اخذ العينات من الحقل

ان عملية اخذ النماذج من التربة ذات اهمية كبيرة اذا لاجدوى من التحاليل من دون اخذ نماذج دقيقة وممثلة سواء كانت تربة او مياه او نبات لذلك يجب اتباع الامور الاتية عند اخذ العينات :

1- اخذ حجم متساوي من كل طبقة او افق
2- تجنب المناطق التي حصلت فيها تغيرات مختلفة عن بقية المساحة
3- عدم اخذ العينات بعد الري وتجنب اخذ العينات الرطبة
4- اخذ العينات في موسم واحد لسهولة مقارنتها
5- عدم اخذ عينات التربة من الشوارع او المناطق التي تعرضت للتلوث
6- تحنب مناطق جذور الاشجار ومناطق خزن الاسمدة في الحقل
7- عدم اخذ نماذج من البقع الملحية .
8- عدم اخذ النماذج من المرتفعات او المنخفضات اذا كانت تشكل مناطق قليلة في الحقل
9- اخذ عدد كافي من العينات كي تمثل الحقل تمثيلا حقيقا
10–عند وجود تغيرات كبيرة في الحقل ولمساحات كبيرة , تفصل وتدرس كل على حدة
11–استخدام طريقة نموذجية لاخذ نماذج وبابعاد متساوية .
12 – حجم النموذج للتحليلات الروتينية يتراوح بين 200 غم للترب الطينية و400 غم للترب الرملية .

يعتمد مدى نجاح تحليل التربة فى التنبؤ بحالة العناصر الغذائية فى الارض وتفسير النتائج المتحصل عليها على درجة الدقة فى الحصول على هذه العينات بحيث تكون ممثلة للمساحة موقع الدراسة تمثيلا حقيقا ولذلك اذا لم تجمع هذه العينات بطريقة تضمن تجانسها وتمثلها للمساحات المؤخوذة منها فان ذلك يترتب عليه كثير من الاخطاء.

وكثيرا ما تبلغ قيمة الخطا الناشىء عن عدم الدقة فى اخذ العيينات لحوالى (80–85%) من مجموع الخطأ الكلى. والباقى (15–20%) عبارة عن الخطا الناشىء من التحاليل المختبرية .

ويمكن تقليل ذلك الخطا باتباع الاحتياطات التالية:

1– موعد وفترات اخذ العينة Feequency and time of sampling

يمكن اخذ عينات التربة فى اى وقت من السنة طالما كانت ظروف الارض تسمح بذلك وان كان من المفضل اخذها قبل المحصول الرئيسى فى الدورة وقبل تحضير الارض للزراعة مباشرة وذلك بالنسبة لمحاصيل الحقل العادية .ويتم اخذ العينات من الحقل مرة كل 2–3 سنوات.

اما فى الزراعات الكثيفة وحدائق الفاكهة والدورات التى اساسها الخضر فيجب اخذ العينة كل عام وذلك قبل كل محصول من محاصيل الدورة.

2-عمق اخذ العينة Depth of sampling

عادة ماتؤخذ عينة التربة من طبقة سلاح المحراث (صفر–25سم) حيث تمتص النباتات ما يقرب من 50% من احتياجتها الغذائية من هذه الطبقة . ويفضل احيانا الحصول على عينة اخرى من الطبقة التحت سطحية من التربة(25-50) سم.

كذلك نحب ان ننوه ان عمق العينة يختلف باختلاف نوع العنصر المراد تقديره حيث يصل الى 60–80 سم فى حالة العناصر المتحركة مثل النترات والكبريتات بينما يصل العمق الى 15سم فى حالة العناصر غير المتحركة مثل الفوسفات.

3– المساحة التى تؤخذ منها العينات

فى الحقول المتجانسة فى صفاتها المختلفة مثل (حالة الصرف , درجة الانحدار , القوام , كمية الاسمدة للمحصول السابق) يتم اخذ عينة مركبة Composite sample واحدة لتمثل مساحة تتراوح بين 5–20 دونم . ويتم اخذ هذه العينة المركبة من خلط مجموعة من العينات الفردية يتراوح عددها ما بين 15–20 عينة والتى تؤخذ بتوزيع ونظام معين داخل كل المساحة المتجانسة.

ويتم خلط هذه العينات الفردية مع بعضها خلطا جيدا ثم يؤخذ من هذا الخليط 1كغم يوضع فى كيس من الورق او القماش النظيف او البلاستيك ويكتب عليه جميع البيانات الخاصة بهذه العينة كالمحصول السابق , نوع وكمية الاسمدة السابق اضافتها ,عمق الحرث,نظام الرى وحالة الصرف ان وجدت , تاريخ اخذ العينة ,وغيرها من الظروف التى قد تؤثر على النبات حيث يساعد ذلك كثيرا فى تفسير النتائج ووضع التوصيات السمادية.

وحرصا على بيانات العينة يفضل كتابة نفس البيانات الموجودة على اكياس العينات على ورقة صغيرة ووضعها داخل الكيس وايضا لمطابقة هذه البيانات للقائم بالتحليل فى المعمل فى حالة اذا كان الحقل غير متجانس فى صفاته الظاهرية فيكون من الضرورى تقسيم الحقل او المساحة

الى عدة مساحات (وحدات) على اساس مدى التجانس فى الصفات السابقة ثم يؤخذ من كل جزء متجانس على حدة عشرة عينات فردية موزعة بانتظام فى الحقل وتخلط معا خلطا جيدا لكى تعطى عينة مركبة لتمثل هذا الجزء المتجانس فقط وهكذا من باقى المساحات الاخرى.

تحضير عينات التربة للتحليلPreparation of soil samples for analysis

يقصد بتحضير عينات الربة سلسلة من العمليات التي تجري على عينات التربة بدأً من استلامها ولحين اجراء التحليل المطلوب وللحصول على نتائج اخبار دقيقة لابد من ان تجري سلسلة عمليات تحضير العينات بدون تغيير او تأثير في الخواص الكيميائية والميكانيكية لعينات التربة .

العوامل المؤثرة في تحضير العينات الترابية :

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على نتائج اختبار التربة عند تحضير العينة قبل التحليل من اهمها :

1- مكان تحضير العينة التربة :يجب ان يكون جافاً ومزوداً بمفرغات هواء مع فتحات تهوية لتسهيل حركة الهواء وفقد الرطوبة من العينة

2- الادوات المستخدمة في تحضير العينة :يجب ان تتم عملية تفيف وطحن العينة الترابية باستخدام اداوات لاتؤثر على خواص العينة وبالتالي نتائج التحاليل .

3- درجة حرارة المختبر :يجب ان لاتزيد عن 40 مo خاصة عند تجفيف العينة لكي لاتؤثر على نتائج التحاليل وخاصة العناصر الغذائية .

بعد اخذ العينات من الحقل تجري عليها العمليات التالية :

التجفيف:Drying

عينات التربة تجفف جزئياً في المختبر وذلك بنشر الترب على قطع بلاستيكية او ورقية كبيرة وتترك عدة ايام .ان سرعة التجفيف تعتمد على رطوبة التربة ودرجةالجو وسرعة الرياح مع تقليب العينة بين فترة واخرى ,

2- خلط او مزج العينات Mixing

يتم خلط العينات بان توضع فوق قطعة من القماش او النايلون ويتم دحرجة التربة وتقليبها من زاوية الى زاوية 5-10 مرات على الاقل اعتماداً على حجم العينة وذلك لتجانسها .

3- طحن العينات : Grinding

يتم طحن العينات للتخلص من الكتل والمجاميع الكبيرة بواسطة مطرقة خشبية او مطاطية مع تجنب سحق حبيبات الرمل الاولية والحصى وتجنب تحويل التربة الى مسحوق ناعم ,الترب الطينية يفضل طحنها قبل ان تجف تماما وذلك لصعوبة طحنها عندما تجف .

4- نخل العينات :Sieving

تمرر عينات التربة من منخل قطر فتحاته 2ملم عن طريق فركها بالاصابع وعادة تهمل الحجارة والحصى طالما كانت نسبتها اقل من 1% في افق الحراثة .

5- وزن العينة :Weighing

قد تستعمل العينة بالكامل مثل تقدير العناصر في مستخلص العجينة المشبعة وقد يتطلب اخذ اوزان معينة بواسطة ميزان حساس تعتمد دقتها على نوع التحليل المطلوب .

6- خزن العينة:Storage

خزن عينات التربة لفترات طويلة يؤدي الى تغيير محتوى التربة من النترات والامونيا وعدد البكتريا ودرجة تفاعل التربة وقد تتعرض النماذج النباتية الى التعفن والتفسخ .

عينات النبات Plant Sampling

يعتبر تحليل النبات احد الطرق التى يمكن الاعتماد عليها فى تقدير مدى حاجة النبات للتسميد

واذا اظهر تحليل التربة ان الارض بها كمية كافية من الصورة الصالحة avialable لعنصر ما فان ذلك لايعنى بالضرورة ان النبات قد لايعانى من نقص هذا العنصر او ان النبات لن يستفيد من السماد المضاف ولذلك نلجا الى تحليل النبات والذى يعتبر الجزء المكمل لتحليل التربة للوقوف بدقة على الحالة الغذائية وتفادى النقص فى المحصول الاقتصادى لانه عندما تقوم بزراعة النبات فى الارض فما عليك سوى الانتظار لحصاده .. بمعنى اى نقص فى المحصول لاقدر الله معناه خسارة سنة زراعية كاملة..

ولكى تكون الاستفادة القصوى من تحليل النبات يجب علينا الاهتمام باختيار الانسجة او الاعضاء النباتية المناسبة للتحليلPlant parts sutable for diagnosis

حيث انه من الاهمية بمكان اجراء التحليل على جزء النبات الذى يستطيع ان يعكس بوضوح الحالة الغذائية لهذا النبات .. اى مدى واسع من مستويات العناصر داخله تتراوح من مستوى

النقص)defficient level بمعنى انه لايجب باى حال من الاحوال ان يقل مستوى النصر عن هذا الحد) الى مستوى الكفاية) sufficient level الحد الكافى من العنصر الذى يعطى اعلى محصول – والزيادة عنه تعتبر استهلاك غير اقتصادى للعنصر (استهلاك ترفى) والذى قد تصل الى حد السمية ولذلك يختلف جزء النبات هذا باختلاف نوع النبات وعمره ,وجدير بالذكر ان تركيزات العناصر المختلفة فى اوراق النبات ليست ثابتة وانما تتغير على حسب شرطان اساسيان:

1–العمر الفسيولوجى للنبات (مرحلة نمو معينة)

ونعنى بالعمر الفسيولوجى مرحلة نمو معينة وليس العمر الزمنى(على سبيل المثال وليس الحصر قبل طرد السنابل او قبل التزهير)

2– الوضع الموفولوجى للورقة على النبات (مكان اخذ العينة)

بمعنى انه فى اى مرحلة من مراحل النمو يختلف تركيب الاوراق .. اى تختلف الورقة الاولى فى التركيب الكيميائى عن الثانية وهذه تختلف عن الثالثة وهكذا . اى ان الوضع المورفولوجى للورقة له اثر كبير فى تركيزات العناصر المختلفة الموجودة بها لذلك كما ذكر سابقا يجب توفر هذان الشرطان الاساسيان لتحديد الحالة الغذائية للنبات بدقة ,وهناك بعض الاجراءات التى يجب اتباعها عند اخذ العينات النباتية:

1– تستبعد الاوراق صغيرة السن والكبيرة السن او البذور

2– تستبعد النباتات المصابة بالامراض او الحشرات او التى تعرضت للتلف الميكانيكى

3–كذلك النباتات التى تعانى من زيادة او نقص شديد فى الرطوبة

4– يجب ان تؤخذ الاوراق من عدد كبير من النباتات فى الحقل وليس من مجموعة نباتات فى مساحة معينة

محاصيل الحقل والخضر يمكن تدارك العلاج لعدم تاثر المحصول بدرجة كبيرة .. اما محاصيل الفاكهة فيكون ذلك للموسم القادم.

ويراعى عند اخذ عينات اشجار الفاكهة ان تكون من الاتجاهات الاربعة وعلى ارتفاع ثابت من الاشجار ويجب الاتقل العينة عن 100 ورقة

وتوضع فى اكياس نظيفة من الورق وتكتب عليها البيانات اللازمة كتاريخ العينة وعدد الاوراق بالعينة وغيرها من البيانات

اخذ عينات النبات :plant sampling

1- يتم اختيار او انصال الاوراق في محاصيل محددة كالقطن والشوندر .اذ تؤخذ الاوراق العليا الناضجة حديثاً وعند بدء مرحلة الازهار وتستبعد الوراق القديمة والفتية منها .ويجب استبعاد الاوراق المريضة والمتضررة والابتعاد عن اخذ عينات الاوراق المريضة والمتضررة والابتعاد عن اخذ عينات الاوراق عند تعرض النبات الى اجاد الرطوبة او الحرارة الشديدة .

2- تستخدم البذور نادرا في حالة تقييم سمية البورون ونقص عنصري الزنك والفسفور في بعض المحاصيل

3- تؤخذ جميع الاجزاء الفتية الهوائية في بعض الحالات كالنجيليات .

4- في المحاصيل الفصلية يأخذ الجزء الهوائي من النباتات الممثلة لكل معامل ويقطع بسكين حاد

5- في حالة الحاجة الى الجذور يتم نقع التربة لعدة ساعات وبعدها يتم استخراج الجذور بحذر .

6- تغسل العينات عدة مرات بالما (عدا تقدير البوتاسيوم والكربوهيدرات والسكريات)خوفاً من ازالتها وفقدانها .

7- الغسل بمحلول 0.1 مولاري HCl وبعدها بماء عادي ثم ماء مقطر .

8- تجفف النماذج في الفرن بدرجة 70 م ° لمدة 48 ساعة .

9- طحن النموذج وتجفيفه مرة اخرى لحين ثبات الوزن ويحفظ في عبوات بلاستيكية او زجاجية او ورقية لحين الاستعمال .

اخذ عينات الماء : Water sampling

ملائمة الماء لاي غرض تحددها كمية ونوعية الاملاح الذائبة

اهم الصفات المقاسة لمياه الري :

1- درجة التفاعل pH

2- الملوحة (الايصالية الكهربائية) EC

3- الاملاح الذائبة الكلية TDS

4- نسبة الصوديوم المتبادل SAR

5- تركيز البورون وبعض الايونات السامة .

6- نسبة كاربونات الصوديوم المتبقة RSC.

7- محتوى الماء من الانيونات كالكلور والكبريتات والنترات .

جمع عينات الماء Collection Water Samples

عند اخذ عينة ممثلة لوحدة الدراسة يجب مراعاة الامور التالية :

1-حجم العينة لايقل عن 500 مل توضع في عبوة زجاجية او بولي اثلين .

2- تغسل العبوة عدة مرات بنفس الماء المراد فحصه قبل ملأها منه .

3- تجنب الملوثات الطافية وغيرها .

4- يسجل مصدر الماء وتاريخ جمع الهينة ونوع التحليل المطلوب .

5- توضع النماذج في الثلج لتثبيط عمل الاحياء المجهرية .

6- ترسل العينات للمختبر باقصى سرعة ممكنة .

7-عينات الابار تؤخذ بعد الضخ المستمر لبعض الوقت .

8-لجمع النماذج من قنوات الري تؤخذ بعد الجريان

9-عينات المياه التي تؤخذ من البحيرات والانهار فيجب مراعاة العمق والبعد عن الضفة ووقت اخذ النموذج .ويفضل اخذ نماذج من القمة والقعر ووسط الماء الجاري .اما اذا اريد جمع نموذج واحد فمن الافضل ان يؤخذ من وسط التيار الجاري ووسط العمق .

عينات النبات Plant Sampling

يعتبر تحليل النبات احد الطرق التى يمكن الاعتماد عليها فى تقدير مدى حاجة النبات للتسميد

واذا اظهر تحليل التربة ان الارض بها كمية كافية من الصورة الصالحة avialable لعنصر ما فان ذلك لايعنى بالضرورة ان النبات قد لايعانى من نقص هذا العنصر او ان النبات لن يستفيد من السماد المضاف ولذلك نلجا الى تحليل النبات والذى يعتبر الجزء المكمل لتحليل التربة للوقوف بدقة على الحالة الغذائية وتفادى النقص فى المحصول الاقتصادى لانه عندما تقوم بزراعة النبات فى الارض فما عليك سوى الانتظار لحصاده .. بمعنى اى نقص فى المحصول لاقدر الله معناه خسارة سنة زراعية كاملة..

ولكى تكون الاستفادة القصوى من تحليل النبات يجب علينا الاهتمام باختيار الانسجة او الاعضاء النباتية المناسبة للتحليلPlant parts sutable for diagnosis

حيث انه من الاهمية بمكان اجراء التحليل على جزء النبات الذى يستطيع ان يعكس بوضوح الحالة الغذائية لهذا النبات .. اى مدى واسع من مستويات العناصر داخله تتراوح من مستوى النقص)defficient level بمعنى انه لايجب باى حال من الاحوال ان يقل مستوى النصر عن هذا الحد) الى مستوى الكفاية) sufficient level الحد الكافى من العنصر الذى يعطى اعلى محصول – والزيادة عنه تعتبر استهلاك غير اقتصادى للعنصر (استهلاك ترفى) والذى قد تصل الى حد السمية ولذلك يختلف جزء النبات هذا باختلاف نوع النبات وعمره ,وجدير بالذكر ان تركيزات العناصر المختلفة فى اوراق النبات ليست ثابتة وانما تتغير على حسب شرطان اساسيان:

1–العمر الفسيولوجى للنبات (مرحلة نمو معينة)

ونعنى بالعمر الفسيولوجى مرحلة نمو معينة وليس العمر الزمنى(على سبيل المثال وليس الحصر قبل طرد السنابل او قبل التزهير)

2– الوضع الموفولوجى للورقة على النبات (مكان اخذ العينة)

بمعنى انه فى اى مرحلة من مراحل النمو يختلف تركيب الاوراق .. اى تختلف الورقة الاولى فى التركيب الكيميائى عن الثانية وهذه تختلف عن الثالثة وهكذا . اى ان الوضع المورفولوجى للورقة له اثر كبير فى تركيزات العناصر المختلفة الموجودة بها لذلك كما ذكر

سابقا يجب توفر هذان الشرطان الاساسيان لتحديد الحالة الغذائية للنبات بدقة ,وهناك بعض الاجراءات التى يجب اتباعها عند اخذ العينات النباتية:

1- تستبعد الاوراق صغيرة السن والكبيرة السن او البذور

2- تستبعد النباتات المصابة بالامراض او الحشرات او التى تعرضت للتلف الميكانيكى

3-كذلك النباتات التى تعانى من زيادة او نقص شديد فى الرطوبة

4- يجب ان تؤخذ الاوراق من عدد كبير من النباتات فى الحقل وليس من مجموعة نباتات فى مساحة معينة

محاصيل الحقل والخضر يمكن تدارك العلاج لعدم تاثر المحصول بدرجة كبيرة .. اما محاصيل الفاكهة فيكون ذلك للموسم القادم.

ويراعى عند اخذ عينات اشجار الفاكهة ان تكون من الاتجاهات الاربعة وعلى ارتفاع ثابت من الاشجار ويجب الاتقل العينة عن 100 ورقة

وتوضع فى اكياس نظيفة من الورق وتكتب عليها البيانات اللازمة كتاريخ العينة وعدد الاوراق بالعينة وغيرها من البيانات

اخذ عينات النبات :plant sampling

1- يتم اختيار او انصال الاوراق في محاصيل محددة كالقطن والشوندر .اذ تؤخذ الاوراق العليا الناضجة حديثاً وعند بدء مرحلة الازهار وتستبعد الوراق القديمة والفتية منها .ويجب استبعاد الاوراق المريضة والمتضررة والابتعاد عن اخذ عينات الاوراق المريضة والمتضررة والابتعاد عن اخذ عينات الاوراق عند تعرض النبات الى اجاد الرطوبة او الحرارة الشديدة .

2- تستخدم البذور نادرا في حالة تقييم سمية البورون ونقص عنصري الزنك والفسفور في بعض المحاصيل

3- تؤخذ جميع الاجزاء الفتية الهوائية في بعض الحالات كالنجيليات .

4- في المحاصيل الفصلية يأخذ الجزء الهوائي من النباتات الممثلة لكل معامل ويقطع بسكين حاد

5- في حالة الحاجة الى الجذور يتم نقع التربة لعدة ساعات وبعدها يتم استخراج الجذور بحذر .

6- تغسل العينات عدة مرات بالما (عدا تقدير البوتاسيوم والكربوهيدرات والسكريات)خوفاً من ازالتها وفقدانها .

7- الغسل بمحلول 0.1 مولاري HCl وبعدها بماء عادي ثم ماء مقطر .

8- تجفف النماذج في الفرن بدرجة 70 م ° لمدة 48 ساعة .

9- طحن النموذج وتجفيفه مرة اخرى لحين ثبات الوزن ويحفظ في عبوات بلاستيكية او زجاجية او ورقية لحين الاستعمال .

اخذ عينات الماء : Water sampling

ملائمة الماء لاي غرض تحددها كمية ونوعية الاملاح الذائبة

اهم الصفات المقاسة لمياه الري :

1- درجة التفاعل pH

2- الملوحة (الايصالية الكهربائية) EC

3- الاملاح الذائبة الكلية TDS

4- نسبة الصوديوم المتبادل SAR

5- تركيز البورون وبعض الايونات السامة .

6- نسبة كاربونات الصوديوم المتبقة RSC.

7- محتوى الماء من الانيونات كالكلور والكبريتات والنترات .

جمع عينات الماء Collection Water Samples

عند اخذ عينة ممثلة لوحدة الدراسة يجب مراعاة الامور التالية :

1-حجم العينة لايقل عن 500 مل توضع في عبوة زجاجية او بولي اثلين .

2- تغسل العبوة عدة مرات بنفس الماء المراد فحصه قبل ملأها منه .

3- تجنب الملوثات الطافية وغيرها .

4- يسجل مصدر الماء وتاريخ جمع الهينة ونوع التحليل المطلوب .

5- توضع النماذج في الثلج لتثبيط عمل الاحياء المجهرية .

6- ترسل العينات للمختبر باقصى سرعة ممكنة .

7-عينات الابار تؤخذ بعد الضخ المستمر لبعض الوقت .

8-لجمع النماذج من قنوات الري تؤخذ بعد الجريان

9-عينات المياه التي تؤخذ من البحيرات والانهار فيجب مراعاة العمق والبعد عن الضفة ووقت اخذ النموذج .ويفضل اخذ نماذج من القمة والقعر ووسط الماء الجاري .اما اذا اريد جمع نموذج واحد فمن الافضل ان يؤخذ من وسط التيار الجاري ووسط العمق .

المحلول القياسي(Standard solution)

تعرف بأنها محاليل يحتوي الحجم المعين منها على وزن معين من المادة المذابة. وهكذا تكون هذه المحاليل ذات درجة تراكيز معلومة ودقيقة وتحضر المحاليل ذات التراكيز الثابتة كما يلي :

- بإذابة وزن دقيق من مادة تكون على درجة عالية من النقاوة والثبات، وتسمى بالمادة القياسية الأولية Primary standard substance في حجم معين لتعطي التركيز اللازم بالضبط .

شروط المادة القياسية الأولية

1- ذات تركيب معروف، ويسهل الحصول عليها بدرجة عالية من النقاوة (99%) أو من السهل تنقيتها بعد الكشف أو معرفة الشوائب التى تنبغي أن تتجاوز 0.2% كما يسهل تجفيفها - 100) 120 Co) وحفظها في حالة نقية. ومن الصعب أن تتوفر هذه المميزات في المواد المائية.

2- أن تكون المادة غير متميعة Non hydroscopic كما يجب ان لا تكون قابلة لأي تغير فيها في أثناء عملية الوزن.

3- يجب ان يكون وزنها المكافئ كبيراً حتى تصبح أخطاء الوزن في حدود الإهمال.

4- يجب أن تكون المادة سهلة الذوبان في الماء تحت الظروف التي تستعمل فيها

5- أن يكون التفاعل مع المادة القياسية من التفاعلات التي تظهر تماماً عند نقطة التكافؤ وأن يتم بسرعة.

6- يجب أن لا يكون محلول المادة القياسية الأولية ملوناً قبل انتهاء عملية المعايرة أو بعدها. منعاً لتداخل لونها مع لون الدليل المستعمل لإيجاد نقطة انتهاء التفاعل.

7- يجب أن لا تتأثر بالضوء ودرجات الحرارة والغبار والمواد العضوية

مواصفات المحلول القياسي

1. أن يبقى تركيزه ثابت لبضعة أشهر.
2. أن يكون التفاعل بين مادة المحلول القياسي والمادة المراد تقديرها تفاعلا سريعا.
3. أن يكون التفاعل تام وغير عكسي وذلك ضروري للحصول على نقطة تكافؤ واضحة.
4. إمكانية التعبير عن التفاعلات بالمعادلات الكيميائية المتوازنة.
5. أن يعطي كاشف المحلول القياسي نقطة تكافؤ واضحة يعول عليها حسابيا في تقدير المادة المجهولة.

المادة المستعملة في تحضير المحلول القياسي تسمى المادة القياسية الاولية (primery standard material)، والتي يمكن تحضير المحلول منها بالوزن المباشر.

تحضير المحاليل القياسية

المحلول القياسي هو محلول معلوم التركيز بدقة متناهية، و لهذا يجب العمل بدقة أثناء تحضير المحاليل القياسية؛ لأنها ستُستخدَم لاحقا لتحديد تراكيز المواد المجهولة (أو العينات) توجد طريقتان لتحضير المحاليل القياسية، وذلك وفقا لطبيعة المركب الكيميائي المستخدم في التحضير.

أ– الطريقة المباشرة

طريقة التحضير تتلخص بما يلي:

- تجفف المادة الثابتة لطرد آثار الرطوبة التي تحتويها وهو الأفضل، أو تؤخذ الرطوبة والشوائب الأخرى بعين الاعتبار عند حساب وزن الكمية اللازمة للتحضير.
- وعملية الوزن تتم بواسطة ميزان تحليلي حساس، ويجب الإنتباه إلى دقة الوزن
- بعدها تحل المادة المذابة حتى الحجم المطلوب في دورق عياري.

ويمكننا تحضير العديد من المواد بالطريقة المباشرة مثل حمض الأكساليك، وبيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم، وكلوريد الصوديوم أو البوتاسيوم، وكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم، ونترات الفضة، وغيرها.

ب– الطريقة غير المباشرة

تُستخدَم لتحضير المحاليل القياسية للمركبات الكيميائية التي لا تتوفر فيها إحدى الشروط السابقة الذكر، ويمكننا تحضير المحاليل القياسية للمركبات النقية الصلبة، مثل القلويات التي تعتبر محبة للماء كهيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم أو المركبات السائلة الموجودة في محاليل مائية، مثل حمض الهيدروكلوريك، وحمض الكبريتيك، وحمض النيتريك، وهيدروكسيد الأمونيوم ...إلخ أو المواد القابلة للتفكك مثل فوق أكسيد الهيدروجين وكذلك المواد السهلة التطاير، مثل اليود.
ولتحضير المحاليل القياسية بالطريقة غير المباشرة نتبع الخطوات التالية:

1. تحضير محلول يزيد تركيزه عن التركيز المطلوب بنسبة 10–20٪ بالطريقة المباشرة.
2. يعاير المحلول المحضر باستخدام محلول قياسي محضر بدقة.
3. يحسب تركيز المحلول المحضر و من ثَم يُخفف إلى التركيز المطلوب بدقة.
4. يتم التحقق من تركيز المحلول القياسي الناتج عن التخفيف بمحلول قياسي آخر محضر بدقة و بشكل مسبق.

لمواد القياسية المستخدمة فى التحليل الحجمي

1- تفاعلات التعادل :-

كربونات الصوديوم Na_2CO_3 ، حامض الهيدروكلوريك HCl ، يوديدات البوتاسيوم الحامضية $KHIO_3$ ، ، حمض البنزويك C_6H_5COOH ، حامض الفورميك CH_2O_2 ، حامض الأوكزاليك $H_2C_2O_4$

2- تفاعلات الأكسدة والاختزال :-

ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ ، برومات البوتاسيوم $KBrO_3$ ، أيودات البوتاسيوم KIO_3 ، أيودات البوتاسيوم الحمضية $KHIO_3$ ، اليود I_2 ، أوكزالات الصوديوم $Na_2C_2O_4$.

3- تفاعلات الترسيب :-

الفضة Ag ، نترات الفضة $AgNO_3$ ، نترات الزئبقيك $HgNO_3$ ، كلوريد البوتاسيوم.

حضر محلول قياسي حجمه 0.5 L وتركيزه 0.5 M من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)

الوزن الجزيئي من (NaOH) =(1 x 1)+(1 x16)+ (1x23)= 40 g\mol

كتلة المادة =الوزن الجزيئي x المولارية x حجم المحلول باللتر

0.5 x 0.5 x40=

10g =

تحضير المحاليل القياسية التقريبية preparation of Approximately standard solutions

وتوضح الخطوات الآتية طريقة عمل تقريبي معلوم العيارية من محلول مركز لحامض أو قاعدة باستعمال الوزن النوعي والنسبة المئوية للمكون :

1- نحسب وزن المادة في لتر من المحلول بضرب الوزن النوعي في 1000 وذلك للحصول على عدد جرامات المحلول فى كل لتر. ثم نضرب هذه النتيجة بالنسبة المئوية للمكون فتحول النسبة إلى كسر عشري ويربط هاتين العملتين وباستعمال حامض HCl المركز بوصفه مثالاً نحصل على 1000 مل × 1.23 × 0.37 = 445 جم HCl / لتر HCl مركز (إذ أن 1.2 هي الوزن النوعي 0.37 هي النسبة المئوية لـــ HCl محلولة إلى كسر عشري) .

2- نقسم وزن المادة فى كل لتر على الوزن المكافئ لها للحصول علي العيارية التقريبية لـــ HCl نقسم الـ 445 على وزنه المكافئ 36.5 = 12.2 عياري

3- نطبق معادلة التخفيف N1V1 = N2V2 وذلك بالتعويض عن العيارية المحسوبة والحجم المراد تحضيره من المحلول الجديد (لتر) للحصول على حجم المحلول المركز الذي يجب أخذه وتخفيفه إلى لتر.

$$12.2\ N \times V1 = 1 \times 1000$$
$$V1 = 1000/12.2 = 82\ ml$$

82 مل من محلول الحامض المركز . يجب أخذه وتخفيفه إلى 1000 مل بالماء المقطر للحصول على محلول HCl عياريته 1N تقريباً

الخصائص الكيميائية للتربة :

تشمل الخصائص الكيميائية للتربة مايلي :

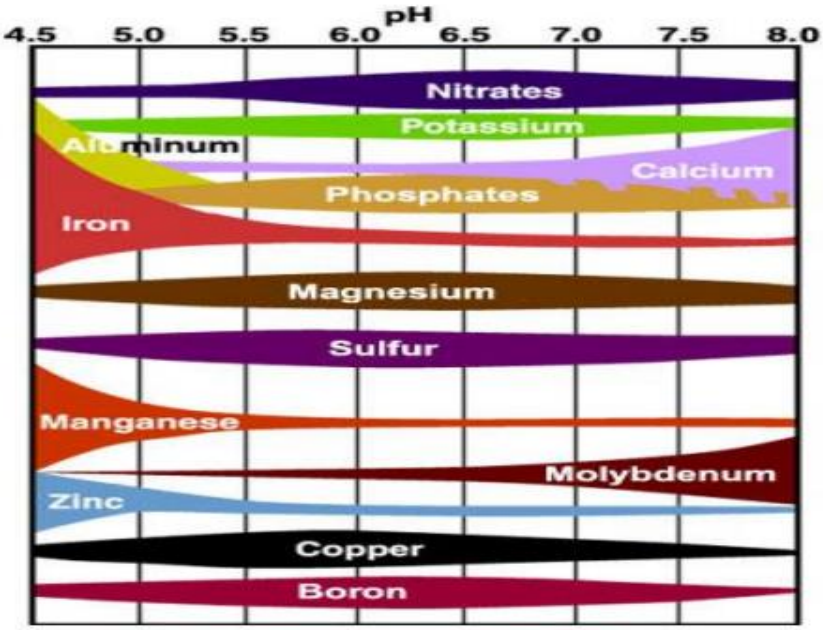
1- حامضية وقاعدية التربة :

معظم الترب لها pH يتراوح من ٤-٨ وقد يكون أعلى من ذلك أو أقل في بعض الترب.على سبيل المثال فالترب الملحية لها pH يتراوح من ٧.٣- ٩.٥ (Barbur et al.) وبعض الترب الحامضية لها pH. منخفض جدا يتراوح من٢.٨-٣.٩.

التربة الزراعية لها pH منخفض نتيجة لعمليات إضافة الأسمدة باستمرار مثل نترات الامونيوم والأسمدة المحتوية على الكبريت. في الأسمدة النيتروجينية تقوم كائنات التربة بإطلاق آيونات الهيدروجين (H^+) مما يؤدي إلى زيادة حامضية التربة والحلول محل كاتيونات التربة .لتعديل pH التربة الحامضية يتم إضافة كربونات الكالسيوم أما في الترب القاعدية فتتم إضافة الكبريت . التأثير المباشر لpH التربة على نمو النبات محدود جدا لكن التأثير الغير مباشر أعلى حيث أن المعادن السامة في التربة كالألمنيوم والمنجنيز تتأثر بالpH. يؤثر pH التربة على توفر العناصر الغذائية للنبات شكل ( ) وكذلك على نشاط كائنات التربة. العناصر المغذية كالنيتروجين،والفسفور والكبريت تتأثر بال pH. عند الpH المتعادل والذي يتراوح من ٦.٥-٧.٥ تكون معظم العناصر الغذائية متاحة للنبات. يعبر عن حموضة التربة بالرقم الهيدروجيني (pH) ويعرف الـ pH للتربة بأنه اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين النشطة في محلول التربة.

يؤثر أيون الهيدروجين(pH) بالتربة تأثيرات كيميائية هامة مثل تأثيرها علي مدي تيسر العناصر والتبادل الكاتيوني بالتربة وكذلك تحلل المواد العضوية والنشاط الحيوي بها. وتختلف التربة في حموضتها ويرجع سبب الاختلاف بنسبة كبيرة إلي اختلاف محتواها من الأملاح المختلفة و كاتيوناتها المتبادلة والذائبة في محلول التربة (ففي حالة زيادة الصوديوم المتبادل في محلول التربة يرتفع الرقم الهيدروجيني ويصبح تفاعل التربة قاعديا وخاصة في المناطق الجافة ولكن عند زيادة أيونات الهيدروجين أو الألومنيوم المتبادلين ينخفض الرقم الهيدروجيني ويصبح تفاعل التربة حامضيا) وكذلك التغير في المحتوي المائي للتربة .

ويختلف رقم حموضة التربة (pH) في المناطق المختلفة ففي ترب المناطق الرطبة وشبه الرطبة يكون الرقم الهيدروجيني منخفضا و تكون التربة حامضية بخلاف ترب أراضي المناطق الجافة ذات الرقم الهيدروجيني المرتفع .



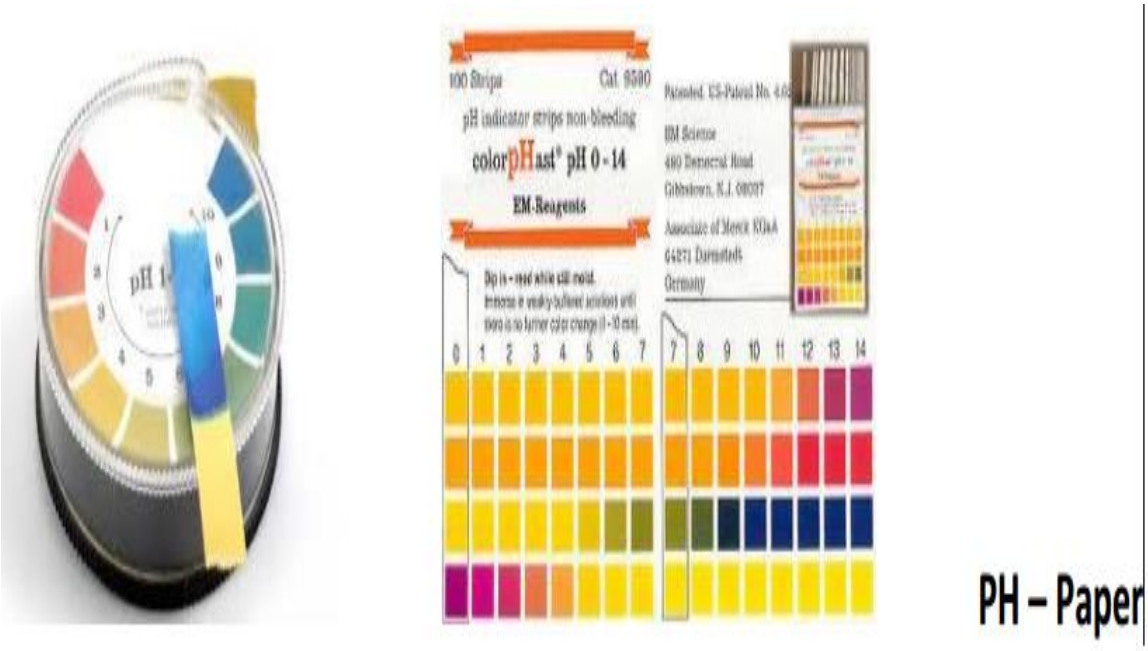
شكل ( ): العلاقة ما بين pH التربة وتوفر العناصر الغذائية للنبات في التربة

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 يتغيرلونة حسب درجة الحموضة. وبهذه الطريقة يمكن معرفة رقم الحموضة بصورة تقريبية عن طريق مقارنة اللون مع الوان قياسية معروف رقم حموضتها.و تستعمل فقط في قياس القيمة التقديرية لل pH لانها تعاني من تداخل الالوان والكدرة والملوحة والمواد المستعملة وكثير من المواد المؤكسدة والمختزلة.



2- الطريقة الكهربائية

وهي ألطريقة الاكثر شيوعا ودقة - يستعمل فيها جهاز قياس الحموضة (PH – meter) -وهو عبارة عن خلية كهربائية يتصل بها قطبين هما :-

glass electrode (قطب فضة - - - كلوريد الفضة Ag – Agcl) .

Reference or calomel electrode (سلك من البلاتين مغمور في كلوريد الزئبق والزئبق ومحلول مشبع من كلوريد البوتاسيوم).

ولسهولة ألعمل فقد تم وضع القطبين داخل قطب زجاجي واحد يحفظ في حالة عدم أستخدام الجهاز في الماء المقطر .

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

a- أما أن يتم عمل ألعجينة المشبعة ومن ثم ترشيحها للحصول على مستخلص العجينة المشبعة -

b- أو يتم عمل مستخلص التربة والماء بنسبة 1:1 ، 5:1 - - أي يؤخذ وزن من ألتربة وليكن (10غم) ويضاف له وزن مكافيء من الماء - أي يضاف (10مل) ماء مقطرللمستخلص (1:1) - و (50مل) ماء مقطر للمستخلص (5:1) - ومن ثم يرج المستخلصان ويرشحان للحصول على مستخلصين بنسبة تخفيف مرة واحدة وخمسة مرات على ألتوالي.

c- يستخدم جهاز (PH – meter) لتقدير درجة ال PH وقبل أجراء

عملية القياس نتبع مايلي :-

- قياس درجة حرارة المحلول وضبط المنظم الحراري للجهاز على تلك الدرجة.
- تعيير ألجهاز على محاليل قياسية تسمى بالمحلول ألمنظم (Buffer Solution) معلومة الحموضة – حيث يستخدم محلول قيمة ال pH له (4) للترب الحامضية – وفي الترب القاعدية (7).
- بعد هذه ألاجراءات يتم قياس قيمة أل PH لنموذج التربة في المستخلصات الثلاثة

٢- التوصيل الكهربائي (EC) (Electric Conductivity)

الأملاح في محلول التربة بواسطة قياس التوصيل الكهربائي

يعتبر تقدير الأملاح الكلية الذائبة في مستخلص التربة من التقديرات الرئيسية الهامة للحكم علي درجة ملوحة التربة. كما أن تأثير الأملاح لا يتوقف علي كميتها في التربة فقط بل علي نوعية تلك الأملاح . وتختلف كمية الأملاح الذائبة والموجودة بالتربة من تربة لأخرى ويرجع ذلك إلي ظروف تكوين التربة ونوعها . كما يؤدي الغسيل المستمر في الترب بواسطة ماء الري إلي غسيل الأملاح وإحلال الهيدروجين محل جزء من الكاتيونات المدمصة علي أسطح حبيباتها .

ومن التأثيرات السلبية للتركيزات المرتفعة والعالية من الأملاح في محلول التربة :

١. زيادة الضغط الأسموزي وهذا يقلل من قدرة النبات علي امتصاص الماء والأملاح من التربة .
٢. حدوث السمية ببعض الأملاح للنباتات النامية بالتربة .
٣. تقليل معدل التبادل الكاتيوني في محلول التربة
٤. يؤدي ارتفاع نسبة الصوديوم المدمص إلي سوء خواص التربة .

بنيت فكرة هذه الطريقة علي أن التوصيل الكهربائي للمحلول المائي يزداد بزيادة أيونات الأملاح الذائبة فيه ، أي بزيادة تركيزها ويستعمل جهاز قياس التوصيل الكهربائي Electric Conductivity Meter لتحديد ذلك .

الوحدات المستخدمة لقياس التوصيل الكهربي للمحلول المائي عبارة عن (mhos / cm) موز / سم وهي يساوي ١٠٠٠ ملليموز / سم (10^{3} mmhos / cm) ويساوي أيضا مليون ميكروموز / سم (10^{6} µmhos / cm) .

وللتحويل إلي تركيز الأملاح بالمحلول بالمليمكافئ / لتر = التوصيل الكهربي بالملليموز / سم × 10

وللتحويل إلي تركيز الأملاح بالمحلول كجزء في المليونppm (ملليجرام/لتر)
= التوصيل الكهربي بالملليموز / سم × 640

وللتحويل إلي تركيز الأملاح بالمحلول بالضغط الأسموزي = التوصيل الكهربي بالملليموز / سم × 0.36.

3-طريقة التوصيل ألكهربائي لمستخلص التربة (EC) Electrical Conductivity

وتعتمد هذه الطريقة على قابلية محلول التربة اوالمحلول الملحي على التوصيل الكهربائي او المقاومة الكهربائية – وهي من اكثر الطرق استعمالا في الوقت الحاضر.وبالامكان استعمال هذه الطريقة لان هناك علاقة خطية بين التوصيل الكهربائي والتركيز الملحي في المحاليل دون ان يكون لنوع المحلول الملحي اونوع الاملاح تأثير على شكل تلك ألعلاقة.

ويستخدم لهذا الغرض جهاز يدعى جهازقياس ألايصالية الكهربائية Electrical Conductivity (EC)ويعطي الجهاز القراءة مباشرة (بالمليموز/سم أو ديسيمنز/ م$^{-1}$ dS. m^{-1}). أن درجة التوصيل الكهربائي لمحلول التربة يتاثركثيرا بالتخفيف. وأن درجة الحرارة لها تاثير على قراءة الجهاز وذلك لان الحرارة تؤدي دور مهم في فعالية الايونات في محلول التربة وقد صمم ألجهاز أن تكون (25 م^{0}) هي الدرجة المتفق عليها عند القياس

تحضير المستخلص المائي للتربة

لغرض أجراء التحاليل الكيميائية للترب مثل قياس ملوحة التربة (EC) ودرجة الحموضة (pH) وتقدير بعض الايونات الموجبة والسالبة الذائبة في الماء - لابد لنا من عمل المستخلص المائي للتربة - عملية الإستخلاص هي عملية يتم من خلالها الحصول علي الأيونات الموجودة في التربة في صورة أيونيه يسهل تقديرها في المختبر **ولغرض الحصول على هذا المسخلص يمكن أتباع أحدى الطريقتين التاليتين :-**

أولا :- مستخلص العجينة المشبعة

- التربة المشبعةSaturated Soil :-التربة التي تكون جميع مساماتها البينية مملوءة بالماء. ويحدث ذلك بعد أجراء عملية السقي في الحقل مباشرة.

-نسبة ألاشباع--Saturation Persent :-كمية الماء اللازمة لأشباع 100 غم من التربة .

- طريقة عمل العجينة المشبعة Saturated Soil Paste

1-أوزن 200 غم تربة جافة هوائيا (محسوبة لها نسبة الرطوبة Pw%) وضعها في كأس .

2-أضف كمية من الماء المقطر بواسطة اسطوانة مدرجة (Cylinder) الى التربة وعلى فترات متعاقبة وبكميات قليلة

مع التحريك وألخلط المستمر بواسطة السباجولة Spatula (وهي أداة لخلط التربة والماء للحصول على العجينة المشبعة) ألى أن نصل ألى صفات العجينة المشبعة وهي :-

a-تكون ذات سطح لماع وعاكس للضوء .

b-عند ميل ألاناء أو ألكأس تسيل بهدوء وبطأ على الجدار .

c-عند عمل شق في سطح العجينة - سوف يلتأم هذا الشق عند تحريك العجينة عدة مرات

e-عند ترك العجينة - لايتجمع ماء زائد فوقها .

f-عند أخذ كمية من ألعجينة بواسطة أل Spatula - فأنها تسقط بحرية تاركة ال Spatula نظيفة .

3-أترك ألعجينة لمدة ساعة أو أكثر- حتى تستقر ويحصل توازن بين ألمحلول وألتربة . وأذا حدث أن تجمع ماء فوق سطحها فهذا يعني أننا تجاوزنا حد ألاشباع - لذا يجب أضافة كمية معلومة ألوزن من ألتربة - وتخلط جيدا لحين الوصول ألى صفات العجينة المطلوبة .

4-أحسب وزن ألتربة وحجم الماء المضاف للحصول على ألعجينة ألمشبعة .

5- يتم حساب ألنسبة ألمئوية للتشبع (W.S. Water Saturation Percente) كما يلي :-

a- ألنسبة ألمئوية للتشبع بالماء = (حجم ألماء ألمضاف (ملم) + حجم ألماء ألموجود في ألتربة) / (وزن ألتربة ألجافة (غم)) X 100

b-الطريقة ألاخرى لحساب نسبة التشبع - هي أن تؤخذ جزء من ألعجينة المشبعة وتقدر فيها نسبة الرطوبة المئوية والتي تمثل في هذه الحالة ألنسبة المئوية للأشباع .

$$S.P \text{ (نسبة ألاشباع)} = PW\% \text{ (للعجينة)} = \frac{W - W}{W0} \times 100$$

حيث أن :-

PW% = النسبة المئوية لرطوبة العجينة (نسبة ألاشباع)

W = الوزن الرطب لتربة ألعجينة

W0 = الوزن الجاف لتربة العجينة

سؤال:-أيهما أعلى نسبة تشبع الترب ناعمة النسجة أو الترب خشنة النسجة عند أخذ نموذجين متساويين في الوزن ؟ مبينا ألسبب ؟

6-يؤخذ الجزء المتبقي من العجينة لأستخلاص ماء التشبع منها بالترشيح وذلك باستخدام قمع بخنرمثبت على دورق متصل بمضخة تفريغ (Suction Pump) لزيادة سرعة الترشيح (شكل 1). وللحصول على مستخلص العجينةألمشبعة (Soil extract) بسهولة . نوقف عملية ألسحب عندما يبدأ سطح العجينة بالتشقق- ومرور الهواء خلال ورقة الترشيح , وفي حالة عدم حصول على مستخلص رائق- يعاد ترشيح المستخلص مرة اخرى عبر ورقة ترشيح جديدة .

ثانيا :- مستخلص التربة للماء بنسب معلومة

تستخدم هذه الطريقة لعمل مستخلص او معلق التربة - لسهولة العمل بها وسرعة اجراء التحاليل المختلفة للتربة -

- طريقة عمل مستخلص ألتربة للماء

1- يضاف حجم معلوم (مل) من ألماء ألمقطر ألى وزن معلوم (غم) من التربة ألجافة هوائيا وبنسب معلومة -

وهذه ألنسب قد تكون 1:1 ، 2:1 ، 3:1 ، 4:1 ، 5:1 - - - وهكذا (أي أن كل 1 غم تربة يضاف لها 1 مل

ماء مقطر أو 2 مل أو 3 مل أو 4 مل أو 5 مل على ألتوالي) .

2-مزيج ألتربة وألماء يرج بواسطة اليد أو جهازالرجاج ألميكانيكي (Shaker) لمدة نصف ساعة .

3-يستخلص محلول ألتربة بترشيح ألمزيج بواسطة ورق ترشيح - وبأستخدام دورق وقمع زجاجين .

تمرين 1 :- تقوم كل مجموعة من الطلاب بعمل العجينة ألمشبعة- وذلك بأتباع طريقة ألعمل ألسابقة ألذكر

ومن ثم ترشيحها للحصول على مستخلص التربة .

تقدير درجة تفاعل التربة (pH) Determination of Soil Reaction

يعتبر تفاعل ألتربة من العوامل ألمهمة التي تجعل الارض وسط ملائم لنمو النباتات وألكائنات ألدقيقة ألموجودة بها أن ألفكرة ألاساسية تعتمد كون أن محلول ألتربة يكون حامضيا عندما تزداد فيه ايونات الهيدروجين (H^+) عن أيونات ألهيدروكسيل (OH-). ويكون محلول ألتربة قاعديا (قلويا) أذا حصل ألعكس أي أن أيونات (OH-) تزدادعن أيونات (H+). أما في حالة تساوي كل من أيونات ألهيدروجين وألهيدروكسيل في محلول ألتربة فأنه يكون متعادلا (Neutral). لذلك فأن درجة تفاعل التربة (pH) يقصد بها الدرجة التي من خلالها نستطيع تشخيص كون هذه ألتربة حامضية - أومتعادلة - أو قاعدية. لذلك فأن رقم أل(PH) هو (اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين في الوسط معبرعنه بالمكافيء $pH=- Log[H^+]$

حيث يعني (PH) رقم ألحموضة و[+H]هو تركيزأيونات الهيدروجين في المحلول مقاسة بالمكافئات/لتر

و Log هو اللوغاريتم للأساس 10 . ولغرض التدريب على المعادلة - نأخذ المثال لتالي :-

مثال :- ماهو رقم ألحموضة (pH) لماء نقي أذا علمت أن تركيز أيون ألهايدروجين فيه هو 0.0000001 مكافيء/ لتر.

ج:- من ألمعادلة نجد أن

$$PH = - Log [H+]$$

PH = - Log [0.0000001]

PH = - Log [1x 10 -7]

10 - = +7

PH = - Log 7

وأذا أرتفع تركيز أيونات الهيدروجين في هذا ألماء عن طريق أضافة حامض ما فان ألتركيزسيكون(0.000001) وسيكون رقم الحموضة = PH 6+.ويتضح زيادة تركيزألهايدروجين عشرة اضعاف يؤدي ألى أنخفاض رقم ألحموضة درجة واحدة. أن رقم حموضة ألتربة يدل على تفاعلها ـ فأذا كان رقم ألتفاعل أقل من (7) فأن ألتربة تكون حامضية ألتفاعل ـ أما أذا كان رقم ألتفاعل قريب أو مساوي (7) فأن تفاعل ألتربة يكون متعادلا- أما ألترب ألقاعدية ألتفاعل فأن رقم حموضتها يكون أكبر من (7).

يعتبررقم الحموضة (PH) من أهم ألصفاة ألكيمياوية للتربة. فمن معرفة رقم ألحموضة يمكن ألاستدلال على ألكثير من ألخواص ألكيمياوية للتربة والتي تؤثر على ألعديد من الخواص ألفيزياوية وألبايولوجية وعلى تغذية ونموألنبات. فعندما يكون رقم ألحموضة واطئا أو مرتفعا فأن ذلك قد يؤثرعلى صلاحية ألتربة للزراعة لما لذلك من تأثيرمباشر أو غير مباشرعلى نمو ألنبات. لذلك فأن لمعرفة رقم حموضة ألتربة أهمية كبيرة فهو بمثابة معرفة درجة ألحرارة بالنسبة للحيوان ـ فكما أن درجة الحرارة تدل على صحة ألحيوان فان رقم الحموضة يدل على حالة ألتربة بالنسبة لخواصها ألكيمياوية وجاهزية ألعناصرالغذائية وملائمتها لنمو النبات.

طريقة قياس درجة تفاعل ألتربة (PH)

هناك طريقتين لقياس درجة تفاعل ألتربة وهما :-

1- الطريقة اللونية :

وتعتمد هذه ألطريقة على استخدام الدلائل اللونية ـ حيث يقاس رقم حموضة التربة باستعمال ورق خاص يسمى ورق الحموضة أو ورق الليتموس والذي يتغيرلونه حسب درجة ألحموضة. وبهذه ألطريقة يمكن معرفة رقم ألحموضة بصورة تقريبية عن طريق مقارنة اللون مع الوان قياسية معروف رقم حموضتها .

2- الطريقة الكهربائية :

وهي الطريقة الاكثر شيوعا ودقة ـ يستعمل فيها جهاز قياس ألحموضة (PH – meter) - وهو عبارة عن خلية

كهربائية يتصل بها قطبين هما :-

glass electrode (قطب فضة ـ ـ ـ كلوريد ألفضة Ag – Agcl)

Reference or calomel electrode . (سلك من البلاتين مغمور في كلوريد الزئبق والزئبق ومحلول مشبع من كلوريد ألبوتاسيوم).

ولسهولة ألعمل فقد تم وضع ألقطبين داخل قطب زجاجي واحد يحفظ في حالة عدم أستخدام ألجهاز في ألماء ألمقطر .

أن ألخطوات المتبعة لتقدير درجة ال PH لأي نموذج تربة نتبع الخطوات التالية :-

a- أما أن يتم عمل العجينة ألمشبعة ومن ثم ترشيحها للحصول على مستخلص العجينة ألمشبعة - وذلك بأتباع الخطوات السابقة ألسالفة ألذكر في الدرس العملي السابق .

b- أو يتم عمل مستخلص التربة والماء بنسبة 1:1 ، 5:1 - أي يؤخذ وزن من التربة وليكن (10 غم) ويضاف له
وزن مكافيء من الماء - أي يضاف (10مل) ماء مقطرللمستخلص (1:1) - و (50مل) ماء مقطر للمستخلص (5:1) - ومن ثم يرج المستخلصان ويرشحان للحصول على مستخلصين بنسبة تخفيف مرة واحدة وخمسة مرات على ألتوالي .

c- يستخدم جهاز (PH – meter) لتقدير درجة ال PH في المستخلصات الثلاثة التي تم تحضيرها - وقبل أجراء
عملية القياس نتبع مايلي :-
- قياس درجة حرارة المحلول وضبط المنظم ألحراري للجهاز على تلك الدرجة.
- تعيير ألجهاز على محاليل قياسية تسمى بالمحلول ألمنظم (Buffer Solution) معلومة الحموضة حيث
يستخدم محلول قيمة ال PH له (4) للترب ألحامضية - وفي ألترب القاعدية (7).
- بعد هذه ألاجراءات يتم قياس قيمة ال PH لنموذج التربة في المستخلصات الثلاثة .

2-تقديرألاملاح الذائبة الكلية Determination of Total Soluble Salts (EC)

ملوحة التربة (Soil Salinity) :- يقصد بالتربة المالحة بأنها التربة التي يؤدي أرتفاع كمية الاملاح ألموجودة فيها بدرجة ضارة لنمو ألنباتات - حيث أن زيادة ملوحة محلول التربة تؤدي الى زيادة ألضغط ألازموزي لمحلول ألتربة مما يؤدي ألى ظهور علامات ألذبول على ألنباتات بالرغم من وجود كميات لابأس بها من ألماء في ألتربة - وذلك لعدم أمكانية ألنبات لأمتصاص العناصر الغذائية بل ويميل الى أخذ العناصر المسببة للملوحة ذات التركيز ألاكثر في محلول التربة لذا فالملوحة عامل غير مباشر في خفض جاهزية ألي عناصر الغذائية للنبات - واذا ماستمرت الحالة هكذا بدون معالجة فأنها تؤدي الى موت النبات أو خفض ألانتاج ألى نسبة كبيرة. وهذا لايعني بأن ألاملاح هي ضارة في كل ألاحوال فالترب الخصبة تحوي على نسبة مناسبة من ألاملاح وبالتالي فأنها هي التي تمد النبات بما تحتاجة من العناصر الغذائية ولذلك فأن عملية تسميد التربة هي أضافة ألاملاح الى التربة ولكن بمقادير مناسبة. وعموما أن ألاملاح ألذائبة في المياه الموجودة في التربة تتكون من :-

a- ألايونات الموجبة (الكاتيونات) وهي - K^+ ، Na^+ ، Ca^{+2} ، Mg^{+2} .

b- ألايونات ألسالبة (ألانيونات) وهي - - - - - Cl^- ، NO_3^- ، HCO_3^- ، SO_4^{-2} .

وأهم ألاملاح الذائبة هي :- كلوريد الصوديوم (NaCl) ، كلوريد الكالسيوم (CaCl) ، كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) كبريتات ألمغنيسيوم ($MgSO_4$) .

طريقة تقدير كمية الاملاح الذائبة في التربة

1-الطريقة الوزنية -

وتعتمد هذه الطريقة على القياس المباشر لوزن الاملاح الذائبة في الماء - وتعتبر من الطرق البدائية الا ان معرفتها قد تكون ذات فائدة لمن لايملك الاجهزة اللازمة للقياس بالطرق الاخرى - وفي هذه الطريقة يتم مزج كمية معلومة من التربة مع الماء - ومن ثم يتم ترشيح وتبخير الراشح وتجفيفة بعد ذلك بالفرن عند درجة حرارة معينة - يوزن الملح

المتبقي ثم يحسب كنسبة مئوية بالنسبة لوزن التربة الجاف المستعملة في التجربة. في هذه الطريقة من المهم جدا تحديد نسبة الترب الى الماء في المستخلص - فعند زيادة نسبة الماء الى التربة عن حد معين - قد يؤدي ذلك الى احتمال ذوبان الجبس (Caso4) والذي لايعتبر من الاملاح الذائبة - وفي هذه الحالة يؤدي الجبس الذائب الى تغير في وزن الاملاح الذائبة المقدرة - ولتجنب هذه الاشكالية غالبا ماتستعمل عجينة الاشباع اوخليط بنسبة 1:1 من ألتربة وألماء.

2- ناتج جمع الايونات الموجبة والسالبة الذائبة في التربة

في هذه الطريقة يتم تقدير الايونات السالبة والموجبة في التربة بعد الحصول على الراشح - حيث يتم تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلور والكبريتات والنترات والكاربونات والبيكاربونات - اما بالطرق التقليدية او بواسطة اجهزة اكثر تطورا كجهاز سبكتروفوتوميتر الامتصاص الذري (spectrophoto- Meter (atomic absorption)(اوجهاز اللهب الضوئي (flame photometer) ويتم حساب النتائج بالميلمكافيء في وزن معين من التربة. بعد ذلك تجمع الميلمكافئات للايونات الموجبة والسالبة للحصول على مجموع الاملاح الذائبة - ومن محاسن هذه الطريقة هي انها جيدة ودقيقة ومن مساوئها انها تستغرق وقتا طويلا وتحتاج الى اجهزة دقيقة وباهضة الثمن. اضافة لذلك فان من مشاكل هذه الطريقة هي مشكلة ذوبان الجبس كما في الطريقة السابقة - لذلك يستعمل مزيج من الماء والاسيتون بنسبة 1:1 لاستخلاص الاملاح ألذائبة من التربة.

3-طريقة ألتوصيل الكهربائي لمستخلص التربة(Electrical Conductivity (EC

وتعتمد هذه الطريقة على قابلية محلول التربة اوالمحلول الملحي على التوصيل الكهربائي او المقاومة الكهربائية - وهي من اكثر الطرق استعمالا في الوقت الحاضر.وبالامكان استعمال هذه الطريقة لان هناك علاقة خطية بين التوصيل الكهربائي والتركيز الملحي في المحاليل دون ان يكون لنوع المحلول الملحي اونوع الاملاح تأثير على شكل تلك ألعلاقة. ويستخدم لهذا ألغرض جهاز يدعى جهازقياس ألايصالية ألكهربائية (Electrical Conductivity EC) ويعطي ألجهاز القراءة مباشرة (بالمليموز/سم أو ديسيمنز/ م- 1 , dS. m-1). أن درجة التوصيل الكهربائي لمحلول التربة يتاثر كثيرا بالتخفيف. وأن درجة الحرارة لها تاثير على قراءة الجهاز وذلك لان الحرارة تؤدي دور مهم في فعالية ألايونات في محلول ألتربة وقد صمم الجهاز أن تكون (25 م0) هي الدرجة المتفق عليها عند القياس.

تقدير السعة التبادلية الكاتيونية Determination of Cation Exchange Capacity:

من المعلوم ان غرويات التربة (الطين والدبال) تحمل شحنات كهربائية سالبة يمكنها ان تتعادل كهربائياً بامتصاص هذه الغرويات عدد مكافيء من الشحنات الموجبة (كاتيونات) .ويدعى العدد من الكاتيونات التي يمكن ان يحتفظ وزن معين من التربة بصورة متبادلة بالسعة التبادلية الكاتيونية للتربة Soil Cation Exchang Capacity. ويرمز لها اختصاراً ب (C.E.C) ويعبر عنها بعدد الملي مكافئات .

الكاتيونات المتبادلة (المدمصة)في 100 غرام من التربة الجافة (ملي مكافيء /100 غرام).

ويعبر حديثاً عن سعة التبادل الكاتيوني ب C mol/kg soil حيث Cmol/kg=meq/100g

تقدير السعة التبادلية الكتيونية بطريقة كلوريد الكالسيوم Calcium Chloride Methood

اساس العمل :

تقوم هذه الطريقة على اشباع التربة بمحلول كلوريد الكالسيوم (CaCl2) بعيارية 1 N وpH=7 ثم يغسل بالماء المقطر .وفي مرحلة ثانية يزاح الكالسيوم المدمص باستخدام محلول من كلوريد الصوديوم (NaCl,1N) ثم تعايير كميته مع الراشح الناتج والتي تكون معبرة عن السعة التبادلية الكاتيونية للتربة المستخدمة في التحليل .

طريقة العمل :

1-زن 4 غم تربة جافة وضعها في دورق مخروطي سعد 250 مل ,ثم انقع التربة ب25 مل من كلوريد الكالسيوم ليوم كامل .

2- رشح المحلول بقمع مزود بورق ترشيح .

3 رشح حوالي 75 مل من محلول كلوريد الكالسيوم والتربة على ورق الترشيح خلال ساعتين بحيث يصبح مجموع الكمية الكلية المضافة من كللوريد الكالسيوم مساو ل100 مل .وفي نهاية عملية الترشيح تصبح التربة مشبعة بايونات الكالسيوم (Ca-Soil) .

اغسل الزائد من كلوريد الكالسيوم بالماء المقطر .ثم اختبر تمام عملية الغسل بواسطة محلول من النترات الفضة .

5- رشح خلال التربة 100 مل من محلول كلوريد الصوديوم (1N) على عدة دفعات حيث تصبح التربة في نهاية هذا الترشيح مشبعة بايونات الصوديوم (Na-Soil) .بينما تتحرر ايونات الكالسيوم المدمصة الى المحلول . استقبل الرشاحة الناتجة في دورق معياري سعة 100 مل , ثم اكمل الحجم حتى العلامة بمحلول كلوريد الصوديوم .

6- قدر كمية الكالسيوم الناتج من الترشيح الاخير عن طريق المعايرة بالفرسنيت او بجهاز التحليل باللهب او بجهاز الامتصاص الذري AAS وعبر عنها بالملي مكافيء/100غم تربة فتكون القيمة النتيجة مساوية للسعة التبادلية للتربة المستخدمة في التحليل .

الحساب :

$$CEC\,(meq/100g\ \ Soil) = \frac{A \times N \times V \times 100}{v \times W}$$

حيث :

N,A =حجم الفرسنيت (EDTA) المستهلك في المعايرة (مل) ونظاميته على التوالي .

v,V =الحجم الكلي لراشح كلوريد الصوديوم (مل) والحجم المأخوذ منه للمعايرة على الترتيب .

W = وزن عينة التربة (غم)

مثال :

نفرض انه استهلك 15 مل من محلول الفرسينيت (EDTA:0.01N) في معايرة ايونات الكالسيوم الموجودة في 10 مل من ترشيح كلوريد الصوديوم فيكون :

$$CEC = \frac{15 \times 0{,}01 \times 100 \times 100}{10 \times 4} = 37{,}5\ \ meq/100g\ Soil$$

2- تقدير CEC للتربة (السعة التبادلية الكاتيونية) بواسطة خلات الامونيوم

طريقة العمل :

1- نزن 5 غرام من التربة
2- نضيف لها 50 مل من خلات الامونيوم NH_4COOH (Ammounium acetate) لقوتها في الاحلال التبادلي حيث تعمل على ازاحة جميع العناصر من التربة الى الراشح بسبب كبر قطرها الايوني .
3 -نرج النموذج لمدة 30 دقيقة .
4- نرشح ثم نحفظ الراشح لتقدير Mg,Ca .
5- التربة المتبقة تغسل بواسطة كحول الايثانول حيث يضاف 50 مل من الكحول لكل نموذج ويتم الغسل لمرتين بنفس الكحول المستخدم في الغسل للمرة الاولى .
6- تؤخذ النماذج مع ورق الترشيح وتوضع في الدورق الخاص بجهاز تقدير النتروجين حيث يقدر NH_4 باستخدام MgO ويسحح مع حامض H_2SO_4 كمية NH_4 تمثل السعة التبادلية الكاتيونية .

-تحضر خلات الامونيوم باذابة وزن جزيئي في لتر واحد من الماء اي وزن 77.08 غم ثم يضبط ال pH له على 7

تقدير المادة العضوية في التربة Determination of Soil Organic matter

المادة العضوية بالتربة هي كل مادة ذات منشأ نباتي او حيواني كبقايا النباتات ومخلفات الحيوانات أضافة الى المخلفات البشرية والموجودة في التربة بدرجات مختلفة من التحلل فمنها التي لم تتحلل أو التي أخذت في التحلل أو التي تحللت جزئيا بفعل الكائنات الحية الدقيقة.وتتراوح نسبة المادة العضوية في الترب الزراعية من اقل من 1% وحتى 10% من وزن التربة . وللمادة العضوية دور هام جدا في تحسين الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة - ويمكن اجمال أهميتها بالاتي :-

1- تحسن المادة العضوية تهوية التربة حيث انها تعمل على تكوين بناء جيد للتربة وبمسامية عالية- حيث يساعد على زيادة نفاذية الماء والهواء .

2- تزيد من تحبب التربة - وثبات مجاميعها - وتحسن بناء التربة .

3- المادة العضوية تعتبر مصدر مهم جدا لتجهيز النتروجين والفسفور, البوتاسيوم في التربة - أضافة الى العناصر الغذائية الاخرى الضرورية لنمو النبات .

4- تؤثر المادة العضوية على لون التربة - حيث بوجودها يكسب التربة لون بني مائلا للون ألاسود .

5- زيادة المادة العضوية في التربة يؤدي الى زيادة قابليتها على مسك الماء (Water holding capacity) وبالتالي تجهيزه للنبات بشكل جيد .

6- للمادة العضوية المتحللة سعة تبادلية كاتيونيةعالية (Cation exchange capacity) مقارنة بمعادن الطين. وهذا يساهم في الاحتفاظ بالعناصر الغذائية على معقد التبادل - ويحفضها من الفقد

طرق تقدير المادة العضوية في التربة

هناك طرق متعددة لتقدير المادة العضوية في التربة وتشمل :-

أولا :-تقدير المادة العضوية بطرق قياس فرق الوزن وتشمل :-

A-طريقة الاكسدة بواسطة بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) .

B-طريقة الحرق في درجات حرارة عالية(350 - 400 م^0)لمدة 7 - 8 ساعات ومن ثم حساب فرق الوزن.تستخدم هذه الطريقة في الترب العضوية وغير الكلسية وذلك بسبب تفكك الكاربونات العضوية للتربة .

ثانيا :- تقدير المادة العضوية بطريقة الاكسدة الرطبة (طريقةWalkley and Black)

تعتمد هذه لطريقة على أكسدة الكربون العضوي بواسطة بيكرومات البوتاسيوم في وجود حامض الكبريتيك المركز (H_2so4) ثم معايرة الزيادة من بيكرومات البوتاسيوم بواسطة كبريتات الحديدوز الأمونياكية معلومة القوة في وجود دليل داي فينيل أمين حتى الوصول لنقطة التعادل وهو ظهور اللون ألاخضر الزيتي (الفاتح). وأن ألاكسدة الكلية للمادة العضوية تختلف من تربة الى أخرى. ففي الترب العراقية نقوم بتقدير 77% من الكاربون الموجود في المادة العضوية والباقي يقاوم التأكسد . وفي هذه الحالة فأن ماتحتويه ألمادة ألعضوية من ألكاربون يساوي 58% .

طريقة العمل :

1- تؤخذ عينة ترابية مجففة هوائيا بوزن0.5 غم منخولة وتوضع في دورق زجاجي مخروطي سعة 200مل .

2- يضاف 10 مل من ديكرومات البوتاسيوم 0.5 عياري وتحرك قليلا .
3- اضف 10 مل من حامض الكبريتيك المركز بواسطة السحاحة حصراًوببطء الى العينة حرك بسرعة لمدة دقيقتين .
4- غط الدورق المخروطي بواسطة زجاجة ساعة واتركه دة 30 دقيقة ,لضمان استكمال التفاعل ,ثم اترك العينة حتى تبرد .
5- اغسل زجاجة الساعة وجدران الدورق بحوالي 50 مل من الماء المقطر .
6- يضاف الى العينة 6-8 قطرات من دليل ثنائي فنيل امين .
7- عاير بمحلول ملح مور 0.5 عياري حتى يتحول اللون البنني المحمر الى اخضر عند استعمال دليل ثنائي فنيل امين والى الاحمر بوجود دليل الفروئين.
8- سجل حجم ملح مور المستهلك .
9- يمكن اضافة حوالي 0.1 غم من كبريتات الفضة لاستبعاد اثر الكلور اذا وجد .ويمكن كذلك اضافة 10 نقاط من حامض الفسفوريك بتركيز 85% لاستبعاد اثار مركبات الحديد .
10-تنفذ تجربة مقارنة كما سبق باستثناء اضافة عينة تربة ,يمكن اضافة قليل من الرمل المرمد حوالي 0.5 غم ,وتسجل كمية ملح مور المستهلكة للمعايرة

ملح مور :هو محلول كبريتات الحديد الامونياكية (النشادرية).

الحساب :

يتم حساب كمية الكربون العضوي في التربة من المعادلة التالية :

$$\%C=\frac{(a-b)\times N\times 0.003\times 100}{W}$$

حيث :

%C =النسبة المئوية للكاربون

a =حجم محلول ملح مور المستهلك لمعايرة المقارنة .

b=حجم محلول ملح مور المتهلك لمعايرة العينة

N= عيارية ملح مور

0.003= وزن واحد ميلي مكافيء من الكربون مقدراً بالغرام

W =وزن عينة التربة الجافة هوائياً .

100= للحساب كنسبة مئوية

يشكل الكاربون العضوي 58% من المادة العضوية ,لذلك نضرب كمية الكربون الناتج ب1.724 للحصول على كمية المادة العضوية .

تمرين 1 :-تقوم كل مجموعة من الطلبة بتقدير نسبة ألمادة ألعضوية في نموذج التربة الخاص بها - وبأستخدام طريقة

ألاكسدة ألرطبة .

أشكال المادة العضوية

توجد المادة العضوية بعدة أشكال :-

1- مخلفات النباتات (أوراق ألاشجار + القش + بقايا النباتات وغيرها) ومخلفات الحيوانات (الدواجن + الاغنام +ألابقار + الجاموس + الطيور وغيرها) ومخلفات المجازر(الدم المجفف وغيرها) والمخلفات البشرية السائلة والصلبة.

2- الدبال (Humus) :- وهي أخر مراحل تحلل المادة العضوية في التربة ويمثل نسبة من ألجزء الصلب للتربة- وله

ألقدرة على أدمصاص ألايونات الموجبة - أضافة الى الدور الايجابي في تحسين تركيب التربة .

3- ألاشكال الخاملة للمركبات العضوية مثل الفحم .

تعيين الكاربونات والبيكاربونات في الترب :-

تاتي اهمية تقدير هذه الايونات في كون ان لها الميل للاتحاد مع الكالسيوم والمغنسيوم وترسيبها على شكل كربونات الكالسيوم والمغنسيوم.

$$Ca^{++} + CO_3^{=} \longleftrightarrow CaCO_3$$

$$Mg^{++} + CO_3^{=} \longleftrightarrow MgCO_3$$

وينتج عن ترسيب الكالسيوم والمغنسيوم زيادة نسبة ايونات الصوديوم في محلول التربة وهذا يؤدي الى ظهور الترب القلوية . مثل هذه الترب تكون غير صالحة للزراعة لان الصوديوم يؤدي الى انتشار دقائق التربة وبالتالي قلة النفاذية وردائة التهوية. لذلك تصبح عملية تقدير الكاربونات والبيكاربونات في الترب ضرورية حيث من خلالها تحديد خطورة الصوديوم وتاثيره على صفات التربة المختلفة.

طريقة العمل:

1. اسحب بواسطة الماصة 10 سم^3 من راشح التربة وضعها في دورق مخروطي.
2. اضف ثلاث قطرات من دليل الفينولفثالين اذا ظهر اللون الوردي دل ذلك على وجود الكاربونات.
3. سحح مع حامض الكبريتيك (0.01 عياري) الى ان يختفي اللون الوردي . سجل حجم الحامض المستهلك من السحاحة وارمز له y.
4. الى نفس المحلول اضف بضع قطرات من دليل المثيل البرتقالي ثم سحح مع الحامض حتى يتغير اللون من الاصفر الى البرتقالي سجل حجم الحامض النازل من السحاحة وارمز له z.

الحسابات:

$$\text{ملي مكافئ كاربونات/لتر} = \frac{2y \times \text{عيارية حامض الكبريتيك}}{\text{حجم الراشح الماخوذ للتحليل}} \times 1000$$

$$\text{ملي مكافئ بيكاربونات/لتر} = \frac{(z-2y) \times \text{عيارية حامض الكبريتيك}}{\text{حجم الراشح الماخوذ للتحليل}} \times 1000$$

ان السبب في ضرب الحجم الاول للحامض في 2 لان التسحيح الاول لم يعادل كل الكاربونات الموجودة بل نصفها وعند نقطة النهاية تكون قد تحولت الكاربونات الى بيكاربونات وفي هذه الحالة سوف تتفاعل كل البيكاربونات الموجودة في المستخلص اضافة الى تلك التي نتجت عند تفاعل الكاربونات لذا يكون حجم الحامض عند تعيين البيكاربونات (z – 2y) وفيما يلي التفاعلات الكيميائية الحاصلة.

$$H_2SO_4 + 2Na_2CO_3 \longleftrightarrow 2NaHCO_3 + Na_2SO_4 \quad \text{(الكاربونات)}$$

$$H_2SO_4 + 2NaHCO_3 \longleftrightarrow Na_2SO_4 + 2CO_3 + 2H_2O \quad \text{(البيكاربونات)}$$

ويمكن حساب قيمة الكاربونات والبيكاربونات في راشح التربة بالملي مكافئ /100 غم تربة كما وضحنا سابقاً.

طرق هضم العينات النباتية Digestion methods of plant samples

يهضم النسيج النباتي بهدف تحليله وذلك لاعطاء تقدير دقيق لمحتوى العينة النباتية من العناصر .وتستخدم طريقتين لهضم العينات النباتية وهي (الهضم الجاف ,الهضم الرطب) حيث يتم اكسدة العينة النباتية بدرجة حرارة عالية في مرمدة (وهي عبارة عن اناء على شكل الفنجان يستعمل في المختبرات الكيميائية وذلك لكي تحوي العينات المختبرية عند تسخينها لدرجات حرارة مرتفعة وتصنع غالبا من السيراميك)اما في طريقة الهضم الرطب فان العينة تهضم باستخدام مزيج من الاحماض او المركبات كحامض النتريك و حامض الكبريتيك و حمض البيروكلوريك وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2).

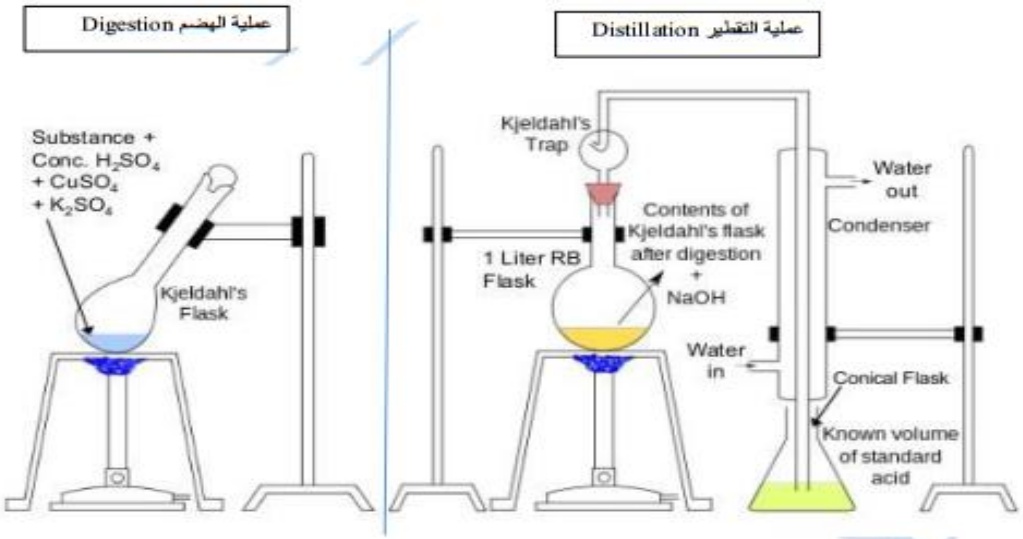
طريقة الهضم الرطب للعينات النباتية :

1- تجفف العينات النباتية (اوراق او جذور) حسب نوع العينة المراد قياس العناصر فيها بواسطة فرن كهربائي على درجة حرارة 65م لحين ثبوت الوزن .
2- طحن العينات النباتية بواسطة مطحنة كهربائية .
3- اخذ 200 ملغم من كل عينة وتهضم بواسطة حامض الكبريتيك المركز والبيروكلوريك .
4- يتم اضافة 3 مل من حامض الكبريتيك المركز H2SO4 وترك العينات لمدة 24 ساعة .
5- اضف 3مل من خليط حامض الكبريتيك وحامض البيروكلوريك المركزين بنسبة 1:1
6- توضع في دورق الهضم على صيحة ساخنة Hot plate عند درجة حرارة 90م^0 لمدة (3-5) دقيقة لحين ظهور ابخرة صفراء .ثم تترك لمدة 5 دقائق لحين ظهور ابخرة بيضاء .
7- تسخن على درجة حرارة مرتفعة لمدة (1-2) دقيقة .
8- عند اكتمال عملية الهضم يكون محلول العينة رائق عديم اللون .
9- بعدها يبرد وينقل الى دورق حجمي سعة 50 مل ويكمل بالماء المقطر الى العلامة ثم تقدر العناصر .

تقدير النتروجين حسب طريقة كلدال باستخدام جهاز Micr-kjeldahl

1- ياخذ 10 مل من العينة المهضومة .
2- يضاف لها 10 مل NaOH بتركيز 40 % واجريت له عملية التقطير .
3- تجمع الامونيا المتحررة في بيكر حاوي على 25 مل حامض البوريك بتركيز 2% مع قطرتين من خليط الدلائل (Bromocresal Green,Methyl red)المذابان بالايثانول.
4- ثم سححت مع حامض الهيدروكلوريك عياري 0.01 وطبقت المعادلة الاتية :

$$\%N = \frac{\text{حجم HCl المستهلك} \times \text{عيارية الحامض} \times 14 \times \text{حجم التخفيف}}{\text{حجم العينة المأخوذة عند التقطير} \times \text{وزن العينة المهضومة} \times 1000} \times 100$$



رسم توضيحي لقياس النتروجين الكلي باستخدام جهاز كلدال Micro-Kjeldahl