كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : بيئة نباتية

المحاضرة : الثالثة/نظري/ د.ميسون

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

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

التّربة والنّبات

يُطلق اسم التّربة Soil على الطّبقة السّطحيّة من الموادّ الصّخرية المفتّتة الّتي تغطي صخور القشرة الأرضيّة، وهذه الموادّ خضعت من قبل للتّغيير نتيجة تعرّضها لعوامل التّجوية والتّعرية، وهي دائمة التّحول والتّطور مع الوقت.

وتتكوّن التّربة من ثلاثة أطوار هي الطّور الصّلب، الطّور السّائل، والطّور الغازيّ، هذه الأطوار متداخلة مع بعضها البعض بتأثيراتها لذلك تصبح دراستها معقدّة، (والطّور: هو جزء متجانس فيزيائيّاً داخل منظومةٍ ما).

فمكوّنات التّربة المعدنيّة مثلاً الّتي تشكّل هيكل التّربة نسمّيها طور صلب رغم اختلاف التّركيب الكيميائيّ لهذه الفلزّات، ومحلول التّربة الّذي يحتوي على شوارد عديدة جداً وأملاح مختلفة نطلق عليه بمجمله الطّور السّائل، وهواء التّربة الذي يحتوي مجموعة كبيرة من الغازات المختلفة نسمّيه الطّور الغازيّ.

وتتغيّر نسب الأطوار الثّلاثة (صلب، سائل، غازيّ) باستمرار حسب إدارة التّربة، الغطاء النّباتي، الطّقس والظّروف المناخية السّائدة، ويمكن أن تكون النّسب المثاليّة لتربة متوسّطة القوام لوميّة (صلب ٥٠٪، سائل ٢٥٪، غازيّ ٢٥٪)، غالباً ما يُقسّم الطّور الصّلب إلى ~٤٥٪ معادن و ~٥٪ مادّة عضويّة.

ماء التّربة

حالة التّشبّع بالماء: 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 لتنفّس الجذور والكائنات الحيّة الدّقيقة.

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

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

وهو لا يتعلّق بخواصّ التّربة فقط وإنّما أيضاً بالخواص الفيزيولوجيّة للنّبات، ودرجة نموّه، وهو يقدّر ب ١٠-٢٠٪ في التّرب الطّينيّة، و ٠,٥-١,٥ % للتّرب الرّمليّة.

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

الرّطوبة المنتجة الفعليّة = رطوبة التّربة الحاليّة – معامل الذّبول الدّائم.

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

الرّطوبة المنتجة العظمى= السّعة الحقليّة – معامل الذّبول الدّائم.

خصوبة التّربة وتغذية النّبات

تتألّف التّربة من ثلاثة أطوار تشكّل فيما بينها مادّة غير متجانسة، وهي الطّور الصّلب، الطّور السّائل، والطّور الغازيّ، وتؤثّر هذه الأطوار من خلال علاقتها المتبادلة في إمداد التّربة لجذور النّبات بالعناصر الغذائيّة، ويعدّ الطّور الصّلب بشقّيه المعدنيّ والعضويّ الخزّان الرّئيس للعناصر الغذائيّة التّي يمتصّها النّبات، حيث يحتوي الجزء المعدنيّ على العناصر الكاتيونيّة K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu, Zn في حين يشكّل الجزء العضويّ المصدر الأساسيّ للآزوت وبدرجة أقلّ الفوسفور والكبريت.

يعدّ 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 الخارجيّ.

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 لنموّه 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.**

كقاعدة عامّة: كلّ تربة منتجة هي خصبة، لكن ليست كل تربة خصبة منتجة.

تصنيف العناصر الغذائيّة في النّبات

تتألّف المادّة النّباتيّة الحيّة من ماء ٧٠٪ (وقد تتجاوز نسبة الماء ٩٠٪ في الأنسجة الطّازجة أو الأوراق الفتيّة)، ومادّة عضويّة ٢٧٪، ومعادن ٣٪، 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 الضّوئيّ، 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 الصّغرى، 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 C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S، وأحياناً يُضاف لهم Na ,Si وهي من العناصر الغذائيّة الأساسيّة والمهمّة للنّبات لذلك يضممّها البعض مع فئة العناصر الكبرى.

- **العناصر الغذائيّة الصّغرى:** يمكن اعتبار العناصر الغذائيّة Ni ,Cl ,B ,Mo,Zn ,Cu ,Mn ,Fe، 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 التّبادليّة الكاتيونيّة CEC، Cation Exchange Capacity، والتّي تُعرّف على أنّها عدد ميلليمكافئات الكاتيونات المدمصّة على ١٠٠غ تربة.

يمكن للكاتيونات المدمصة على السّطوح الغرويّة السّالبة أن تُستبدل بشاردة كاتيونيّة أخرى، وهذا ما يسمّى **بالتّبادل الكاتيونيّ**، والّذي يحصل عادةً بين الطّورين الصّلب (غرويات التّربة) والسّائل (محلول التّربة)، وذلك عند ارتفاع تركيز شوارد أحد الكاتيونات في محلول التّربة، وتتبع عملية التّبادل الكاتيونيّ 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 للسّطوح الغرويّة، والتّميّؤ هو طبقة الماء التّي تحيط بالشّاردة ونسمّيها بالغلاف المائيّ، فادمصاص الشّوارد المتميّئة على مواقع الشّحنات السّالبة على السّطوح الغرويّة تكون أضعف بسبب المسافة الفاصلة العائدة لوجود الغلاف المائيّ.

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 التّبادل 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 التّبادل الأنيونيّة بأنّها عدد ميلليمكافئات الأنيونات المدمصّة على سطوح ١٠٠غ تربة جافّة، وتُشكّل أيونات الفوسفات المكوّن الأساسي لمجموع الأنيونات على معقّد الادمصاص، كما أنّ أيونات الكبريتات (SO_4^{2-}) والنّترات (NO_3^-) قد تساهم أيضاً، بالسّعة التّبادليّة الأنيونيّة وإن كانت النّترات نادراً ما تُدمص بقوة، وتعدّ السّعة التّبادليّة الأنيونيّة مهمّة بشكل أكبر عند دراسة التّرب الاستوائيّة أو التّرب الغنيّة بأكاسيد الحديد والألمنيوم.

درجة حموضة التّربة Soil PH

PH = اللوغاريتم السّالب لتركيز شوارد الهيدروجين في محلول التّربة.

محلول التّربة: توجد المعادن في التّربة على شكل شوارد معدنيّة في محلول التّربة بشكل حرّ أو على شكل معقّدات ذات درجة انحلال مختلفة جدّاً، وتقسم إلى:
منحلة في محلول التربة، ومدمصة على الغرويّات وقابلة للتّبادل، ومثبّتة على شكل غير قابل للتّبادل كالعناصر الدّاخلة في تكوين الصّخر الأم .
ومحلول التّربة محلول مائي مخفف يتكوّن من الماء وجزء من العناصر المنحلّة فيه ويتحرك عبر مسام التّربة، ويتراوح تركيزه في الأراضي الزّراعيّة الجيّدة بين ٠,٠٥-٠,٢٪ ممّا يُكسبه ضغطاً حلولياً بين ٠,٢-١ ضغط جويّ، وهو أقلّ بكثير من الضّغط الحلولي لجذور النّباتات الّذي يتراوح بين ٥-٢٠ ضغط جويّ، ممّا يفسّر سهولة انتقال وامتصاص الماء من التّربة إلى الجذور.
معقّد الادمصاص: تتصف الغرويّات الغضاريّة والدّباليّة بصفات الحموض والأسسس، وإن ساد تأثيرها الحمضيّ، وتأخذ شحنة كهربائيّة سالبة تُمكّنها من تثبيت الشّوارد المعدنيّة الموجبة ولا سيّما القلويّة كالصّوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنزيوم إضافةً إلى شوارد الهيدروجين، ويدعى هذا المجموع معقّد الادمصاص.

ميكروبات التّربة

تلعب الكائنات الحيّة الدّقيقة في التّربة دوراً حيويّاً في تغذية النّبات، حيث تقوم بتحليل الموادّ العضويّة وتحرير العناصر الغذائيّة، كما تساهم بعض البكتيريا في تثبيت الآزوت الجويّ وتحويله إلى أشكال قابلة للامتصاص، وتتركّز هذه الكائنات في منطقة الجذور (الرّايزوسفير)، حيث تستفيد من الإفرازات الجذريّة، ممّا يعزّز من كفاءة امتصاص العناصر الغذائيّة ويزيد من خصوبة التّربة.

يرتبط النّشاط الميكروبيّ في التّربة بوجود المركّبات العضويّة اللازمة لنموّ وتطوّر الميكروبات، وبالتّالي فإنّ وجودها يكون عادةً بكثافة عالية في منطقة الرّايزوسفير (منطقة سطوح الجذور) مقارنةً بالمناطق الأخرى من التّربة البعيدة عن الجذور، ونشاطها أعلى بحوالي ٥-٥٠ 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 المثبّتة **للآزوت** من مجموعة Azotobacter و Azospirillum تثبيت الآزوت الجّوي في التّربة، تثبيت غير تعايشي، وتستطيع تقديم حوالي ٥-١٠٪ من الكميّة الإجماليّة الممتصّة من الآزوت من قبل النّبات، أمّا بالنّسبة للبكتريا المثبّتة للآزوت تعايشياً مع النّبات Rhizobium فقد تصل مساهمتها بتثبيت الآزوت الجويّ إلى ٨٠-٩٠% ، بوجود عائل بقوليّ 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 العضويّ لهما يصل حتّى ٦٠-٨٠٪ من الكميّة الكليّة لهما في التّربة السّطحية، وهو ضعيف الإتاحة للنّباتات لذلك يجب أن يخضع كلّ من الآزوت والفوسفور لعمليّة المعدنة.

من جهة أخرى **<u>فإنّ لنشاط الميكروبات أثراً سلبيّاً</u>** أحياناً على إتاحة العناصر الغذائيّة في التّربة لجذور النّبات، حيث تنافس جذور النّبات على الآزوت والفوسفور لبناء أجسامها وتكاثرها، ممّا يسبّب أحياناً نقصاً مرحليّاً بهذين العنصرين، إلّا أنّهما يتحرّران لاحقاً إلى التّربة بعد موت البكتريا وتحلّلها.

مفهوم امتصاص العناصر الغذائيّة ـ الشّكل المُتاح من العناصر الغذائيّة في التّربة

تمتصّ النّباتات العناصر الغذائية من التربة على شكل شوارد (أيونات) مذابة في محلول التّربة، لذلك، فإن توفّر العنصر للنّبات يعتمد بشكل أساسيّ على قابليّته للذّوبان في الماء، وعلى الظّروف الفيزيائيّة والكيميائيّة للتّربة، ويُعدّ محلول التّربة الوسيط المباشر الّذي تنتقل عبره العناصر من التّربة إلى جذور النّبات، ممّا يجعل فهم طبيعته أمراً أساسيّاً لفهم تغذية النّبات.

توجد العناصر الغذائيّة في التّربة بأشكال متعدّدة، إلا أنّ النّبات لا يستطيع امتصاصها إلّا عندما تكون في صور ذائبة ومتحرّكة ضمن محلول التّربة، فالآزوت يُمتص على شكل نترات ($NO3^{-}$) أو أمونيوم ($NH4^{+}$)، بينما يُمتص الفوسفور على شكل فوسفات أحادية أو ثنائية الهيدروجين ($H2PO4^{-}$) ، ($HPO4^{-2}$) أما البوتاسيوم فيمتص على هيئة K^{+} بعد تحرّره من معادن التّربة، وبالنسبة لكلّ من الكالسيوم والمغنزيوم والكبريت فهي تُمتصّ على شكلCa^{2+} ، Mg^{2+}، $SO4^{2-}$، في حين تُمتصّ العناصر الصّغرى مثل الحديد والزّنك والمنغنيز والنّحاس على شكل شوارد معدنية مثل Fe^{2+} و Zn^{2+} ، إنّ تحديد الشّكل المتاح للعناصر يعدّ أساسياً لفهم تغذية النّبات، إذ إنّ وجود العنصر في التّربة لا يعني بالضّرورة توفّره للنّبات، بل يتحدّد ذلك وفق قابليّته للذّوبان والعوامل البيئيّة وخاصّة pH ونشاط الكائنات الدّقيقة.

مصادر العناصر الغذائيّة في التّربة

تنشأ العناصر الغذائيّة في التّربة من عدّة مصادر طبيعيّة، أهمّها تجوية الصّخور والمعادن، وتحلّل المادّة العضويّة بواسطة الكائنات الحيّة الدقيقة، كما تلعب هذه الكائنات دوراً مهمّاً في تحويل العناصر من أشكال غير متاحة إلى أشكال قابلة للامتصاص، مثل تحويل الآزوت العضويّ إلى نترات، وفي بعض الحالات، قد لا تكون هذه المصادر كافية، ممّا يستدعي إضافة الأسمدة المعدنيّة أو العضويّة لتعويض النّقص وضمان نموّ النّبات بشكل طبيعيّ.

دور خواص التّربة في إتاحة العناصر وكيف تتمّ إدارة التّربة زراعيّاً؟

تؤثّر خصائص التّربة بشكل كبير على توفّر العناصر الغذائيّة، وخاصّة درجة الحموضة (pH) والسّعة التّبادلية الكاتيونيّة (CEC) ، إذ تتحكّم درجة الحموضة في ذوبانيّة العناصر، حيث تزداد إتاحة بعض العناصر مثل الحديد في التّرب الحامضيّة، بينما تقلّ إتاحة عناصر أخرى مثل الفوسفور في التّرب القاعديّة، أما السّعة التّبادلية الكاتيونيّة فتعبّر عن قدرة التّربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائيّة ومنع فقدها، ممّا يساهم في تحسين خصوبة التّربة واستمراريّة تغذية النّبات.

تعتمد تغذية النّبات بشكل كبير على طريقة إدارة التّربة، إذ إنّ الممارسات الزّراعيّة غير السّليمة مثل الإفراط في التّسميد أو سوء إدارة الرّي قد تؤدّي إلى فقد العناصر الغذائيّة أو تحويلها إلى أشكال غير متاحة للنّبات، وفي المقابل، تسهم الإدارة المستدامة مثل إضافة المادّة العضويّة وتحسين بنية التّربة في رفع كفاءة استخدام العناصر الغذائيّة وتقليل الفاقد.

أمثلة عن فقدان الشّكل المتاح للعناصر تبعاً لبعض خصائص التّربة أو لسوء إدارتها:

١. الآزوت (N) : عند الإفراط في الرّي ترشح النّترات (NO_3^-) إلى أعماق التّربة وتُفقد بعمليّة الغسيل (Leaching)، وفي التّرب الغدقة يتحوّل إلى غازات (N_2, N_2O) عبر نزع النتروجين (Denitrification) وهي عمليّة حيويّة ميكروبية يتم فيها اختزال النترات (NO_3^-) في التّربة إلى غازات نيتروجينيّة) مثل N_2 و N_2O تُفقد إلى الغلاف الجوي، وذلك في ظروف لاهوائية (نقص الأوكسجين).
٢. الفوسفور (P) : في التّرب الكلسيّة يتحوّل إلى فوسفات الكالسيوم غير الذّائبة وهو شكل غير متاح للنّبات، كما يحدث تثبيت مع Fe و Al في التّرب الحامضيّة، أي أنّ الفوسفور تصعب إتاحته في كلتا التّربتين القلويّة والحامضيّة.
٣. البوتاسيوم (K) : في التّرب الرّملية مع ري زائد يُغسل بسهولة ويخرج من منطقة الجذور، وفي بعض التّرب الطّينية يُحبس بين طبقات بعض أنواع معادن الطّين (مثل الإيلايت Illite والفيرميكوليت Vermiculite) ويصبح أقلّ إتاحة، حيث عندما تجفّ التّربة، تقترب الطّبقات من بعضها فينحصر K^+ بين الطّبقات.
٤. العناصر الصّغرى (Fe, Zn, Mn) : في التّرب القاعديّة حيث الـ pH مرتفع تتحوّل العناصر الصّغرى إلى صور غير ذائبة ممّا ينتج عنه نقص حادّ رغم وجودها في التّربة

التّرب ذات الصّعوبات الخصوبيّة

١- الترب الكلسيّة (Calcareous Soils)

هي التّرب القاعدية الّتي تحتوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) في الأفق السّطحي، وتنتشر في المناطق المناخيّة الجافّة وشبه الجافّة، وتُشكّل التّرب الكلسيّة ٢٥٪ من ترب العالم، وتتصف:

- pH: ذات درجة حموضة pH أكبر من ٧.
- محتوى كربونات الكالسيوم: مرتفعة جداً حيث قد تصل بعض التّرب الكلسيّة إلى أكثر من ٤٠–٥٠٪.

تأثيرها على النبات: تتعلّق أغلب مشاكل إتاحة العناصر الغذئيّة في التّرب الكلسيّة القاعديّة إلى خواصّها الكيميائيّة كارتفاع تركيز شوارد البيكربونات التّي ينتج عنها ارتفاع في الpH بهذه التّرب، ممّا يؤدّي إلى:

- تقليل ذوبان الحديد والزّنك والمنغنيز، مسبّباً أعراض نقص واضحة (اصفرار الأوراق، تقزّم).

- تثبيت الفوسفور على شكل فوسفات الكالسيوم غير الذّائب.

٢- التّرب الصّوديّة (Sodic Soils) – وتسمى أيضاً القاعديّة غير الملحيّة

هي التّرب الّتي تحتوي على نسبة عالية من أيونات الصّوديوم على معقّد الادمصاص (الغرويات)، ممّا يؤدّي إلى تفرّق (تشتّت) بنية التّربة وضعف نفاذيتها للماء، وتتصف:

- النّاقلية الكهربائية EC أقلّ من ٤ مليموس/سم (غالباً أقلّ من ٢).
- نسبة الصّوديوم المدمص ESP: أكبر من ١٥٪ .
- pH: أكبر من ٨,٥ (قد تصل إلى ١٠ أو أكثر).

- لون التّربة داكن مائل للسّواد عند البلل، وسطحها صلب ومتشقّق عند الجفاف.

تأثيرها على النّبات:

- تسمّم مباشر بأيونات الصّوديوم (خاصّةً للمحاصيل الحسّاسة).

- نقص حادّ في العناصر الغذائيّة المتاحة (Fe, Zn, Mn) بسبب ارتفاع pH.

- تدهور الخواص الفيزيائيّة: تفرّق الحبيبات، انسداد المسام، ضعف التّهوية، صعوبة اختراق الجذور.

٣- التّرب الملحيّة (Saline Soils)

هي التّرب الّتي تتراكم فيها الأملاح الذائبة بكميّات مرتفعة تؤثّر سلباً على نموّ النّباتات غير المتحمّلة للملوحة، مع بقاء نسبة الصّوديوم المدمص منخفضة نسبياً مقارنة بالكاتيونات الأخرى، ومن بين الأملاح تساهم أملاح الصّوديوم خصوصاً (NaCl) في رفع الضغط الأسموزيّ وزيادة قيمة النّاقلية الكهربائيّة (EC) ، بينما يكون تأثير أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم، أقلّ نسبياً، وتتصف بـ:

- الناقليّة الكهربائيّة (EC) أكبر من٤ مليموس/سم (ديسيمنز/م) في مستخلص التّربة المشبع .
- نسبة الصّوديوم المدمص (ESP) أقل من ١٥ %من الكاتيونات المدمصّة.
- سطح التّربة أبيض أو رمادي فاتح بسبب ترسّب الأملاح، فتحت ظروف التّبخر العالي يتحرّك الماء الأرضيّ المحمّل بالأملاح إلى الأعلى وتتراكم الأملاح في الطّبقة السّطحيّة.

تأثيرها على النّبات: تسبب جفافاً فسيولوجياً (Physiological drought) بسبب ارتفاع الضّغط الأسموزي، ممّا يمنع امتصاص الماء، ويؤدّي إلى أعراض مثل: ذبول، تقزم، احتراق أطراف الأوراق، ضعف عامّ.

٤. التّرب الملحيّة – الصّوديّة (Saline-Sodic Soils)

هي الترب التي تجمع بين ارتفاع الأملاح الذائبة وارتفاع نسبة الصوديوم المدمص، مما يجعلها ذات خصائص مختلطة، وتتصف:

- EC: أكبر من ٤ مليموز/سم.
- نسبة الصّوديوم المدمص ESP: أكبر من ١٥٪.
- pH: غالباً أقل من ٨,٥ (قد ترتفع في بعض الحالات).
- ملاحظة: بنيتها قد تكون جيدة في البداية بسبب الأملاح، لكنها تتدهور بعد الغسل بالماء العذب.

تأثيرها على النبات:

- ضرر مزدوج: جفاف فسيولوجيّ بسبب الأملاح + سميّة الصّوديوم وتدهور البنية.

- أعراض مشتركة من النّوعين السّابقين.

٥- التّرب الحامضية (Acidic Soils)

هي ترب ذات درجة حموضة منخفضة، وتعاني من سميّة الألمنيوم عند انخفاض pH عن ٥,٢ حيث يزداد تواجده بصورته الشّارديّة Al^{3+} السّامة، ويعدّ ارتفاع شوارد الألمنيوم في محلول التّربة أو المتبادلة منها من أهمّ العوامل المحدّدة لنمو النّبات بهذه التّرب، وتكون في حالات أخرى التّراكيز العالية من المنغنيز أو نقص الكالسيوم والمغنيزيوم والفوسفور عوامل مساهمة في الحدّ من نموّ النّبات، وتتصف:

- pH: أقل من ٥,٥ .
- تشبّع بالألمنيوم (Al saturation): عالي (> ٣٠٪).
- التربة غالباً حمراء أو صفراء في المناطق الاستوائيّة.

تأثيرها على النبات:

- سميّة الألمنيوم (Al^{3+}): العامل المحدّد الأهمّ، يثبّط نموّ الجذور.

- سميّة المنغنيز (Mn^{2+}) في بعض الحالات.

- نقص الكالسيوم، المغنيزيوم، الفوسفور بسبب الغسل أو التّثبيت.

- فقيرة بالآزوت وضعيفة النّشاط الميكروبيّ.

٦- الترب العضوية (Organic Soils / Histosols)

هي التّرب الّتي تحتوي على نسبة عالية جداً من المادّة العضويّة، وتتميز بخفة وزنها وقدرتها العالية على الاحتفاظ بالماء، وتتصف بـ:

- المادّة العضوية: (أكثر من ٢٠-٣٠٪، وغالباً تصل إلى ٨٠٪).
- الكثافة الظاهريّة: منخفضة جداً (٠,٢-٠,٥ غ/سم^3).
- السّعة التبادليّة الكاتيونيّة (CEC): عالية جداً (٢-١٠ أضعاف الغرويات المعدنية).
- pH: غالباً حمضية (٤-٦) إذا لم تُضاف لها مادّة الجير لتخفيف الحموضة.
- تُعدّ التّرب العضوية غنيّة نسبيّاً بالعناصر الغذائيّة عدا البوتاسيوم، لافتقارها للمعادن المحتوية عليه.
- لونها بنّي داكن يميل للاسوداد.

تأثيرها على النبات:

- غنيّة بالآزوت والعناصر الكبرى عدا البوتاسيوم، لذلك يحتاج استثمار هذه التّرب إلى إضافة الأسمدة البوتاسيّة.

- الترب العضوية غنية جداً بالآزوت العضويّ، ممّا يؤدّي لإطلاق زائد للآزوت بعد الحراثة، لكن في بداية الموسم، قد يحدث نقص مؤقت بسبب التّثبيت الميكروبي، لذلك قد تحتاج تسميداً آزوتياً في البداية إذا كانت نسبة C/N عالية.

- قد تعاني من نقص النّحاس والحديد أحياناً.

- تحلّل المادّة العضوية يؤدّي إلى هبوط سطح الأرض.

٧- التّرب الرّملية (Sandy Soils)

هي ترب ذات قوام خفيف، مفكّك، وضعيف التّماسك، وتتصف:

- نسبة الرمل: > ٥٠٪ (حتى ١٠٠٪).
- CEC: منخفضة جداً (أقل من ٥ ميلليمكافئ/١٠٠ غ).
- المادّة العضوية: منخفضة جداً، لذلك تفتقر إلى معظم العناصر الغذائيّة.
- مساميّة كبيرة ونفاذيّة عالية للماء.

تأثيرها على النّبات:

- فقيرة جداً بجميع العناصر الغذائية (عدا ما يُضاف، وحتّى معدّل الاستفادة من الأسمدة المضافة منخفضاً).

- لا تحتفظ بالماء أو الأسمدة، بسبب الغسل السريع مّما يؤدي لانخفاض كفاءة التّسميد، وجفاف سريع بين الرّيات.

٨- الترب الملوثة بالمعادن الثقيلة (Heavy Metal Contaminated Soils)

هي التّرب التي تحتوي على تراكيز سامة من عناصر مثل الرّصاص(Pb) ، الكادميوم(Cd) ، الزئبق(Hg) ، النحاس (Cu) أو الزرنيخ(As) ، سواء نتيجة مصادر طبيعية (الصّخر الأمّ) أو أنشطة صناعيّة وزراعيّة ملوّثة، وتتصف **بتركيز معادن ثّقيلة يتجاوز الحدود المسموح بها بيئيّاً**، حيث لكلّ معدن حدّ معيّن مسموح تواجده في التّربة وإذا تجاوزه أصبح احتمال انتقاله للنّبات أكبر (من حيث تركيز المعدن حيث تتحكّم خصائص التّربة بانتقاله أيضاً) فمثلاً حدّدت بعض الدّول الحدّ الحرج لتواجد الكادميوم في التّربة بـ ١ مغ/كغ ، وتمّ اعتبار ٣مغ/كغ في دول أخرى، في حين الحدّ الحرج لتواجد الرّصاص في التّربة هو ١٠٠ مغ/كغ.

ومن أهمّ خصائص التّربة الّتي تتحكّم بإتاحة هذه المعادن السّامة للنّبات: يُعدّ pH التّربة من أهم العوامل المتحكّمة بسُميّة العناصر بشكلٍ عامّ، كما تلعب السّعة التّبادليّة الكاتيونيّة CEC والنّسبة المئويّة للمادة العضوية دوراً مهمّاً في التوفّر الحيويّ للمعادن.

تأثيرها على النّبات:

- سميّة مباشرة للجذور والأوراق نتيجة تعطيل الإنزيمات والعمليّات الحيويّة، تبدأ بالإجهاد وقد تصل للموت.

- انخفاض النّمو والإنتاجيّة.

- انتقال المعادن إلى السّلسلة الغذائيّة وما يرافقه من مخاطر صحيّة على الكائنات الحيّة بما فيها الإنسان.

وتُعدّ المعالجة النّباتيّة (Phytoremediation) من الطّرق الأكثر اقتصاديّة وصديقة للبيئة لمعالجة التّرب الملوّثة بالمعادن الثّقيلة، ومن أهمّ تقنياتها تقنيّة الاستخلاص النّباتي (Phytoextraction)، وهي زراعة نباتات فائقة المراكمة للمعادن في التّرب الملوّثة بها بهدف استخراج أكبر كميّة من المعادن الثّقيلة ضمن الكتلة الحيّة لهذه النّباتات، ثمّ إتلافها بعد حصادها والتّعامل معها كنفايات صناعيّة بترميدها ودفنها في مكبّ نفايات معزول.

مع تمنيّاتي بالتّوفيق

د. ميسون زياده