جامعة حماه
كلية الهندسة الزراعية

أساسيات علوم التربة وتصنيفها
الجلسة العملية السابعة 10- 4- 2019
دراسة بعض الخصائص الكيميائية للتربة

أولاً: تقدير درجة تفاعل التربة(pH): Determination of soil reaction

1) تعريف وأهمية pH التربة:

يعبّر رقم الـ (pH) **عن اللوغاريتم العشري السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول، أو عن لوغاريتم مقلوب تركيز هذه الأيونات**:

$$\mathbf{pH} = Log_{10}\frac{1}{[H^+]}$$

$$\mathbf{pH} = -Log_{10}[H^+]$$

حيث (H) تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول (مول\ل).

ولمَّا كان تركيز أيونات الهيدروجين في الماء النقي **مساوياً** لتركيز أيونات الهيدروكسيد فيه عند درجة حرارة (25 مْ):

$$H_2O \leftrightarrows H^+ + OH^-$$

$$[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} moL/L$$

ويكون ثابت الجداء الشاردي للماء (kw) مساوياً:

$$kw = [H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-4} moL/L$$

لذلك يكون الماء النقي متعادلاً حيث:

$$\mathbf{pH} = POH = 7$$

وبزيادة تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول عن (1×10^{-7} مول/ ل) **تنخفض** قيمة الـــ(pH) إلى ما دون الـ (7) **وتزداد حموضة** المحلول.

أمَّا إذا **ارتفع تركيز أيونات الهيدروكسيد** عن (1×10^{-7} مول/ ل) فيرافقه ارتفاع في قيمة الـــ(pH) إلى أعلى من (7) **وازدياد في قلوية المحلول**.

يعبّر **(pH)** التربة عن **حموضة التربة أو قلويتها ويعطي فكرة واضحة عن خصائص التربة وتركيبها ومدى جاهزية العناصر المغذية فيها للنبات، كما يساعد في التنبؤ عن معدل معدنة المادة العضوية، وإمكانية نجاح زراعة نبات ما في التربة** (عودة وشمشم، 2008)، كما تسبّب **الحموضة** ذوباناً لمعظم المعادن الأرضية وزيادة ذوبان عناصرها مثل الحديد والمنغنيز والنحاس مما يؤدّي إلى سمية النباتات، وعلى العكس فالقلوية الشديدة **تؤدي إلى ترسيب** هذه العناصر الهامة، **وتصبح غير متاحة للنبات**، وبالتالي يحدث نقص غذائي.

يمكن أن يؤثّر رقم الـــ pH أيضا على نمو النباتات من خلال **تأثيره على نشاط الميكروبات أو الكائنات الدقيقة ذات الأثر المفيد للتربة.**

تتراوح قيمة (pH) الترب الزراعية عموما ما **بين (3-10)** كما في الجدول (1)، **وتتأثر هذه القيمة بنوع فلزات الطين وكميتها في التربة، وبمحتوى التربة من كل من المادة العضوية والكربونات الكلية والقواعد المتبادلة والأملاح الذائبة وغيرها من العوامل.**.....الخ.

الجدول رقم (1): تصنف الترب تبعاً لـــ(pH) إلى ما يلي:

pH	تصنيف التربة	pH	تصنيف التربة
أقل من 4.5	شديدة الحموضة	7.3 -6.6	متعادلة
5 -4.5	حامضية جداً	7.8 -7.4	خفيفة القلوية
5.5 -5.1	حامضية	8.4 -7.9	متوسطة القلوية
6 -5.6	متوسطة الحموضة	9 -8.5	قلوية
6.5 -6.1	خفيفة الحموضة	أكبر من 9	شديدة القلوية

(عودة وشمشم،2007)

2) تقدير درجة تفاعل التربة الـpH:

يمكن قياس pH التربة بطرائق عدة في الترب الرطبة مباشرة أو في عجينتها المشبعة أو في معلق مائي لها بنسب مختلفة مثل: (1:1 , 1:2 , 1:2.5) **(دائماً رقم 1 يشير للتربة والرقم الآخر يشير للماء أو للمحلول)** أو في مستخلصاتها المائية أو الملحية وتعدّ طريقة الدلائل اللونية وطريقة جهاز قياس الـpH من أكثرها انتشارا.

A. تعيين (pH) التربة باستعمال الدلائل اللونية:(للاطلاع)

تعتمد هذه الطريقة على أساس استخدام كواشف ملونة *Indicators* هي مواد كيميائية تمتلك خاصية التلون الحمضي مما يمكن التعرف على الرقم الهيدروجيني بسهولة لمحلول ما عند إضافتها إليه، سواء أكان حامضي أو قاعدي. وبمعنى آخر فإن مؤشر الرقم الهيدروجيني هو كاشف كيميائي عن أيونات الهيدروجين. وعادة ما يؤدي إضافة هذه المادة إلى تغيير لون المحلول تبعا لرقمه الهيدروجيني.

تتكون مؤشرات الرقم الهيدروجيني عادة من أحماض أو قواعد ضعيفة والتي ترتبط عند إضافتها إلى المحلول بأيونات الهيدروجين أو أيونات الهيدروكسيد، وينتج تغير اللون من التشكيلات المختلفة التي يمكن أن يرتبط بها المؤشر بهذه الأيونات.

يبيّن الجدول (5) عدد من مؤشرات الرقم الهيدروجيني المستخدمة في المخابر. عند الكشف عن محاليل ذات رقم هيدروجيني متوسط بين مدخلين من مدخلات الجدول فإن اللون الناتج يكون متوسطا بين اللونين. فعلى سبيل المثال، عند الكشف باستخدام الفينول الأحمر على محلول ذي رقم هيدروجيني بين 6.6 و8.0 يكون اللون الناتج برتقاليا. وكذلك فإن التغيير في اللون قد يعتمد على عوامل خارجية عدا عن الرقم الهيدروجيني كتركيز المؤثر في المحلول ودرجة الحرارة التي يستعمل عندها.

الجدول رقم (5): يبين عدد من مؤشرات الرقم الهيدروجيني المستخدمة في المخابر**(للاطلاع)**

المـؤشــر	اللون عند رقم هيدروجيني منخفض	مدى التحول (تقريبي)	اللون عند رقم هيدروجيني عــالي
ميثيل بنفسجي	أصفر	1.6 — 0.0	أزرق-بنفسجي
أخضر المالكيت	أصفر	1.8 — 0.2	أزرق-أخضر
حمض - تحول) أزرق الثايمول (أول	أحمر	2.8 — 1.2	أصفر
(في الإيثانول) أصفر الميثيل	أحمر	4.0 — 2.9	أصفر
أزرق البروموفينول	أصفر	4.6 — 3.0	بنفسجي
أحمر الكونغو	أزرق	5.2 — 3.0	أحمر
برتقالي الميثيل	أحمر	4.4 — 3.1	أصفر

في محلول زايلين برتقالي الميثيل الكايانول	أرجواني	4.2 — 3.2	أخضر
أخضر البروموكريزول	أصفر	5.4 — 3.8	أزرق
أحمر الميثيل	أحمر	6.3 — 4.2	أصفر
(أزولتمين) ورق عباد الشمس	أحمر	8.3 — 4.5	أزرق
بنفسجي البروموكريزول	أصفر	6.8 — 5.2	بنفسجي
أزرق البروموثايمول	أصفر	7.6 — 6.0	أزرق
أحمر الفينول	أصفر	8.0 — 6.6	أحمر
الأحمر المتعادل	أحمر	8.0 — 6.8	أصفر
أزرق الثايمول (قاعدة - تحول ثاني)	أصفر	9.6 — 8.0	أزرق
فينول فثالين	عديم اللون	10.0 — 8.2	زهري
ثايمول فثالين	عديم اللون	10.6 — 9.4	أزرق
أصفر الأليزارين أر	أصفر	12.0 — 10.1	برتقالي-أحمر
نيلة قرمزية	أزرق	13.0 — 11.4	أصفر

https://ar.wikipedia.org/wiki/

من المؤشرات شائعة الاستخدام بالمخبر ورق عباد الشمس والأدلة المركبة:

B.**ورق عباد الشمس:** تعد ورقة عباد الشمس أكثر موثوقية كما في الشكل، **حيث يصبح لون ورق عباد الشمس أحمراً في المحاليل الحمضية، وأزرقاً في المحاليل القلوية، كما أنه يبقى أرجواني اللون في المحاليل المعتدلة.**

	ورقة عباد الشمس الزرقاء	**عباد الشمس الحمراء**
المحاليل الحمضية	يتحوّل إلى اللون الأحمر	يبقى أحمر
المحاليل المتعادلة	يبقى أزرق	يبقى أحمر
المحاليل القلوية	يبقى أزرق	يتحول اللون الأزرق

الأحماض تحوّل ورقة عباد الشمس الزرقاء إلى حمراء

القلويات تحول ورقة عباد الشمس الحمراء إلى زرقاء

C. تعيين الـــ(pH) بواسطة جهاز قياس الـــpH :

المبدأ: **تعتمد هذه الطريقة أساساً على قياس فرق الجهد المتولد عبر الكترود زجاجي (الكترود دليل) Glass Electrode (Indictor) نتيجة لاختلاف فعالية (أو تركيز) أيونات الهيدروجين داخل وخارج الإلكترود،** ويمكن تعريف هذا الجهد من خلال معادلة نرنست Nernst equation**:(للاطلاع)**

$$E = \frac{RT}{nf} \log(\frac{K}{M})$$

حيث:

R: ثابت الغازات (8.313 Joules) T: درجة الحرارة المطلقة (298 K)

n : شحنة الأيون F: ثابت فاراداي (96.500 Coulombs)

M : الفعالية الأيونية للأيون المراد قياسه.

لمَّا كان من غير الممكن قياس فرق الجهد المتولّد بين الإلكترود الزجاجي والمحلول اعتماداً على الإلكترود الزجاجي فقط، لذلك لابدَّ من وجود **الكترود كهربائي آخر يكون ثابت الجهد بالنسبة للمحلول** ولا يتأثر بتركيز الأيون الموجود ويعرف هذا الإلكترود بالإلكترود المرجع أو الكترود الكالوميل Reference (Calomel) Electrode.

(للاطلاع) رغم اختلاف أجهزة قياس الـــــ pH - meters في نماذجها ومواصفاتها إلا أنها تتشابه في مبدأ عملها وفي أجزائها الأساسية. ويتكون جهاز الـــpH من الكترودين يؤلف كل منهما نصف خلية كهربائية متصلان عن طريق دارة كهربائية بمقياس لفرق الطاقة الكهربائية مدرج بقيم الـــpH ويتكون الإلكترود الأول (الإلكترود الدليل) من الفضة- كلوريد الفضة أو الكينون-هيدروكينون وينتهي هذا الإلكترود بغشاء زجاجي مصنوع من خليط نقي ويملأ داخله محلول ممدد من حمض كلور الماء حيث ينشأ خلال الغشاء الزجاجي فرق طاقة كهربائية يتناسب مع الاختلاف في تركيز أيونات الهيدروجين بين المحلول الداخلي للإكترود والمحلول المراد قياس قيمة الـــpH الخاصة به أمَّا الإلكترود الأخر (الالكترود المرجع) فيتكون من الزئبق والكالوميل(Hg/Hg_2Cl_2) على صورة عمود موضوع داخل أنبوبة زجاجية حاوية على محلول مشبع من كلوريد البوتاسيوم ويعد هذا الإلكترود مكمّلا للخلية الكهربائية. وقد يجمع الإلكترودان معاً في الكترود واحد في بعض أجهزة قياس الـــــpH . (عودة وشمشم، 2011)

إنَّ نتائج قياس رقم *PH* تختلف حسب نوع التربة وظروف القياس **لأننا نقيس بجهاز *PH* فعالية أيونات الهيدروجين الموجودة في محلول التربة وليس الموجودة على سطح مبادل التربة**. وأنَّ استعمال نسبة عالية من الماء إلى التربة أثناء تحضير المعلّق أو المستخلص تخفّض من تركيز وفعالية أيون الهيدروجين ويختلف هذا التأثير حسب نوع التربة والآفاق وحسب نسبة الماء للتربة.

تجربة عملية لقياس pH التربة في المختبر: (في حال توافر جهاز لقياس الـ pH)

- شغل جهاز قياس الـ pH واتركه بوضعية العمل لمدة (15-20) دقيقة قبل الاستخدام
- عاير الجهاز باستخدام محاليل دارئة (موقية) محددة للـ pH.
- زن (20) غ تربة جافة هوائيا وضعها في كأس زجاجية (100مل).
- أضف(50مل) ماء مقطر وامزج جيداً، (بهذه التربة نقوم بتحضير معلّق مائي للتربة 1: 2.5).
- حرك المعلق على فترات منتظمة لمدة (30) دقيقة مستخدما محرك زجاجي مزود بنهاية مطاطية.
- حرك المعلق مجدداً واغمس الإلكترود في المعلق وخذ قراءة الـــpH بعد استقرارها (بعد مرور30 ثانية).
- اغسل الإلكترود بالماء المقطر ثم جففه قبل الاستخدام مجدداً في قياس pH عينة أخرى في نهاية العمل.

الشكل رقم (1): أشكال مختلفة من أجهزة قياس الـ pH

ثانياً: تقدير الأملاح الكلية الذائبة(TSS) في التربة ومياه الري:

تختلف نسبة الاملاح 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 يتم غسل الاملاح لأعماق كبيرة، عندما تكون كمية الهطل عالية وأكبر من معدّل 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.**

ونقول عن تربة أنّها مالحة إذا ازداد محتواها من الأملاح الكلية الذائبة في الماء (TSS) بحيث يؤدي هذا الارتفاع إلى إعاقة أو منع النمو الطبيعي للنبات.

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.

طرائق تقدير الأملاح الكلية الذائبة(TSS):

1- طريقة التجفيف:

المبدأ: تعتمد هذه الطريقة على أخذ حجم معيّن من المستخلص المائي للتربة، ثم وضعه في جفنة من البورسلان، ووضعه في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية، حتى الوصول إلى وزن الراسب الجاف الثابت. ومن خلال معرفة حجم المستخلص المأخوذ، ووزن الراسب، يمكن حساب النسبة المئوية للأملاح الذائبة الكلية في التربة المدروسة. وذلك عن طريق تحضير **مستخلص تربة 5:1 (وهو ذلك الراشح الذي نحصل عليه من معاملة 10 غرام تربة ب 50 مل ماء مقطّر أو 20 غرام تربة بـ 100 مل ماء مقطّر والرج لفترة زمنية مناسبة للتحليل)** حسب الخطوات التالية:

خطوات العمل:

1. يتم وزن 20غ تربة Ws ووضعها في دورق مخروطي سعة 250مل.
2. يضاف إليها 100مل ماء مقطّر VT .
3. ترج العينة لمدة 20 دقيقة على الرجاج الميكانيكي.
4. ترشح العينة في دوارق مخروطي سعته 250مل بواسطة ورق ترشيح عادي (وبالتالي نكون قد حضّرنا مستخلص 5:1).
5. خذ 50 مل من المستخلص المحضر سابقاً vt إلى جفنة بورسلانية (التي تمَّ تجفيفها بالفرن على درجة حرارة 105 ^{o}C وتبريدها).
6. ضع الجفنة على حمام مائي حتى قرب جفاف الراشح، ثم تابع التجفيف بوضعها في الفرن الكهربائي عند درجة حرارة (105 ^{o}C) لمدة ثلاث ساعات.
7. اخرج الجفنة من الفرن الكهربائي وبردها في المجفف ثم سجل وزنها بدقة.

$$TSS(\%)= (A-B)x\frac{VT}{vt}x\frac{100}{Ws}$$

حيث أن: TSS (%) النسبة المئوية للأملاح الكلية الذائبة في التربة.

- A - وزن الجفنة مع الراسب الجاف (غ).
- B – وزن الجفنة الفارغ(غ).
- Ws- وزن التربة المأخوذة (غ).
- VT – الحجم الكلي للمستخلص المرشح (مل).
- vt - الحجم المأخوذ من المستخلص (مل).
- 100 – للتحويل إلى نسبة مئوية.

ملاحظة: يتم تقدير الأملاح الكلية الذائبة في عينة مياه الري أو الصرف، مقدراً كجزء في المليون(ppm) (ملغ/لتر) باتباع نفس الخطوات السابقة.

مسألة: تمَّ تحضير مستخلص مائي للتربة (5:1) وأخذَ منه 50 مل(vt) إلى جفنة خزفية وزنها الفارغ(B=20g) ومن ثمَّ وبعد التجفيف في الفرن على درجة حرارة 105 مئوية كان وزن الجفنة مع الراسب (A=20.5g) والمطلوب:

1 – احسب محتوى التربة من الأملاح الكلية الذائبة (TSS) مقدرة كنسبة مئوية (g/100g).

2 - ا حسب محتوى التربة من الأملاح الكلية الذائبة (TSS) مقدرة ب الـ ppm (mg/kg).

الحل: 1) $$\boldsymbol{TSS\%} = (\boldsymbol{A} - \boldsymbol{B}) \times \frac{\boldsymbol{VT}}{\boldsymbol{vt}} \times \frac{\boldsymbol{100}}{\boldsymbol{Ws}}$$

$$= (20.5 - 20) \times \frac{100}{50} \times \frac{100}{20} = 5\%$$

2) $$TSS(ppm) = TSS\% \times 10000 = 50000\ ppm$$

2 – طريقة الموصلية الكهربائية الـ Electrical Conductivity (EC):

تعتمد هذه الطريقة على قياس الموصلية (أو الناقلية) الكهربائية للمستخلص المائي للتربة أو العينة المائية. **حيث أنَّ المقاومة الكهربائية لأي محلول ملحي تتناسب عكساً مع تركيز الاملاح الكلية الذائبة فيه، فكلما زادت كمية الاملاح في الماء قلت مقاومتة الكهربائية والعكس صحيح.**

تُعرّف الناقلية الكهربائية(الـEC) بأنّها الموصلية الكهربائية لمحلول حجمه 1سم^{3} محصور بين صفيحتين مربعتين متوازيين من البلاتين أو التنغستين مساحة كل منهما 1سم^{2} والبعد بينهما 1سم.

ولطالما أنَّ الناقلية هي عكس المقاومة والتي واحدة قياسها الأوم ohm فلقد أصبحت واحدة الناقلية مقلوب وحدة المقاومة لتصبح مو/سم (mhos/cm) أو بأجزائه الميلي أو الميكرومو/سم، كوحدة لقياس الموصلية الكهربائية للمحاليل، واستخدام أجزائها مثل: ميلمو/سم (m mhose/cm)، ميكرومو/سم(µmhos/cm حيث أنَّ:

1mho=1000 m mhos, 1m mhos = 1000 µmhos

كما يُمكن التعبير عن الموصلية الكهربائية للمحاليل، بالوحدات الدولية بالديسيمينس/م (ds/m) وأجزائها، وليس هناك اختلاف بين ميليمو/سم وميليسيمنس/سم حيث أن:

1m mhos/cm=1mS/cm

وتتراوح الموصلية الكهربائية لمستخلصات العجينة المشبعة Saturation Extract بين 0.1 - 20 ميليمو/سم.

يُعرّف مستخلص العجينة المشبعة بأنَّه ذلك الراشح الذي نحصل عليه من تحضير عجينة تربة مشبعة بالماء وترشيحها تحت التفريغ باستخدام مضخة كهربائية مناسبة لذلك.

يتميَّز الماء النقي بأنه رديء النقل للتيار الكهربائي، **وكلما احتوى على كمية زائدة من الاملاح المتشردة، تزداد الموصلية الكهربائية له، ولذلك تتناسب الموصلية الكهربائية للمحلول طرداً مع تزايد تركيز الاملاح المتشردة فيه.**

خطوات العمل باستخدام جهاز الموصلية الكهربائية:

1-حضّر مستخلص 5:1 (وذلك بوزن 20غ تربة ووضعها في دورق مخروطي سعة 250مل).
2-يضاف إليها 100مل ماء مقطر.
3-ترج العينة لمدة 20دقائق على الرجاج الميكانيكي.
4-ترشح العينة في دورق مخروطي 250 مل بوساطة ورق ترشيح.
5-اغسل المسبار الخاص بالجهاز بالماء المقطر، ثم بالمحلول المراد قياس موصليته.
6-ضع المسبار الخاص بالجهاز في كأس زجاجي تحتوي على 50 مل من مستخلص التربة، على أن يتم غمر الفتحتين الجانبيتين للمسبر في المحلول.
7-شغل الجهاز، ثم قس حرارة المحلول.
8-تؤخذ قراءة الـ EC بواسطة جهاز قياس الـ EC مقدرة بالـميليموز/سم

الحساب:

$$TSS(meq/L) = 12.5 \times EC\ (m\ mhos/cm)$$

$$TSS\ (\%in\ extract) = 0.064 \times EC\ (m\ mhos/cm)$$

$$TSS(\%Soil) = 0.064 \times EC \times \frac{VT}{Ws}$$

$$TSS(ppm\ in\ Soil) = 640 \times EC \times \frac{VT}{Ws}$$

$$\text{الضغط الأسموزي للمحلول} = 0.36 \times EC\ (m\ mhos/cm)$$

حيث أن:

TSS- الاملاح الكلية الذائبة (Total Soluble Salts)
meq/L- ميليمكافئ/لتر.
EC- الموصلية الكهربائية مقدرة بـ ميليموز/ سم.
12.5- معامل تحويل من EC مقدراً بالـ ميليموز/ سم إلى ميليمكافئ/لتر (الرقم 12.5 هو رقم تجريبي).
0.064- معامل التحويل من EC مقدراً بالـ ميليموز/ سم إلى نسبة مئوية في المحلول.
VT – الحجم الكلي للمستخلص مقدراً بـ مل.
Ws - وزن التربة بالغرام. ppm- جزء بالمليون أو ملغ/كغ.

مسألة: في أثناء تقدير الأملاح الكلية الذائبة في مستخلص مائي للتربة تربة 5:1 (100:20) كانت الموصلية الكهربائية للمستخلص E C مساوية 2000 µmho/ cm والمطلوب:

1- احسب محتوى المستخلص من الأملاح الكلية الذائبة مقدَّرة بالميليمكافئ/لتر.
2- احسب النسبة المئوية للأملاح الذائبة في التربة.
3- احسب محتوى التربة من الأملاح الكلية الذائبة مقدرة بمغ/كغ.

الحل:

1) EC(mmhos/cm) = EC(µmhos/cm)/1000 = 2000/1000 = 2

TSS(meq/L) =12.5 × EC = 12.5 × 2 = 25

2) $TSS(\%Soil)=0.064 \times EC \times \frac{VT}{Ws} = 0.064 \times 2 \times 100/20 = 0.64$

3) $TSS(ppm\ in\ Soil)=640 \times EC\ x\ \frac{VT}{Ws} = 640 \times 2 \times 100/20 = 6400$

أو

TSS (ppm in Soil) = TSS(%Soil) × 10000 = 0.64 × 10000 = 6400

جدول رقم (2): تصنيف ملوحة التربة حسب المدرسة الامريكية استناداً لـ EC مقدراً بالـ ميليموز/سم

الموصلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة ميليموز/ سم على درجة حرارة $25^{O}C$.	درجة ملوحة التربة	تأثّر 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	يحد انتاج المحاصيل الحساسة للأملاح، كما تؤثر على معظم المحاصيل
8-16	عالية الملوحة	ينحصر الانتاج في المحاصيل المتحملة للملوحة فقط
أكبر من 16	عالية الملوحة جداً	بعض المحاصيل المتحملة جداً للملوحة يمكن أن تعطي انتاجاً مرضياً

انتهت الجلسة العملية السابعة

د. عصام شكري الخوري ، د. حيدر هاشم الحسن