

خصوبة التربة وتغذية النبات- السنة الثالثة الجلسة العملية الثانية

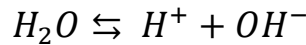
تقدير درجة تفاعل التربة (pH): Determination of soil reaction

(1) تعريف وأهمية pH التربة:
يعبر رقم الـ (pH) عن اللوغاريتم العشري السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول، أو عن لوغاريتم مقلوب تركيز هذه الأيونات:

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

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

حيث (H) تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول (مول/ل).
ولمّا كان تركيز أيونات الهيدروجين في الماء النقي مساوياً لتركيز أيونات الهيدروكسيد فيه عند درجة حرارة (25 م°):



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

ويكون ثابت الجداء الشاردي للماء (kw) مساوياً:

$$kw = [H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$

لذلك يكون الماء النقي متعادلاً حيث:

$$pH = POH = 7$$

وبزيادة تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول عن (10⁻⁷ مول/ل) تنخفض قيمة الـ (pH) إلى ما دون الـ (7) وتزداد حموضة المحلول.

أمّا إذا ارتفع تركيز أيونات الهيدروكسيد عن (10⁻⁷ مول/ل) فيرافقه ارتفاع في قيمة الـ (pH) إلى أعلى من (7) وازدياد في قلوية المحلول.

يعبر (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 تسبب الحموضة ذوباناً لمعظم المعادن الأرضية وزيادة ذوبان عناصرها مثل الحديد والمنغنيز والنحاس مما يؤدي إلى سمية النباتات، وعلى العكس فالقلوية الشديدة تؤدي إلى ترسيب هذه العناصر الهامة، وتصبح غير متاحة للنبات، وبالتالي يحدث نقص غذائي. يمكن أن يؤثر رقم الـ pH أيضاً على نمو النباتات من خلال تأثيره على نشاط الميكروبات أو الكائنات الدقيقة ذات الأثر المفيد للتربة.

تتراوح قيمة (pH) الترب الزراعية عموماً 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): تصنيف التربة تبعاً لـ (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 الـ pH:

يمكن قياس pH التربة بطرائق عدة في التربة الرطبة مباشرة أو في عجنتها 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 pH من أكثرها انتشاراً.

A. تعيين (pH) التربة باستعمال الدلائل اللونية:

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 تبعاً 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.

يبين 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 متوسطاً بين اللونين. فعلى سبيل المثال، عند الكشف باستخدام الفينول الأحمر على محلول ذي رقم هيدروجيني بين 6.6 و 8.0 يكون اللون الناتج برتقالياً. 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)

المؤشر	اللون عند رقم هيدروجيني منخفض	مدى التحول (تقريباً)	اللون عند رقم هيدروجيني عالي
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

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

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

من المؤشرات شائعة الاستخدام بالمخبر ورق عباد الشمس:

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

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



المحاليل الحمضية تحول ورقة عباد الشمس الزرقاء إلى حمراء المحاليل القلوية تحول ورقة عباد الشمس الحمراء إلى زرق
الشكل رقم (1) قياس درجة pH المحاليل باستخدام ورق عباد الشمس

C. قياس درجة تفاعل التربة الـ(pH) باستخدام شرائط الكاشف العام Indicator Strips pH

المواد والأدوات:

- عينة تربة جافة
- ماء مقطر (أو ماء صنبور مغلي ومبرد)
- شرائط كاشف عام ملونة (مع مقياس الألوان المرفق)
- كوب زجاجي أو وعاء شفاف
- ملعقة أو أداة تحريك
- مناديل ورقية أو قطعة قماش نظيفة

الخطوات:

1. **تحضير عينة التربة:** تأكد من أن عينة التربة جافة تمامًا. قم بتفتيت أي كتل كبيرة لإزالة أي شوائب مثل الحجارة أو جذور النباتات.
2. **تحضير معلق التربة:** ضع كمية صغيرة من التربة (حوالي ملعقة كبيرة) في الكوب الزجاجي. أضف كمية متساوية من الماء المقطر (حوالي ملعقة كبيرة) إلى التربة. قم بتحريك المزيج جيدًا حتى يصبح عجينة متجانسة.
3. **غمس شريط الكاشف:** اغمس طرف شريط الكاشف العام الملون في محلول التربة لثواني معدودة (حوالي 2-3 ثواني). تأكد من أن الشريط مغمور تمامًا في المحلول.
4. **إزالة الشريط وتجفيفه:** قم بإزالة الشريط الكاشف من المحلول وهزه بلطف لإزالة أي فائض من السائل. جفف الشريط برفق باستخدام منديل ورقي أو قطعة قماش نظيفة.
5. **مقارنة الألوان:** انتظر لمدة دقيقة واحدة حتى يتغير لون الشريط تمامًا. قارن لون الشريط مع مقياس الألوان المرفق مع عبوة شرائط الكاشف. حدد اللون الذي يتطابق تمامًا مع لون الشريط.
6. **تحديد درجة الـpH:** اقرأ الرقم المقابل للون المتطابق على مقياس الألوان. هذا الرقم هو درجة الـpH للتربة.



الشكل رقم (2) طريقة قياس درجة تفاعل التربة الـ(pH) بالشرائط المدرجة الملونة.

D. تعيين الـ(pH) بواسطة جهاز قياس الـpH :

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

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

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.

لما كان من غير الممكن قياس فرق الجهد المتولد بين الإلكترود الزجاجي والمحلول اعتماداً على الإلكترود الزجاجي فقط، لذلك لابد 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).

رغم اختلاف أجهزة قياس الـ pH - meters في نماذجها ومواصفاتها إلا أنها تتشابه في مبدأ عملها وفي أجزائها الأساسية. ويتكون جهاز الـ pH من الكترودين يؤلف كل منهما نصف خلية كهربائية متصلاً عن طريق دائرة كهربائية بمقياس لفرق الطاقة الكهربائية مدرج بقيم الـ pH. ويتكون الإلكترود الأول (الإلكترود الدليل) من الفضة-كلوريد الفضة أو الكينون-هيدروكينون وينتهي هذا الإلكترود بغشاء زجاجي مصنوع من خليط نقي ويملاً 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 للإلكترود والمحلول المراد قياس قيمة الـ pH الخاصة به أما الإلكترود الآخر (الإلكترود 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 مكتملاً للخلية الكهربائية. وقد يجمع الإلكترودان معاً في الكترود واحد في بعض أجهزة قياس الـ pH (عودة وشمشم، 2011).

إن 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. وأن استعمال نسبة عالية من الماء إلى التربة أثناء تحضير المعلق 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:

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



الشكل رقم (3): أشكال مختلفة من أجهزة قياس الـ pH

انتهت الجلسة العملية الثانية

مدرسو المقرّر