جامعة حماه
كلية الهندسة الزراعية

أساسيات علوم التربة وتصنيفها
الجلسة العملية الثانية

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

انتهت الجلسة العملية الثانية

د. عصام شكري الخوري ، د. حيدر هاشم الحسن