميل للاسوداد، وبكثافة ظاهرية منخفضة، وبالتّالي فإنّها تتميّز بقدرتها العالية على الاحتفاظ بالماء، وبسعة تبادلية كاتيونية أعلى 2-10 مرات من تلك المعروفة للغرويّات المعدنية وذلك في وحدة الوزن، وتشكّل الكاتيونات المدمصّة على الدّبال النسبة العظمى من العناصر الكليّة التّي تتواجد في هذه التّرب، وبمعظمها متاحة للامتصاص من قبل النّبات.

تبلغ نسبة المادّة العضوية 80 % في هذه التّرب، وهذا يستدعي أن تكون غنيّة بالآزوت ممّا يؤدّي لنشاط ميكروبي عالي يؤدّي إلى معدنة النترات، إذن تحتوي التّرب العضوية على نسبة عالية من جميع العناصر الغذائيّة عدا البوتاسيوم، لافتقارها للمعادن المحتوية عليه، لذلك يحتاج استثمار هذه التّرب إلى إضافة الأسمدة البوتاسيّة بالإضافة للأسمدة الآزوتيّة وذلك بسبب أن معدّلات معدنة الآزوت العضوي لا تؤمن احتياجات النّبات بنفس السّرعة.

التّرب الرّمليّة

تتصّف التّرب الرّمليّة باحتوائها على نسب عالية من الرمل تبدأ من 50% وتصل حتّى 100% من التّربة وهي بذلك تكون ذات قوام خفيف مفكّك نتيجةً لقلّة المواد اللاحمة الغروية الطينيّة منها والعضويّة، وهي بذلك تفتقر إلى معظم العناصر الغذائيّة إلا ما يضاف منها على شكل أسمدة معدنيّة أو عضويّة عند زراعتها، ولا تحتفظ التّرب الرّمليّة بالعناصر المضافة وهي عرضة للانغسال بماء المطر أو ماء الرّي، لذلك يكون معدّل الاستفادة من الأسمدة المضافة منخفضاً.

مع تمنيّاتي بالتوفيق

م. ميسون زياده