المحاضرة النظرية الثالثة

في أساسيات علوم التربة وتصنيفها

دراسة بعض الخصائص الكيميائية للتربة(2)

إعداد د. حيدر هاشم الحسن

الأملاح الكلية الذائبة(TSS) في التربة ومياه الري:

تختلف نسبة الأملاح الكلية الذائبة من تربة لأخرى، وذلك حسب ظروف تكوين التربة. حيث يلعب المناخ دوراً مهماً في محتوى التربة من الاملاح الكلية الذائبة، وذلك حسب كمية الهطول السنوي، إذ يتمّ غسل الأملاح لأعماق كبيرة، عندما تكون كمية الهطل عالية وأكبر من معدَّل التبخر- نتح.

أمَّا في المناطق التي يكون فيها معدَّل التبخّر- نتح أكبر من معدَّل الهطل، يحصل تراكم الأملاح الذوَّابة في الطبقات السطحية، وهذا ما يلاحظ في المناخات الجافة وشبه الجافة.

لا تتوقَّف خطورة الملوحة ودرجة تملُّح التربة على كمية الأملاح فحسب، وإنما على نوعية تلك الأملاح فيها أيضاً. إذ أنَّ سميَّة الملح وتأثيره السلبي على نمو النبات تختلف من ملح لآخر. ويتأثَّر بذلك نمو النبات وإنتاجيته.

يعود التأثير الضار للأملاح الذائبة إلى تقليل النشاط الكيميائي للماء، حيث تجذب الأملاح الذائبة جزيئات الماء فتقل حركتها وانتشارها فيتغير تبعاً لذلك الضغط الأسموزي، وتضعف قدرة الجذور النباتية على امصاص الماء.

- يتم تقييم ملوحة التربة بناءً على نسبة الأملاح ونوعيتها، ويتم ذلك بتقدير ملوحة المستخلص المائي للتربة بطريقتي التجفيف أو بقياس الموصلية (الناقلية) الكهربائية لمستخلص التربة أو العينة المائية.
- ونقول عن تربة بأنَّها مالحة إذا ارتفع محتواها من الأملاح الكلية الذائبة في الماء بشكلٍ يؤدّي إلى إعاقة أو من النمو الطبيعي للنبات.
- تعتبر مشكلة تملّح التربة من أهم وأخطر المشاكل في الأراضى الجافة ونصف الجافة من العالم عامة.
- تتكوَّن الأملاح الذائبة عادة من الصوديوم والكالسيوم والمغنزيوم والكلوريد والكبريتات بصفة أساسية ومن البوتاسيوم والبيكربونات، والنترات، والبورون بصفة ثانوية.
- وتتأثَّر عملية تراكم الأملاح بالأرض بالميزان المائي في المنطقة، كما يتأثَّر هذا الميزان المائي أيضاً بالظروف المناخية والطبوغرافية علاوةً على النشاط البشرى.

- وتدلُّ كلمة الميزان المائي على التوازن بين المداخل (المطر) مع المخارج (التبخُّر-نتح)..
- فإذا اعتبرنا أنَّ متوسط الأمطار 40 ملليمتر سنوياً في فصل الشتاء فإنَّ عمليات التبخير تكون هي السائدة تماماً خلال تسعة أشهر في السنة بمتوسط مقداره 2000 ملليمتر.. وهذا بالضرورة يؤدّى الى تراكم وترسيب الأملاح في الطبقة السطحية من التربة مما يجعل أراضينا دائما أراضي متأثرة بالأملاح Salt affected soils

- وبصفة عامة يجب ألاَّ تزيد درجة تركيز الأملاح في مستخلص عجينه التربة المشبعة عن 4 ملليموز/سم (حوالى 2500 جزء فى المليون أو 2500 ملليجرام/اللتر) وفي هذه الحالة يمكن زراعة معظم الخضروات بدون حدوث مشاكل مع مراعاة إضافة احتياجات الغسيل المناسبة أثناء الزراعة وضمن مقننات الري.
- وفى حالة زيادة ملوحة التربة عن 4 ملليموز/سم فيجب إجراء عمليات الاستصلاح اللازمة قبل الزراعة عن طريق غمر الأرض بمياه جيدة النوعية عدة مرات لخفض ملوحة التربة إلى الحدود المناسبة.

جدول رقم (1): تصنيف ملوحة التربة حسب المدرسة الأمريكية استناداً لـ EC مقدراً بالميليموز/سم

الموصلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة ميليموز/سم على درجة حرارة 25°C.	درجة ملوحة التربة	تأثُّر النباتات وإنتاجيتها
0-2	غير مالحة	لا يذكر تأثير للملوحة
2-4	خفيفة الملوحة	يمكن أن ينخفض انتاج بعض المحاصيل الحساسة جداً
4-8	متوسطة الملوحة	يحدّ انتاج المحاصيل الحساسة للأملاح، كما تؤثّر على معظم المحاصيل
8-16	عالية الملوحة	ينحصر الانتاج في المحاصيل المتحملة للملوحة فقط
أكبر من 16	عالية الملوحة جداً	بعض المحاصيل المتحمّلة جداً للملوحة يمكن أن تعطي انتاجاً مُرضياً

تأثير الملوحة على النباتات

- يُعرف الأثر السلبى للملوحة على النبات والتربة بظاهرتين هما ارتفاع الضغط الأسموزي والأثر التراكمي للأيونات السامَّة.

أولاً: ارتفاع الضغط الأسموزي

- فعند زيادة تركيز الأملاح القابلة للذوبان في قطاع التربة يزداد الضغط الأسموزي في منطقة انتشار الجذور

- حتى يتمكَّن النبات من مقاومة هذه الظروف الغير ملائمة في محلول التربة تقوم الخلايا النباتية برفع الضغط الأسموزى الداخلي للسيتوبلازما وهذا ما يؤدّى إلى فقد النبات للطاقة الحيوية اللازمة لتطوّره ونموه مما يؤدّى إلى ضعفه وقلّة إنتاجيته.

- ويمكن حساب قيمة الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي من المعادلة الأتية:
(الضغط الاسموزي (جـو) = التوصيل الكهربائي بالملموز/سم × 0.36).

ثانياً: الاثر التراكمي للأيونات السامة

- تتزايد نسبة امتصاص الأيونات السَّامة مثل الكلور والبورون والصوديوم عن طريق الجذور في حال وجود نسبة مرتفعة منها في محلول التربة وهو ما يسمَّى بالتأثير النوعي للأملاح (Specific effect).

- يؤدّى ارتفاع نسبة وجود هذه العناصر فى أوراق النبات إلى إعاقة التغذية وامتصاص العناصر الأخرى.

- كما أنَّ ارتفاع تركيزها كافي لإحداث سميَّة أيونية للنبات، فمثلاً يُعتبر تأثير البورون على النبات تأثيرا نوعياً إذ يؤثّر على نمو كثير من النباتات إذا زاد تركيزه عن واحد جـزء/مليون(ppm) في المحلول الأرضي وكذلك زيادة تركيز عنصر الصوديوم يؤدّي إلى الإضرار بالنبات.

تؤثّر ملوحة مياه الري على خصوبة التربة وإنتاجية النباتات حيث نجد الآتى:

- تؤثّر ملوحة مياه الري على خصوبة التربة عن طريق تراكم الأملاح الذائبة على سطح التربة وفي منطقة الجذور بحسب نوع التربة.
- يؤدّى استخدام المياه المالحة في الري وخاصةً في الأراضي الطينية إلى هدم بناء التربة وجعلها قليلة النفاذية وعديمة التهوية ومن المعلوم أنَّ المياه المالحة الغنيَّة بالكاتيونات وخاصة الصوديوم Na^+ تحوّل الطين الموجود في التربة إلى طين صودي غير ثابت يتفكك بسرعة تحت تأثير مياه الأمطار ويتفرق.
- تؤثّر ملوحة مياه الري على إنتاجية النباتات حيث تختلف المحاصيل الزراعية في حساسيتها للأملاح الذائبة في مياه الري.

أعراض الملوحة على النباتات

تتعدَّد أعراض الملوحة على النباتات وتتشابه أعراضها مع أعراض الجفاف الناتجة من نقص الري والتي تتلخَّص في الآتى:

1- ظهور اللون الأخضر الداكن أو المزرق على الأوراق.

2- احتراق حواف الأوراق ثمّ جفافها.

3- تقزّم النباتات.

تأثير الملوحة على نباتات الفاصوليا

معالجة ملوحة التربة:

يُعتبر علاج الملوحة من العمليات الغير سهلة ولذلك يجب العمل على السيطرة على الأملاح الموجودة بالتربة والتعايش معها بحيث لا تتجاوز الحدود المسموح بها عن طريق تكامل العمليات الزراعية من حرث وتسميد وري وصرف ومعالجة للملوحة بأتباع الآتي:

1- إضافة الجبس($CaSO_4.2H_2O$) الزراعي إلى التربة

2- في الأراضي التي لا يتم تحليل عينات من التربة يتم اتباع النظام الآتي:

أ- حرث الارض بسكتين. ب- غسيل التربة، يتم الغسيل بواسطة الري بالغمر أو الري بالرشاشات .

ت- إضافة السماد البلدي المتخمّر للتربة

ث- يتم إجراء رية غسيل أخيرة

3- يتمّ إضافة المعدَّلات السمادية مع إضافة إحتياجات الغسيل المناسبة مع وجود نظام صرف جيد.

4- يتمّ حقن حمض الكبريت التجاري بتركيز مناسب حيث يؤدّى ذلك إلى طرد الأملاح من حول الجذور وإخراجها على سطح التربة مما يحسّن من نمو النباتات.

5- استخدام بعض المركبات الكيماوية الخاصة بمعالجة الملوحة

الكربونات الكلية:

- **مقدمة:**
- تحتوي الترب عادةً على أنواع مختلفة من الكربونات مثل كربونات الكالسيوم (كالسيت Calcit)، وكربونات المغنيزيوم (ماغنزيت Magnezit)، وكربونات الكالسيوم والمغنزيوم (دولوميت Dolomit)، وكربونات الصوديوم وغيرها....
- يختلف محتوى الترب من الكربونات الكليَّة باختلاف المناخ السائد والصخور الأم المكونة للتربة وعوامل عديدة أخرى،
- فقد لا تؤلّف الكربونات الكليَّة إلا آثاراً في بعض الترب كترب المناخات الرطبة، في حين قد تصل نسبتها في البعض الآخر إلى **50% - 80 %** من وزن التربة الجافة كما في ترب **المناخات الجافة**.
- وتحتل **كربونات الكالسيوم** المكان الأول بين أنواع الكربونات من حيث نسبة تواجدها في التربة، وتُدعى **بالترب الكلسية** Calcareous soils **تلك الترب التي تحتوي نسبة عالية من الكربونات الكلية، يكون معظمها على شكل كربونات كالسيوم** ويمكن القول إن معظم ترب المناطق الجافة عبارة عن ترب كلسية.

- ومما لا شكَّ فيه أنَّ كربونات الكالسيوم تساعد عند وجودها في التربة بنسبة بسيطة على زيادة تحبّب التربة وتحسين بنائها.

- لكنَّ ارتفاع نسبتها يترافق غالبا مع **تدني خصوبة التربة وانخفاض إنتاجيتها**، ويعود ذلك إلى تأثير كربونات الكالسيوم السلبي في إتاحة العناصر الغذائية وجاهزيتها للنبات، فكثير من العناصر الغذائية كالفوسفور والحديد والمنغنيز والزنك والبورون تصبح أقل جاهزية للنبات مع **ارتفاع محتوى التربة من كربونات الكالسيوم**.

- وتزداد فعَّالية كربونات الكالسيوم في التربة بازدياد نعومة حبيباتها، ويدعى **بالكلس الفعال Active lime** ذلك الجزء من حبيبات كربونات الكالسيوم التي تماثل في أبعادها حبيبات الطين (< 0.002 مم) والمتمتعة بسطوح كبيرة تكسبها نشاطا كيميائيا يمكنها من التفاعل مع أوكزالات الأمونيوم خلال زمن معين من الرج.

تكوُّن الترب الكلسية

- تنتشر **الترب الكلسية** في المناطق نصف الجافة والجافة حيث يسود مناخ جاف أغلب أوقات السنة، ويكون الشتاء قصيراً ولا تكفي كمية الأمطار للغسيل التام لكربونات الكالسيوم ولكنها تتجمَّع بالتربة على أعماق تتوقَّف على عمق رشح ماء الأمطار الساقطة والتي تتخلَّل التربة.
- وتُعرف هذه العملية التكوينية **بالتكلّس** وهي عبارة عن عملية إعادة توزيع كربونات الكالسيوم الأولية، أي الناتجة من تجوية مواد الأصل الغنيَّة بالمركّبات الحاوية على الكالسيوم خلال موسم الأمطار القصير حيث تذوب هذه المكوّنات في الماء الأرضي وتتحرك داخل القطاع إلى العمق الذي يصل إليه الماء الراشح ثمَّ تترسَّب في موسم الجفاف حيث يتبخَّر الماء، **وتترسب الكربونات**.

إن تكوَّن هذه الترب يرتبط بصفة عامة بتوفّر عاملين مهمين هما:

(1) مادة أصل مكوّنة من الحجر الكلسي أو الكالسيت أو الدولوميت أو على الأقل من مواد غنية بعنصر الكالسيوم.

(2) توفُّر ظروف مناخية تتابع فيها فترات الجفاف الطويلة وفترات الترطيب القصيرة حيث لا تكفي الأمطار لإذابة ونقل كربونات الكالسيوم لأسفل ولذا تظل منتشرة.

خصائص الترب الكلسية

- يؤثِّر المحتوى العالي من **كربونات الكالسيوم** وخاصةً **الجزء الفعَّال** منها على الخواص المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية والخصوبية لهذه الترب، وفيما يلي أهم هذه التأثيرات:

- الخواص المورفولوجية للترب الكلسية

- **1- الحالة التي توجد عليها كربونات الكلسيوم بالقطاع التربة:**

- قد توجد كربونات الكالسيوم في **صورة حبيبات دقيقة أقل من(1) مم منتشرة في القطاع كلّه** لا تستطيع العين المجردة تمييز حبيباتها من حبيبات التربة.

- أو توجد في صورة تجمّعات تتركَّز في مواقع من القطاع تفصلها عن بعضها مواقع أخرى توجد الكربونات فيها بنسبة منخفضة نوعاً ما وفي صورة حبيبات دقيقة ومختلطة مع بقية حبيبات التربة.

- قد تأخذ تجمعات كربونات الكالسيوم صورة شبيهة بالخيوط إذ تملأ كربونات الكالسيوم فجوات التربة الناتجة عن انحلال الجذور، أو في صورة كتل هشَّة بيضاء اللون بأثر من الأحمر أو الأسود أو في صورة عُقد صلبة التفتّت بين الأصابع تختلف صلابتها حسب درجة رطوبتها فتزداد بالجفاف وتقل بزيادة الرطوبة.

- قد توجد كربونات الكالسيوم أيضاً في تجمّعات متّصلة بطول القطاع إما مختلطةً بحبيبات التربة أو على صورة عقد وتكون في هذه الحالة نحو 60% من المكونات من مكونات التربة.

2- الخواص الفيزيائية للترب الكلسية

(أ)القوام

- يرتبط قوام التربة الكلسية بالنسب المختلفة من كربونات الكالسيوم والواقع أنَّ تقدير التوزيع الحجمي لحبيبات التربة في وجود كربونات الكالسيوم ليس أمراً سهلاً **للأسباب التالية:**
- - تعدّ عملية تفريق الحبيبات بوجود كربونات الكالسيوم عادةً غير متقنة ولدراسة التوزيع الحجمي الفعلي لحبيبات التربة يجب التخلّص من كربونات الكالسيوم ويكون ذلك بمعاملة التربة بمحلول ممدد من حمض كلور الماء ومن الضروري المحافظة على بناء حبيبات التربة ولذا تستغرق العملية وقتاً غير قصير.
- - يختلف قوام التربة في أُفقَي(A) و(B) بنقص كربونات الكالسيوم فيهما، ولكنّها تزداد بزيادة نسبة الطين أو بالعمق ويتميَّز بهذه القطاعات ثلاث درجات من اللون، غامق وفاتح وفاتح جداً.

(ب)البناء

- من ناحية البناء يمكن **تمييز نوعين من الترب الكلسية**:

الأول: يحتوي أفقاً سطحياً عمقه 20-30 سم غير كلسي وبنائه في حالة جفاف يكون متعدِّد الأوجه، يتلوه أفق من 30-50سم لا يحتوي أيضاً على كربونات الكالسيوم،

والنوع الثاني ذو قطاع يحتوي على كربونات الكالسيوم في الأفق السطحي وتكون العشرة أو العشرون(سم) السطحية ذات بناء جيّد وذو أوجه مختلفة في اللون ونسبة كربونات الكالسيوم في حالة اللون الغامق،

3-الخواص المائية للترب الكلسية:

3-1- قوة حفظ التربة للماء: بصفة عامة يشبه منحنى الرطوبة للترب الكلسية نظيره للترب الرملية،

- أي **تقلّ** كمية الرطوبة الممسوكة عند أي شدّ عمَّا يمكن أن تمسكه مجاميع الحبيبات عند تمام التخلّص من كربونات الكالسيوم بمعنى أنَّ تغليف حبيبات الطين بكربونات الكالسيوم يقلّل من قدرة الحبيبات على الاحتفاظ بالماء خاصة وأنَّ الشحنات الموجودة على حبيبات الكربونات تعتبر بصفة عامة ضعيفة.
- **أي أنَّ التربة الكلسية تفقد الماء الذي يستطيع النبات امتصاصه مما يستلزم الري المتقارب لهذه الترب حتى يجد النبات كفايته من الماء باستمرار،**
- فكأنَّ الميزة التي تتصف هذه التربة من نعومة قوامها ذي الحبيبات الدقيقة لا تهيئ لها صفة الاحتفاظ بمدى واسع من الرطوبة الميسَّرة للنبات، وبذلك تفقد أهم خصائصها التي يمكن أن تجعلها مفضَّلة في الاستزراع عن الترب الرملية.

3-2- حركة الماء:

- يتحرّك الماء بصفة عامَّة في الترب الكلسية **أسرع منه في الترب غير الكلسية ذات القوام المماثل**، مع أنَّ هذا يعدّ صحيحاً فقط في حالة عدم وجود القشرة السطحية،
- حيث أنَّ وجود هذه القشرة يقلّل إلى حدّ كبير معدَّل الرشح نظراً لارتفاع الكثافة الظاهرية لها وبالتالي انخفاض المساميَّة كثيراً عمَّا يليها من طبقات.

3-3- حالة التهوية في الترب الكلسية:

- تُعتبر تهوية التربة من العوامل المحدِّدة لنمو وانتشار الجذور، وتُعتبر المسام البينية الواسعة هي المسؤولة عن التهوية حيث يتمّ التبادل الغازي، وهذه تتأثّر كثيراً بالمحتوى الرطوبة وقوّة مسك الماء والتبادل الغازي،
- والتربة الكلسيَّة معرَّضة لتكوين القشرة السطحية المندمجة عند تعرّضها لقوى مثل تصادم قطرات المطر أو الرذاذ مما يحدّ بدرجة كبيرة من عمليات التبادل الغازي وخاصة عند زيادة نسبة الرطوبة.

الخواص الكيميائية للترب الكلسية:

(أ)الرقم الهيدروجيني الـpH: يكون هذا الرقم لتربة كلسية تحتوي كربونات كالسيوم حرّة في حدود8-8.4 ويزيد عن ذلك بمقدار1.5 وحدة في حال كربونات المغنزيوم،

ويرجع ارتفاع الرقم الهيدروجيني للترب الكلسية إلى التحلّل المائي لكربونات الكالسيوم طبقاً للمعادلة:

$$CaCO_3 + HOH \leftrightarrow Ca^{++} + HCO_3^- + OH^-$$

$$HCO_3^- + HOH \leftrightarrow H_2CO_3 + OH^-$$

(ب) تيسُّر العناصر المغذّية للنبات في الترب الكلسيَّة: من أهم العناصر التي تقلّ صلاحيتها في الترب الكلسية هي الفوسفور والحديد والمنغنيز والزنك.

وتجدر الإشارة إلى أنَّ مشاكل التغذية في الترب الكلسية ترتبط **بالكلس الفعَّال** أكثر من ارتباطها بنسبة كربونات الكالسيوم الكليَّة.

1-الفوسفور: تلعب كربونات الكالسيوم دوراً كبيراً في **تثبيت الفوسفور**، وتعدُّ المسؤول الأساسي عن نقص صلاحية الفوسفور خاصةً إذا كانت في صورة حبيبات دقيقة لها خواص الغرويات ولها القدرة على ربط الفوسفور بسطوحها، بالإضافة إلى أنَّها تعدّ مصدر لأيونات الكالسيوم التي ترسّب الفوسفات على صورة فوسفات كالسيوم ثنائية أو ثلاثية غير ذائبة في الماء.

2-البوتاسيوم: تفتقر الترب الكلسية بصفة عامة للبوتاسيوم بجميع صوره ذائب ومتبادل وغير متبادل وبوتاسيوم كلي،

ويرجع **ضعف القدرة الإمدادية للترب الكلسية** لعنصر البوتاسيوم إلى زيادة محتواها من كل من الكالسيوم والمغنزيوم

3- النتروجين: تتمثَّل مشاكل التغذية النتروجينية في الترب الغنية بكربونات الكالسيوم في **فقد النتروجين الأمونيومي** المضاف للتربة على صورة **نشادر** نتيجة ارتفاع الرقم الهيدروجيني وبزيادة القلوية يزيد تحوّل الأمونيوم NH_4^+ إلى غاز النشادر NH_3

وقد وجد أنَّ الفقد في الأمونيا يستمر حتى بثبات الرقم الهيدروجيني عند **8** مع زيادة نسبة كربونات الكالسيوم وقد فسَّر (بلبع، 1999) ذلك بالتفاعل الآتي:

$$CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2CO_3 + CaSO_4$$

أي يتكوَّن بالتفاعل التبادلي **كربونات أمونيوم** والذي يتحلل عند درجة الحرارة العادية.

4- العناصر الصغرى: تظهر أعراض نقص الحديد(الاصفرار الجيري) على النباتات النامية وخاصة أشجار الحمضيات في الترب الكلسية الغنية بكربونات الكالسيوم

ويفسَّر دور كربونات الكالسيوم في ذلك بكونها عاملاً مؤكسداً يعمل على **أكسدة الحديدوز إلى حديديك**، حيث تتحوَّل الصورة الذائبة الصالحة للامتصاص إلى صورة غير ذائبة غير صالحة للامتصاص من قبل النبات.

تتطلب الزراعة في الترب الكلسية التقليل من تأثير العوامل المحدّدة لاستزراع هذه الترب بإتّباع الطرق المناسبة:

1- اختيار المحاصيل المناسبة

2- الإكثار من إضافة المادة العضوية والتسميد الأخضر.

3-ضبط مواعيد التسميد الفوسفاتي بما يتناسب مع معدَّلات وفترات امتصاص النبات له.

4- الاهتمام بإضافة المعدلات المثلى من الأسمدة البوتاسية باستمرار.

5- تجنّب إضافة النتروجين في صورة أسمدة تحتوي على الأمونيوم.

6- رش النباتات بعنصر الحديد عند ظهور أعراض نقصه، أي إضافة عنصر الحديد رشاً على المجموع الخضري.

7- الري على فترات متقاربة وعدم الانتظار لتجفّ التربة كثيراً حتى نتجنب ظاهرة الانهيار عند الابتلال نتيجة عدم ثبات بنائها.

8- العناية بعمليات الخدمة مثل الحرث والعزيق في الوقت المناسب.

9- العناية بالصرف حيث تتكوَّن الطبقات الصماء.

التوصيات الخاصَّة باستزراع وتحسين الترب الكلسية

1- لا يُنصح بتسوية التربة الكلسية كون معظم الترب الكلسية تتميّز بقطاع غير عميق ويفضَّل الري بالرش أو التنقيط.

2- تبطين قنوات الري بهذه الترب كونها سريعة النفاذية مما يؤدي إلى رشح المياه من القنوات إلى المساحات المجاورة، ولذلك قد يحدث التملُّح الثانوي.

3- يتَّبع الري المتقارب لمنع تكون القشرة السطحية الصلبة ويساعد على تقليل صلابة هذه القشرة **زيادة المادة العضوية**، ولذلك يُنصح عند بداية استصلاح واستزراع هذه الترب أن تُزرع نباتات كسماد أخضر يقلب في التربة حرثاً لتكوين وبناء حبيبات مركَّبة.

4- لا تعيق خواص الترب الكلسية الإنتاج الاقتصادي إذا ما روعي اختيار المحاصيل المناسبة التي تتحمَّل هذه الظروف.

5- إجراء حراثة عميقة لتكسير الطبقات الصماء وتتوقَّف إمكانية إتمام مثل هذه العملية على عمق الطبقات الصماء وتوفُّر المحاريث العالية القوة.

6- يساعد **التسميد العضوي** على تحسين إنتاجية التربة الكلسية ومحتواها من العناصر المغذية.

انتهت المحاضرة الثامنة