التجربة الثالثة/ الأس الهيدروجيني pH:

اللوغاريتم ألسالب لتركيز أيون الهيدروجين في الوسط معبر عنه (بالمكافئ/ لتر).

$$\text{Log } H^{+}] = -[\text{ PH}$$

تعرف عملية التأين بأنها عملية تحول جزيئات مركب ما الى أيونات وبالنسبة الى الماء فأن معدل تأيينه يعد ضعيفاً جداً، اذا ما قورن بمعدلات التأين في المركبات الأخرى إلا أنه قد يحدث تحلل لبعض جزيئات الماء الى أيوني الهيدروجين الموجب **(H+)** والهيدروكسيل **(OH-)** وقد وجد أن زيادة تركيز أيون الهيدروجين تعني زيادة الحموضة لهذا السائل في حين تعني الزيادة في تركيز أيون الهيدروكسيل زيادة قلوية وفي حالة الماء النقي يكون عدد أيونات الهيدروجين مساوياً لعدد أيونات الهيدروكسيل أي أنه متعادل وتقاس الحموضة (تركيز أيونات الهيدروجين) في المواد المختلفة عن طريق مقياس الأس الهيدروجيني والذي يتراوح بين صفر و 14 فالمواد المتعادلة الحموضة مثل الماء النقي قيمة الأس الهيدروجيني لها = 7 أما الأحماض فأن قيمة الأس الهيدروجيني لها تراوح بين صفر و 6.9 أما المواد القاعدية (القلوية) فأن قيمة الأس الهيدروجيني لها تتراوح بين 7 و 14.

ان معظم العمليات الحيوية تتم في مجال محدود من الأس الهيدروجيني فإذا ما زالت أو قلت درجة الأس الهيدروجيني عن هذا المجال فأن العمليات الحيوية أو الوظائف الطبيعية للجسم تختل فعلى سبيل المثال تبلغ قيمة الأس الهيدروجيني لدم الإنسان 4.7 فإذا ما انخفضت ما انخفضت هذه القيمة أختلت وظائف الجسم وقد تحدث الوفاة كذلك قد تكون مياه الأمطار حامضية بعض الشيئ تقترب من 6 نتيجة ذوبان ثاني أوكسيد الكاربون في قطرات المطر إلا أن ذوبان بعض أكاسيد الغازات الأخرى الملوثة للجو في مياه الأمطار قد تسبب زيادة الحموضة في مياه الأمطار كما هو حادث في الأمطار الحامضية ويجب ملاحظة أن التغيير في قيمة الأس الهيدروجيني درجة واحدة يعني تغيير درجة الحموضة بمقدار 10 أضعاف فالمحلول الذي له قيمة أس هيدروجيني = 3 هو حامضي 10 أضعاف المحلول الذي له قيمة أس هيدروجيني = 4 لأن درجة الحموضة أو القلوية ترتبط بعلاقة لوغارتمية (لوغارتم عشري) مع تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول.

- زيادة الـ **pH** بمقدار واحد يؤدى الى انخفاض تركيز الـ **H** بمقدار 10 مرات و درجة الحموضة تزداد بانخفاض الـ **pH**
- ما هو رقم الحموضة **(PH)** لماء نقي أذا علمت أن تركيز أيون الهيدروجين فيه هو 0.0000001 مكافئ/ لتر.

$$PH= -LOG\ [10^{-7}]= 7$$

وإذا أرتفع تركيز أيونات الهيدروجين في هذا الماء عن طريق أضافة حامض ما فان التركيز سيكون(0.000001) وسيكون رقم الحموضة **PH = +6**. ويتضح زيادة تركيز الهيدروجين عشرة أضعاف يؤدي إلى أنخفاض رقم الحموضة درجة واحدة.

ومن جهة ثانية ان ارتفاع درجة تفاعل المحلول الخارجي درجة واحدة يؤدي الى تغيير درجة تفاعل العصير الخلوي بمقدار لا يزيد عن 0.1 ومع ذلك فان هذا التغيير البسط ينعكس على شحنات غرويات بروتوبلازم الخلايا الجذرية.

وهذا يمكن ملاحظته من معطيات أمتصاص الأمونيوم $(NH_4)_2$ والفوسفات HPO_4 فالجدول الآتي يوضح تأثير الـ**pH** على شدة امتصاص الكاتيونات والأنيونات من قبل جذور نبات الحنطة.

درجة تفاعل المحلول**pH**	الكمية الممتصة بالملغم / 1 ساعة	
	الأمونيوم $(NH_4)_2$	والفوسفات HPO_4
5.35	1.40	0.92
6.70	1.86	0.28
7.30	2.26	0.10

ويعزى اختلاف رقم الحموضة في الترب المختلفة الى اختلاف محتواها من الأملاح المختلفة والى الكاتيونات المتبادلة والذائبة في التربة فعند زيادة الصوديوم المتبادل عن نسبة معينة من السعة المتبادلة للتربة يرتفع رقم الـ **pH** وخاصة في المناطق الجافة. وعلى العكس من ذلك فعند زيادة الهيدروجين أو الألمنيوم المتبادلين في محلول التربة ينخفض عندها ويحدث انخفاض في رقم الحموضة كما يحدث عادة في المناطق الرطبة. ومن أهم الطرق المتبعة في تقدير **pH** التربة.

طريقة قياس درجة تفاعل التربة (**PH**):-

هناك طريقتين لقياس درجة تفاعل التربة وهما:-

1. الطريقة اللونية: وتعتمد هذه الطريقة على استخدام الدلائل اللونية، حيث يقاس رقم حموضة التربة باستعمال ورق خاص يسمى ورق الحموضة أو ورق الليتموس والذي يتغير لونه حسب درجة الحموضة. وبهذه الطريقة يمكن معرفة رقم الحموضة بصورة تقريبية عن طريق مقارنة اللون مع الوان قياسية معروف رقم حموضتها.
2. الطريقة الكهربائية: وهي الطريقة الأكثر شيوعا ودقة - يستعمل فيها جهاز قياس الحموضة (**pH - meter**) وهو عبارة عن خلية كهربائية يتصل بها قطبين هما:-

- الأول قطب يتوقف جهده الكهربائي على التركيز النشط لأيونات الهيدروجين في محلول التربة ويسمى القطب الزجاجي**Glass Electrode**
- والقطب الثاني غير متوقف جهده الكهربائي على تركيب المحلول ويسمى قطب قياسي (قطب الكالوميل) **Calomel Electrode**

ويستعمل حديثاً قطب واحد يشمل كل من القطب الزجاجي والقياسي ويسمى القطب الموحد **Combined Electrode**.

أن الخطوات المتبعة لتقدير درجة الـ **PH** لأي نموذج تربة نتبع الخطوات التالية :-

1. ضبط جهاز **pH** بعد تشغيله والانتظار لمدة خمس دقائق.
2. تحضير عجينة مشبعة أو مستخلص للتربة في كأس زجاجي بنسبة 1 : 5 أو 1 : 10 أو غيره حيث تحرك العجينة بالقضيب الزجاجي ويغمس فيها القطب الموحد على أن لا يلامس نهاية الكأس. وحسب درجة تركيز أيونات الهيدروجين في العجينة يعطي الجهاز قراءة تمثل مدى حموضة أو قلوية التربة فأن كانت القراءة أعلى من رقم 7 تكون التربة قلوية وان كانت أقل فهي حامضية.
3. أقفل زر القراءة واغسل القطب الموحد بالماء المقطر وأقفل وزر التشغيل واغمس القطب في كأس يحتوي على ماء مقطر.

طريقة قياس الـ **pH**

هي تعتمد على استخدام **pH meter** وهو جهاز يعتمد على قياس فرق الجهد بين قطبين أحدهما يسمى القطب الزجاجي والثاني قطب قياسي (قطب الكالوميل) ويتكون القطب الزجاجي الذي هو في الواقع قطب غشائي من انتفاخ زجاجي ذو جدار رفيع جداً شديد الحساسية لتغيرات ال**PH** متصل بساق زجاجي غير حساس لـ**PH** وعالي المقاومة

يوجد داخل الغشاء الزجاجي للقطب محلول اليكتوروليتي ذو سعة تنظيمية عالية مثل حامض الهيدروكلوريك بتركيز 0.025 عياري ويمكن استعمال حامض الكبريتيك أو محلول مشبع من الكلوريد منظم بواسطة محلول خلات أو سترات

ينغمس في هذا المحلول اليكتوروليتي قطب قياسي داخلي عادة ما يكون **Hg - Hg2Cl2** أو قطب الكالوميل

ويقاس التغير في الجهد الكهربائي بعد اكمال النصف الثاني من الخلية الممثل بالقطب القياسي مثل قطب الهايدروجين وقطب الكالوميل

ان قطب الكالوميل هو من أكثر الأقطاب القياسية الشائعة الأستعمال فهو يتكون من نقطة **Drop** من الزئبق في حالة تماس مع محلول من كلوريد البوتاسيوم المشبع بالنسبة لـ **Hg2CL2**

وبشكل عام فانه يحتوي يتكون من أنبوبة زجاجية تحتوي على ثقب معين في الطرف الأسفل وهذه الأنبوبة تحتوي على محلول مشبع من كلوريد البوتاسيوم وينغمس به قطب قياسي **Hg Hg2Cl2** - أو قطب **Ag -AgCl** ويتدلى في قمته سلك يرتبط احد اطرافه في القطب القياسي والطرف الثاني في جهاز الـ**pH** اما قطب الهيدروجين فيتكون من قطب بلاتيني منغمس في محلول من ايونات الهيدروجين ذات فعالية =1 وفيه يكون غاز الهيدروجين مغطياً للقطب في صورة فقاعات عند ضغط =1 ضغط جوي ويعطي جهد ذلك القطب قيمة اختيارية= صفر وتقارن به الأقطاب القياسية وأنصاف الخلايا الأخرى

ومن اجل قياس **pH** العينة يجب ان تكون التربة رطبة ومن المعتاد ان تجري قياسات رقم ال**pH** في عجينة التربة المشبعة.

س/ أشكال حموضة التربة:

1. الحموضة الفعالة: وهي حموضة محلول التربة وتقاس بواسطة الكترود الزجاجي والتي يعبر عنها بالـ **pH** التربة.
2. الحموضة المتبادلة: ويقصد بها كمية الحموضة المستخلصة بعد معاملة التربة بمحلول **KCL** المتعادل وهي في حالة اتزان مع الشكل الأول.
3. الحموضة الهيدروليتيكية: وتشمل ذلك الجزء من الحموضة التي يتم استخلاصها بواسطة خلات الصوديوم عند **pH 8.2** وتكون أكبر من الحموضة المتبادلة.

والغرض من هذا التقسيم هو أهميته في تحديد الجزء الأكثر سمية للنبات من الحموضة وكذلك في تحديد حاجة التربة من الكلس عند الاستصلاح.

س/ ما هي العوامل التي تؤثر على مدى مقاومة التربة لتغير رقم الحموضة؟

1. كمية ونوع الطين: حيث تؤثر على المساحة النوعية وعلى تركيز في وحدة السطوح.

2. كمية المادة العضوية المتبادلة في التربة.

3. كمية بعض الأملاح كالكلس.

ملاحظات

1. في حالة الترب العضوية يحتاج الأمر لترك العجينة طيلة الليل مع مراجعة حالة تشبعها لأن التربة في هذه الحالة تفقد لمعانها وتجف لذلك يضاف إليها الماء مرة أخرى.
2. أما في الترب الطينية الثقيلة فيضاف الماء في البداية دون تقليب لمنع تعجنها وحتى تنتشر المياه في التربة ثم تقلب بعد ذلك. كما يراعي أن الترب الرملية تصل الى حالة

التشبع بدرجة أسرع من الترب الطينية. كما انها تصل الى درجة التشبع فجأة فإذا كانت هناك مياه حرة على السطح عندها تكون الرطوبة قد زادت ولمعالجة ذلك تضاف كمية أخرى من التربة معلومة الوزن لتحقيق التوازن المناسب.

3. عندما يكون الغرض تقدير البورون في المستخلص فيجب استخدام أدوات خاصة من الزجاج الخالي من البورون (في تحضير العينة وجمع الراشح).
4. إذا احتوت العينة على الجبس يراعى أن تترك العينة عدة ساعات حتى يتم ذوبان الجبس قبل تحضير المستخلص.
5. اذا كان الهدف تقدير الكربونات الذائبة فيجب عمل مستخلص التربة بمجرد ورود العينة من الحقل، حيث أن فترة التخزين تؤدي الى تحويل الكربونات الى بيكربونات

Soil Buffer (السعة التنظيمية): قابلية التربة على مقاومة التغير في رقم الحموضة عند معاملة التربة بحامض أو قاعدة.

ارتفاع الـ**pH** (قاعدي) زيادة الشحنات السالبة وزيادة الـ**CEC**

كلما اتجهنا نحو قلوية التربة تقل جاهزية الفسفور البوتاسيوم المغنسيوم الحديد المنغنيز البورون الكوبلت النحاس والزنك في حين تتحسن جاهزية الموليبدنيوم والكبريت والنتروجين بزيادة درجة التفاعل.

كيف نتغلب على قلوية التربة ؟ نحن لا نستطيع تخفيض قلوية التربة العناصر الغذائية المضافة تترسب والنبات لا يستطع الاستفادة منه التربة لذلك للتغلب على هذه المشكلة يتم عن طريق شكل السماد المضاف فمثلا الفسفور يضاف على شكل حامض الفسفوريك أو سماد مركب الماب أما العناصر الصغرى فتضاف بشكل مخلبي **EDTA** مثل الحديد المخلبي6% أو زنك **EDTA** ونحاس **EDTA** ومنغنيز **EDTA**

الـ **EDTA** مواد عضوية لها القدرة لها على تخلب العنصر أي تحميه من الترسب بعيد عن القلوية وتعني **Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid**