وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# خصوبة التربة والتسميد

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

منشورات جامعة دمشق

كلية الزراعة

# خصوبة التربة والتسميد

## الجزء العملي

| الدكتور | الدكتور | المهندسة |
| --- | --- | --- |
| محمد سعيد الشاطر | أكرم محمد البلخي | ميساء نهاد الكبرا |
| أستاذ في قسم علوم التربة | عضو هيئة فنية | عضو هيئة فنية |

جامعة دمشق

١٤٣٧ - ١٤٣٨هـ

٢٠١٦ - ٢٠١٧م

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفهرس


الموضوع الصفحة

**الفصل الأول: تقدير الموصلية الكهربائية EC ورقم الـ pH والكلور والكربونات والبيكربونات في مستخلص التربة .....11**

- مستخلص التربة
- الموصلية الكهربائية للأملاح
- pH معلق تربة 2.5:1
- تقدير EC مستخلص تربة 5:1
- تقدير الكلور في المستخلص
- تقدير الكربونات والبيكربونات في المستخلص

**الفصل الثاني: تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم الذائبين والمتبادلين في التربة..... 31**

- تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم الذائبين في مستخلص تربة مائي
- تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم المتبادلين في مستخلص تربة ملحي

**الفصل الثالث: تقدير الصوديوم والبوتاسيوم الذائبين والمتبادلين في التربة.....43**

**الفصل الرابع : تقدير الكلس الفعال في التربة..... 53**

**الفصل الخامس: تقدير الفوسفور المتاح بطريقة جورية هيبرت في التربة..... 59**

**الفصل السادس: تقدير المادة العضوية في التربة.....73**

**الفصل السابع : تقدير الآزوت المعدني في التربة ..... 81**

- استخلاص الآزوت المعدني
- تقدير النترات بتفاعلها مع حمض فينول داي سيلفونيك
- تحضير المحاليل القياسية
- تقدير الآزوت الأمونياكي بطريقة أزرق الإندوفينول

**الفصل الثامن : تقدير الآزوت الكلي في التربة .....97**

- الهضم
- المعايرة والتقطير
- الحسابات

**الفصل التاسع : تحضير العينات النباتية و الأسمدة العضوية للتحليل..... 105**

- جمع العينات النباتية
- الهضم الجاف
- الهضم الرطب

**الفصل العاشر: تقدير الفوسفور الكلي في الأسمدة العضوية والنبات..... 115**

- خطوات العمل
- تحضير المحاليل القياسية مع أمثلة توضيحية
- الحسابات

**الفصل الحادي عشر: تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم في الأسمدة العضوية وفي النبات.....121**

- خطوات العمل
- طريقة الحساب مع أمثلة توضيحية

**الفصل الثاني عشر: معرفة الأسمدة المختلفة وتقدير نسبة الرطوبة فيها .127**

- الأسمدة العضوية
- الأسمدة الكيميائية الصلبة

- الأسمدة الكيميائية السائلة والمعلقة

**الفصل الثالث عشر: اختبارات الأسمدة الفوسفاتية..... 135**

- تقدير الحموضة الحرة
- تقدير الفوسفور $P_2O_5$ الذائب في الماء
- تقدير الفوسفور $P_2O_5$ الذائب في سترات الأمونيوم
- تقدير الفوسفور الكلي في السماد

**الفصل الرابع عشر: تقدير العناصر الصغرى في التربة والنبات والأسمدة العضوية ..... 141**

1 - تقدير العناصر الصغرى المتاحة في التربة باستخلاصها بمحلول DTPA:

- خطوات العمل
- طريقة القياس باستخدام جهاز الامتصاص الذري
- تحضير المحاليل القياسية مع أمثلة توضيحية
- آلية عمل جهاز الامتصاص الذري
- الحسابات

2- تقدير العناصر الصغرى الكلية في التربة والنبات والسماد:

- طريقة الهضم الرطب للعينات المختلفة
- طريقة القياس باستخدام جهاز الامتصاص الذري
- طريقة الحساب
- تقدير البورون في التربة والنبات

**الملاحق..... 153**

**المصطلحات العلمية..... 165**

**المراجع..... 171**

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

## مقدمة:

تعد التربة المهد الأساسي الذي يقوم عليه الإنتاج الزراعي , كما تعد خصوبة التربة من أهم الخصائص التي تعكس قدرة التربة على تزويد النباتات النامية فيها بما تحتاجه من عناصر غذائية .

وللحكم على مقدرة التربة الإنتاجية لابد من إجراء بعض التحاليل والاختبارات الأساسية سواء في المختبر أو في الحقل .

يخدم هذا المقرر العملي الطالب والمختص في علم التربة، لما يقدمه من بعض المعارف والطرائق المتبعة في دراسة خصوبة التربة والتسميد، وذلك عبر تحليل التربة والنبات إضافة إلى بعض الطرائق المستخدمة في تحليل الأسمدة . وقد روعي في إنتقاء محتويات الكتاب سهولة استخدام الطرائق المدروسة وإمكانة تطبيقها عملياً.

آملين أن يحقق هذا الكتاب الفائدة المرجوة منه

والله ولي التوفيق

**المؤلفون**

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل الأول

# تقدير الموصلية الكهربائية (EC) ورقم الـpH والكلور والكربونات والبيكربونات في مستخلص التربة

## أولاً : مستخلص التربة : Soil Extract :

يتطلب إجراء بعض التحاليل الكيميائية لتقدير الكاتيونات والأنيونات الذائبة أو الأملاح الذائبة الكلية الحصول على المحلول الأرضي المذيب لهذه الأيونات، ولصعوبة الحصول على المحلول الأرضي من جهة ولكميته القليلة من جهة أخرى، تم اللجوء إلى استخدام مسخلصات مائية مختلفة تميزت ببساطتها نسبياً وسرعة إجرائها والكمية الكبيرة المتحصل عليها التي تكفي لإجراء التحاليل المخبرية .

يعرف المستخلص المائي للتربة بأنه الراشح الناتج عن معاملة التربة بأمثال وزنها من الماء . ومن أمثلة هذه المستخلصات : مستخلص العجينة المشبعة ومستخلص 1:1 أو 2.5:1 أو 5:1 أو 10:1 وغيرها.

**أنواع مستخلصات التربة حسب محلول الاستخلاص :**

**1 )** مستخلص مائي : المحلول المستخدم الماء المقطر، ويستخدم لاستخلاص الأملاح الذائبة بالماء، وتقدير العناصر الذائبة مثل الكالسيوم والمغنيزيوم والكلور والبيكربونات.....إلخ .

**2** ) مستخلص ملحي : يحضر محلول ملحي بتركيز 1 نظامي مثل $NH_4Cl$، ويستخدم لاستخلاص الأملاح الذائبة بالماء، والكاتيونات المتبادلة مثل الكالسيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم...إلخ .

**3** ) مستخلص حمضي : يحضر المحلول الحمضي بنظامية معينة مثل: حمض الستريك 2% وكمثال يستخدم لاستخلاص الفوسفور المتاح في الترب الحامضية بطريقة دبير Dyer .

**4** ) مستخلص قلوي: يحضر المحلول القلوي بتركيز محدد مثل NaOH (0.1 N أو 0.5 N) الذي يستخدم في استخلاص الحموض العضوية .

**خطوات تحضير المستخلص المائي ( 1:5 ) :**

1 – زن 20 غ من التربة الناعمة وضعها في دورق مخروطي سعة 250 مل.

2 – أضف إلى العينة خمسة أمثال وزنها (100 مل) من الماء المقطر الخالي من $CO_2$ .

3 – ضع ورقة ترشيح في قمع يرتكز على دورق مخروطي .

4 – خض المعلق مدة 10 دقائق ثم اقلب المعلق فوق ورقة الترشيح مع عدم إيصال المعلق إلى الحافة العليا لورقة الترشيح .

5 – أعد ترشيح القطرات الأولى من الراشح على ورقة الترشيح نفسها عندما يكون الراشح عكراً.

**ملاحظة:** تتوقف سرعة الرشح وصفاء الراشح على نوع التربة، إذ يكون الراشح عادة صافياً وسريعاً في الترب الرملية أو المالحة وأقل صفاءً وسرعة في الترب الطينية أو القلوية .

**مستخلص عجينة التربة المشبعة Saturation Extract :**

هو المحلول الذي يحصل عليه عند ترشيح عجينة تربة مشبعة بالمـــاء بعد تركها في جو المختبر لمدة ساعة واحدة وتستخلص العجينة المـــشبعة فـــي حالة دراسة ملوحة التربة وقلويتها وتوجد علاقة تقريبية بين نسبة التشبع وكـــل من السعة الحقلية ومعامل الذبول للنبات , إذ وجد أن النـــسبة المئويـــة للتـــشبع تساوي ضعفي النسبة المئوية للماء عند السعة الحقلية , وأربعة أضعاف النـــسبة المئوية للماء عند نقطة الذبول .

**خطوات تحضير مستخلص العجينة المشبعة :**

1 – خذ وزناً معيناً من التربة من 100– 200 غ وتختلف كميـــة التربـــة تبعـــاً لنسيج التربة (تؤخذ كمية قليلة من التربة الثقيلة), وضعها فـــي كـــأس أو جفنـــة خزفية وأضف إليها كميات متتالية من الماء المقطر (وزن الماء غيـــر معلـــوم) حتى حدوث التشبع للعينة .

2 –افحص العجينة، فإذا كان سطحها غير لامع وجب ترطيبها ببضع نقاط مـــن الماء المقطر وخلطها مجدداً حتى التجانس، أما إذا تجمع الماء علـــى ســـطحها فيجب إضافة قليل من التربة الجافة إليها وخلطها جيداً حتى التجانس, ثم اتركهـــا مدة ساعة واحدة. وبهذا تصبح العجينة المشبعة جاهزة للاســـتخلاص، وتكـــون العجينة عند الإشباع سهلة الإسالة ويلتئم الشق إذا أُحدث فيها, وعُدِمَ تجمع الماء فوق سطح التربة .

3 – انقل العجينة المشبعة إلى قمع بوخنر ويتم سحب الهواء عن طريق المضخة وينزل الماء الزائد الحاوي على الأملاح الذوابة إلى كأس بيشر حيث يتم تقدير نسبة الأملاح بمقياس الموصلية الكهربائية Electrical Conductivity. (EC).

## ثانياً: تقدير الموصلية الكهربائية للأملاح

**: (EC, lectrical Conductivity**

تختلف نسبة الأملاح من تربة لأخرى ومن مقطع لآخر, وتقدر نسبة الأملاح الكلية للتربة بواسطة الموصلية الكهربائية (EC)، وتعرف التربة المالحة بأنها التربة التي تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح الذوابة وتؤدي إلى ضرر في نمو النباتات حيث تؤدي زيادة نسبة الأملاح في التربة إلى سوء خصائص التربة الفيزيائية كالبنية والنفاذية والتهوية .

أما بالنسبة للنبات فيزداد الضغط الأسموزي وبالتالي يحدث ضرر على جذور النبات وامتصاصه للماء والمواد الذوابة .

**مبدأ الطريقة :**

تعتمد على حدوث تأين الأملاح في الماء ويتم قياس التوصيل الكهربائي لهذه الأملاح في العينة المائية ومستخلص التربة المائي. وكمثال (المستخلص 5:1 المحضر في الجلسة السابقة ) .

**وتعرف الموصلية الكهربائية بأنها** موصلية 1 سم$^3$ لمحلول موضوع بين صفيحتين من البلاتين مساحة كل منهما 1سم$^2$ ويبعد عن بعضهما 1سم

وواحدتها مو/سم. وقد استعملت وحدات أصغر مثل المليمو/سم (جزء بالألف من المو/سم) ، والميكرومو/سم (جزء بالمليون من المو/سم) وتقاس الموصلية الكهربائية بوساطة أجهزة خاصة تعمل حالياً وحدة الديسيمنس بالمتر ds/m وأجزائها وهي تساوي مليمو/سم .

**خطوات العمل :**

1 – شغّل الجهاز بوضع المفتاح على وضع on .

2 – ضع المؤشر على التدريجة رقم ( 5 ), ثم اغسل الإلكترود بالماء المقطر الخالي من الأملاح وجففه وضعه في المستخلص المراد معرفة ملوحته ولاحظ قراءة المؤشر على المجال 5 فإذا كانت القراءة أقل من 2000 ميكرومو/سم ضع زر المجال على الرقم 4، ولاحظ قراءة المؤشر على التدريج 4 فإن دل على أقل من 200 ميكرومو/سم ضع الزر عندها على التدريج 3 وهكذا وأخيراً سجل القراءة .

3 – إذا تجاوز المؤشر في المجال 5 أعلى قراءة لتدريج الجهاز وهي 20000 ميكرومو/سم يجب تمديد المحلول بالماء المقطر مرة أو مرتين أو أكثر بعدها تؤخذ القراءة ثم تضرب بعدد مرات التمديد وتسجل .

4 – أقفل زر التشغيل بوضعه على off ، واغسل الالكترود بالماء المقطر جيداً.

**طريقة الحساب :**

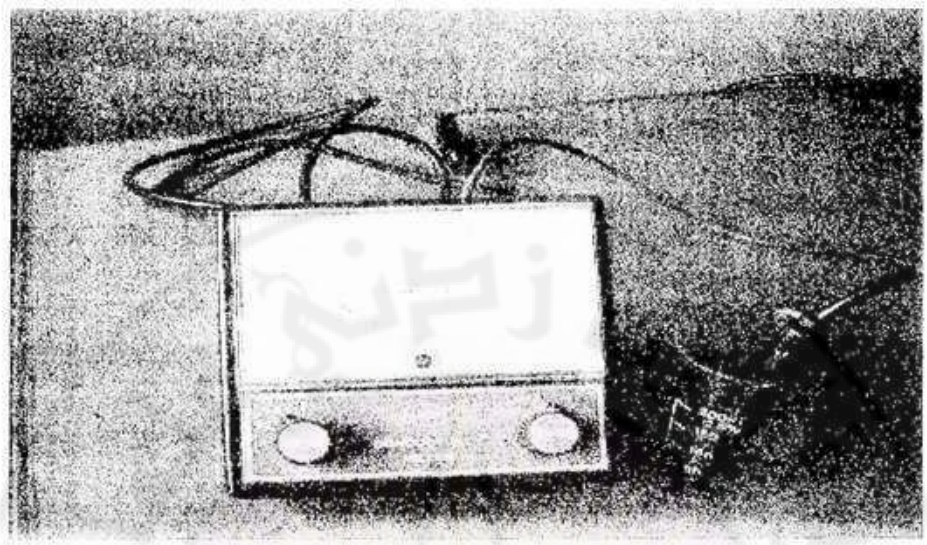
كمية الأملاح (مليمكافئ/لتر) = EC × 12.5 (مليمو/ سم)

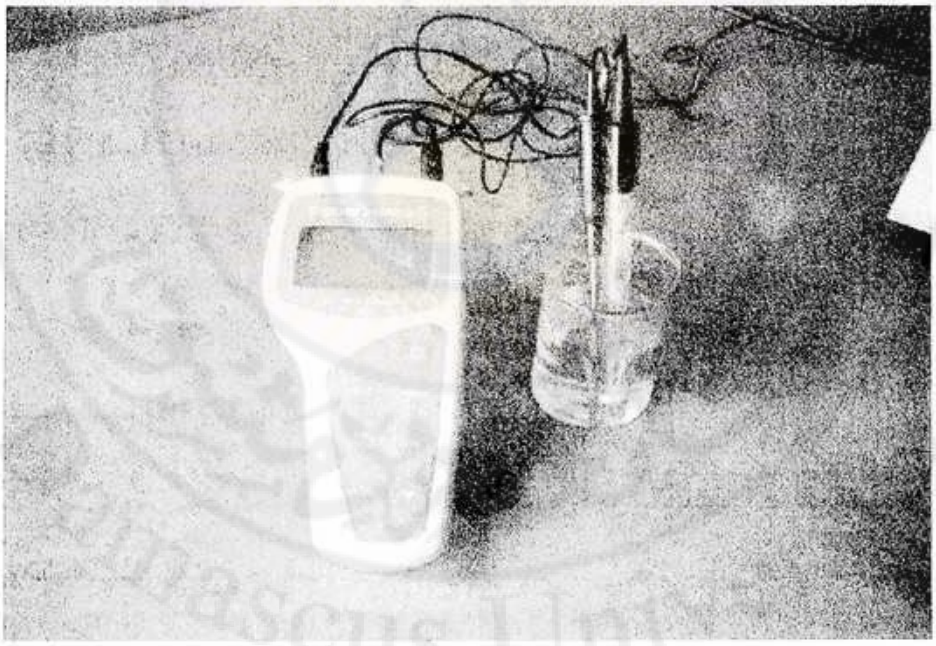
% للأملاح في المحلول = EC × 0.064 (مليمو/ سم)

% للأملاح في التربة = EC × 0.064 (مليمو/سم)× نسبة الماء إلى التربة (عدد مرات التمديد)

الضغط الحلولي (الأسموزي) = EC × 0.36 (مليمو/ سم).

Damascus University





أجهزة تقدير الموصلية الكهربائية (EC)

## ثالثاً: تقدير الـ pH :

### Soil pH

يعبر pH التربة عن درجة حموضة التربة أو قلويتها وله علاقة بتغذية النبات, والعناصر الغذائية المتاحة وله أثر مباشر في حيوية الكائنات الدقيقة, ومعدل انتشار جذور النباتات, ويمكن أن يعرف pH التربة بأنه اللوغاريتم السالب لتركيز شوارد الهيدروجين في المحلول.

والتركيز الفعال لأيون الهيدروجين هو عبارة عن محصلة مصادر مختلفة مثل تأين الأملاح وعمليات التبادل الكاتيوني, وعند نقطة التعادل يكون الـpH = 7 وهنا نشاط أيون الهيدروجين = نشاط أيون الهيدروكسيل

ويقدر الـpH بطريقتين:

1 – لونية : تغير لون المشعر بتغير لون المحلول.

2 – كهربائية باستخدام مقياس الـpH.

**قياس الـpH باستخدام مقياس الـpH :**

يقيس هذا الجهاز pH التربة مباشرة أو عجينتها أو معلقاتها أو مستخلصاتها المائية أو الملحية، وهو جهاز كهربائي يعمل على التيار المتناوب أو المدخرة، يحوي قطباً أو اثنين متصلين بجهاز لقياس فرق الكمون بين الكترودين كهربائيين أحدهما صلب زجاجي ويتوقف جهده الكهربائي على التركيز النشط لأيونات الهيدروجين والآخر قطب الكالوميل , ويتوقف جهده

الكهربائي على تركيز المحلول وبذلك يكون فرق الجهد الكهربائي بين القطبين دالاً على التركيز النشط لأيون الهيدروجين .

تضبط قراءة الجهاز مع محاليل دارئة أو واقية ذات pH محدد، وغالباً ما تؤخذ ثلاثة قيم للـ pH لثلاثة محاليل مختلفة الـpH.

**المحلول الأول : pH = 10:**

يحضر بوزن 1.756 غرام من هيدروكسيد الصوديوم NaOH و 3.092 غرام من حمض البوريك $H_3BO_3$ في دورق معياري سعة لتر، ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة .

**المحلول الثاني : pH = 7 :**

يحضّر بوزن 3.391 غرام من حمض السيتريك $C_6H_8O_7$ و 23.3844 غرام من فوسفات ثنائية الصوديوم $Na_2HPO_4.12H_2O$ في دورق معياري سعة لتر، ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**المحلول الثالث : pH = 4:**

يحضر بوزن 11.806 غرام من حمض السيتريك $C_6H_8O_7$ و 10.9468 غرام من فوسفات ثنائية الصوديوم $Na_2HPO_4.12H_2O$ في دورق معياري سعة لتر، ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**خطوات العمل :**

1 – افتح زر تشغيل الجهاز واتركه مدة 10 دقائق .

2 – حضر معلقاً للتربة بنسبة 2.5:1 في كأس زجاجية سعة نحو 100 مل.

3 – قس حرارة المعلق أو المستخلص واضبط حرارة الجهاز على الحرارة المقيسة .

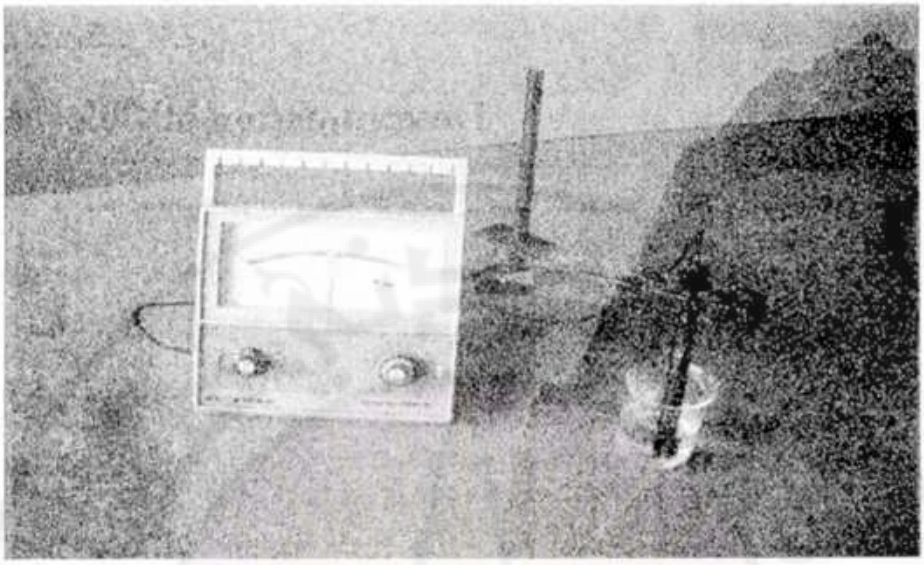
4 – اغمس أقطاب الجهاز النظيفة والجافة في محلول دارئ (معروف الـpH ) واضبط الجهاز عليه .

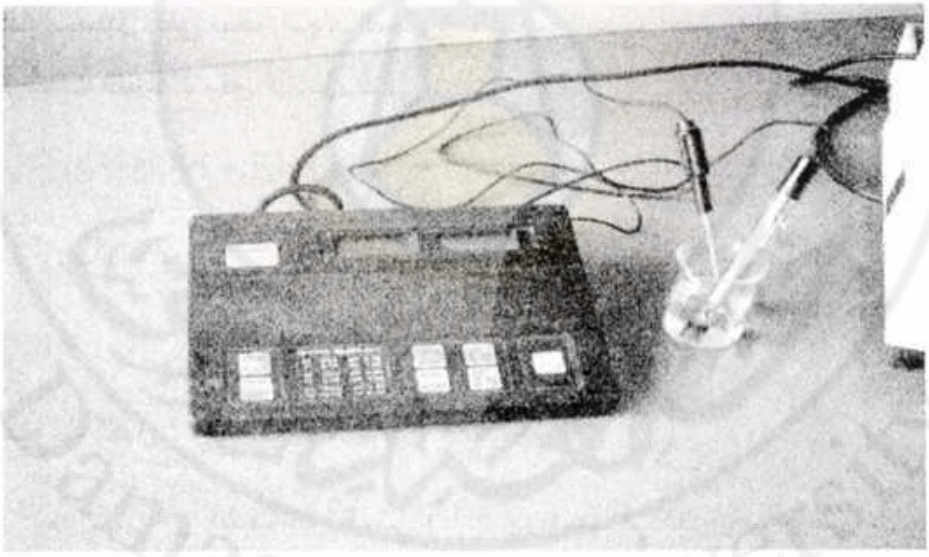
5 – اقفل زر القراءة واغسل الأقطاب بالماء المقطر وجففها بورق ترشيح .

6 – اغمس الأقطاب في المعلق وافتح زر القراءة مراعياً عدم تلامس الأقطاب مع قعر الكأس أو جوانبها، وسجل قراءة الجهاز، أعد القراءة مرة ثانية وثالثة باخراج الأقطاب من الكأس ثم القراءة ثانية. فإن ثبتت القراءة سجلها بشكل نهائي .

7 – أجر قراءات بقية العينات بحيث تغسل الأقطاب في كل مرة بالماء المقطر وتجففها قبل انزالها في العينة لأخذ القراءة.

8 – اقفل زر القراءة وزر التشغيل واسحب الأقطاب من العينة واغسلها بالماء المقطر ثم اغمسها في كأس يحوي ماءً مقطراً.





أجهزة تقدير pH التربة

## رابعاً: تقدير الكلور:

## Determination of Chloride

تعد معادن التربة ومياه الري والأسمدة المضافة , أهم مصادر الكلور في التربة , ويرتفع تركيز الكلور في المناطق الجافة وشبه الجافة بسبب قلة الأمطار وعدم رشحه إلى الطبقات السفلى, وتعد النسبة 0.02% الحد الحرج لتركيز الكلور في التربة .

**مبدأ الطريقة :**

يعتمد مبدأ الطريقة على ترسيب الكلور بإضافة محلول نترات الفضة حيث يترسب الكلور على صورة كلوريد فضة , وبوجود كرومات البوتاسيوم كدليل يُستدل على نقطة انتهاء المعايرة بظهور راسب أحمر آجري من كرومات الفضة . وفق التفاعل التالي :

$$Cl^- + AgNO_3 \longrightarrow AgCl + NO_3^-$$

$$K_2CrO_4 + 2\,AgNO_3 \longrightarrow Ag_2CrO_4 + 2KNO_3$$

(أحمر آجري)

**خطوات العمل:**

1- خذ 5 مل من المستخلص المائي ( 5:1 ) وضعها في دورق مخروطي .

2- مدد بنحو 10 مل ماء مقطر .

3- أضف 3 نقاط من مشعر كرومات البوتاسيوم .

4- عاير بمحلول نترات الفضة $AgNO_3$ (N0.01 ) حتى يتحول اللون من الأصفر إلى الأحمر الآجري وثباته مدة نصف دقيقة .

5- سجل حجم نترات الفضة المستهلك، واحسب النسبة المئوية للكلور في التربة .

**طريقة الحساب :**

- الكلور(مليمكافئ/الحجم المأخوذ) = $N \times V$ .

- الكلور(مليمكافئ/لتر) = $N \times V \times \frac{1000}{\text{الحجم المأخوذ}}$

- الكلور(مليمكافئ/100 غرام تربة) = $N \times V \times \frac{\text{الحجم الكلي}}{\text{الحجم المأخوذ}} \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$

- الكلور% = الكلور(مليمكافئ/100 غرام تربة)$\times \frac{35.5}{1000}$

**حيث أن :**

N: نظامية نترات الفضة

V: الحجم المستهلك من نترات الفضة بالمليلتر.

35.5: الوزن المكافئ للكلور

**الأدوات:** ماصة حجمية سعة 10مل ، دورق مخروطي سعة 150 مل، سحاحة.

**المحاليل اللازمة :**

**محلول نترات الفضة0.01 نظامي :**

أذب 1.699 غرام من نترات الفضة المجففة على 105 ْم في لتر من الماء المقطر وتضبط النظامية بالمعايرة بـ 0.01 نظامي من محلول كلوريد الصوديوم .

**دليل كرومات البوتاسيوم 10 % :**

أذب 10 غرام من كرومات البوتاسيوم في 50 مل من الماء المقطر، ثم يضاف إليها قطرات من محلول N1 نترات الفضة حتى الحصول على لون أحمر ثم رشح المحلول السابق ومدد الحجم إلى 100 مل بالماء المقطر، وجانس المحلول .

**محلول كلوريد الصوديوم 0.01 نظامي :**

أذب 0.5845 غرام من كلوريد الصوديوم النقي، والمجفف في درجة 105 مئوية مدة ساعتين في لتر من الماء المقطر .

**مثال :** تم تحضير مستخلص تربة 5:1 ، وعند معايرة 10 مل منه بنترات الفضة N 0.01 ، لزم وسطياً 1 مل من نترات الفضة، وبالتالي تكون النسبة المئوية للكلور في التربة مساوية:

$$\% \text{ Cl} = 1 \times 0.01 \times 10/50 \times 10/100 \times 1000/35.5 = 0.017$$

غ/100غرام تربة .

تركيز الكلور مقدراً بـ ( ppm ) : $= \% \times 10000 = 170$ ppm

## خامساً : تقدير الكربونات والبيكربونات الذائبة :

## Determination of Soluble Carbonate and Bicarbonate

تعد الكربونات الذائبة سامة جداً للنبات ووجودها في المستخلص المائي للتربة بأي نسبة دليل على سوء خواصها وعدم إنتاجيتها , وتوجد هذه الشاردة في الترب القلوية والقلوية المالحة، أما البيكربونات فتوجد في مستخلص التربة على شكل بيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم أو الكالسيوم أو المغنيزيوم وإذا زادت على 1.4 مليمكافئ/100 غرام تكون قد تجاوزت الحد الحرج.

**مبدأ الطريقة :**

يعتمد مبدأ الطريقة على تفاعل الكربونات مع حمض الكبريت المخفف حيث يتفاعل هيدروجين الحمض مع أيون الكربونات وتتحول بذلك الكربونات إلى بيكربونات وفق التفاعل التالي :

$$CO_3^{-2} + H^+ \longrightarrow HCO_3^-$$

وتتم هذه المرحلة عند pH = 8.2 والمشعر المستخدم الفينول فتالئين حيث يتحول اللون من الأحمر الوردي بوجود الكربونات إلى عديم اللون. وفي هذه المرحلة يكون حجم حمض الكبريت المستهلك $V_1$ لمعايرة نصف الكربونات ( الوظيفة الأولى )، وبالتالي الحجم المستهلك لكامل الكربونات $2V_1$ =.

ومع استمرار إضافة الحمض تتحول البيكربونات إلى حمض الكربون، وفق التفاعل التالي:

$$HCO_3^- + H^+ \longrightarrow H_2CO_3$$

وتتم هذه المرحلة عند pH = 4.4 والمشعر المستخدم برتقالي الميتيل حيث يتحول اللون من أصفر إلى أحمر برتقالي (بصلي). ويكون حجم حمض الكبريت اللازم لمعايرة البيكربونات مساوياً الحجم النهائي المقروء على السحاحة $V_2$ مطروحاً منه الحجم اللازم لمعايرة كامل الكربونات ($V_1$-$V_2$2) .

**خطوات العمل :**

1- خذ 5 مل من المستخلص المائي (5:1) وضعها في دورق مخروطي .

2- مدد بنحو 10 مل ماء مقطر (مخبار مدرج).

3- أضف 3 نقاط من مشعر الفينول فتالئين فإذا ظهر لون احمر وردي دل ذلك على وجود الكربونات .

4- عاير الكربونات الذائبة بحمض الكبريت N0.01 حتى زوال لون الفينول فتالئين وسجل الحجم المستهلك من الحمض وليكن ($v_1$). وإذا لم يظهر اللون الأحمر الوردي كان ذلك دليلاً على عدم وجود كربونات ذائبة.

5- قدر البيكربونات الذائبة في عينة المحلول المعايرة فيها الكربونات بإضافة 3 نقاط من برتقالي الميثيل , ثم عاير بالحمض حتى يتحول اللون الأصفر إلى أحمر برتقالي (بصلي).

6- سجل الحجم الكلي المستهلك من الحمض لمعايرة الكربونات والبيكربونات معاً وليكن $V_2$ .

**طريقة الحساب :**

- $CO_3^{-2}$ (ملیمكافئ/لتر) = $2V_1 \times N \times \frac{1000}{\text{الحجم المأخوذ}}$

- $HCO_3^-$ (ملیمكافئ/لتر) = $(2V_1-V_2) \times N \times \frac{1000}{\text{الحجم المأخوذ}}$

- $CO_3^{-2}$ (ملیمكافئ/100 غرام تربة) = $2V_1 \times N \times \frac{\text{الحجم الكلي}}{\text{الحجم المأخوذ}} \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$

- $HCO_3$ (ملیمكافئ/100 غرام تربة) = $(2V_1-V_2) \times \frac{\text{الحجم الكلي}}{\text{الحجم المأخوذ}} \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$

- $CO_3^{-2}$ (غرام/100 غرام تربة)= $CO_3^{-2}$ (ملیمكافئ/100غرام تربة)× $\frac{30}{1000}$

- $HCO_3^-$ (غرام/100 غرام تربة) = $HCO_3^-$ (ملیمكافئ/100 غرام تربة)× $\frac{61}{1000}$

**حيث أن :** $V_1$ : الحجم المستهلك من الحمض لمعايرة نصف الكربونات .

$2V_1-V_2$: الحجم المستهلك من الحمض لمعايرة البيكربونات .

N: نظامية حمض الكبريت .

30: الوزن المكافئ للكربونات .

61: الوزن المكافئ للبيكربونات .

**الأدوات** : ماصة حجمية سعة 10مل، دورق مخروطي سعة 150 مل، سحاحة.

**المحاليل اللازمة:**

**محلول حمض الكبريت: 0.01 نظامي :**

يضاف حجم قدره 2.8 مل من حمض الكبريت المركز إلى دورق معياري سعة 1 لتر يحتوي مسبقاً على نحو 300 مل من الماء المقطر ويمزج جيداً، ثم يكمل الحجم بالماء المقطر ويجانس المحلول. ينقل من المحلول السابق 100 مل، وتمدد بالماء المقطر حتى 1000 مل.

**دليل فينول فتالئين1 % :**

أذب 1 غرام من فينول فتالئين في 100 مل من الكحول الايتيلي 70%.

**دليل برتقالي الميثيل1 % :**

أذب 1 غرام من برتقالي الميثيل في 100 مل من الماء المقطر.

**مثال:**

في تجربة لتقدير الكربونات والبيكربونات أخذ 10 مل من مستخلص تربة نسبته 10:1 ، وقد تبين أن حجم حمض الكبريت المستهلك حتى زوال لون الفينول فتالئين كان مساوياً 2مل، وكان الحجم النهائي للحمض عند ظهور اللون البصلي من برتقالي الميثيل 11 مل. فإذا كانت نظامية الحمض 0.01 N، احسب النسبة المئوية لكل من الكربونات والبيكربونات في التربة.

- $CO_3^{-2}$ (%) = ( 2× 2 ) × 0.01 × 10/100 × 10/100 ×
  30/1000= 0.12 غرام / 100 غرام تربة .
- $HCO_3^-$ (%) = ( 11-4 ) × 0.01 × 10/100 × 10/100 ×
  61/1000= 0.427 غرام / 100 غرام تربة .

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل الثاني

## تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم الذائبين والمتبادلين

## Determination of Soluble and Exchangeable Calcium and Magnesium

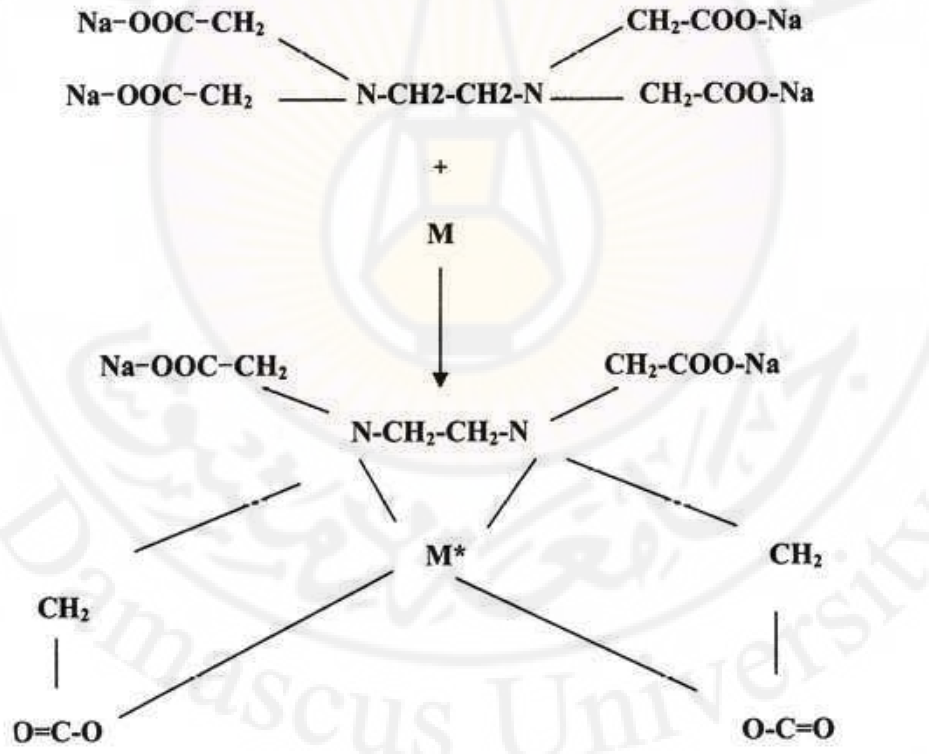
يوجد الكالسيوم والمغنيزيوم في التربة بأشكال مختلفة : منها المترسب على صورة مركبات قليلة الذوبان في الماء مثل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ وكربونات المغنيزيوم $MgCO_3$ والجبس $CaSO_4.2H_2O$ , والشكل الممتز على سطوح غرويات التربة ثم الذائب الناتج عن تأين الأملاح المختلفة القابلة للذوبان بسرعة في الماء كأملاح الكلوريدات والبيكربونات لهذين العنصرين. وتنتشر أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم في معظم ترب المناطق الجافة ونصف الجافة ، وتعد التراكيز الأقل من 10 مليمكافئ/لتر بالنسبة للكالسيوم و 5 مليمكافئ/لتر بالنسبة للمغنيزيوم في مستخلصات العجينة المشبعة للتربة تراكيز عادية وملائمة لنمو معظم المزروعات.

### أولاً – تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم الذائبين :

**مبدأ الطريقة :**

يعتمد مبدأ تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم في المحلول على معارتهما بمحلول الإثلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل: Ethylen Diamine Tetra Acetic Acid (EDTA) بوجود دليل مناسب لكل منهما , ففي حالة الكالسيوم يستعمل الموركسيد (بربرات الأمونيوم) فيتشكل معقد بين الكالسيوم والموركسيد وعند الوصول إلى نقطة نهاية التفاعل يتشكل معقد آخر أكثر ثباتاً بين (EDTA) والكالسيوم ويظهر اللون البنفسجي المميز

للموركسيد الحر. أما في حالة المغنيزيوم فيضاف مشعر الإيروكروم بـــلاك T فيتشكل معقد بين المشعر وMg وعند الوصول إلى نقطة نهاية المعايرة يتـــشكل معقد آخر بين (EDTA) والمغنيزيوم أكثر ثباتاً من الأول وبالتالي يظهر لـــون أزرق سماوي مميز للون الإيروكروم بلاك T الحر، ويعاير في هـــذه الطريقـــة الكالسيوم أولاً في عينة من مستخلص التربة ثم الكالسيوم والمغنيزيوم معاً فـــي عينة أخرى ، ومن ثم تحسب كمية المغنيزيوم الموجود بالفرق بين المعـــايرتين الأولى والثانية , ويتم وفق التفاعل التالي :




* حيث M = يرمز للمعدن المتفاعل مع EDTA

وينبغي رفع الـpH إلى 12 في حالـة الكالـسيوم وذلـك لترسـيب المغنيزيوم على صورة $_2$( MgOH) ، بينما تتطلب معـايرة المغنيزيـوم pH= 10 لكي يتم التفاعل مع المغنيزيوم .

**ملاحظة1** : يعتبر جزيء EDTA حامضياً ويشار لـه بـالرمز ($H_4Y$) وفيـه الأنيون $Y^{-4}$ هو الجزء الرابط ، وذرتي N لهذا الأنيون وذرة الأكسجين من كل مجموعة من مجموعات الخل الأربع قابلة للارتباط بذرة معدن مركزية فتعطـي أزواجاً من الالكترونات للكاتيونات مع ارتباط تناسقي مـشترك وبـذلك يـرتبط الكاتيون بمجموعة COOH والأمين N عن طريق ست روابط .

**خطوات تقدير الكالسيوم الذائب :**

1- خذ 5 مل من المستخلص المائي ( 5:1 ) وضعها في دورق مخروطي .

2- مدد بنحو 10 مل ماءً مقطراً.

3- أضف 1 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (N4) .

4- أضف نحو 50 مغ من مشعر الموركسيد .

5- عاير بمحلول EDTA (N0,01 ) حتى ظهور اللون البنفسجي . وسـجل الحجم المستهلك من EDTA .

**خطوات تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم الذائبين معاً :**

1- خذ 5 مل من المستخلص المائي ( 5:1 ) وضعها فى دورق مخروطي .

2- مدد بنحو 10 مل ماءً مقطراً.

3- أضف 1 مل من المحلول المنظم .

4- أضف 3 نقاط من دليل إيروكروم بلاك T.

5- عاير بمحلول EDTA (N0.01) حتى ظهور اللون الأزرق السماوي . وسجل الحجم المستهلك من EDTA .

**ملاحظة2 :** يعود تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم معاً ، وذلك في حالة المغنيزيوم لأن ثابت التكوين الملحي للـ EDTA مع الكالسيوم أكبر من ثابت التكوين الملحي للـ EDTA مع المغنيزيوم، لذلك عندما ترتبط الفرسينات مع المغنيزيوم تكون قد ارتبطت أصلاً بالكالسيوم .

**طريقة الحساب :**

- $Ca^{+2}$ (مليمكافئ/لتر) = $\frac{1000}{\text{الحجم المأخوذ}} \times N \times V$
- $Mg^{+2}$ (مليمكافئ/لتر) = $\frac{1000}{\text{الحجم المأخوذ}} \times N \times {}_{(Ca)}V - {}_{(Ca+Mg)}V$
- $Ca^{+2}$ (مليمكافئ/100 غرام) = $\frac{\text{الحجم الكلي}}{\text{الحجم المأخوذ}} \times N \times V \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$
- $Mg^{+2}$ (مليمكافئ/100 غرام)=$\frac{\text{الحجم الكلي}}{\text{الحجم المأخوذ}} \times N \times [{}_{(Ca)}V - {}_{(Ca+Mg)}V] \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$

- $Ca^{+2}$ (غرام /100 غرام تربة) $= Ca^{+2}$ (مليمكافئ/100 غرام تربة) × $\frac{20}{1000}$

- $Mg^{+2}$(غرام /100 غرام تربة) $= Mg^{+2}$ (مليمكافئ/100 غرام تربة) × $\frac{12}{1000}$

**حيث :**

V: الحجم المستهلك من EDTA.

N: نظامية EDTA .

20: الوزن المكافئ للكالسيوم .

12: الوزن المكافئ للمغنيزيوم .

**الأدوات:** ماصة حجمية سعة 10مل، دورق مخروطي سعة 250 مل، سحاحة .

**المحاليل اللازمة:**

**محلول EDTA 0.01 نظامي:**

يذاب 2 غرام من الملح ثنائي الصوديوم لـــEDTA $Na_2H_{14}C_{10}N_2.2H_2O$ (ذي الوزن الجزيئي 372.24) و 0.05 غرام من كلوريد المغنيزيوم $MgCl_2.6H_2O$ في الماء المقطر، ويمدد الحجم إلى لتر، ويتم تعيين نظامية المحلول الناتج بالمعايرة بمحلول كلوريدالكالسيوم (N=0.01).

**محلول كلوريد الكالسيوم0.01 نظامي:**

يذاب 0.5 غرام من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ النقية المجففة على درجة 105 ْم في 30 مل من حمض N1 HCl ، ثم يمدد الحجم بالماء المقطر إلى لتر.

**محلول منظم $(NH_4OH + NH_4Cl)$ 0.01 نظامي:**

يذاب 67.5 غرام من كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$ في 570 مل من هيدروكسيد الأمونيوم $NH_4OH$ المركز ، ثم يمدد الحجم بالماء المقطر إلى لتر.

**دليل الموركسيد:**

يخلط 0.5 غرام من بربرات الأمونيوم مع 100 غرام من سلفات البوتاسيوم اللامائية $K_2SO_4$ .

**دليل إريو كروم بلاك -T:**

يذاب 0.5 غرام من Erio chrom Black -T و 4.5 غرام من Hydroxyl aminehydro chloride في 100 مل من الاثانول 95%.

**خلات الأمونيوم 1 نظامي :**

أضف 57 مل من حمض الخل المركز $CH_3COOH$ إلى 700– 800 مل ماءً مقطراً، ثم أضف 68 مل من ماءات الأمونيوم المركزة $NH_4OH$

ومدد الحجم بالماء المقطر إلى لتر واحد. واضبط الـ pH على الرقم 7 بوساطة $NH_4OH$ أو $CH_3COOH$.

**مثال :**

في تجربة لتقدير الكالسيوم والمغنيزيوم في مستخلص تربة نسبته 5:1 بفرض أن حجم EDTA المستهلك ذو النظامية N0.01 لمعايرة الكالسيوم الذائب بلغ 2 مل ولمعايرة الكالسيوم والمغنيزيوم معاً بلغ 3.1 مل، والمطلوب حساب النسبة المئوية لكل من الكالسيوم والمغنيزيوم في التربة ثم أحسب تركيز كل من الكالسيوم والمغنيزيوم مقدراً بـ ( p.p.m) علماً أن حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة 5 مل.

**الحل :**

كمية الكالسيوم (مليمكافئ / الحجم المأخوذ) = 2 × 0.01 = 0.02 وهي موجودة في 1غ تربة

كمية الكالسيوم (مليمكافئ / 100 غ تربة) =

كل 1 غ تربة فيها 0.02 مليمكافئ Ca

كل 100 غ تربة فيها س

س = ( 100 × 0.02 ) ÷ 1 = 2

% = ( 2 ×20÷1000) = 0.04

p.p.m = 0.04 × 10000 = 400 p.p.m

حجم EDTA المأخوذ لمعايرة المغنيزيوم ( Mg ) فقط :

3.1 – 2 = 1.1 مل

كمية المغنيزيوم (مليمكافئ / الحجم المأخوذ) =

1.1 × 0.01 = 0.011 مليمكافئ Mg في 5 مل مستخلص أي في 1 غ تربة

كمية المغنيزيوم (مليمكافئ / 100 غ تربة) =

كل 1 غ تربة فيها 0.011 مليمكافئ Mg

كل 100 غ تربة فيها س

س = ( 100 × 0.01 ) ÷ 1 = 1.1 م.م Mg /100 غ

% =( 1.1 × 12 ÷ 1000 ) = 0.013

p.p.m = 10000 × 0.013 = p.p.m 130

**ثانياً: تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم المتبادلين**

**مبدأ الطريقة:** يعتمد مبدأ الطريقة على إزاحة الكالسيوم والمغنيزيوم المتبادلين من سطح معقد امتزاز التربة بخلات الأمونيوم (pH= 7، N = 1) ومن ثم تقديرهما في المستخلص الناتج عن طريق المعايرة بـ EDTA . (راجع مبدأ تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم الذائبين) .

$2NH_4^+ + Ca^{+2}$ ←——→ [معقد امتزاز $Ca + NH_4^+2$ ] معقد امتزاز

يمكن معرفة الشكل المتبادل بالفرق بين الكميات المقدرة في مستخلص خلات الأمونيوم(المستخلص الملحي) وتلك المقدرة في المستخلص المائي.

**خطوات تقدير الكالسيوم الذائب والمتبادل :**

- يوزن 5 غرام تربة ، ويضاف إليها 100 مل من محلول خلات الأمونيوم.

- خض على رجاج ميكانيكي مدة ساعة ، ثم رشح واجمع الرشاحة في دورق مخروطي .

**معايرة الكالسيوم :**

(اتبع الخطوات كما مر معنا سابقاً في تقدير الكالسيوم الذائب في المستخلص المائي) .

**معايرة الكالسيوم والمغنيزيوم معاً :**

(اتبع الخطوات كما مر معنا سابقاً في تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم الذائبين في المستخلص المائي) .

**طريقة الحساب:**

Ca(متبادل) = Ca (مستخلص ملحي) – Ca (ذائب)

Mg(متبادل) = Mg (مستخلص ملحي) – Mg (ذائب)

**مثال:**

في تجربة لتقدير الكالسيوم والمغنيزيوم في مستخلص ملحي نسبته 20:1 أخذ 10 مل من المستخلص لتقدير الكالسيوم والمغنيزيوم المتبادلين، فإذا علمت أن حجم EDTA (N 0.01) المستهلك لمعايرة الكالسيوم في

المستخلص الملحي كان 4 مل، ولمعايرة الكالسيوم والمغنيزيوم معاً كان 6 مل، والمطلوب احسب كمية كل من الكالسيوم والمغنيزيوم المتبادلين مقدراً بالمليمكافئ/ 100 غرام تربة، إذا علمت أن كمية كل من الكالسيوم الذائب 2 مليمكافئ/100 غرام تربة وكمية الكالسيوم والمغنيزيوم الدائبين 3 مليمكافئ/100 غرام تربة, علماً أن وزن التربة المأخوذة للتحليل 10غ.

**الحل:**

$Ca^{+2}$ مستخلص ملحي (مليمكافئ/100 غرام تربة) =

$$N \times V \times \frac{\text{الحجم الكلي}}{\text{الحجم المأخوذ}} \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$$

$$= 4 \times 0.01 \times \frac{200}{10} \times \frac{100}{10} = 8$$

أو

$$N \times V \times \frac{100 \times \text{عدد مرات التمديد ( الاستخلاص )}}{\text{الحجم المعاير}}$$

ومنه الكالسيوم المتبادل = 8 – 2 = 6 مليمكافئ/ 100 غرام تربة .

Ca+Mg مستخلص ملحي ( مليمكافئ/100 غرام تربة ) =

$$N \times V \times \frac{\text{الحجم الكلي}}{\text{الحجم المأخوذ}} \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$$

$$= 6 \times 0.01 \times \frac{200}{10} \times \frac{100}{10} = 12 \text{ ملیمكافئ/ 100 غرام تربة.}$$

Ca + Mg متبادل = Ca + Mg ملحي – Ca + Mg ذائب

= 12 – 3 = 9 ملیمكافئ/ 100 غرام تربة .

ومنه المغنيزيوم المتبادل= Mg + Ca متبادل – Ca متبادل

= 9 – 6 = 3 ملیمكافئ/ 100 غرام تربة .

ويمكن حساب النسبة المئوية للعنصر في التربة أو التركيز بالجزء بالمليون كما أوضحنا سابقاً.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل الثالث

## تقدير الصوديوم والبوتاسيوم الذائبين والمتبادلين

## Determination of Soluble and Exchangeable Sodium and Potassium

**مقدمة :**

يعد البوتاسيوم من العناصر الأساسية الكبرى المهمة جداً بالنسبة للنبات، وتحتوي معظم الترب على نسبة مرتفعة منه يمكن أن تصل إلى نحو 2%، ويوجد هذا العنصر في بعض المعادن الأولية من أهمها الميكا والفلسبار, ويعد الإلّيت من أهم مصادر البوتاسيوم في التربة وتحوي هذه المعادن نحو 90-95% من بوتاسيوم التربة، وهو غير صالح لإفادة النبات نسبياً حيث يتحرر البوتاسيوم منها ببطء نتيجة عمليات التجوية .

يشكل البوتاسيوم القابل للإفادة مباشرة في التربة نحو 1-2 % من الكمية الكلية حيث يوجد في التربة إما بشكل ذائب ($k^+$ Soluble) أو متبادل ($k^+$ Exchangeble) ويمثل هذان الشكلان المصدر الأساسي لتغذية النبات ، وهما متوازنان معاً في التربة .

ومن المحتمل أن تظهر أعراض نقص هذا العنصر على النباتات إذا انخفض تركيزه في التربة عن 100 ppm.

- يسبب ارتفاع تركيز الصوديوم في التربة، سواء كان ممتزاً، أو ذائباً ظهور أضرار كبيرة على النباتات ، حيث يعمل على بعثرة التجمعات الحبيبية في التربة ، ويؤدي إلى انخفاض نفاذية الماء والهواء فيها وكذلك يلاحظ ارتفاع الـ pH ، وهجرة الغرويات من الطبقة السطحية

للتربة، وترسيبها في أفق ترسيب قلوي يشكل طبقات كتيمة غير نفـوذة للماء، تحد من انتشار الجذور. وتعمل الظروف القلوية على ترسيب كل من الكالسيوم والمغنيزيوم على شكل كربونات ، كما تنخفض تحت هـذه الظروف الإفادة النسبية من العناصر الصغرى.

- يُعيَّن الصوديوم أو البوتاسيوم الذائب في المستخلصات المختلفة للتربـة والنبات أو فى عينات المياه، أو الموجود في حالة امتزاز بعـد إزاحتـه من غرويات التربة بطريقة التحليل بضوء اللهبFlamephotometry.

**مبدأ الطريقة :**

تقوم هذه الطريقة بقياس شدة إشعاع العناصر التي تتهيج عند تـسخينها في اللهب . فمن المعروف أن العناصر الكيميائية ولاسيما العناصـر المعدنيـة تصدر أشعة ضوئية عندما تتعرض إلى طاقة كافية لتهييج الالكترونات الموجودة في المدارات الخارجية لذراتها. فالالكترونـات الموجـودة حـول ذرات هـذه العناصر تمتص الطاقة المعرضة لها فتنتقل إلى مدارات أكثر بعداً عـن النـواة فإذا عادت هذه الالكترونات إلى مداراتها الأصلية فإنهـا تطلـق الطاقـة التـي اكتسبتها على شكل أشعة كهرومغنطيسية .

وبما أن عدد الالكترونات الخارجية وتوزعها في المدارات مختلف مـن عنصر لآخر فإن طول موجة الضوء أو الأشعة الصادرة تكون مميزة للعنصر. ولما كانت الكترونات ذرات العناصر القلوية قابلة للتهيج بـسهولة أكثـر مـن غيرها من العناصر بواسطة مصدر للطاقة ضعيف كلهب البروبان أو البوتان أو

الغاز الطبيعي لأن جهد تحررها منخفض ، ويمكن استخدام مصدر طاقة ذي درجة حرارة عالية كلهب أكسيجين – أستلين.

**أجزاء الجهاز الأساسية :**

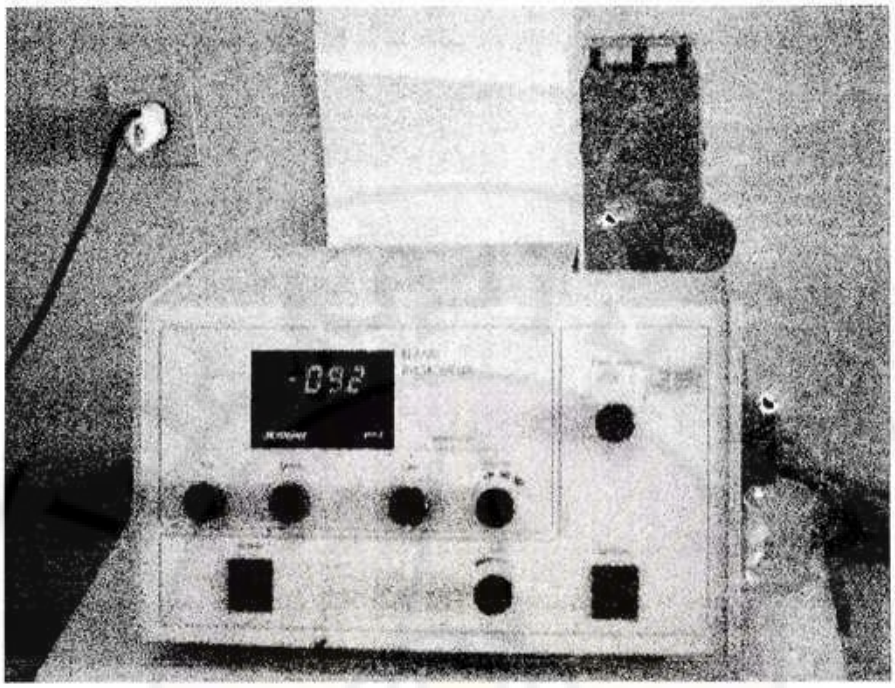
1- مصدر للطاقة للتهييج ( مصدر اللهب ) .

2- وحدة رذ السائل: وتتألف من مضخة تفريغ ، والأجزاء التي تدفع السائل على شكل رذاذ إلى الحرّاق.

3- مرشحات ضوئية لتحديد طول موجة الضوء الخاصة بكل عنصر، حيث يسمح هذا النظام فقط للأشعة الصادرة عن العنصر المراد قياسه بالمرور خلال الخلية الضوئية ، حيث تستعمل طول موجة 589 نانومتراً عند تقدير الصوديوم وطول موجة 766 نانومتراً عند تقدير البوتاسيوم.

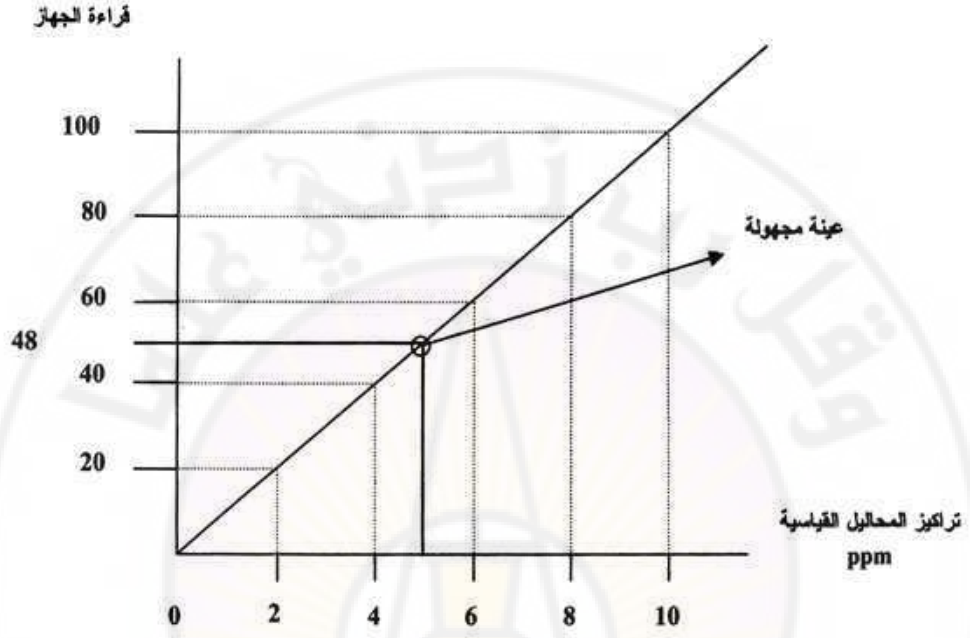
4- خلايا ضوئية حساسة لاستقبال الأشعة الصادرة عن العينة المدروسة وتحويلها إلى طاقة كهربائية.

5- مقياس ميكرو أمبير حساس.




جهاز ضوء اللهب **Flame photometer**

عند استعمال جهاز اللهب لقياس تركيز الصوديوم أو البوتاسيوم لا بد من عمل خط بياني استناداً إلى اختبار محاليل قياسية معروفة التراكيز وقراءات جهاز اللهب الخاص بكل تركيز. إذ تحمل على محور السينات تراكيز الصوديوم أو البوتاسيوم وغيرها ، وعلى محور العينات قراءات الجهاز. ومن هذا الخط البياني يحدد تركيز العنصر في المحلول. ومنه يمكن حساب نسبة العنصر في التربة عند معرفة نوعية المستخلص المائي لها. ويكون الخط البياني مستقيماً في حدود معينة من التراكيز.




**خطوات العمل وتحضير المحاليل القياسية:**

**أولاً: تحضير المستخلص:**

1- زن 20 غ من التربة المنخولة في منخل أقطار ثقوبه 1 – 2 مم إلى دورق مخروطي ة 250 مل .

2- أضف 100 مل ماءً مقطراً (أو أسيتات الأمونيوم N1 عند تقدير الشكل المتبادل لكل من $Na^+$ ، $K^+$ وذلك لحجم يحقق نسبة استخلاص قدرها 1 : 20).

3- خض جيداً مدة عشر دقائق، ثم رشح باستخدام ورقة ترشيح في دورق مخروطي آخر.

4- خذ 5 مل من مستخلص التربة المائي أو 2 مل من مستخلص التربة الملحي وضعها في دورق معياري سعة 50 مل ثم أضف إليها 12.5 مل من محلول الليثيوم القياسي 100 ppm ثم أكمل الحجم بالماء المقطر (أو أستيات الصوديوم للشكل المتبادل) وامزج جيداً.

5- انقل جزءاً من المحلول من الدورق المعياري إلى كأس بيشر صغيرة.

6- قس على جهاز اللهب بعد ضبط الجهاز على العنصر المراد قياسه.

7- أرسم الخط البياني بين التراكيز وقراءات المحاليل القياسية.

8- حدد تركيز العنصر في المحلول من الخط البياني.

**ثانياً: تحضير المحاليل القياسية:**

1- تحضير المحلول الأم (الأصلي) تركيزه 1000 ppm من ملح KCl في دورق معياري سعة 1000 مل.

$$KCl \longrightarrow K^{+} + Cl^{-}$$

| | |
|---|---|
| 74.5 | 39 |
| X | 1000 |

X = 1.910 g من ملح KCl يذاب في لتر من الماء المقطر فنحصل على محلول أم تركيزه 1000 ppm.

2- تحضير المحلول الممدد بتركيز 100 ppm في دورق معياري سعة 500 مل.

كل 1 مل محلول ممدد يحوي 100 ميكرو غرام

كل 500 مل محلول ممدد يحوي X

X = 50.000 ميكرو غرام من K يلزم لتحضير المحلول الممدد

كل 1 مل محلول أم يحوي 1000 ميكرو غرام (جزء بالمليون)

X 50.000 ميكرو غرام

X = 50 مل

نأخذ 50 مل من المحلول الأم ونضعه في دورق معياري سعة 500 مل ونكمل حتى العلامة فنحصل على المحلول الممدد المطلوب تحضيره.

3- تحضير محاليل قياسية بتراكيز 0، 5، 10، 15، 20، 25 ميكرو غرام في دوارق سعة 50 مل.

**مثال:** حضر محلول قياسي تركيزه 5 ميكرو غرام في دورق معياري سعة 50 مل.

كل 1 مل من المحلول القياسي يحوي 5 ميكروغرام

كل 50 مل من المحلول القياسي يحوي y ميكروغرام

y = 250 ميكروغرام من K يلزم لتحضير المحلول القياسي

كل 1 مل من المحلول الممدد يحوي 100 ميكروغرام

كل ẏ 250 ميكروغرام

ẏ = 2.5 مل

نأخذ 2.5 مل من المحلول الممدد ونضعه في دورق معياري سعة 50 مل ونكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر ثم نجانس فنحصل على محلول قياسي تركيزه 5 ppm.

وتتبع الطريقة السابقة في تحضير بقية التراكيز من المحاليل القياسية المطلوبة مع ملاحظة إضافة 12.5 مل من محلول الليثيوم القياسي 100 ppm إلى سائر المحاليل القياسية المحضرة ( تركيز الليثيوم فيها مساوياً 25 ppm ). لكي يتم استبعاد تأثير الكاتيونات الأخرى.

**طريقة الحساب :**

1- تتم قراءة المحاليل القياسية الخاصة بالعنصر المراد تعيينه وذلك بضبط الجهاز ليقرأ 100% على أعلى تركيز من المحاليل القياسية ثم تقرأ بقية المحاليل فستكون القراءات محصورة بين 100 وصفر للماء المقطر.

2- اقرأ العينات المجهولة على جهاز اللهب وسجل القراءة (تخفف العينة بالماء المقطر إذا كانت قراءتها تتجاوز أعلى تركيز من المحاليل القياسية).

3- ارسم خطاً بيانياً يبين العلاقة بين قراءات الجهاز وتراكيز المحاليل القياسية .

4- استخرج من الخط البياني تركيز العنصر في الدورق واحسب تركيزه في عينة الماء أو التربة كالآتي:

بفرض أن قراءة الخط البياني تساوي ب ميكروغرام في 1مل، وأن نسبة الاستخلاص 5:1.

وبفرض أن 5 مل من المستخلص قد وضعت في دورق معياري سعة 50 مل.

فالحساب يكون كالتالي:

كمية العنصر في حجم 5 مل بالميكروغرام = ب × حجم الدورق (50 مل)

**كمية العنصر في التربة بالجزء في المليون =**

$$\text{ب} \times \text{حجم الدورق} \times \frac{\text{الحجم الكلي للمستخلص}}{\text{الحجم المأخوذ}} \times \frac{1}{\text{وزن التربة}}$$

**أو**

**كمية العنصر في التربة بالجزء في المليون = القراءة (ب) × عدد مرات التمديد عند الاستخلاص وعند الوضع في الدورق المعياري**

$$= \text{ب} \times 5 \times 10$$

**مثال تطبيقي:**

أحسب تركيز البوتاسيوم في التربة بالجزء في المليون بفرض أن قراءة التركيز من الخط البياني تساوي 2.5 ppm، علماً أن الحجم المأخوذ للتحليل 5 مل وأن نسبة الاستخلاص 5:1 ووزن التربة المأخوذ للتحليل 20 غ .

كمية البوتاسيوم في التربة بالجزء في المليون =

$$= 2.5 \times 50 \times \frac{1}{20} \times \frac{100}{5} = 125 \text{ جزء في المليون.}$$

**المحاليل المستخدمة:**

1- محلول صوديوم قياسي: (1000 جزء في المليون).

أذب 2.5419 غ من كلوريد الصوديوم المجفف على 110 م° حتى ثبات الوزن في لتر من الماء المقطر.

2- محلول بوتاسيوم قياسي: (1000 جزء في المليون).

أذب 1.9069 غ من كلوريد البوتاسيوم المجفف في قليل من الماء المقطر ثم خفف إلى لتر بالماء المقطر.

3- محلول ليثيوم قياسي: (1000 جزء في المليون).

أذب 9.94 غ من نترات الليثيوم في لتر من الماء المقطر.

4- محلول ليثيوم قياسي: (100 جزء في المليون):

خفف 100 سم$^3$ من محلول الليثيوم تركيز 1000 جزء في المليون إلى لتر.

# الفصل الرابع
# تقدير الكلس الفعال في التربة
# Determination of Active Lime

يعرف الكلس الفعال بأنه عبارة عن كربونات الكالسيوم الناعمة التي يكون قطرها أقل من(2) ميكرومتر التي تذوب في محلول من أوكزالات الأمونيوم 0.2 نظامي خلال الخض مدة ساعتين ونظراً لصغر أقطار حبيبات الكلس وازدياد سطوحها النوعية فإن فعاليتها الكيميائية وتأثيراتها في خصائص التربة الخصوبية أكبر من تأثير كربونات الكالسيوم الكلية.

**مبدأ الطريقة:**

تتفاعل كربونات الكالسيوم الناعمة بسرعة مع أكزالات الأمونيوم $(NH_4)_2\ C_2O_4$ لتكون مركب أكزالات الكالسيوم $CaC_2O_4$ ضعيفة الذوبان , وتعتمد هذه الطريقة على إضافة كمية زائدة من محلول أكزالات الأمونيوم عما يحتاج إليه التفاعل مع حبيبات كربونات الكالسيوم الناعمة, ثم معايرة الكمية الباقية من أكزالات الأمونيوم بمحلول معروف النظامية من برمنغنات البوتاسيوم في وسط حامضي, ومن معرفة الجزء المستهلك من أكزالات الأمونيوم في التفاعل يمكن معرفة كمية كربونات الكالسيوم المتفاعلة أو ما أطلق عليه الكلس الفعال. ويتم التفاعل حسب المعادلات الكيميائية التالية :

1) $(NH_4)_2\ C_2O_4 + CaCO_3 \longrightarrow CaC_2O_4 + (NH_4)_2CO_3$

2) $5(NH_4)_2\ C_2O_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow$

$2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O + 5(NH_4)_2\ SO_4$

**طريقة العمل :**

1- زن 2 غ تربة ناعمة وضعها في دورق مخروطي سعة 250 مل.

2- أضف إلى العينة 50 مل من أكزالات الأمونيوم 0.2 نظامي.

3- خض العينة على هزاز ميكانيكي مدة ساعتين.

4- رشح المعلق (أطرح الجزء الأول من الراشح، أو أعد ترشيحه إذا كان عكراً) .

5- خذ بالماصة 10 مل من الراشح الرائق وضعها في دورق مخروطي وأضف إليها 55 مل من حمض الكبريت الممدد، ثم سخن المحلول حتى 70 – 80 °م (إستعن بميزان الحرارة الزئبقي لضبط الحرارة) .

6- عاير الزائد من أكزالات الأمونيوم والمحلول ساخن بمحلول برمنغنات البوتاسيوم 0.2 نظامي حتى ظهور اللون الوردي وثباته مدة نصف دقيقة ، وسجل الحجم المستهلك من البرمنغنات وليكن (ب) مل.

7- اعمل تجربة شاهد وذلك بمعايرة 10 مل من محلول أكزالات الأمونيوم ببرمنغنات البوتاسيوم بوجود حمض الكبريت مع التسخين (معاملة الراشح نفسها) وسجل الحجم المستهلك من البرمنغنات وليكن (أ) مل.

**طريقة الحساب:**

$$\%\ \text{للكلس الفعال} = (\text{أ} - \text{ب}) \times N \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي (مل)}}{\text{الحجم الماخوذ (مل)}} \times \frac{50}{1000} \times \frac{100}{\text{وزن التربة (غ)}}$$

**حيث:**

أ: حجم برمنغنات البوتاسيوم (مل) المستهلك في معايرة 10 مل من محلول أكزالات الأمونيوم.

ب: حجم برمنغنات البوتاسيوم (مل) المستهلك في معايرة 10 مل من مستخلص التربة.

N: نظامية محلول برمنغنات البوتاسيوم.

50: الوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم.

**مثال:** بفرض أنه لزم لمعايرة 10 مل من المستخلص 7.2 مل من محلول برمنغنات البوتاسيوم (0.2) N، كما لزم 9.4 مل من محلول البرمنغنات لمعايرة 10 مل من محلول أوكزالات الأمونيوم والمطلوب: أحسب النسبة المئوية للكلس الفعال في التربة.

$$\text{النسبة المئوية للكلس الفعال} = (9.4 - 7.2) \times 0.2 \times \frac{50}{10} \times \frac{50}{1000} \times \frac{100}{2} = 5.5$$

ملاحظة: لا تتبع هذه الطريقة بكامل خطواتها في التربة الغنية بالدبال.

**المحاليل المستخدمة:**

**أكزالات الأمونيوم 0.2 نظامي:**

أذب 14.21 غ من أكزالات الأمونيوم في قليل من الماء المقطر في دورق معياري سعة لتر ثم أكمل بالماء المقطر حتى العلامة.

**برمنغنات البوتاسيوم 0.1 نظامي:**

أذب 6.321 غ من برمنغنات البوتاسيوم في 500 مل من الماء المقطر واستعن بالغليان لإتمام الذوبان (15 دقيقة تقريباً) ثم برد المحلول ورشح في دورق معياري سعة لتر ثم أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**حمض كبريت ممدد (10 : 1):**

خذ حجماً واحداً من حمض الكبريت المركز وأضفه إلى عشرة أمثال حجمه من الماء المقطر، يوضع نحو 800 مل ماء مقطر في دورق معياري سعة لتر ثم يضاف بحذر وعلى دفعات 100 مل من حمض الكبريت المركز. وبعد أن يبرد المحلول يكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**أكزالات الصوديوم 0.2 نظامي:**

يوزن 6.70 غ من أكزالات الصوديوم $Na_2C_2O_4$ المجففة على درجة 110 °م ثم يذاب بقليل من الماء المقطر في دورق معياري سعة 500 مل, ويكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر. يستخدم المحلول الناتج في ضبط نظامية محلول برمنغنات البوتاسيوم.

**طريقة تعيين نظامية محلول برمنغنات البوتاسيوم:**

خذ بالماصة 10 مل من محلول أكزالات الصوديوم 0.2 نظـــامي فـــي دورق مخروطي وعاملها معاملة الراشح نفسها.

ثم عاير بمحلول برمنغنات البوتاسيوم حتى ثبات اللـــون الـــوردي مـــدة نصف دقيقة .

أحسب نظامية محلول برمنغنات البوتاسيوم من العلاقة التالية :

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

حيث:

$N_1$ و $V_1$ : تعبر عن نظامية محلول أكزالات الصوديوم وحجمه .

$N_2$ و $V_2$: تعبر عن نظامية محلول برمنعنات البوتاسيوم وحجمه .

تقييم التربة على أساس النسبة المئوية للكلس الفعال.

| تصنيف التربة | % للكلس الفعال |
|---|---|
| فقيرة | أقل من 2 % |
| متوسطة | من 3 – 6 % |
| عالية | من 6 – 9 % |
| عالية جداً | أكبر من 9 % |

**ملاحظة مهمة :**

تستخدم الرشاحة التي تم تقدير الكلس الفعال بها عند تقـــدير الفوســـفور القابل للإفادة ( طريقة جوريه – هيبرت ) .

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل الخامس

# تقدير الفوسفور المتاح
# Determination of Available Phosphorus

**مقدمة:**

يوجد الفوسفور في التربة ضمن مركبات مختلفة، بعضها معدني (كالأباتيت، وفوسفات الكالسيوم بأنواعها المختلفة أو فوسفات الحديد والألمنيوم) ونسبته بين 25 – 95% من الفوسفور الكلي، وبعضها الآخر عضوي ونسبته 5 – 75% من الفوسفور الكلي مثل مركب الفايتين Phytin، الدهون الفوسفورية مثل الليسثين والأحماض النووية وغيرها.

إن الفوسفور القابل لإفادة النبات لا يشكل عادة سوى نسبة بسيطة من محتوى التربة الكلي من الفوسفور. ومن المؤكد أن النبات يمتص الفوسفور على شكل فوسفات أحادية $H_2PO_4^{-1}$ أو ثنائية $HPO_4^{-2}$. وتختلف فوسفات التربة بمدى قابليتها للإفادة حسب نوع التربة كالتالي:

**الترب الكلسية:**

تكون المركبات الفوسفاتية في هذه الترب على شكل فوسفات طبيعية وهي عملياً ليست ذوابة إذا كانت pH التربة > 6.5 ويمكن أن تكون هذه الفوسفات ذات فائدة إذا وجدت في ترب حامضية. وعلى هذا المبدأ تقوم صناعة الأسمدة الفوسفاتية بمعاملة الفوسفات الطبيعية بالحموض الكيميائية $H_2SO_4$ أو $H_3PO_4$.

لذلك فإن إضافة الأسمدة ذات الأثر الحامضي لأزمان طويلة. مثل الأسمدة الأمونياكية إلى تربة كلسية تعمل على تحرير جزء من احتياطي فوسفات التربة. وكذلك الأمر عند إضافة الأسمدة العضوية للتربة (ولا سيما الأسمدة الخضراء) التي تحرر $CO_2$، والحموض العضوية المختلفة عند تحولاتها في التربة بفعل الأحياء الدقيقة.

**الترب الحامضية:**

يثبت الحديد والألمنيوم أنيونات الفوسفات بشدة في الترب الحامضية وهنا يمكن الإشارة إلى حالتين:

أ- معادن الطين تتكون من السيليس والحديد والألمنيوم, وهذان الأخيران يثبتان الفوسفات بشدة تختلف باختلاف pH التربة حيث تصل قوة التثبيت شدتها بين pH (4-6) وتنخفض قوة التثبيت كلما ارتفع pH التربة.

ب- تعمل المادة العضوية في الترب الحامضية على خفض الـ pH الذي ينتج عنه زيادة ذوبان الحديد والألمنيوم التي تعمل على تثبيت أنيونات الفوسفات، بينما تعمل على تحرير احتياطي الفوسفات في الترب الكلسية.

**استخلاص $P_2O_5$ القابل للإفادة:**

أ- الترب غير الكلسية (نسبة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ أقل من 2%) ، ويستعمل فيها طريقة حمض الستريك أو طريقة دييرMethode Dyer

حيث أن محلول الاستخلاص هو حمض الستريك Acid Citrique بتركيز 2%.

ب- الترب الكلسية: (نسبة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ أكثر من 2%) ويستخدم فيها ما يلي:

1- طريقة جوريه-هيبرت: Joret Hebert حيث أن محلول الاستخلاص عبارة عن محلول أكزالات الأمونيوم N(0.2).

2- طريقة ترواج Truog: محلول الاستخلاص هو حمض الكبريت $H_2SO_4$ .N(0.002).

3- طريقة أولسن Olsen: محلول الاستخلاص هو بيكربونات الصوديوم 0.5 مول/لتر.

إن معظم هذه الطرائق يشمل مرحلتين أساسيتين: يتم في المرحلة الأولى استخلاص فوسفور التربة بشكل جزئي باستخدام محاليل تختلف من طريقة لأخرى، ومن ثم يتم في المرحلة الثانية تقدير الفوسفور المستخلص وحساب كميته باستخدام المطياف الضوئي Spectrophotometer.

## تقدير الفوسفور المتاح Available phosphorus:

### طريقة جوريه - هيبرت Joret-Hebert Methode

**مبدأ الطريقة:** تعتمد هذه الطريقة على استخلاص الفوسفور من التربة بمحلول أكزالات الأمونيوم (0.2) N، ومن ثم تقدير الفوسفور المستخلص بالطريقة اللونية ( بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer) التي يقوم مبدؤها

على أن الفوسفور المستخلص يشكل مع موليبدات الأمونيوم في وسط حمضي مركباً معقداً من موليبدو فوسفور ذي اللون الأزرق بوجود عامل مرجع معدني أو عضوي وفق التفاعل التالي:

$$H_3PO_4 + 12H_2MoO_4 \longrightarrow H_3P(Mo_3O_{10})_4 + 12H_2O$$

إن شدة اللون الأزرق الناتج تتعلق بعدة عوامل منها:

- تركيز الفوسفور الذائب.
- رقم الـ pH.
- كما تتأثر بوجود بعض الأيونات الذائبة مثل السيليسيوم $Si^{+4}$ ، الزرنيخ $AS^{+5}$، البورون $B^{+3}$.

ويدعى هذا النوع من التحليل الكيميائي بتحليل الامتصاص الطيفي Absorption spectroscopy. حيث يستخدم امتصاص الضوء من قبل محاليل الأيونات المختلفة كأساس لعدد من طرائق التحليل الوصفية والكمية. فالمواد المختلفة ذات قدرة امتصاصية للضوء وتفضل امتصاص بعض أطوال موجات الضوء وما اللون الذي نراه إلا عبارة عن أطوال الموجات الضوئية التي لم تمتص.

وتعتمد مثل هذه الطرائق في مبدئها على قانون بيير_لامبرت Beer-Lambert Law ، فلقد وجد أن هناك علاقة وثيقة بين شدة الضوء الممتص من محلول ملون وتركيز هذا المحلول , ويمكن التعبير عنها بقانون بيير لامبيرت.

$$Log \frac{I}{I_0} = - EBC$$

حيث:

I: شدة الضوء الصادر أو المرسل من العينة.

$I_0$ : شدة الضوء الوارد على العينة.

B: طول الممر الضوئي (المسافة المقطوعة) خلال العينة (Cm).

E: ثابت عددي يدعى بمعامل الامتصاص.

C: تركيز المحلول (mol/L).

وتدعى النسبة $\frac{I}{I_0}$ بالإرسال (الإصدار) الضوئي Transmittance ويرمز لها اختصاراً بالرمز T. وتستخدم عادة النسبة المئوية للإرسال الضوئي (T%) وتساوي :

$$\%T = \frac{I}{I_0} \times 100$$

كما قد تستعمل قيمة الامتصاص الضوئي Absorbance , ويرمز لها اختصاراً بالرمز A وتعرف بأنها لوغاريتم نسبة شدة الضوء الوارد إلى شدة الضوء الصادر أو المرسل:

$$A = Log \frac{I_0}{I} = - LogT$$

وبناءً على ذلك يمكن كتابة قانون بيير بالشكل التالي:

$$A = EBC$$

مما سبق يتضح أن الامتصاص الضوئي (قيمة A) , ولوغاريتم %T متناسبان طردياً مع تركيز محلول يخضع لقانون Beer.

يستعمل في هذا النوع من التحليل أجهزة لقياس شدة اللون منها جهاز المطياف اللوني Spectrophotometer (تم توضيح أقسامه وكيفية إسقاط قراءة الجهاز على الخط البياني لمعرفة تركيز العينة المدروسة مقدراً بـ ppm عند تقدير الفوسفور).

## طريقة حساب تركيز الفوسفور باستخدام المطياف الضوئي Spectrophotometer :

يتألف المطياف الضوئي بصورة رئيسة من:

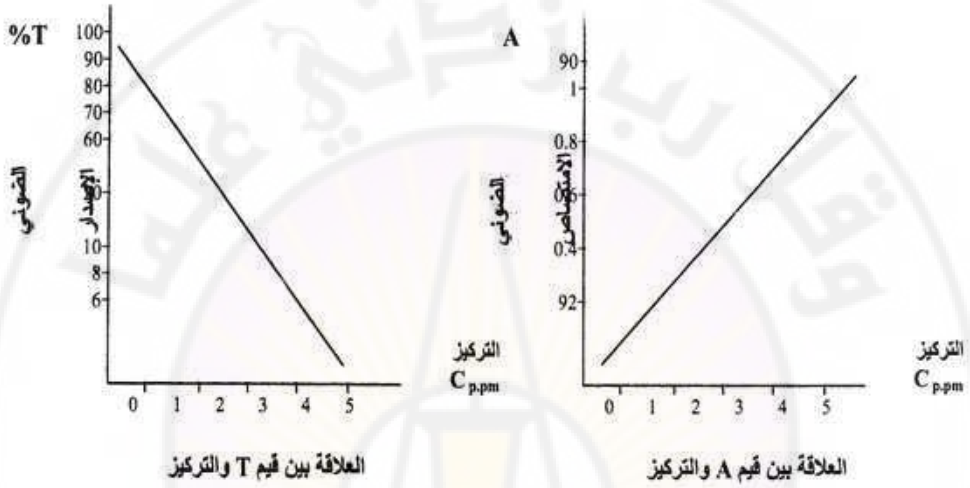
1- مصدر للضوء المفروض وروده أو تسليط بعض موجاته على العينة.
2- مرشحة بلون معين قابلة للتغيير بمرشحات أخرى ذات ألوان مختلفة تتناسب مع طول موجة الضوء التي يفضل امتصاصها من قبل العينة الموضوعة في أنبوب الاختبار (لون محلول العينة).
3- أوعية زجاجية خاصة تشبه أنابيب الاختبار يوضع فيها محلول العينة الملون المراد اختباره.

4- خلية ضوئية photo cell تتأثر بشـــدة الأشـــعة الصادرة أو المرســـلة من العينة .

جهاز **Spectro photometer**

عند تشغيل الجهاز يعين طول موجة الضوء التي تمتصها العينة أكثـــر مـــن غيرها بدقة ، ثم نحدد طريقة القياس للأشعة الضوئية باستخدام قيمة الامتصاص الضوئي ويرمز لها اختصاراً بالرمز A ومن ثم نقوم بتوقيـــع تراكيـــز محاليـــل قياسية للفوسفور مقابل قيم الامتصاص الضوئي التي تقابلها على ورقـــة بيانيـــة فنحصل على خط مستقيم يمر من نقطة الأصل ويظهر زيادة قيمـــة A بازديـــاد التركيز. وعند استخدام قيمة الإرسال الضوئي ويرمز لها اختصاراً بـــالرمز T، نقوم بتوقيع تراكيز محاليل قياسية للفوسفور مقابل قـــيم الإرســـال أو الإصـــدار الضوئي التي تقابلها على ورق بياني نصف لوغاريتمي ( محور السينات مدرج بتدريج عادي ومحور العينات مدرج بتدريج لوغاريتمي) نحـــصل علـــى خـــط

مستقيم يبدأ من نقطة على محور العينات تمثل 100 بالنسبة لقيمة T% وينحـــدر إلى الأسفل مبيناً تناقص قيمة T% بزيادة التركيز كما هو مبـــين فـــي الـــشكل التالي:




**طريقة العمل:**

أ- **الاستخلاص:**

1- ضع في دورق مخروطي 2 غ من ناعم التربة وأضف إليها 50 مـــل من محلول أكزالات الأمونيوم (0.2) N.

2- خض على هزاز ميكانيكي مدة ساعتين، ثم رشح ( يستخدم الراشـــح الذي تم تقدير الكلس الفعال فيه ) .

ب- **إظهار اللون والتقدير:**

1- خذ من المستخلص 5 مل وضعها **في دورق معياري سعة 50 مل.**

2- أضف 2 مل من محلول سلفو موليبدات الأمونيوم، ثم 2 مل من حمض الأسكوربيك( كمادة مرجعة ) وأكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر، وجانس محتويات الدورق المعياري جيداً.

3- ضع قسماً من المحلول في أنبوب اختبار وضعه في حمام مائي على درجة حرارة60 – 80 ْم مدة 10 دقائق.

4- برد المحلول ذا اللون الأزرق، وخذ قراءة الامتصاص الضوئي (A) على جهاز القياس الطيفي أو اللوني، مستعملاً موجة طولها 750 نانومتراً .

5- تتبع خطوات العمل السابقة على المحاليل القياسية ثم خذ قراءة الامتصاص الضوئي الموافقة لكل منها.

6- ارسم الخط البياني الذي يبين العلاقة بين قراءة الامتصاص الضوئي (قيمة A) وتركيز المحلول القياسي.

7- اعمل تجربة الشاهد Blank وخذ قراءة الامتصاص الضوئي لها، ثم اطرح قراءة الشاهد من قراءة العينة وقراءة المحاليل القياسية كافة.

**الحساب:**

بعد معرفة تركيز الفوسفور في عينة التربة من الخط البياني المستحصل عليه، نحسب تركيز الفوسفور القابل للإفادة في التربة مقدراً بالجزء بالمليون كالتالي :

$P_2O_5$ بالجزء في المليون (ppm) =

**تركيز الفوسفور المقروء من الخط البياني بالميكروغرام × عدد مرات التمديد الكلي**

**مثال :**

تم أخذ 10 مل من مستخلص أكزالات الأمونيوم في دورق معياري سعة 50 مل وبعد إجراء المعاملات الخاصة بإظهار اللون الأزرق عند تقدير الفوسفور أخذت قراءة الامتصاص الضوئي بجهاز سبكتروفوتومتر وأسقطت على الخط البياني فكان التركيز المقروء مساوياً 0.3 ppm والمطلوب:

احسب تركيز الفوسفور القابل للإفادة في التربة مقدراً بـ ppm, علماً أن وزن التربة المأخوذ للتحليل 2 غ .

تركيز $P_2O_5$ بالجزء في المليون (ppm) =

$$0.3 \times 50 \text{ مل} \times \frac{50 \text{ مل}}{10 \text{ مل}} \times \frac{1}{2 \text{ غ}} = 37.5$$

**تحضير المحاليل القياسية:**

**أولاً:** تحضير محلول $P_2O_5$ قياسي (1000 ppm) أو المحلول الأم من ملح فوسفات البوتاسيوم الأحادية $KH_2PO_4$ في دورق معياري سعة 1 لتر:

$$2KH_2PO_4 \longrightarrow P_2O_5$$

$$2 \times 136 \qquad 142$$

$$X \qquad 1$$

X = 1.9154 غ من ملح فوسفات البوتاسيوم الأحادية توضع في دورق معياري سعة لتر ويكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر ثم جانس .

**ثانياً:** تحضير محلول $P_2O_5$ قياسي (100 ppm) أو المحلول الممدد في دورق معياري سعة 100 مل:

خذ 10 مل من المحلول الأم وضعه في دورق معياري سعة 100 مل، وأكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر ثم جانس. فتحصل على محلول ممدد تركيزه 100 ppm في دورق معياري سعة 100 مل.

**ثالثاً:** تحضير محلول $P_2O_5$ قياسي (2 ppm) في دورق معياري سعة 50 مل:

خذ 1 مل من المحلول الممدد وضعه في دورق معياري سعة 50مل، وأكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر ثم جانس.فتحصل على محلول قياسي تركيزه 2 ppm في دورق معياري سعة 50مل وبالخطوات السابقة نفسها نحضر المحاليل القياسية بالتراكيز المطلوبة (حضر محاليل قياسية تحتوي بين 0.2 و1 جزء في المليون فوسفور).

**المحاليل المستخدمة:**

**محلول أكزالات الأمونيوم (0.2) N:**

يذاب 14.211 غ من أكزالات الأمونيوم $(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$ في قليل من الماء المقطر في دورق معياري سعة لتر، ثم يكمل الحجم بالماء المقطر إلى لتر.

**محلول موليبدات الأمونيوم في حمض الكبريت ( سلفوموليبدات الأمونيوم):**

- يؤخذ 200 مل من الماء المقطر في دورق معياري سعة 500 مل ويضاف إليه تدريجياً مع التبريد المستمر 140 مل من حمض الكبريت المركز N(36) ثم يترك المحلول ليبرد (محلول A).
- يذاب 18.75 غ من موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_2.4H_2O$ في 50 مل من الماء المقطر الساخن، ثم يترك المحلول ليبرد (محلول B).
- يضاف محلول (B) إلى محلول (A) ثم يكمل الحجم إلى 500 مل بالماء المقطر. ويحفظ المحلول الناتج في زجاجة داكنة اللون.

**محلول حمض الأسكوربيك:**

يذاب 1 غ من حمض الأسكوربيك Ascorbique Acid في قليل من الماء المقطر ويمدد الحجم إلى 100 مل فنحصل على محلول الأسكوربيك تركيزه 1%.

**ملاحظات حول تقدير الفوسفور:**

1- خفف أو ركز العينات حتى لا تقع قراءة اللون لها في بداية أو نهاية الخط البياني.

2- لا تستعمل الصابون لغسل الأدوات المستعملة في تقدير الفوسفور لاحتوائها على الفوسفور.

3- يجب أن تكون المحاليل المستخدمة وأوراق الترشيح خالية من الفوسفور ما أمكن.

4- إضافة العامل المرجع (حمض الأسكوربيك) بدقة تامة، لما لذلك من تأثير في شدة اللون الناتج.

5- غسل الأدوات المستخدمة في تقدير الفوسفور بحمض كلور الماء N1 ثم بالماء العادي وأخيراً بالماء المقطر قبل استخدامها.

6- تتعلق كمية الفوسفور المستخلصة بالمعاملات الأولية التي تخضع لها العينات بشدة الرج ومدته وبدرجة الحرارة. لذلك يجب معاملة العينات بالطريقة ذاتها وإجراء عملية الاستخلاص في ظروف متماثلة.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل السادس

# تقدير المادة العضوية في التربة

# Determination of organic matter

**مقدمة:**

تُعدُ المادة العضوية إحدى المكونات الأساسية لجميع الترب الزراعية المنتجة، وتتكون المادة العضوية في التربة من بقايا النباتات أو الحيوانات . تراوح نسبة المادة العضوية من أقل 1 % إلى أكثر من 10%, من وزن التربة. وتعد من المؤشرات المهمة للحكم على خصوبة التربة، وتؤدي دوراً مهماً في تغذية النبات، إضافة لقدرتها على امتزاز العديد من الكاتيونات المتبادلة وسعة احتفاظها الكبيرة بالماء. تزيد المادة العضوية من إتاحة العناصر الخصوبية للنبات ولا سيما الفوسفور، فعندما تتحلل تعطي $CO_2$ والحموض العضوية التي تزيد من قدرة الماء الأرضي على إذابة مركبات الكالسيوم والمغنيزيوم والفوسفات ، كما أن النتروجين الموجود في المركبات العضوية البروتينية يتحول إلى نترات ويتراكم في التربة. وغالباً ما يطلق على نواتج تحولات المادة العضوية في التربة مفهوم الدبال: وهو عبارة عن مركب معقد التركيب يحتوي بداخله على نسبة ضئيلة من المواد القابلة للذوبان في الماء كالسكريات والحموض الأمينية لكن أغلبها عبارة عن مواد لا تذوب في الماء ذات لون داكن, كما تتميز المركبات الدبالية بطبيعة غروية, وقدرة على

الارتباط وتبادل القواعد تفوق قدرة معادن الطين. ويمكن تقسيم المادة الدبالية إلى ثلاثة أجزاء :

1- حموض الهيوميك

2 - حموض الفولفيك

3 - الهيومين.

**حموض الهيوميك Humic acids**

يمكن استخلاصها بالمواد القلوية ولكنها تترسب من المستخلص بالحموض غير العضوية، وهي مقاومة للتحلل ومن المحتمل أن تتكون من اتحاد الليغنين مع الحموض الأمينية وبعض أنواع نواتج التمثيل الغذائي للأحياء الدقيقة والنباتات.

**حموض الفولفيك Fulvic acids**

يمكن استخلاصها بالمواد القلوية لكنها لاتترسب من المستخلص بالحموض غير العضوية، ويمكن فصلها عن الجزء الأول وتتكون من كربوهيدرات، بروتين وبعض أنواع التمثيل الغذائي للأحياء الدقيقة والنباتات (تركيب المجموعتين متماثل نوعياً ومختلف كمياً).

**الهيومين :**

**جزء من المواد الدبالية التي لا تستخلص بالقلوي أو بالحموض المعدنية، ويتركب من مواد غير متجانسة , كما يحتوي على مواد نباتية لم تصل إلى التحلل الكامل، كما ويحتوي بداخله أيضاً على حموض الهيوميك المتحد مع الطين الغروي الذي يحد من استخلاصه بالقلوي .**

ويمكن تقسيم التربة حسب محتواها من الدبال محلياً إلى:

< 1 % تُعدّ التربة فقيرة.

1 – 2 % تُعدّ التربة متوسطة.

2 – 3 % تُعدّ التربة غنية.

> 3% تُعدّ التربة غنية جداً.

هذا وتحتوي المواد الدبالية في المتوسط على 58 % كربوناً و 5 % هيدروجيناً و 5 % نتروجيناً. وهناك علاقة تقريبية بين المواد الدبالية والآزوت:

**% للمواد الدبالية في التربة = % للآزوت الكلي في التربة × 20**

**ملاحظة** : يجب أن لا تحتوي التربة على مواد عضوية غير متحللة

## تقدير المادة العضوية بالأكسدة الرطبة بديكرومات البوتاسيوم:

**مبدأ الطريقة:**

يعتمد على إضافة كمية زائدة من ديكرومات البوتاسيوم إلى التربة حيث يتفاعل جزء من الديكرومات مع الكربون العضوي الموجود في وسط شديد الحموضة ويزيد جزء اخر عن التفاعل ، ويعاير الزائد من الديكرومات بمحلول كبريتات الحديدي معلوم النظامية بوجود مشعر الفيروئين حيث يتحول

اللون من بني إلى أخضر، ثم أخضرمزرق ثم إلى أحمر دموي ( قـاتم) وفـق التفاعلات التالية :

$$Cr_2O_7^{-2} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{+3}$$

$$C - 4e^- \longrightarrow CO_2$$

$$Fe^{+2} - e^- \longrightarrow Fe^{+3}$$

$$2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 + 3C \longrightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 3CO_2 + 8H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 + 6FeSO_4 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

**خطوات العمل :**

1-عيّن نظامية سـلفات الحديدي بالمعايرة مـع ديكرومـات البوتاسـيوم (تجربة شاهد)، واحسب النظامية بدقة من العلاقة التالية :

$$N_2V_2 = N_1V_1$$

حيث:

$V_1$: حجم ديكرومات البوتاسيوم.

$V_2$: حجم كبريتات الحديدي المستهلكة.

$N_1$: نظامية ديكرومات البوتاسيوم.

$N_2$: نظامية كبريتات الحديدي.

2- يوزن 0.5 غ تربة وتوضع في دورق مخروطي .

3- يضاف 10 مل من محلول ديكرومات البوتاسيوم (N1) .

4- يضاف 20 مل حمض كبريت مركز ثم يغطى الدورق بزجاجة ساعة مدة نصف ساعة .

5- يضاف 100 مل ماءً مقطراً ثم 3 نقاط من مشعر الفيروئين .

6- عاير بمحلول كبريتات الحديدي (N 0.5) حتى يتحول اللون من بني إلى أخضر مزرق ثم إلى أحمر دموي ( قاتم ) .

**طريقة الحساب :**

الكمية المتفاعلة من الديكرومات = الكمية المضافة – الكمية الزائدة

(مليمكافئ/وزن العينة) = NV (ديكرومات)– NV (كبريتات الحديدي)

% الكربون العضوي = الكمية المتفاعلة × (12÷ 4) ÷ 1000×(100 ÷ 0.5) × ( 100 ÷ 75 ) × $K_{H_2O}$.

حيث:

( 12÷ 4): الوزن المكافئ للكربون.

0.5: وزن التربة.

75%: فعالية الأكسدة.

$K_{H_2O}$: معامل التحويل إلى تربة جافة على درجة 105 ° م

للمادة العضوية = % للكربون العضوي × ( 100 ÷ 58 )

**المحاليل اللازمة :**

**محلول ديكرومات البوتاسيوم 1 نظامي:**

يذاب 49.04 غراماً من $K_2Cr_2O_7$ في الماء المقطر في دورق معياري سعة لتر ثم يكمل الحجم بالماء المقطر حتي العلامة.

**محلول كبريتات الحديدي 0.5 N:**

يذاب 139 غراماً من كبريتات الحديدي $FeSO_4.7H_2O$ في 600 مل تقريباً من الماء المقطر ويضاف إليها 15 مل من حمض الكبريت المركز ويُخفف إلى لتر بالماء المقطر.

**دليل الفيروئين:**

يذاب 0.702 غرام من كبريتات الحديدي $FeSO_4.7H_2O$ فى 100 مل ماءً مقطراً ثم يضاف إليها 1.485 غراماً من مادة اورثو فينا نترولين، ويُحرك حتى تمام الذوبان.

**مثال:**

في تجربة لتقدير المادة العضوية في التربة أخذ 0.5 غرام تربة وأضيف إليها 10 مل ديكرومات البوتاسيوم (N1) و 20 مل حمض كبريت مركز، و تمت معايرة الديكرومات الزائدة بمحلول كبريتات الحديدي (N 0.5) واستهلكت 17 مل منه، فإذا علمت أن معايرة 10 مل من ديكرومات

البوتاسيوم استهلكت 20 مل كبريتات حديدي، احسب النسبة المئوية للمادة العضوية في التربة إذا كانت نسبة الإسترطابية 5% .

**الحل:**

الكمية المتفاعلة من الديكرومات = الكمية المضافة –الكمية الزائدة

(مليمكافئ/وزن العينة) =NV (ديكرومات) – NV (كبريتات الحديدي)

$$1.5 = 0.5 \times 17 - 1 \times 10 =$$

% للكربون العضوي = الكمية المتفاعلة × (4 ÷12) ÷ 1000×(0.5 ÷ 100) × ( 75 ÷ 100 ) .

$$0.2 = 75 \div 100 \times 0.5 \div 100 \times 1000 \div 3 \times 1.5 =$$

% للمادة العضوية = % للكربون العضوي × ( 100 ÷ 58 )

$$\% \ 0.34 = 1.72 \times 0.2 =$$

% للمادة العضوية = 0.34 % × 1.05 للتحويل إلى تربة جافة

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل السابع

# تقدير الآزوت المعدني في التربة

# Determination of mineral nitrogen in soil

**مقدمة:**

يُعدّ النتروجين من أكثر العناصر أهمية في التغذية النباتيـــة، وتـــراوح نسبة النتروجين الكلي في التربـــة بـــين 0.01 – 0.4%، يـــشكل النتـــروجين العضوي القسم الأعظم من هذه النسبة 95 – 98%، بينما لا يشكل النتـــروجين المعدني سوى قسم ضئيل منها ( 2 –5% من النتروجين الكلي ) .

وتستعمل النباتات عند نموها في التربـــة شـــكلي النتـــروجين النتراتـــي والأمونياكي. ويتصف الشكل النتراتي بقدرته على الحركة في التربـــة، فهـــو لا يمتز بغرويات التربة ويبقى ذائباً في محلول التربة فيتحرك بحركة ذلك المحلول ويرشح بسهولة من التربة عند تعرض الترب لمعدلات عالية من الأمطار، بينما يوجد الشكل الأمونياكي ممتزاً على سطوح حبيبات الطين .

ويُعدّ الآزوت من أهم العناصر السمادية التي يجـــب إضـــافتها للتـــرب الزراعية، ولاسيما أن الصخور والمعادن لا تحتوي على عنـــصر الآزوت فـــي تركيبها إلا بنسبة ضئيلة وعلى هذا فإن المصدر الرئيسي للآزوت ليس التربـــة، وإنما الهواء الجوي حيث يشـــكل الآزوت نحو 78% من حجمه .

ولا تستطيع معظم النباتات الإفادة من آزوت الهواء الجوي, بينما تستطيع العائلة البقولية تثبيته بالعقد البكتيرية بينما تثبته الكازورينا والزيزفون وجار الماء . . إلخ, بمجموعاتها الخضرية.

يتحول النتروجين العضوي بمساعدة الأحياء الدقيقة في التربة إلى نتروجين معدني خلال عملية النشدرة Ammonification ، ويكون الأمونيوم $NH_4^+$ هو الناتج النهائي لتحلل المركبات العضوية التي تتأكسد حيوياً متحولة إلى نترات $NO_3^-$ خلال عملية النترجة Nitrification.

وإن الصور القابلة لإفادة النبات من الآزوت هي النترات والأمونيوم, ويعتمد تركيز النترات والأمونيوم في محلول التربة على النشاط الحيوي ولذا فإنهما يتغيران بتغير الظروف المختلفة مثل الحرارة والرطوبة . . . إلخ .

ومن المعروف أن النترات سهلة الفقد بالغسل من التربة نتيجة الأمطار الغزيرة أو الري الزائد . وإن اختبار تقدير تركيز النترات والأمونيوم يعكس حالتهما عند أخذ عينات التربة للتحليل , أي الوضع الحالي ولكن لايعطي فكرة عن الظروف المستقبلية .

ومن المعروف عند جمع عينات التربة لاختبار الآزوت يجب تحليلها مباشرة بعد حساب نسبة رطوبتها أو وضعها في البراد, أو تجفيفها للحد من التحول من النترات إلى الأمونيوم أو بالعكس .

**الآزوت الأمونياكي $NH_4^+$ :**

لا يتراكم الآزوت بصورة أمونيوم في التربة في درجتي الحرارة والرطوبة الملائمتين للنمو النباتي وإن هذه الظروف ملائمة لتحول الآزوت الأمونياكي إلى آزوت نتراتي . ويراوح تركيز الأمونيوم المثالي في التربة بين 2–10 ppm وإذا ارتفع إلى أكبر من 10 ppm يمكن أن يعود ذلك إلى البرد أو الرطوبة الزائدة وأن التربة تحتوي على مخلفات الأسمدة الآزوتية .

**الآزوت النتراتي $NO_3^-$ :**

من المعروف أن النترات المتبقية بعد حصاد المحصول يمكن أن تغسل بالأمطار خلال فصل الشتاء أو بمياه الري وبالتالي يمكن أن تؤدي إلى تلوث المياه السطحية والجوفية , وإذا كانت كمية النترات المتراكمة مرتفعة يتطلب ذلك تخفيض كمية الأسمدة الآزوتية المضافة للمحصول المقبل.

**كمية النترات في التربة من أجل تحديد كميات الأسمدة الآزوتية الواجب إضافتها .***

**آزوت نتراتي في الطبقة المزروعة من التربة بالجزء بالمليون**

منخفض < 10

متوسط 10 – 20

عالي 20 – 30

مرتفع > 30

* حسب Jones,2001

يتم تقدير النترات في التربة بعد استخلاصها بالماء المقطر بسبب سرعة ذوبانها فيه بعدة طرائق منها طرائق تعتمد على اختزالها إلى الشكل الأمونيـــاكي ومن ثم تقطير الأمونيوم.

ويقدر الآزوت النتراتي في المناطق الجافة بقياس تركيز النترات في منطقة انتشار الجذور ويتم طرح تركيز النترات في الطبقة المزروعة من متطلبات المحصول, ومن أجل تحديد كمية السماد الآزوتي بدقة التي يجب إضافتها, من الضروري تقدير تركيز النترات في مياه الري من أجل مراعاة ذلك عند حساب كمية السماد التي يجب إضافتها. وأن الري بكميات مناسبة من المياه يزيد من فاعلية التسميد الآزوتي ويحد من غسل النترات .

**تحضير محلول الاستخلاص للآزوت المعدني ( $NH_4^+ + NO_3^-$ ) :**

يتم الاستخلاص بمحلول 2 مول من كلوريد البوتاسيوم :

زن 150 غرام من كلوريد البوتاسيوم النقي في دورق معياري سعة 1000 مل وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى لتر .

**طريقة العمل :**

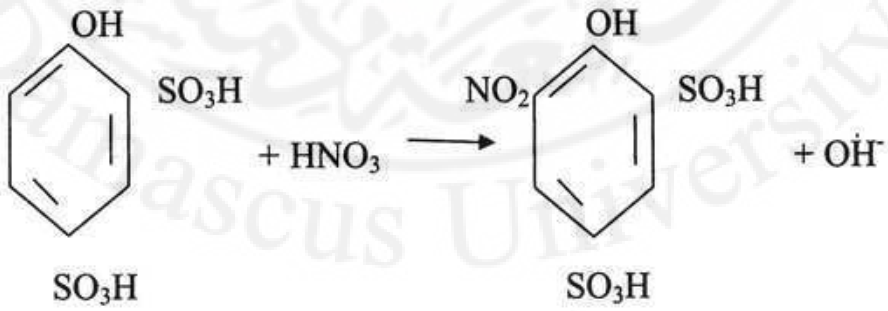
1- زن 10 غرام من التربة الجافة ( ناعم التربة ) في زجاجة خض وأضف إليها 50 مل من محلول الاستخلاص وخضها على الرجاج مدة ربع ساعة (180 دورة في الدقيقة) .

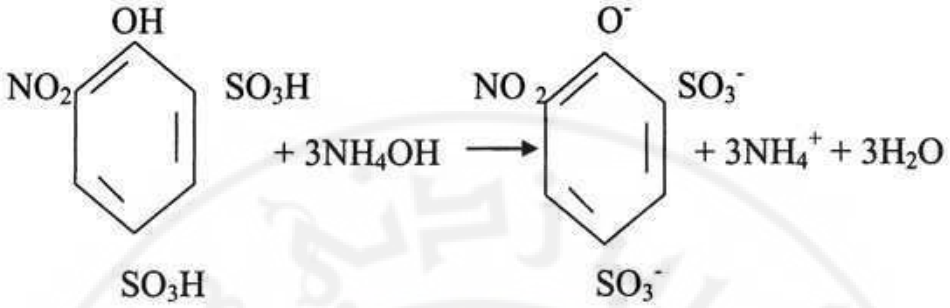
2- رشح مباشرة باستخدام ورقة ترشيح واحفظ الرشاحة من أجل تقدير النترات والأمونيوم .

وتعد الطريقة اللونية من أكثر طرائق تقدير النترات شيوعاً، حيث تعتمد في مبدئها على تكوين مركب ملون تتناسب شدته مع تركيز أيون النتـــرات فـــي محلول العينة المدروسة.

**مبدأ الطريقة:**

تعتمد طريقة تقدير النترات على تفاعل النترات المستخلصة من التربة مع حمض دايسلفوفينول في غياب الماء. حيث يتكون أحد مركبات النترو الذي يتأين في وجود هيدروكسيد الأمونيوم ليكون مركباً معقداً أصفر اللون تختلف شدة لونه تبعاً لتركيز النترات في العينة المدروسة، ويتم ذلك وفق التفاعلات التالية:






معقد ذو لون أصفر

ويكون مركب النترو عديم اللون في المحلول الحامضي وملوناً في المحلول المتعادل أو القلوي . لذلك لا بد من رفع رقم pH المحلول للحصول على اللون الأصفر. وتقاس شدة اللون بجهاز Spectrophotometer. بقياس الامتصاص الضوئي (A)، أو النسبة المئوية للإصدار الضوئي (T%). ومن ثم إسقاط قراءة الجهاز على الخط البياني الذي يوضح العلاقة بين قراءة الجهاز وتركيز المحاليل القياسية للنترات للحصول على تركيز العينة المدروسة مقدراً بـ ppm.

**طريقة العمل:**

1- زن 5 غ من ناعم التربة وضعها في دورق مخروطي، وأضف إليها 50 مل ماءً مقطراً و 2 مل محلول سلفات النحاس، وخض على هزاز ميكانيكي مدة 15 دقيقة، واترك المعلق ليرسب بعد الخض بضعة دقائق.

2- انقل قرابة النصف تقريباً من المحلول الرائق إلى دورق آخر.

3- أضف 0.4 غ من هيدروكسيد الكالسيوم، ثم 1غ من كربونات المغنيزيوم ورج مدة 15 دقيقة.

4- رشح خلال ورق ترشيح مناسب وخذ 5 مل من الراشح بالماصة وضعها في جفنة تبخير وجفف حتى تمام الجفاف على حمام مائي.

5- برد الجفنة، ثم أضف إليها وبسرعة 1 مل من حمض دايسلفوفينول (من السحاحة).

6- حرك الجفنة كي يغطي الحمض كل البقايا الجافة، ثم دعها جانباً مدة 10 دقائق.

7- أضف (5-10) مل من الماء المقطر إلى الجفنة وحرك بقضيب زجاجي حتى تذوب كل البقايا.

8- بعد أن يبرد المحلول أضف وببطء محلول هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلوياً ( نختبر بورقة عباد الشمس ) .

9- أنقل محتويات الجفنة نقلاً كمياً إلى دورق معياري سعة 50 مل وأكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر.

10- قس شدة اللون ( قيمة A) على جهاز القياس الطيفي مستعملاً طول موجة 420 نانومتراً ( لون المحلول أصفر ) .

11- حضر شاهداً Blank وعامله معاملة راشح التربة نفسها لاستبعاد الخطأ الناتج عن المحاليل المستخدمة , ثم اطرح قراءة الشاهد من القراءات الناتجة .

12- عامل المحاليل القياسية للنترات معاملة الراشح نفسها ثم خذ قيمة (A) أو (%T) المقابلة لكل منها.

13- ارسم الخط البياني الذي يعبر عن العلاقة بين تراكيز النترات في المحاليل القياسية (ppm ) وقيمة ( A ) على ورق مليمتري ، أو بين تراكيز النترات في المحاليل القياسية وقيمة (%T ) على ورق نصف لوغاريتمي، واسقط قراءة العينة على الخط البياني , وسجل التركيز الموافق .

**ملاحظات:**

1- تضاف سلفات النحاس لتنقية لون الراشح .

2- يضاف هيدروكسيد الكالسيوم لترسيب النحاس على شكل $Cu(OH)_2$ .

3- تستخدم كربونات المغنيزيوم لإزالة الزائد من هيدروكسيد الكالسيوم ولجعل الوسط قلوياً لمنع فقد النترات.

4- عند احتواء العينة على نسبة عالية من Cl يمكن إضافة سلفات الفضة لترسيبه .

**الحساب:**

بعد طرح قراءة الشاهد من القراءات الناتجة ، أسقط قراءة العينة على الخط البياني وخذ التركيز الموافق .

تركيز $NO_3 - N$ (ppm) =

**التركيز المقروء من الخط البياني (ppm) × عدد مرات التمديد الكلي**

**مثال:**

بفرض أن تركيز النترات في العينة المدروسة من الخط البياني 0.2 ppm والمطلوب: أحسب تركيز النترات في التربة مقدراً بـ ppm . إذا علمت أن الحجم المأخوذ للتحليل 5 مل , ووضعت بدورق معياري سعة 50 مل وأن الحجم الكلي للمستخلص 50 مل ووزن التربة 5 g .

$$0.2 \times 10 \times 10 = 20 \text{ ppm}$$

**تحضير المحاليل القياسية:**

حضر المحاليل القياسية التالية:

10 ppm، 20 ppm، 30 ppm، 40 ppm، 50 ppm

من ملح نترات البوتاسيوم $KNO_3$ .

**أولاً:** تحضير المحلول القياسي الأصلي تركيز النترات 1000 ppm في دورق معياري سعة لتر.

$$KNO_3 \longrightarrow NO_3^- + K^+$$

101 62

X 1000

X = 1.629 غ من ملح $KNO_3$ توضع في دورق معياري سعة لتر، ويكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر , ثم تُجانس فنحصل على محلول قياسي أصلي تركيز النترات فيه 1000 ppm ومنه تشتق المحاليل القياسية الأخرى.

**ثانياً:** تحضير المحلول القياسي الممدد تركيز النترات فيه 100 ppm في دورق معياري سعة 100 مل.

خذ بالماصة 10 مل من المحلول الأصلي وضعها بدورق معياري سعة 100 مل وأكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر فتحصل على محلول ممدد تركيزه 100 ppm.

**ثالثاً:** تحضير محلول قياسي تركيز النترات فيه 30 ppm في دورق معياري سعة 50 مل.

خذ بالماصة 15 مل من المحلول الممدد وضعها في دورق معياري سعة 50 مل، وأكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر فتحصل على محلول قياسي تركيزه 30 ppm.

- اتبع الخطوات السابقة في تحضير بقية المحاليل القياسية المطلوبة للنترات.

**المحاليل المستخدمة:**

- محلول سلفات النحاس: (1) نظامي.
- هيدروكسيد الكالسيوم: بودرة.
- كربونات المغنيزيوم: بودرة.
- حمض دايسلفوفينول: أذب 25 غ من الفينول النقي $C_6H_5OH$ في 150 مل من حمض الكبريت المركز. بعد ذلك يضاف 75 مل من حمض الكبريت المدخن (المحتوي على 15% من $SO_3$) ، ويمزج المحلول جيداً ثم يسخن على حمام مائي يغلي مدة ساعتين أو أكثر. يحفظ هذا المحلول في زجاجة داكنة اللون.
- سلفات الفضة: (0.6%) يذاب 6 غ من سلفات الفضة $Ag_2SO_4$ في لتر من الماء المقطر.
- هيدروكسيد الأمونيوم: حجم من هيدروكسيد الأمونيوم المركز إلى ضعف الحجم من الماء المقطر .

## تقدير الآزوت الأمونياكي بطريقة أزرق الإندوفينول :

**مبدأ الطريقة :**

يتفاعل الأمونيوم الموجود في العينة مع هيبوكلوريت الصوديوم والفينول في وسط قلوي ويوجود النيتروبروسيت (Nitroprussite) كعامل وسيط معطياً لوناً أزرقاً من الإندوفينول. وتتناسب شدة اللون الأزرق مع كمية الأمونيوم

الموجودة في العينة ويمكن أن تقاس شدة اللون على طول موجة تبلغ 640 نانومتر. ومن الضروري التذكير بأهمية رفع pH المحلول إلى القلوية لإتمام التفاعل.

**المحاليل والمواد اللازمة :**

**أولاً : محلول من الكحول الفينولي :**

كحول (95%) 100 مل، فينول 10 غ.

**ثانياً : محلول من نيتروبروسيت الصوديوم :**

نيتروبروسيت الصوديوم 0.5 غ

ماء مقطر 100 مل

هذا المحلول يوضع في زجاجة معتمة ويمكن حفظه للاستعمال لمدة شهر

**ثالثاً : محلول من سيترات الصوديوم :**

سيترات الصوديوم 100 غ

ماء مقطر 500 مل

هيدروكسيد الصوديوم 5 غ

**رابعاً : محلول هيبوكلوريت الصوديوم :**

استعمل محلول تجاري من هيبوكلوريت الصوديوم يحتوي على 1.5 نظامي وهذا المحلول يتفكك ببطء, ويجب ضبط عياره من وقت لآخر.

**خامساً : محلول مؤكسد :**

محلول من سيترات الصوديوم 100 مل

محلول من هيبوكلوريت الصوديوم 25 مل

هذا المحلول المؤكسد يجب تحضيره مجدداً في كل يوم .

**ملاحظات :**

- حدود الطريقة 2 ميكروغرام / ليتر .
- إذا كانت العينة محتوية من 1 وحتى 50 مغ/لتر من الأمونيوم فلا يوجد حاجة لإضافة العامل المساعد.
- يثبت اللون مدة 20 ساعة.
- التقطير ضروري إذا كانت القلوية أكبر من 500 مغ/لتر.
- الشاهد يعطي لوناً أصفر.
- استعمل محلول نيتروبروسيت الصوديوم ذا تركيز 0.05 % في حال كون العينات فقيرة بالأمونيوم.

**تحضير محلول أصلي ( أم ) يحتوي على 1 غرام باللتر من الآزوت:**

كلوريد الأمونيوم 3.82 غ، ماء مقطر 1000 مل.

حضر محلول ممدد يحتوي على 0.01 غ آزوت في اللتر .

- ضع 10 مل من المحلول الأصلي في دورق معياري سعة 1000 مل وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة .

**الخط البياني للمحاليل القياسية :**

في دوارق معيارية معلّمة سعة 100 مل ضع ما يلي من الكميات التالية مع التحريك بعد كل إضافة:

| رقم الدورق المعياري | الشاهد | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| محلول بنت 0.01 غ/ل | 0 | 0.5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ماء مقطر | | | | | | | |
| محلول من الكحول الفينولي ( مل ) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| محلول من النيتروبروسيت ( مل ) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| محلول مؤكسد ( مل ) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| محلول قلوي ( مل ) | | | | | | | |
| مغ آزوت في اللتر | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1 |

اترك الدوارق المعيارية مدة ساعة على حرارة الغرفة (20-70 م) واقرأ اللون على طول موجة تعادل 640 نانومتراً, ثم ارسم الخط البياني المناسب للمحاليل القياسية .

**خطوات العمل :**

ضع في الدورق المعياري 20 مل من المحلول المراد تقدير الآزوت فيه ومن ثم اتبع الخطوات كما هي عند تحضير المحاليل القياسية.

وللحصول على القراءة المصححة اطرح القراءة المتحصل عليها للعينة من قراءة الشاهد.

الخط البياني يعطي النتائج مباشرة للآزوت مقدراً بالمغ/لتر.

**طريقة ثانية لتقدير الآزوت الأمونياكي :**

**طريقة العمل :**

1- خذ 1 غرام من تربة ناعمة + قليل من سلفات الأمونيوم ( في حال كون التربة ذات محتوى ضعيف جداً من الأمونيوم ) وضعها في دورق مخروطي .

2- أضف 35 مل من الصود الكاوي (NaOH) 1 = N بالضبط بواسطة السحاحة.

3- سخن الدورق حتى الغليان ثم استمر بالغليان مدة خمس دقائق حتى يتوقف تصاعد $NH_3$ .

4- برد المحلول ثم انقل نقلاً كمياً إلى دورق معياري سعة 250 مل واغسل الدورق عدة مرات وانقل في كل مرة ماء الغسل إلى الدورق المعياري ثم أكمل بالماء المقطر حتى العلامة وجانس جيداً.

تسخين

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

$NH_3 + OH \longrightarrow NH_4OH$ في الوسط القلوي

5- خذ من المحلول 10 مل في دورق مخروطي وأضف 25 مل ماءً مقطراً.

6- أضف 3 نقاط من دليل برتقالي الميثيل وعاير بحمض HCl (N=5.1) حتى ظهور اللون البصلي .

عدد م. م NaOH المتفاعلة = عدد م. م NaOH المضافة - عدد م. م NaOH الفائضة

المضاف = حجم NaOH × N = 35 × 1

الفائض = حجم HCl × 0.1 × 250

عدد م. م NaOH المتفاعلة في 1 غرام تربة أو عدد م. م $NH_4OH$ في 1 غرام تربة .

الوزن المكافئ لـ $NH_4OH$ =1/35= 35 غرام

وزن م.مكافئ = 35 مغ

عدد م. م $NH_4OH$ X

$$\text{ومنه } X = \frac{\text{عدد م. م } NH_4OH \text{ / 1 غرام تربة} \times 35}{1} = \text{مغ}$$

عينة $NH_4^+$ الموجودة

# الفصل الثامن

# تقدير الآزوت الكلي في التربة
# Determination of Total Nitrogen

إن تقدير الآزوت الكلي في التربة يُعدّ ضرورياً من أجل حساب نسبة الكربون إلى الآزوت C/N التي تعد دليلاً على سرعة تحول الآزوت العضوي إلى أشكال متاحة للنبات، إضافة إلى ذلك فإن تقدير محتوى التربة من الآزوت الكلي ضروري من أجل إعطاء التوصيات السمادية المناسبة.

**مبدأ طريقة كلداهل:**

يعتمد المبدأ على تحويل الآزوت في المواد الآزوتية إلى نشادر وذلك بهضمها مع حمض الكبريت المركز وبوجود مساعدات التفاعل لتتشكل كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ ، ومن ثم تقطير النشادر المنطلق بوجود وسط قلوي من NaOH واستقباله في دورق يحوي حمض البوريك فتتشكل بورات الأمونيوم $(NH_4)_2B_4O_7$ ، وفي المرحلة الأخيرة تعاير بورات الأمونيوم بمحلول من حمض الكبريت معلوم النظامية وبوجود دليل مناسب وفق التفاعلات التالية :

هضم

Digestion

$$\text{Organic-N} \longrightarrow NH_3^+$$

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

تقطير

Distillation

$$(NH4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH$$

$$2NH_4OH + H_3BO_3 \longrightarrow (NH_4)_2B_4O_7 + 7H_2O$$

معايرة

Titration

$$(NH_4)_2B_4O_7 + H_2SO_4 + 5H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + (NH_4)_2SO_4$$

**خطوات العمل:**

**أ – عملية الهضم:**

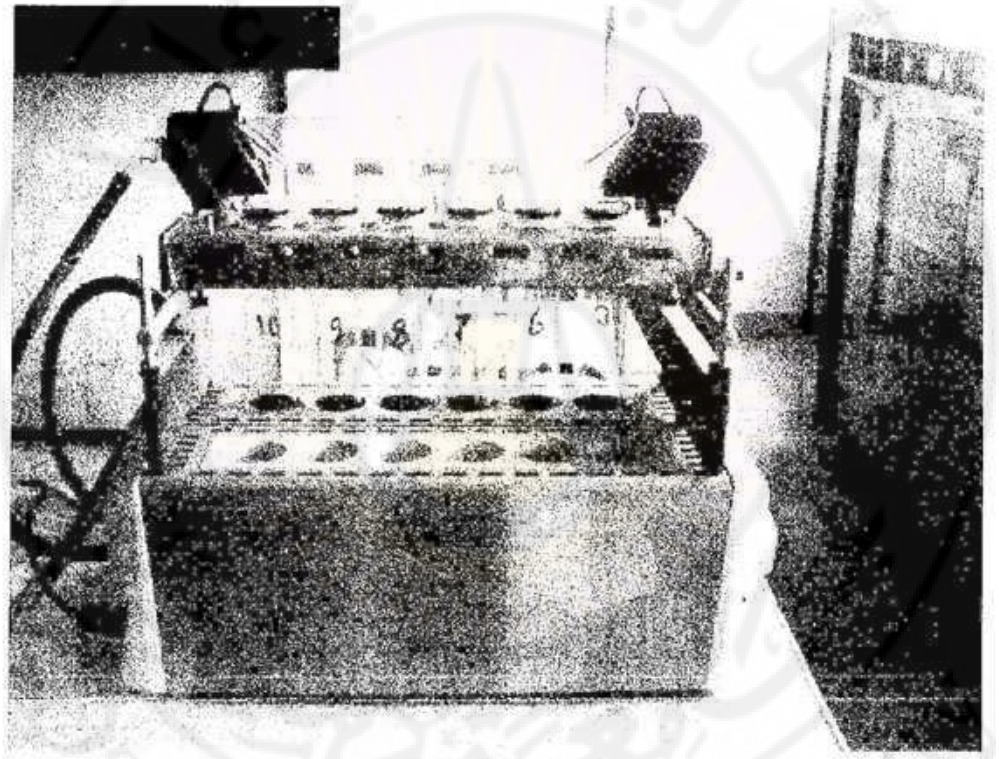
1- يوزن بدقة 3 غرام من التربة، وتوضع في أنبوب الهضم الخاص بوحدة كلداهل.

2- يضاف 1 غرام من حمض السالسيليك و10 غ من سلفات البوتاسيوم و 0.2 غ من السيلينيوم.

3- يضاف 20 مل من حمض الكبريت المركز على أن يضاف الحمض على جوانب الأنبوب بشكل يجرف معه أي جزء عالق من التربة على عنق الأنبوب.

4- يوضع الدورق في وحدة الهضم ويستمر بالتسخين حتى يصبح لون المحلول أبيض أو شفافاً.

5- أبعد أنبوب الهضم عن التسخين واتركه يبرد، ثم أضف 100 مل ماء مقطر وحرك جيداً بحذر.



وحدة هضم ( كلداهل )

**ب – عملية التقطير:**

1- يوضع أنبوب الهضم في المكان المخصص له في وحدة التقطير.

2- يؤخذ 25 مل من حمض البوريك في دورق مخروطي سعة 250 مل . ثم يثبت الدورق على جهاز التقطير بحيث ينغمس أنبوب التقطير في محلول حمض البوريك.

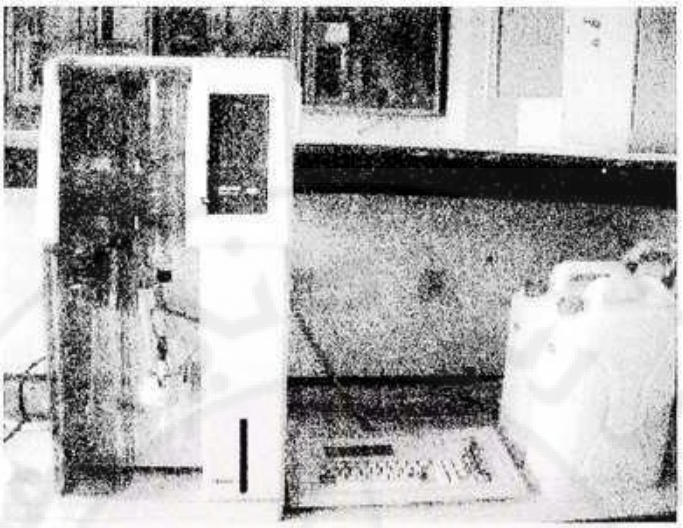
3- يفتح الماء البارد لتبريد المكثف ، ثم يضاف إلى أنبوب الهضم 50 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (45%)، وابدأ عملية التقطير.

4- يرفع دورق الاستقبال ويغسل طرف أنبوب التقطير بقليل من الماء المقطر فوق الدورق.

**جـ - المعايرة:**

1-يضاف إلى دورق الاستقبال 10 مل من الدليل المزدوج.

2- عاير بمحلول حمض الكبريت (N0.2) حتى اختفاء اللون الأزرق وبدء اللون الوردي بالظهور. ثم سجل الحجم المستهلك من حمض الكبريت في معايرة العينة (وليكن A مل) وفي معايرة الشاهد (وليكن B مل).



**جهاز تقطير ومعايرة الآزوت الكلي في التربة ( كلداهل )**

**طريقة الحساب**

الوزن المكافئ للآزوت 100

% للآزوت الكلي N = (B – A) × نظامية الحمض× ——————— × ———

1000 وزن التربة

**المحاليل اللازمة:**

**حمض السالسيليك** $HOC_6H_4COOH$:

يؤخذ وزن 1 غرام منه.

**سلفات البوتاسيوم** $K_2SO_4$:

يؤخذ وزن 10 غرام منها.

**السيلينيوم** Se:

يؤخذ 0.2 غرام.

**حمض الكبريت المركز 95 %:** $H_2SO_4$.

**حمض البوريك** $H_3BO_3$ 2 %:

يذاب 20 غرام من حمض البوريك في لتر من الماء المقطر.

**هيدروكسيد الصوديوم 45 %:**

يذاب 450 غرام من NaOH في لتر من الماء المقطر.

**الدليل المزدوج:**

يحضر محلول من أخضر برومو كريزول بتركيز 0.1 % مضيفاً إليه 2 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 N لكل 0.1 غرام من الدليل ( محلول a ) .

حضر محلولاً من دليل أحمر الميثيل بتركيز 0.1 % في الاثانول 95 %، مضيفاً إليه 3 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 N لكل 0.1 غرام من الدليل (محلول b) .

إمزج 75 مل من المحلول a بـ 25 مل من المحلول b ومدد الحجم إلى 200 مل بالكحول الاثيلي (95 %) .

**حمض كبريت 0.2 N:**

يحضر هذا المحلول بتمديد 5.6 مل من حمض الكبريت المركز (36 N) إلى لتر من الماء المقطر، تضبط نظامية هذا الحمض عن طريق المعايرة بهدروكسيد الصوديوم (0.1 N) بوجود دليل الفينول فتالئين.

**مثال:**

في تجربة لتقدير الآزوت الكلي في التربة ، أُخذ 1 غرام مـن التربـة ، وبعد الهضم والتقطير والمعايرة بمحلول حمض الكبريت (N0.2) حتى اختفـاء اللون الأزرق وبدء اللون الوردي بالظهور. كان الحجم المستهلك مـن حمـض الكبريت في معايرة العينة 1.1مل وفي معايرة الـشاهد 0.1 مـل ، والمطلـوب احسب النسبة المئوية للآزوت في التربة .

**الحل:**

$$\% \text{ للآزوت الكلي } N = \frac{100}{1} \times \frac{14}{1000} \times 0.2 \times (0.1 - 1.1)$$

$$= 0.28 \%$$

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل التاسع
# تحضير العينات النباتية و الأسمدة العضوية للتحليل

**مقدمة:**

تتوقف دقة التحليل الكيميائي للعينات النباتية على طريقة جمع العينات النباتية وتحضيرها وهي تختلف حسب الغرض المطلوب من جمعها وعلى نوع النبات المراد أخذ عينة منه ونوع التحليل المرغوب إجراؤه.

فالجزء النباتي الذي يعكس الحد الفاصل بين التركيز الذي يبدي النبات عنده نقصاً في العنصر والتركيز الدال على تزويد النبات بالتركيز الكافي من العنصر هو الجزء النباتي الأكثر أهمية في عملية الجمع لتمثيل الحالة موضوع الدراسة ، فمثلاً وجد أن أعناق الأوراق الفتية الناضجة حديثاً لنبات الشوندر السكري عند فصلها عن الأوراق وتحليلها بالنسبة للنتروجين أو الفوسفور أكثر دلالة على حالة هذين العنصرين من باقي أجزاء النبات المذكور.

وقد تجمع العينات النباتية لتقييم خصوبة التربة أو لمعرفة فعالية برنامج التسميد لمحصول معين لإعداد برامج للمستقبل ، أو لدراسة بعض المشاكل والأمراض (نمو غير طبيعي في الحقل)، وإيجاد الحلول المناسبة لها.

**طرائق هضم العينات النباتية و الأسمدة العضوية:**

عند تقدير العناصر المعدنية الداخلة في تركيب العينات النباتية أو الأسمدة العضوية ، يجب في المرحلة الأولى استخلاص هذه العناصر من

روابطها العضوية وتحويلها إلى الشكل المعدني القابل للذوبان ، ثم معايرة هذه العناصر بإحدى الطرائق المعتمدة في مجال علوم التربة .

ويتم ذلك بتهديم الجزيئات العضوية بالأكسدة وهذا ما يسمى بالهضم والذي يُعدّ من أهم خطوات تحليل المادة النباتية أو السماد العضوي، والتي يجب أن تتم في أحسن الظروف وتحت مراقبة مستمرة .

يتم هضم العينات النباتية أو الأسمدة العضوية بشكل عام بطريقتين هما:

أ- طريقة الهضم الجاف.

ب- طريقة الهضم الرطب.

**أولاً: الهضم بالطرائق الجافة:**

بينت نتائج التجارب أن الطريقة الجافة لايمكن استخدامها في درجات الحرارة المرتفعة جداً بسبب فقد بعض العناصر من الرماد أثناء انطلاق الغازات، كما قد تؤدي أحياناً إلى تشكيل معقدات غير منحلة . وعند استخدام الحرارة المنخفضة 100 – 200 °م تسبب إطالة مدة الهضم من عدة ساعات إلى عدة أيام ، وذلك حسب كمية العينة وأسلوب الهضم المتبع .

**مبدأ المعدنة بالترميد:**

تعتمد هذه الطريقة على إزالة المادة العضوية الموجودة في العينة النباتية أو السمادية بالحرق داخل مرمدة ، ثم إذابة الجزء المتبقي ( الرماد ) لتحضير

محلول تقدر فيه العناصر التالية : كالسيوم ومغنيزيوم وألمنيوم وبوتاسيوم وفوسفور ومنغنيز ونحاس وتوتياء .

**ومن أهم طرائق المعدنة الجافة:**

1- الحرق في جو مغلق من الأكسجين: تصلح هذه الطريقة لتقدير العناصر المعدنية كافةً فضلاً عن الآزوت والكبريت، إلا أنها قليلة الاستعمال لكونها تحتاج إلى أجهزة معقدة، وصعوبة استخدامها عند التحليل المتواصل لعينات كثيرة.

2- الترميد البسيط: توضع العينات النباتية أو الأسمدة العضوية في هذه الطريقة داخل مرمدة كهربائية على درجة حرارة 500 °م عدة ساعات (يصبح لون الرماد أبيض خالياً من اللون الأسود). تستخدم هذه الطريقة في تقدير البوتاسيوم والصوديوم والمغنيزيوم والكالسيوم, وغيرها من العناصر لسهولتها وسرعتها وإمكانية تطبيقها عند الرغبة في تحليل عدد كبير من العينات النباتية.

**عيوب الطريقة :**

أ- تسبب فقداً في الآزوت والكبريت والنيكل والكوبالت والنحاس والبروم واليود بالتطاير .

ب- تشكيل أملاح غير ذوابة (بيروفوسفات المعادن المختلفة) .

ج- البوتقة المستخدمة في الترميد قد تثبت أو تحرر بعض الكاتيونات ، لذلك يراعى في هذه الطريقة استخدام بوتقات مصنوعة من البورسلين أو النيكل أو البلاتين أو الكوارتز .

د- تشكل القطران في حال عدم رفع درجات الحرارة ببطء .

3- الترميد مع استعمال وسيط قلوي : عند استخدام هذه الطريقة تضاف بعض الأملاح القلوية إلى العينة النباتية أو السمادية المراد تحليلها، وتستخدم هذه الطريقة في معايرة بعض الأيونات التي تفقد بالتطاير في حالة الترميد العادي مثل الكلور والكبريت، وقد تستخدم لمنع تشكل أملاح غير قابلة للذوبان ($BaSO_4$) أو ($PbSO_4$) .

يذاب الرماد الأبيض الناتج في حمض كلور الماء المركز (يضاف بعناية تامة) ثم تسخن محتويات البوتقة حتى الجفاف التام حيث يتم تحول الكاتيونات إلى أملاح كلوريدية، وتذاب الكلوريدات بالماء المقطر المحمض بحمض كلور الماء نظاميته 0.1 N .

4- ترميد تسبقه عمليات أولية : في هذه الطريقة تعامل العينات النباتية أو الأسمدة العضوية ببعض المواد التي تساعد على الأكسدة كحمض الآزوت مثلاً ، بعد ذلك يتم تجفيف المواد المضافة بالتسخين على حمام مائي أو سخان كهربائي، وهذه الطريقة من أسهل طرائق معايرة الكاتيونات وأسرعها.

**وفيما يلي خطوات العمل بهذه الطريقة:**

1- زن 0.3 غ من عينة النبات أو العينة السمادية المطحونة الجافة, وضعها في بوتقة من البورسلان موزونة.

2- أضف 2 مل من حمض الكبريت الكحولي وأشعل محتويات البوتقة قبل وضع البوتقة في المرمدة.

3- ضع البوتقة في المرمدة على درجة حرارة 650 ْم مدة ساعة وأكثر حتى يصبح لون الرماد أبيض.

يتم حساب النسبة المئوية للرماد باستخدام المعادلة التالية :

$$\% \text{ للرماد} = \frac{\text{وزن البوتقة مع الرماد} - \text{وزن البوتقة}}{\text{وزن العينة النباتية أو السمادية}} \times 100$$

4- أضف 2 مل من حمض الآزوت المركز وضعها على حمام مائي 5 دقائق تقريباً.

5- أنقل محتويات البوتقة نقلاً كمياً إلى دورق معياري سعة 100 مل، وأكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر.

6- رشح عبر ورقة ترشيح عديمة الرماد في دورق معياري سعة 100 مل، وأكمل الحجم بالماء المقطر بعد تبريد الدورق.

7- احتفظ بمستخلص العينة النباتية أو السمادية للجلسات القادمة حيث يتم فيه تقدير العناصر المطلوبة.

8- نفذ تجربة شاهد لكل مجموعة من العينات واطرح القيم التي يعطيها الشاهد من قيم العينات النباتية أو السمادية.

**ملاحظات:**

1- نستطيع استخدام الراسب الموجود على ورقة الترشيح ( الخطوة 6 ) في تعيين كمية أكسيد السيليسيوم ( $SiO_2$ ) الموجودة في العينة النباتية أو السمادية، حيث نقوم بترميد ورقة الترشيح مع الراسب مدة ساعتين على درجة حرارة 650 م°، ثم نحسب كمية أكسيد السيليسيوم من العلاقة التالية:

$$SiO_2\ \% = \frac{\text{وزن البوتقة والراسب بعد الترميد} - \text{وزن البوتقة بعد الترميد}}{\text{وزن العينة النباتية أو السمادية}} \times 100$$

2- نستدل على عدم اكتمال الترميد ، إذا كان لون البقايا فوق ورقة الترشيح أسود أو بنياً ، عند ذلك تؤخذ ورقة الترشيح مع البقايا وترمد مدة ساعة على درجة حرارة 650 م° ويذاب الرماد من جديد في 1 مل من حمض الآزوت المركز وتطبيق الخطوات السابقة.

**ملاحظات :**

- نستخدم حمض الآزوت لإذابة الرماد الذي أعد لتعيين الفوسفور بطريقة الفاندات - موليبدات التي تستلزم وسطاً حامضياً مؤكسداً . ويستعمل عند

تقدير الكلور أيضاً. بينما يستعمل حمض كلور الماء عند تقدير الفوسفور بالطريقة التي تعتمد على تكوين معقدات الفوسفومولیبدات.

- إذا كان هدف الترميد تقدير الفوسفور، نرفع درجة الحرارة ببطء لمنع تشكل أملاح البيروفوسفات غير الذوابة.
- يجب أن يكون وزن العينة النباتية أو السمادية بحدود 1غ وحجم المحلول النهائي الذي يذاب فيه الرماد 1000 مل ، إذا كان المطلوب تقدير مجمل الأيونات.

**ثانياً: الهضم بالطرائق الرطبة:**

تعتمد هذه الطرائق على هضم العينات النباتية المطحونة أو العينات السمادية باستخدام الحموض المركزة، وذلك في درجات حرارة تختلف من حمض لآخر.

فهي بحدود 360 °م عند استخدام حمض الكبريت المركز، و 120 °م عند استخدام حمض الآزوت، بينما الأكسدة الرطبة باستخدام حمض البيركلوريك (72%) فتتم عند درجة 203 °م. ويمكن إضافة أكثر من حمض (اثنين أو ثلاثة) عند الرغبة في الإسراع من عملية المعدنة أو إضافة أوساط مساعدة على الأكسدة.

**ومن أهم طرائق الهضم الرطب:**

أ- الهضم بحمض الكبريت المركز (طريقة كلداهل) Kjeldahl:

تستعمل هذه الطريقة في تعيين الآزوت الكلي, حيث تشتمل هذه الطريقة على ثلاث مراحل:

3- **المرحلة الأولى:** يتم فيها هضم النتروجين الكلي في العينة النباتية أو السمادية بحمض الكبريت المركز بالغلي على درجة حرارة مرتفعة بحيث لا تقل عن 360 °م حتى لا تبطئ تحرر كل النتروجين من العينة ولا تتجاوز 410 °م حتى لا تفقد بعض الأمونيا.

4- **المرحلة الثانية:** تقطير الأمونيوم واستقباله في محلول حمض البوريك.

5- **المرحلة الثالثة:** معايرة الأمونيوم بحمض الكبريت باستخدام دليل مناسب.

وتختلف مدة الهضم بين ساعة واحدة و 24 ساعة تبعاً لاستعمال المواد الوسيطة التي تساعد على تنشيط عملية الهضم أومن دونها ومن أهم الوسائط المستخدمة خلطة من المواد وبالنسب الوزنية التالية: السيلينيوم(2) – كبريتات البوتاسيوم(10) – كبريتات النحاس(5).

ويوجد في الأسواق خليط من هذه المواد مصنوع على شكل حبوب جاهزة للاستخدام مباشرة (خلطة ديفاردا) .

**ب**- الهضم باستعمال حمض الآزوت:

تستخدم لتعيين العناصر كافةً ما عدا الآزوت لأن الهضم يتم بحمض الآزوت ، وهي طريقة جيدة ولا تحتاج إلى حرارة عالية حيث تتم عملية الهضم على درجة حرارة 120 °م.

ج- الهضم بمزيج من حموض - مؤكسدات:

يضاف في هذه الطريقة إلى حمض الكبريت مواد وسيطة ومؤكسدة مثل حمض الآزوت أو حمض البيركلوريك أو الماء الأكسجيني، حيث تعمل هذه المواد على تشكيل مزيج ذي طاقة عالية في هضم العينات النباتية أو السمادية.

ومن الواضح أن طرائق الهضم الرطبة تسمح بتقدير العناصر المعدنية الموجودة في العينة النباتية أو السمادية كافةً ما عدا العناصر التي تحتويها المواد المستخدمة في عملية الهضم، ولا تشكل هذه الطرائق مواد غير ذوابة، ولا تعمل على تكوين مواد طيارة، كما يجب الحذر عند مزج الحموض المركزة والمواد المؤكسدة خلال عمليات الهضم، لأن مزج 10 حجوم من $HClO_4$ مع 4 حجوم من $HNO_3$ يُعدا مزيجاً قابلاً للإنفجار.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل العاشر

# تقدير الفوسفور الكلي في الأسمدة العضوية والنبات

**مقدمة:**

تراوح نسبة الفوسفور في معظم النباتات بين 0.1 – 1% من الوزن الجاف للنبات، ويتركز عنصر الفوسفور في البذور غالباً، وتقل نسبته في السوق والجذور، بينما تحتوي الأوراق على نسبة متوسطة منه.

وتختلف نسبة الفوسفور في الأسمدة العضوية حسب نوع السماد العضوي ومكوناته (زبل، كمبوست قمامة المدن ، سماد أخضر . . . إلخ)، وأيضاً باختلاف طريقة التحضير. وسيتم تقدير الفوسفور الكلي في الأسمدة العضوية والنبات بطريقة فاندات – موليبدات الأمونيوم.

**مبدأ الطريقة:**

تعتمد على تفاعل الفاندات والموليبدات مع الفوسفات الذائبة في وسط حمضي، حيث يتشكل معقد أصفر اللون تقاس شدته بجهاز Spectrophotometer عند موجة طولها 470 نانومتراً. وبمقارنة القراءة الناتجة مع قراءات المحاليل القياسية للفوسفور يمكن معرفة كمية الفوسفور في العينة النباتية أو السمادية.

ويتطلب ظهور اللون أن يكون تركيز الحمض النهائي أقل من 1 نظامي، ويُعد تركيز 0.5 نظامي أنسب تركيز للحمض لظهور اللون.

**ميزات الطريقة:**

1- سهلة وتمتاز بثبات اللون الأصفر المتشكل مدة طويلة من الزمن مقارنة بالطرائق الأخرى.

2- لا تتأثر بالأيونات الأخرى التي توجد في وسط التفاعل وتُعد طريقة جيدة لتحليل الفوسفور في النبات والسماد العضوي، ولا ينصح بها لتعيين الفوسفور في مستخلصات التربة. وتُعد هذه الطريقة أقل حساسية للكميات الضئيلة من الطرائق الأخرى التي تراوح حدودها بين 1 و 20 جزءاً في المليون.

**طريقة العمل:**

1- زن (0.2–1 غ) من العينة النباتية أو السمادية الجافة المطحونة وضعها في بوتقة من البورسلين.

2- أضف 3 مل من محلول نترات المغنيزيوم تركيزه 50% وامزج محتويات البوتقة جيداً، ثم جفف على حمام بخاري.

3- ضع البوتقة في المرمدة وارفع درجة الحرارة تدريجياً حتى 500 °م، واترك العينة مدة ساعة حتى يصبح الرماد أبيض.

4- برد البوتقة ثم أضف 1 مل من الماء المقطر و 2 مل من حمض الآزوت المركز، ثم أغلِ ( اهضم ) على حمام مائي مدة (5–10 دقائق) بهدف التخلص من آثار الكربون المتبقي، وإذابة الأملاح.

5- انقل محتويات البوتقة نقلاً كمياً إلى دورق معياري سعة 100 مل، وأكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر ثم جانس جيداً (رشح إذا تطلب الأمر ذلك).

6- خذ (5–10 مل) من الراشح، وضعها في دورق معياري سعة 50 مل، وأضف إليها 10 مل من محلول موليبدات – فاندات الأمونيوم. امزج محتويات الدورق، ثم أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر، ثم جانس محتويات الدورق جيداً.

7- اترك الدورق مدة نصف ساعة كي تصل شدة اللون إلى أقصاها، ثم خذ القراءة (قيمة A أو T%) على جهاز المطياف الضوئي عند طول موجة 470 نانومتراً.

8- حضر محاليل قياسية للفوسفور بتراكيز: 0، 5، 10، 15، 20، 25، ppm P) في دوارق معيارية سعة كل منها 50 مل.

9- خذ بالماصة 10مل من كل محلول قياسي وضعها في دورق معياري سعة 50 مل، وعاملها معاملة مستخلص العينة ذاتها، ثم خذ القراءة الموافقة كما سبق.

10- نفذ تجربة شاهد، وعاملها معاملة العينة النباتية أو السمادية, وأطرح قراءة الشاهد من جميع القراءات.

**طريقة الحساب:**

أرسم خطاً بيانياً يبين العلاقة بين تراكيز المحاليل القياسية من الفوسفور (ppm) وقيمة الامتصاص الضوئي (قيمة A) الموافقة لكل تركيز، ثم أسقط قراءة العينة النباتية أو السمادية على هذا الخط واقرأ التركيز الموافق لها، ثم أحسب تركيز الفوسفور في العينة من العلاقة التالية :

**تركيز الفوسفور في العينة النباتية = تركيز الفوسفور المقروء من الخط البياني (ppm) × عدد مرات التمديد الكلي**

**أو الســـمادية (ppm)**

**مثال تطبيقي:**

بفرض أن تركيز الفوسفور في 0.5غ عينة نباتية وبعد إسقاط قراءة الجهاز على الخط البياني تبين أنها تساوي 6 ppm، فما هو تركيز الفوسفور الكلي في عينة النبات مقدراً بـــ ppm، إذا علمت أن الحجم المأخوذ للتحليل 10مل ، وضعت في دورق معياري سعة 50مل وأن الحجم الكلي للمستخلص 100مل.

تركيز الفوسفور في عينة النبات (ppm) = 6 × 1000

= 6000 ppm

**ملاحظة:** يتم تحضير المحاليل القياسية من الفوسفور بالطريقة ذاتها المـــستخدمة عند تقدير الفوسفور المتاح في التر ة بطريقـــة جوريـــه – ايبـــرت (الفـــصل الخامس).

**المحاليل المستخدمة:**

**محلول موليبدات الأمونيوم – فاندات الأمونيوم:** ويحضر كالآتي:

- يذاب 25 غ من موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6\ MO_7O_{24}.\ 4H_2O$ في 400 مل من الماء المقطر الساخن ويترك المحلول حتى يبرد (محلول A).
- يذاب 1.25 غ من فاندات الأمونيوم $NH_4VO_3$ في 300 مل من الماء المقطر الساخن ويترك المحلول ليبرد (محلول B).
- يضاف محلول (B) إلى محلول (A)، ويبرد المحلول , ومن ثم يمدد الحجم إلى لتر بالماء المقطر.

**محلول نترات المغنيزيوم (50%) :**

يذاب 50 غ من نترات المغنيزيوم $Mg(NO_3)_2.6H_2O$ في 100 مل من الماء المقطر.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل الحادي العاشر

# تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم في النبات والأسمدة العضوية

**مقدمة:**

تراوح نسبة الكالسيوم في النبات ما بين 0.1 – 10% من وزن المادة النباتية الجافة، بينما تراوح نسبة المغنيريوم في النبات ما بين 0.05 – وأكثر من 1% من وزن المادة النباتية الجافة.

ويختلف تركيز كلٍ من الكالسيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم في الأسمدة العضوية حسب نوع السماد العضوي.

يقدر الكالسيوم والمغنيزيوم في العينة النباتية أو السماد العضوي بعد تحويل هذه العينة من الشكل العضوي إلى الشكل المعدني (بعملية الهضم).

ويعين الكالسيوم والمغنيزيوم في رماد العينة بطرائق مختلفة منها:

1- الطريقة الوزنية : تعتمد هذه الطريقة على ترسيب شوارد الكالسيوم أو المغنيزيوم الموجودة في محاليل رماد العينة.

2- الطريقة الحجمية: وهي الطريقة المتبعة في تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم في التربة حيث يتم تكوين مركبات كيليتية Chelates بين الكالسيوم أو الكالسيوم والمغنيزيوم والملح EDTA ثنائي الصوديوم

(الفرسينات) واستخدام الدليل المناسب، ويتم ذلك عند pH محدد للوسط.

3- طريقة جهاز الامتصاص الذري : تعتمد هذه الطريقة على وجود هذين العنصرين بصورة متأينة ضمن المحلول، ثم يرسل هذا المحلول إلى داخل لهب ذي حرارة عالية لها القدرة على تحرير , وتهييج ذرات العنصرين في الوسط ثم يقاس الإرسال الطيفي لهذه الذرات بواسطة مهبط مصباح مكون من المادة المراد تعيينها، ويتم بهذه الطريقة تحضير محاليل قياسية مختلفة التراكيز لكل عنصر وأخذ قراءة جهاز الامتصاص الذري للمحاليل كافةً. وبعد أخذ قراءة الجهاز للعينة النباتية أو السمادية المدروسة يتم إسقاط هذه القراءة على الخط البياني الذي يربط بين تراكيز المحاليل القياسية للعنصر وقراءات الجهاز الموافقة لكل تركيز.

**طريقة العمل:**

تحضير مستخلص العينة النباتية أو السمادية:

1- زن 0.3 غ من العينة النباتية أو السمادية المجففة المطحونة وضعها في بوتقة من السيليكا.

2- أضف 2 مل من حمض الكبريت الكحولي وأشعل محتويات البوتقة قبل وضع البوتقة في المرمدة.

3- ضع البوتقة في المرمدة على درجة حرارة 500 – 600 م عدة ساعات حتى يصبح لون الرماد أبيض.

4- أخرج البوتقة من المرمدة واتركها حتى تبرد.

5- أضف 2 مل من حمض الآزوت المركز للبوتقة وضعها على حمام مائي مدة 5 دقائق تقريباً.

6- رشح المحلول عبر ورق ترشيح دقيق المسام في دورق معياري سعة 100 مل واغسل البوتقة وورقة الترشيح بدفعات صغيرة من الماء المقطر فوق الدورق المعياري، ثم أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر، واحتفظ بالمستخلص للجلسات القادمة.

**الطريقة الحجمية:**

أ- تقدير الكالسيوم في العينة النباتية أو السمادية:

1- خذ من المستخلص 10 مل وضعها في دورق مخروطي.

2- أضف 2 مل من تراي إثانول أمين (لاستبعاد تاثير كلٍ من الحديد والمنغنيز) + 3 مل من الصودا الكاوية.

3- أضف 50 مغ من بودرة الموركسيد وقليلاً من الماء المقطر.

4- عاير بمحلول EDTA 0.01 نظامي حتى يتغير لون المحلول إلى اللون البنفسجي.

5- سجل حجم EDTA اللازم لمعايرة الكالسيوم.

**ب**-تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم في العينة النباتية أو السمادية:

1- خذ 10 مل من المستخلص وضعها في دورق مخروطي.

2- أضف 2 مل من محلول تراي إثانول أمين و 3 مل من المحلول المنظم.

3- أضف 3- 4 نقاط من مشعر ايروكروم بلاك T وقليل من الماء المقطر.

4- عاير بمحلول EDTA 0.01 نظامي حتى يتغير لون المحلول من الأحمر إلى اللون الأزرق السماوي الصافي.

5- سجل حجم EDTA اللازم لمعايرة الكالسيوم والمغنيزيوم معاً.

**تقدير البوتاسيوم في مستخلص العينة النباتية أو السمادية:**

تراوح نسبة البوتاسيوم في النبات ما بين 0.2 - وأكثر من 5% من المادة النباتية الجافة .

ويقدر البوتاسيوم في مستخلص العينة المدروسة على جهاز اللهب (الفصل الثالث) ، بعد رسم الخط البياني للمعايرة، وذلك بوضع تراكيز المحاليل القياسية على محور السينات، وقراءة الجهاز على محور العينات، التي تراوح بين الصفر والمائة ، ثم يتم إسقاط قراءة الجهاز للعينة المجهولة على الخط البياني، بعد ذلك تحسب نسبة البوتاسيوم في العينة

**خطوات العمل:**

1- خذ 5 مل من مستخلص العينة النباتية أو السمادية وضعها في دورق معياري سعة 50 مل .

2- أضف 12.5 مل من محلول الليثيوم القياسي 100 ppm ثم أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة وجانس المحلول.

3- انقل جزءاً من المحلول من الدورق المعياري إلى كأس بيشر صغيرة.

4- قس على جهاز اللهب بعد ضبط الجهاز على عنصر البوتاسيوم.

5- أرسم الخط البياني بين التراكيز وقراءات المحاليل القياسية.

6- حدد تركيز العنصر في المحلول من الخط البياني.

7- أحسب تركيز العينة النباتية أو السمادية من البوتاسيوم مقدراً بالجزء في المليون كما يلي:

**كمية البوتاسيوم في العينة ppm = التركيز المقروء من الخط البياني(ppm)**

**× عدد مرات التمديد الكلي**

**مثال تطبيقي:**

عند تقدير البوتاسيوم في 50 مغ عينة نباتية ، كان التركيز المقروء من الخط البياني للبوتاسيوم 1 ppm ، علماً أن الحجم المأخوذ للتحليل 10 مل موضوعة في دورق معياري سعة 50 مل ، وأن الحجم الكلي للمستخلص 100 مل.

تركيز البوتاسيوم في العينة النباتية(ppm) = 1 × 10000

ppm 10000 =

- احسب النسبة المئوية للبوتاسيوم في النبات؟

**المحاليل المستخدمة:**

- **حمض الكبريت الكحولي:** يضاف 50 مل من حمض الكبريت الكثيف إلى 950 مل من الكحول الإثيلي عيار 95%.
- **محلول تراي إثانول أمين 50%:** يضاف 50 مل من تراي إثانول أمين في دورق سعة 100 مل , ويكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر.
- **حمض الآزوت المركز.**
- **المحاليل والمشعرات المستخدمة** عند تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم في التربة ( الفصل الثالث ) .

# الفصل الثاني عشر
# معرفة الأسمدة المختلفة وتقدير نسبة الرطوبة

**الأسمدة** : عبارة عن مركبات معدنية أوعضوية تضاف للتربة لتحسين نمو النباتات وزيادة العناصر الغذائية اللازمة للنمو.

**أولاً : الأسمدة العضوية**

يقصد بها كل المخلفات العضوية النباتية والحيوانية أو الإصطناعية التي تتفكك حيوياً عند إضافتها للتربة وتعطي مركبات معدنية ذوابة $Ca^{+2}$، $Mg^{+2}$ أو غازية ومعقدات غروية يطلق عليها الدبال الذي يحسن خصائص التربة .

إن نواتج التمعدن السريع للمادة العضوية الطازجة تستعمل من قبل النباتات أو من قبل الكائنات الحية الدقيقة التي تحلل الدبال وتعطي المركبات نفسها الناتجة عن التمعدن السريع أما المركبات الدبالية الناتجة فهي مواد عضوية مرتبطة بغرويات الطين ويتمعدن منها سنوياً ما يعادل(1 – 2.5)%.

**أنواع الأسمدة العضوية**

أ- طبيعية : السماد الأخضر- الزبل (السماد البلدي) – سماد البيوغاز- الخث.

ب- طبيعية صناعية : سماد قمامة المدن – حمأة الصرف الصحي .

**أ – الأسمدة العضوية الطبيعية:**

**1 – السماد الأخضر** : ينتج عن قلب النباتات المزروعة جزئياً أو كلياً في التربة بهدف زيادة كمية المادة العضوية والآزوت وحفظ العناصر الغذائية المعدنية من الفقد.

**2 – الزبل (السماد البلدي)**: يتألف هذا السماد من الإفرازات الصلبة والسائلة للحيوانات الممزوجة مع الفرشة المستعملة في المراقد . ويختلف التركيب الكيميائي لسماد الإسطبل تبعاً لعمر الحيوانات ونوعها ونظام تغذيتها وتتكون بصورة رئيسة من الكربوهيدرات والبروتينات والأملاح المعدنية ويمكن أن يكون طازجاً أو متخمراً بشكل هوائي ضمن حفرة فنية مدة ثلاثة أشهر.

**3 – سماد البيوغاز**: يشبه الزبل من حيث التركيب، إلا أن طريقة الحصول عليه مختلفة، حيث ينتج ضمن مخمر خاص كالنموذج الصيني أو الهندي إضافة للحصول على غاز حيوي هو الميثان في ظروف لاهوائية خلال مدة زمنية قصيرة.

**4 – الخث** : مواد عضوية متراكمة في الأراضي الغدقة أو المستنقعات، وبلغت درجة مختلفة من التحولات الحيوية.

**ب – الأسمدة العضوية الطبيعية الصناعية:**

**1 – سماد قمامة المدن**: عبارة عن مخلفات قمامة المدن العضوية المجمعة بعد خضوعها إلى عدة عمليات تخلصها من المواد الغريبة وتخمر هوائياً ضمن أكوام مدداً زمنية مختلفة حسب درجة النضج .

**2 – حمأة الصرف الصحي المعالجة:** عبارة عن الحمأة (الوحل) الناتجة عن تنقية مياه الصرف الصحي، ويبحث حالياً عن أكثر الطرائق نجاعة وأسرعها لتخمير هذه الرواسب بقصد الحصول على مركبات دبالية تقدم للتربة تراكيز جيدة من العناصر المعدنية المتاحة للنبات .

**ثانياً: الأسمدة الكيميائية (المعدنية) الصلبة**

تعرف الأسمدة الكيميائية بأنها عبارة عن مركبات كيميائية تحتوي على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات وتساعد على زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية .

**أنواعها :**

1- أسمدة بسيطة: تحتوي على عنصر واحد (نتروجين, فوسفور, بوتاسيوم).

2- أسمدة مركبة: تحتوي على عنصرين سماديين على الأقل ( فوسفات أحادية البوتاسيوم أو نترات البوتاسيوم) .

**وتقسم حسب العنصر الذي يدخل في تركيب السماد الكيميائي كما يلي:**

**1. الأسمدة الآزوتية :**

- اليوريا $CO(NH_2)_2$
- نترات الأمونيوم $NH_4NO_3$
- كالنترو $CaCO_3\ NH_4NO_3$
- سلفات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$

**2. الأسمدة الفوسفاتية:**

- فوسفات طبيعية مطحونة : الأباتيت $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$
- فوسفات معاملة حرارياً : تنتج عن مزيج من كربونات الصوديوم وفوسفات طبيعية
- فوسفات معاملة بالحموض :

– السوبر فوسفات العادي $Ca(H_2PO_4)_2$ : ينتج عن طريق تفاعل الأباتيت مع حمض الكبريت، وتبلغ نسبة $P_2O_5$ فيه 20 % .

– السوبر فوسفات الثلاثي $Ca(H_2PO_4)_2$ :ينتج عن تفاعل الأباتيت مع حمض الفوسفور وتبلغ نسبة $P_2O_5$ فيه 46 % .

- فوسفات الأمونيوم :

– فوسفات أحادية الأمونيوم $NH_4H_2PO_4$

– فوسفات ثنائية الأمونيوم $(NH_4)_2HPO_4$

**3. الأسمدة البوتاسية :**

- سلفات البوتاسيوم : $K_2SO_4$
- نترات البوتاسيوم : $KNO_3$
- فوسفات البوتاسيوم الأحادية : $KH_2PO_4$
- فوسفات البوتاسيوم الثنائية : $K_2HPO_4$

4. **أسمدة العناصر الصغرى** : كبريتات أو نترات المعدن أو أكاسيده.

- كبريتات حديدي $FeSO_4\ 7H_2O$
- كبريتات منغنيز $MnSO_4\ H_2O$
- كبريتات نحاس $CuSO_4\ 5H_2O$
- كبريتات زنك $ZnSO_4$
- حمض بوريك $H_3BO_3$

**ثالثاً: الأسمدة الكيميائية السائلة والمعلقة**

يطلق مفهوم الأسمدة السائلة على المحاليل السمادية التي تحتوي على عنصر أو أكثر من العناصر السمادية. ويحسب تركيز هذه الأسمدة على أساس 100 كغ من المنتج (w/w)، أو التركيز على أساس 100 لتر من السائل ( w/v) .

تمتاز الأسمدة السائلة بسهولة استعمالها وسهولة التعامل معها وقلة الجهد اللازم لاضافتها والاقتصاد في العبوات وتوزيعها على الأرض بشكل منتظم وسريع وإمكانية إضافتها مع مبيدات الأعشاب ومواد المكافحة ومياه الري .

يمكن أن تحتوي الأسمدة السائلة على عنصر واحد أو عنصرين NP أو ثلاثة عناصر NPK أو أحد العناصر الصغرى أو أكثر.

**مثال:**

**أسمدة آزوتية فوسفاتية بوتاسية سائلة:**

تحضر محاليل هذه الأسمدة من اليورية ونترات الأمونيوم وأحياناً سلفات الأمونيوم أما الفوسفور فيؤمن عن طريق سماد فوسفات الأمونيوم أو البوتاسيوم عن طريق $KH_2PO_4$.

كما توجد محاليل سمادية تحوي العناصر الصغرى على صورة شيلات العنصر، ومن هذه المركبات العضوية:

Diethylene Triamine penta Acetate :DTPA

Ethylene Diamine tetra Acetate :EDTA

Ethylene Diamine Dihydroxyl Phenol Acetate :EDDHA

**تقدير النسبة المئوية للرطوبة في أسمدة مختارة:**

1_ توزن جفنة خزفية فارغة ولنفرض الوزن و1 .

2_ يوضع 2 – 3 غرام من العينة السمادية في الجفنة ولنفرض الوزن و2 .

3_ توضع الجفنة في فرن تجفيف عند درجة 105 ° م حتى ثبات الوزن ، ثم انقل الجفنة إلى مجفف زجاجي ، واتركها حتى تبرد، و لنفرض الوزن و3 .

4_ تعاد الجفنة إلى الفرن ثم تبرد وتكرر العملية حتى ثبات الوزن، ثم سجل الوزن بدقة .

$$\%\ \text{للرطوبة} = \frac{\text{وزن الماء المتبخر}}{\text{وزن السماد}} \times 100 = \frac{\text{و2 ـ و3}}{\text{و3 ـ و1}} \times 100$$

**تقدير التحبب في أسمدة مختارة :**

نسبة التحبب : وهي عبارة عن النسبة المئوية لوزن حبيبات السماد التي تراوح أقطارها (1 – 4 ) مم.

**طريقة العمل :**

1 ـ يؤخذ ( 100غرام ) من السماد وتوضع في منخل قطره 4 مم .

2 ـ يؤخذ وزن القسم الذي يبقى فوق المنخل والذي أقطاره 4 مم ، وليكن a.

3 ـ يؤخذ السماد المنخول ويوضع فوق منخل 1 مم ويوزن الجزء المار من المنخل وليكن الوزن b.

4 ـ التحبب % = 100 - ( b + a )

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# الفصل الثالث عشر

# اختبارات الأسمدة الفوسفاتية

يعتمد مبدأ تقدير الفوسفور في السماد الفوسفوري على استخلاصه بمحلول مناسب، ومن ثم تقديره في المستخلص السمادي بطريقة مناسبة، وتختلف كمية الفوسفور المتحررة من الأسمدة الفوسفاتية باختلاف السماد وتركيبه. ويُعدّ الفوسفور الذائب في الماء والسترات ممثلاً للفوسفور القابل لإفادة النبات .

## أولاً : تقدير الفوسفور $P_2O_5$ الذائب في الماء وفي سترات الأمونيوم :

يستخدم الماء المقطر لاستخلاص الفوسفور الذائب في الماء من السماد الفوسفوري، ويستخدم محلول سترات الأمونيوم لاستخلاص الفوسفور الذائب في السترات ، ومن ثم يقدر الفوسفور بطريقة فاندات مولبيدات الأمونيوم حيث يتشكل معقد أصفر اللون من فوسفومولبيدات الأمونيوم وتقاس شدته على جهاز المطياف الضوئي عند طول موجة 470 نانومتراً. ويمكن حساب النسبة المئوية للفوسفور وذلك بالاستعانة بالخط البياني الذي يبين العلاقة بين شدة اللون الأصفر المتشكل وتركيز أيون الفوسفور في المحاليل القياسية

**طريقة العمل:**

**أ – تحضير المستخلص السمادي للفوسفور الذائب بالماء:**

- توضع على ورقة ترشيح في قمع 0.5 – 1 غرام عينة سمادية مطحونة، ويضاف إليها 250 مل من الماء المقطر على عشر دفعات (مراعياً عدم إضافة الدفعة الجديدة من الماء المقطر قبل رشح كامل الدفعة السابقة) واستقبل الراشح في دورق معياري سعة 500 مل.( يتم الاحتفاظ بورقة الترشيح وما عليها من راسب من أجل تقدير الفوسفور الذائب في سترات الأمونيوم).

- أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة، وجانس محتويات الدورق المعياري جيداً.

**ب – تحضير المستخلص السمادي للفوسفور الذائب بالسترات:**

- خذ ورقة الترشيح السابقة وما عليها من راسب وضعها في دورق مخروطي سعة 250 مل.

- أضف إليها 100 مل من محلول سترات الأمونيوم المسخن إلى درجة 60 °م واترك الدورق مدة ساعة مراعياً خضه من حين لآخر.

- رشح محتويات الدورق المخروطي في دورق معياري سعة 500 مل، ثم اغسل البقايا على ورقة الترشيح بقرابة 50 مل ماءً مقطراً ساخناً إلى درجة 60 °م على خمس دفعات، مراعياً عدم إضافة الدفعة الجديدة من الماء المقطر الساخن قبل رشح الدفعة التي تسبقها .

- اترك المحلول حتى يبرد، ثم مدد الحجم بالماء المقطر حتى 500مل.

## ثانياً: تقدير الفوسفور الكلي في السماد:

**- تقدير الفوسفور الكلي في سماد السوبر فوسفات :**

**المبـــدأ :** يعتمد على هضم العينة السمادية بمزيج من محلول مركز من حمـــض كلور الماء وحمض الآزوت بنسبة ( 1 : 2.5 ) على الترتيب .

**خطوات العمل :**

1- يوزن 1 غرام من السماد المطحون الناعم ويوضع في دورق سعة ( 250 مل) ويضاف للإذابة 25مل من حمض كلور الماء المركز و 10 مل من حمض الآزوت المركز .

2- يوضع الدورق على سخان كهربائي للتخلص من الأبخرة النارنجية أو أكاسيد الآزوت مدة (45 دقيقة) حتى تظهر الغازات ذات اللون الأبيض.

3- يرفع الدورق عن السخان ويترك ليبرد ثم يكمل حتى العلامة بالماء المقطر.

4- يؤخذ 5 مل من المحلول وتوضع في دورق معياري سعة 100 مل ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**مرحلة إظهار اللون والتقدير:**

1- خذ بالماصة 5 مل من المستخلص السمادي لتقدير كل من الفوسفور الذائب بالماء والذائب بالسترات والفوسفورالكلي كلاً على حده، وضعها في دوارق معيارية سعة 50 مل.

2- أضف لكل دورق 10 من محلول مولبيدات فاندات الأمونيوم.

3- أكمل الحجم بالماء المقطر للدوارق المعيارية حتى العلامة، وجانس جيداً، ثم انتظر 30 دقيقة وخذ قراءة الامتصاص الضوئي للون الأصفر على جهاز القياس الطيفي عند طول موجة 470 نانومتراً.

4- حضر محاليل قياسية في دوارق معيارية سعة 50 مل من محلول تركيز $P_2O_5$ فيه 100 PPm بالتراكيز التالية:

0، 5، 10، 15، 20، 40، 80,60 ,100 PPm $P_2O_5$ . وخذ قراءة الامتصاص الضوئي لها.

**الأدوات:**

ماصة حجمية سعة 10مل ، دورق معياري سعة 500 مل ، قمع زجاجي، دورق مخروطي، دوارق معيارية سعة 50 مل ، مخبار مدرج سعة 10 مل ، ورق ترشيح ، جهاز القياس الطيفي .

**المحاليل اللازمة:**

**<u>محلول سترات الأمونيوم :</u>**

يذاب 370 غراماً من حمض الستريك المبلور في 1.5 لتر من الماء المقطر، ثم يضاف إليه 345 مل من هيدروكسيد الأمونيوم (28%) ، بعدئذٍ يبرّد المحلول وتضبط درجة حموضته إلى pH = 7 بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم (1: 7 ماء مقطر)، أو بمحلول من حمض الستريك. يعقب ذلك تمديد المحلول

ليصبح وزنه النوعي على درجة 20 °م مساوٍ لـ 1.09 غ/سم$^3$ (مجمل الحجم نحو لترين) ، ومن ثم يحفظ في زجاجات محكمة الإغلاق . يقاس رقم pH المحلول من وقت لآخر ويضبط على الرقم 7 من وقت لآخر.

**محلول مولبيدات الأمونيوم – فاندات الأمونيوم:**

- يذاب 25 غرام من مولبيدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ في 400 مل ماء مقطراً ساخناً، ويترك المحلول كي يبرد (محلول A).

- يذاب 1.25 غرام من فاندات الأمونيوم $NH_4VO_3$ في 300 مل ماء مقطراً ساخناً. ويترك المحلول حتى يبرد ( محلول B ).

- يضاف محلول (B) إلى محلول (A) ثم يضاف إلى المزيج الناتج 250 مل من حمض الآزوت المركز $HNO_3$ يعقب ذلك التبريد وتمديد الحجم إلى لتر بالماء المقطر.

**محلول فوسفور قياسي ($P_2O_5$ ppm100):**

يوزن 0.1915 غرام بالضبط من فوسفات البوتاسيوم الأحادية $KH_2PO_4$ المجففة على درجة 105 °م حتى ثبات الوزن، ثم تذاب هذه الكمية في قليل من الماء المقطر، ويمدد الحجم بالماء المقطر إلى لتر واحد.

**طريقة الحساب:**

بعد رسم الخط البياني الذي يبين العلاقة بين تركيز الفوسفور ($P_2O_5$) ppm وقراءة الامتصاص الضوئي للمحاليل القياسية، يتم اسقاط قراءة العينة

على الخط البياني ويؤخذ التركيز المقابل لها. ثم تحسب النسبة المئوية لكل من الفوسفور الذائب بالماء والذائب بالسترات وكذلك الفوسفور الكلي كل على حده.

**مثال:**

في تجربة لتقدير الفوسفور الكلي في سماد سوبر فوسفات الثلاثي، أخذ 0.5 غرام، وبعد الهضم وإكمال الحجم حتى 500 مل، أخذ 5 مل من مستخلص السماد إلى دورق معياري سعة 50 مل وبعد إظهار اللون الأصفر واسقاط قراءة الامتصاص الضوئي على محور التراكيز كان التركيز من الخط البياني 45 ppm $P_2O_5$. والمطلوب احسب النسبة المئوية للفوسفور الكلي في السماد.

**الحل:**

$$(ppm)\ P_2O_5 = \text{التركيز من الخط البياني} \times \text{عدد مرات التمديد}$$

$$450000 = 10000 \times 45 =$$

$$\%\ 45 = 10000 \div (ppm)\ P_2O_5 = P_2O_5\ \%$$

# الفصل الرابع عشر

# تقدير العناصر الصغرى في التربة والنبات والأسمدة العضوية

# Determination of Trace Elements

**يقصد بالعناصر الصغرى:**

مجموعة العناصر الأساسية التي تدخل في تركيب النبات بكميات قليلة جداً، ومع ضعف نسبتها في النبات فإنها تقوم بدور الوسيط في التفاعلات الكيميائية والتحولات التي تتم داخل النبات، وتضم مجموعة العناصر كلاً من الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس والبورون والملبدينوم.

## أولاً: تقدير العناصر الصغرى القابلة للإفادة في التربة بطريقة DTPA ( ثنائي إثلين رباعي أمين خماسي حمض الخلdiethlene triamin pentaacetic acid ):

يؤدي انخفاض تركيز العناصر الصغرى في التربة إلى ظهور أعراض النقص على النباتات النامية عليها، كما أن زيادة تركيزها على الحد المسموح به يؤدي إلى حالة من سمية النباتات .

**استخلاص العناصر القابلة للإفادة بطريقة DTPA :**

تعتمد هذه الطريقة على إذابة العناصر القابلة للإفادة باستعمال محلول DTPA (ثنائي إثلين رباعي أمين خماسي حمض الخل diethlene triamin pentaacetic acid) حيث أن DTPA مركب مخلبي ، يرتبط بأيونات المعدن

الحرة في المحلول ليشكل معقدات ذوابة، ويُعدّ DTPA من أفضل المستخلصات وذلك لدوره في إذابة كربونات الكالسيوم مما يؤدي إلى تحرر العناصر الصغرى وخاصة في الترب الكلسية . كما يتمتع DTPA بسعة تبادلية تمكنه من تعقيد المغذيات الصغرى بعشر مرات أكثر من أوزانها الذرية.

**طريقة العمل :**

1- يوزن 10 غرام من التربة المجففة الناعمة وتوضع في دورق مخروطي أو زجاجة
سعة 100 مل.

2- يضاف 20 مل من محلول DTPA.

3- يغلق الدورق أو الزجاجة وتحرك على هزاز كهربائي مدة ساعتين في درجة حرارة 25 ْم.

4- يرشح المعلق ويجب أن يكون الراشح عديم اللون.

5- يحفظ الراشح لتقدير Zn و Cu و Fe و Mn على جهاز الامتصاص الذري.

## ثانياً: تقدير العناصر الصغرى الكلية في التربة والنبات والأسمدة العضوية بطريقة الترميد:

1- يوزن 5 غرام من العينة الجافة المطحونة وترمّد في بوتقة أو جفنة بورسلان إلى درجة حرارة 600 ْم مدة ساعتين .

2- ينقل الرماد إلى دورق معياري سعة 250 مل ويضاف 25 مل من حمض كلور الماء 25 % وقرابة 150 مل ماءً مقطراً تقريباً .

3- يسخن على حمام مائي مدة ساعة ، ثم يبرد ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة .

4- يرشح ، ثم تؤخذ القراءة على جهاز الامتصاص الذري بعد أخذ قراءات المحاليل القياسية .

**القياس على جهاز الامتصاص الذري:**

1- صفر الجهاز بوجود الشاهد (الغُفل) .

2 – خذ قراءات الامتصاص للمحاليل القياسية للعنصر المراد قياسه.

3 – خذ قراءات الامتصاص للعينات.

4 – أعد الخطوات 1 – 3 لكل عنصر.

5 – في حال أعطى الجهاز Sign أو Over لبعض العينات ، فإن ذلك يشير إلى أن العينة تحوي تراكيز أعلى من تراكيز المحاليل القياسية، وبالتالي تمدد العينة (2 –5 مرات).

**الأدوات:**

ميزان حساس ، دوارق سعة 100 مل، أنابيب تتسع 20 مل، بوتقة بورسلان ،هزاز كهربائي، ورق ترشيح، دوارق معيارية سعة 50 مل , جهاز امتصاص ذري ، مرمدة ، لمبات خاصة بـ Zn و Cu و Fe و Mn.

**المحاليل اللازمة:**

**محلول DTPA 0.005 M، $CaCl_2.H_2O$ M0.01، TEA(triethanolamine) 0.1 M.، pH= 7.3:**

أ – يذاب 1.967 غرام من DTPA في قليل من الماء في دورق معياري سعة 1 لتر.

ب – يوزن 1.47 غرام من $CaCl_2.2H_2O$ وتضاف إلى الدورق نفسه وتذاب جيداً.

ج – يضاف 13.3 مل من محلول TEA (triethanolamine) إلى الدورق المعياري السابق ويضاف قرابة 900 مل ماءً مقطراً و يتم مزج الفقرات أ و ب و ج جيداً، ويضبط الـ pH على 7.3 باستعمال HCl 1 نظامي ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة ويجانس جيداً, فنحصل على محلول الاستخلاص DTPA ذي العيارية 0.005 مول .

**حمض كلور الماء 25 % :**

يؤخذ 634.8 مل من حمض كلور الماء المركز وتوضع في دورق معياري سعة لتر ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**محلول قياسي أم 100 ppm لكل عنصر:**

تذاب كمية من الملح (حسب الجدول التالي) في حجم صغير من الماء مع التحريك بعد إضافة 5 مل من حمض الكبريت 5 %. وعندئذٍ يكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر.

| العنصر | تركيز المحلول الأم (ppm) | الملح المستخدم | الكمية(غ) المذابة في ـ لتر من المحلول |
|---|---|---|---|
| Zn | 100 | $ZnSO_4$ | 0.2476 |
| Fe | 100 | $FeSO_4.7H_2O$ | 0.4964 |
| Cu | 100 | $CuSO_4.5H_2O$ | 0.3976 |
| Mn | 100 | $MnSO_4.H_2O$ | 0.3076 |

**تحضير محاليل قياسية ، مثال حالة الزنك:**

1- خذ 10 مل من المحلول القياسي الأم وضعها في دورق معياري 100 مـل وأكمل الحجم حتى العلامة بـ DTPA لتحضير محلول قياسي بنت تركيزه 10 ppm.

2- خذ 1، 2، 4، 6، 8، مل من المحلول البنت(10 ppm) إلى دوارق معيارية سعة 100 مل، وأكمل الحجم حتى العلامة بـ DTPA ، وهذا سيعطي التراكيز التالية للزنك: 0.1، 0.2، 0.4، 0.6، 0.8 ppm.

**طريقة الحساب:**

تركيز العنصر في التربة = DF × C

مغ/كغ (ppm)

**حيث أن:**

C : تركيز العنصر من المنحنى القياسي (ppm)

DF: عدد مرات التمديد .

جهاز الامتصاص الذري

**ملاحظات:**

1- تأكد أن الماء المقطر المستخدم وكذلك الزجاجات خالية من العناصر الصغرى.

2- يجب غسل الزجاجات والدوارق المستعملة بالماء المقطر الحامضي أولاً وبعده بالماء المقطر.

3- تأثير زمن الخض ، وتركيز DTPA، pH ودرجة الحرارة خلال الخض .

الـ pH المناسب لمحلول الاستخلاص هو 7.3، زمن الخض = 2 ساعة، درجة الحرارة 25 ± 1، ويجب أن يرشح المعلق مباشرة بعد زمن الخض (2 ساعة) .

## تقدير البورون المتاح في التربة

## Determination of Available Boron

**مقدمة:**

يوجد البورون في الترب بكميات منخفضة نسبياً، ويُعدّ معدن التورمالين Tormaline من أهم المعادن المحتوية عليه.

يؤدي نقص البورون في الترب إلى ظهور أعراض نقصه على العديد من النباتات، ومن أهمها ظاهرة اهتراء القلب Heart Rot في درنات الشوندر السكري والتفلن الداخلي Internal Cork على ثمار التفاح .

**طريقة استخلاص البورون بالماء الساخن والتقدير بالطريقة اللونية:**

يُعدّ البورون الذائب بالماء هو الشكل المتاح، ويستخلص من التربة باستخدام الماء المغلي ويقدر البورون بالطريقة اللونية باستخدام محلول azomethine-H.

**أ – طريقة الاستخلاص:**

1- خذ 10 غرام من التربة وضعها في دورق مخروطي سعة 100 مل.

2- أضف 50 مل من الماء المقطر وقرابة 0.4 غرام من الكربون النشط.

3- اغل المزيج مدة 5 دقائق ورشح مباشرة من حلل ورق ترشيح مناسب.

**ب ــ القياس:**

1- خذ 5 مل من الراشح وضعها في دورق معياري سعة 25 مل.

2- أضف 2 مل من المحلول المنظم.

3- أضف 2 مل من EDTA (M 0.025).

4- أضف 2 مل من محلول azomethine - H.

5- امزج المحتويات جيداً.

6- أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر ، وانتظر 30 دقيقة ، ثم قس شدة الامتصاص الضوئي على طول موجة 420 نانومتراً.

**ملاحظة:** يمكن أن يبقى اللون ثابتاً حتى4 ساعات.

7- حضر محاليل قياسية للبورون من محلول أم (تركيز الـB فيه 5 ppm ) بالتراكيز التالية:

0.05 ، 0.10 ، 0.1 ، 0.2 ، 0.4، 0.8 ppm.

**تحضير محاليل قياسية للبورون في التربة:**

1- يُذاب 0.571 غرام من حمض البوريك $H_3BO_3$ في حجم قليل من الماء المقطر، ويُكمل الحجم حتى لتر، لتحصل على محلول أم تركيزه 100 ppm .

2- يؤخذ 5 مل من المحلول الأم (100 ppm) وتوضع في دورق معياري سعة 100 مل، ويكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر. هذا المحلول يحوي بورون بتركيز 5 ppm.

يؤخذ 0.50 ، 1.0 ،2.0 مل ، 4.0 ، 10.0 مل من المحلول (5 ppm) إلى سلسلة من الدوارق المعيارية حجمها 50 مل. ثم يضاف 2 مل من كل من المحلول المنظم ومحلول EDTA ومحلول azomethine - H، وامزج جيداً وانتظر 30 دقيقة ثم أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر. وتقاس شدة الامتصاص الضوئي على جهاز الامتصاص الضوئي عند طول موجة 420 نانومتراً، لتعطي التراكيز التالية:

0.05 ، 0.10 ، 0.2 ، 0.4، 1.0 ppm.

3 - حضر شاهداً ( بدون بورون ) من الماء المقطر.

**تقدير البورون في النبات بطريقة الترميد**

1- زن 1 غرام من العينة النباتية ، وانقلها إلى جفنة من البورسلان واخلطها مع 1 غرام من CaO.

2- ضع الجفنة في مرمدة وارفع درجات الحرارة تدريجياً حتى 600 م.

3- تابع الترميد على درجة حرارة 600 م مدة ثلاث ساعات.

4- انقل الرماد إلى دورق معياري سعة 100 مل وأضف 10 مل حمض كلور الماء 25 % وحوالي 50 مل ماء مقطر .

5- سخن على حمام مائي مدة ساعة واحدة، ثم برّد وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

6- رشح مباشرة من خلال ورق ترشيح مناسب، و أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

**القياس:**

1- خذ 5 مل من الراشح وضعها في دورق معياري سعة 25 مل.

2- أضف 2 مل من المحلول المنظم.

3- أضف 2 مل من EDTA (M 0.025).

4- أضف 2 مل من محلول azomethine - H.

5- امزج المحتويات جيداً.

6- أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر، وانتظر 30 دقيقة، ثم قس شدة الامتصاص الضوئي على طول موجة 420 نانومتراً.

7- حضر محاليل قياسية للبورون من محلول أم (تركيز الـ B فيه 20 ppm ) بالتراكيز التالية:

0.5 ، 1.0 ، 1.5 ، 2.0 ، 2.5، 3 ppm .

**المحاليل اللازمة:**

**محلول azomethine - H:**

**Amino 2.7 – naphthalene disulfonic acid 4–Hydroxy–S–[Salicylidene**

يذاب 0.45 غرام من azomethine–H، و 1 غرام حمض الأسكوربيك في 100 مل ماءً مقطراً، وفي حالة عدم الذوبان يسخن المحلول, ويحفظ المحلول بعد استعماله في البراد ويصلح مدة أسبوعين كحدٍ أقصى.

**محلول منظم:**

يذاب 250 غرام من خلات الأمونيوم و 15 غرام من EDTA ثنائي الصوديوم في 400 مل ماءً مقطراً، ثم يضاف ببطء 125 مل من حمض الخل الثلجي ومن ثم امزج جيداً.

**محلول EDTA 0.025 M):**

يذاب 9.3 غرام من EDTA في لتر من الماء المقطر.

حضر شاهداً (بدون بورون ) من الماء المقطر.

**تحضير محاليل قياسية للبورون في النبات:**

1– أذب 0.114 غرام من حمض البوريك $H_3BO_3$ في حجم قليل من الماء المقطر ، وأكمل الحجم حتى لتر، لتحصل على محلول أم تركيزه 20 ميكروغرام B / 1مل (20 ppm).

2– خذ 2.5، 5.0، 7.5، 10، 12.5، 15 مل من المحلول (20 ppm) إلى سلسلة من الدوارق المعيارية حجم كل منها 100 مل. ثم يضاف 2 مل من كل

من المحلول المنظم ومحلول EDTA ومحلول azomethine -H، وامزج جيداً وانتظر 30 دقيقة ثم أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر وجانس. وتقاس شدة الامتصاص الضوئي على جهاز الامتصاص الضوئي عند طول موجة 420 نانومتراً، لتعطي التراكيز التالية :

0.5، 1.0، 1.5، 2.0، 2.5، 3 ppm.

حضر شاهداً (بدون بورون) من الماء المقطر.

**طريقة الحساب:**

تركيز البورن في التربة أو النبات = C × DF

مغ/كغ (ppm)

حيث أن:

C: تركيز العنصر من المنحنى القياسي (ppm)

DF: عدد مرات التمديد .

# الملاحق

## تحضير محاليل واقية أو دارئة (Buffer) من حمض الخل وماءات الأمونيوم

| pH | مل O.2N.CH3COOH | مل O.2.NH4OH | ماء مقطر مل |
|---|---|---|---|
| 3.0 | 99.24 | 0.76 | يضاف 100 مل من الماء المقطر |
| 3.4 | 93.40 | 6.60 | |
| 3.8 | 88.20 | 11.80 | |
| 4.2 | 80.20 | 19.80 | |
| 4.6 | 66.00 | 34.00 | |
| 5.0 | 58.60 | 41.40 | |
| 5.4 | 54.60 | 45.40 | |
| 5.8 | 50.90 | 49.10 | |
| 6.2 | 50.40 | 49.60 | |
| 6.6 | 50.30 | 49.70 | |
| 7.0 | 50.00 | 50.00 | |
| 7.4 | 48.40 | 51.60 | |
| 7.8 | 47.80 | 52.20 | |
| 8.2 | 46.40 | 53.60 | |
| 8.6 | 44.70 | 55.30 | |
| 9.0 | 41.00 | 59.00 | |
| 9.4 | 34.00 | 66.00 | |
| 9.8 | 28.80 | 76.20 | |
| 10.2 | 16.00 | 84.00 | |
| 10.6 | 9.80 | 90.20 | |
| 11.0 | 2.48 | 97.52 | |

Damascus University

## تحويل مليمكافئ في اللتر إلى جزء في المليون *

| اضرب مليمكافئ/لتر | بـ الوزن المكافئ | للحصول على جزء في المليون |
|---|---|---|
| Ca | 20.04 | Ca |
| Mg | 12.16 | Mg |
| Na | 23.00 | Na |
| K | 39.10 | K |
| Cl | 35.46 | Cl |
| SO4 | 48.03 | SO4 |
| CO3 | 30.00 | CO3 |
| HCO3 | 61.01 | HCO3 |
| PO4 | 31.65 | PO4 |
| CaSO4.2H2O | 86.09 | CaSO4.2H2O |
| CaCO3 | 50.04 | CaCO3 |
| NO3 | 62.00 | NO3 |

* يمكن تحويل الكمية من مليمكافئ إلى مليغرام بالضرب بالوزن المكافئ.

## تحويل وزني لبعض العناصر والمركبات الكيميائية

| اضرب الكمية من | بـ | للحصول على كمية |
|---|---|---|
| Al | 1.890 | Al2O3 |
| Al2O3 | 0.529 | Al |
| Ba | 1.699 | BaSO4 |
| BaSO4 | 0.588 | Ba |
| BaSO4 | 0.137 | S |
| BaSO4 | 0.412 | SO4 |
| Ca | 2.497 | CaCO3 |
| Ca | 4.296 | CaSO4.2H2O |
| CaCO3 | 0.400 | Ca |
| CaSO4.2H2O | 0.233 | Ca |
| CaO | 0.715 | Ca |
| CaC2O4 | 0.313 | Ca |
| Ca3(PO4)2 | 0.129 | Ca |
| CaSO4.2H2O | 0.558 | SO4 |
| CaCO3 | 0.440 | CO2 |
| Ca(HCO3)2 | 0.543 | CO3 |
| CO2 | 0.273 | C |
| C | 3.664 | CO2 |
| Ag Cl | 0.247 | Cl |
| Cl | 4.043 | Ag Cl |
| Cl | 1.648 | Na Cl |
| K Cl | 0.476 | Cl |
| Cl | 2.103 | K Cl |
| Na Cl | 0.607 | Cl |
| FeSO4.(NH4)2SO46H2O | 0.142 | Fe |

| للحصول على كمية | بـ | اضرب الكمية من |
|---|---|---|
| Fe | 0.209 | $FeSO_4.7H_2O$ |
| $Fe_2O_3$ | 0.287 | $FeSO_4.7H_2O$ |
| LiCl | 6.109 | Li |
| Li | 0.164 | LiCl |
| Mg | 0.603 | MgO |
| Mg | 0.099 | $MgSO_4.7H_2O$ |
| Mn | 0.363 | $MnSO_4$ |
| Mn | 0.774 | MnO |
| $NH_3$ | 1.216 | N |
| $(NH_4)_2SO_4$ | 4.717 | N |
| $NO_2$ | 3.284 | N |
| $NO_3$ | 4.427 | N |
| N | 0.165 | $NaNO_3$ |
| $HNO_3$ | 3.700 | $NH_3$ |
| N | 0.822 | $NH_3$ |
| $NO_3$ | 3.641 | $NH_3$ |
| N | 0.212 | $(NH_4)_2SO_4$ |
| N | 0.226 | $NO_3$ |
| $NH_3$ | 0.275 | $NO_3$ |
| N | 0.304 | $NO_2$ |
| $P_2O_5$ | 2.291 | P |
| $PO_4$ | 3.066 | P |
| P | 0.326 | $PO_4$ |
| $P_2O_5$ | 0.747 | $PO_4$ |
| P | 0.436 | $P_2O_5$ |
| $Ca_3(PO_4)_2$ | 2.18 | $P_2O_5$ |
| $PO_4$ | 1.338 | $P_2O_5$ |
| $P_2O_5$ | 0.458 | $Ca_3(PO_4)_2$ |
| P | 0.200 | $Ca_3(PO_4)_2$ |
| P | 0.246 | $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$ |

| للحصول على كمية | بـ | اضرب الكمية من |
|---|---|---|
| P | 0.360 | $Ca\ HPO_4H_2O$ |
| P | 0.228 | $KH_2PO_4$ |
| $K_2O$ | 1.205 | K |
| K | 0.524 | KCl |
| K | 0.830 | $K_2O$ |
| K | 0.449 | $K_2SO_4$ |
| $SiO_2$ | 2.139 | Si |
| Si | 0.469 | $SiO_2$ |
| Cl | 0.247 | Ag Cl |
| Ag Cl | 0.843 | $AgNO_3$ |
| Cl | 0.209 | $AgNO_3$ |
| Na | 0.434 | $Na_2CO_3$ |
| Cl | 0.607 | NaCl |
| Na | 0.393 | NaCl |
| Na | 0.274 | $NaHCO_3$ |
| Na | 0.324 | $Na_2SO_4$ |
| $CaSO_4.2H_2O$ | 5.370 | S |
| $SO_4$ | 2.995 | S |
| $H_2SO_4$ | 3.057 | S |
| S | 0.327 | $H_2SO_4$ |
| S | 0.186 | $CaSO_4.2H_2O$ |
| $SO_4$ | 0.557 | $CaSO_4.2H_2O$ |
| $CaSO_4.2H_2O$ | 1.781 | $SO_4$ |
| S | 0.322 | $SO_4$ |
| ZnO | 1.245 | Zn |
| $ZnSO_4.7H_2O$ | 4.398 | Zn |
| Zn | 0.227 | $ZnSO_4.7H_2O$ |
| $H_3BO_3$ | 5.716 | B |
| B | 0.175 | $H_3BO_3$ |
| B | 0.028 | $Na_2B_4O_7.10H_2O$ |

# تحضير بعض الحموض والقواعد السائلة

| اسم المادة | الوزن المكافئ | النظامية بالتقريب | التركيز % | الحجم اللازم أخذه بالمليلتر لتحضير لتر من محلول نظاميته | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 ن | 0.1 ن |
| حمض الكبريت $H_2SO_4$ | 49.04 | 35.5 | 95.0 | 28 | 2.8 |
| حمض كلور الماء HCl | 36.46 | 12.4 | 38.0 | 82 | 8.2 |
| حمض الآزوت $HNO_3$ | 63.02 | 16.2 | 72.0 | 62 | 6.2 |
| حمض الفوسفور $H_3P0_4$ | 98.00 | 44.00 | 85.0 | 23 | 2.3 |
| حمض الخل $CH_3COOH$ | 60.05 | 17.45 | 99.0 | 58 | 5.8 |

## حجم المحاليل ( بالمليلتر ) اللازمة لتحضير لتر واحد من الحموض وماءات الأمونيوم بتراكيز مختلفة

| اسم المادة | الكثافة عند 15م | النسبة المئوية الوزنية للمادة | التراكيز المئوية | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | %25 | %20 | %10 | %5 | %2 | %1 |
| HCl | 1.19 | 37.23 | 634.8 | 496.8 | 236.4 | 115.2 | 45.5 | 22.6 |
| $H_2SO_4$ | 1.84 | 95.6 | 167.7 | 129.9 | 60.6 | 29.3 | 11.5 | 5.6 |
| $HNO_3$ | 1.40 | 65.6 | 313.0 | 243.6 | 115.0 | 56.0 | 22.0 | 10.8 |
| $CH_3COOH$ | 1.05 | 99.5 | 247.8 | 196.7 | 97.1 | 48.2 | 19.2 | 9.0 |
| $NH_4OH$ | 0.91 | 25.0 | 1000.0 | 814.0 | 422.0 | 215.4 | 87.4 | 43.7 |

Damascus University

## رقم حموضة (pH) محاليل أهم الحموض والقلويات حسب نظاميتها

| نظامية المحلول | حمض كلور الماء | حمض الكبريت | حمض الخل | حمض الليمون | ماءات البوتاسيوم | ماءات الصوديوم | ماءات الأمونيوم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.0 | 0.14 | 0.02 | 2.22 | 1.44 | 14.22 | 11.06 | 11.78 |
| 1.0 | 0.10 | 0.01 | 24.3 | 1.57 | 13.91 | 13.88 | 11.62 |
| 0.5 | 0.36 | 0.27 | 2.55 | 1.47 | 13.64 | 13.62 | 11.48 |
| 0.2 | 0.74 | 0.64 | 2.74 | 1.92 | 13.26 | 13.26 | 11.27 |
| 0.1 | 1.02 | 0.92 | 2.89 | 2.04 | 12.98 | 12.97 | 11.12 |
| 0.05 | 1.32 | 1.19 | 3.02 | 2.20 | 12.69 | 12.68 | 10.97 |
| 0.02 | 1.70 | 1.54 | 3.22 | 2.43 | 12.30 | 12.30 | 10.77 |
| 0.01 | 2.00 | 1.80 | 3.38 | 2.60 | 12.00 | 12.00 | 10.62 |
| 0.005 | 2.30 | 2.07 | 3.52 | 2.77 | 11.70 | 11.70 | 10.46 |
| 0.002 | 2.70 | 2.42 | 3.74 | 3.05 | 11.30 | 11.30 | 10.26 |
| 0.001 | 3.00 | 2.70 | 3.89 | 3.22 | 11.00 | 11.00 | 10.11 |

Damascus University

| تراكيز أهم الحموض وماءات الأمونيوم | | | |
|---|---|---|---|
| المـــــادة | الكثافة عند 20°م | النسبة المئوية الوزنية | نظامية المحلول |
| ماءات أمونيوم مركزة | 0.907 | 25.0 | 13.4 |
| ماءات أمونيوم ممددة | 0.957 | 10.0 | 6.0 |
| ماءات أمونيوم ممددة | 0.977 | 5.0 | 3.0 |
| حمض آزوت مركز | 1.400 | 67.0 | 15.0 |
| حمض آزوت ممدد | 1.115 | 20.0 | 3.5 |
| حمض آزوت ممدد | 1.054 | 10.0 | 1.7 |
| حمض كبريت مركز | 1.834 | 95.0 | 36.0 |
| حمض كبريت ممدد | 1.178 | 25.0 | 6.0 |
| حمض كبريت ممدد | 1.032 | 5.0 | 1.2 |
| حمض كلور الماء مركز | 1.184 | 37.0 | 12.0 |
| حمض كلور الماء ممدد | 1.098 | 20.0 | 6.0 |
| حمض كلور الماء ممدد | 1.047 | 10.0 | 3.0 |
| حمض خل ثلجي | 1.050 | 100.0 | 17.5 |
| حمض خل ممدد | 1.013 | 10.0 | 1.7 |
| حمض خل ممدد | 1.005 | 5.0 | 0.9 |
| حمض فوسفور مركز | 1.700 | 85.0 | 14.7 |
| حمض فلور ماء مركز | 1.146 | 46.6 | 26.3 |

| أهم الدلائل والمشعرات الحامضية – القلوية<br>مرتبة حسب ارتفاع الـ pH | | | |
|---|---|---|---|
| اسم الدليل أو المشعر | التركيز % | المذيب | مجال تحويل الـpH ولون المشعر |
| 1- أحمر كريزول | 0.04 | كحول 50% | 1.8-0.2<br>أحمر ← أصفر<br>( التحول 1)<br>8.8-7.2<br>أصفر ← أحمر كهرماني<br>أرجواني (التحول 2) |
| 2- أزرق تيمول | 0.1 | أ-كحول 20%<br>ب-ماء+4.3مل من ماءات الصوديوم 0.05 نظامي لكل 100 مغ من المشعر | 2.8-1.3<br>أحمر ← أصفر<br>( التحول 1)<br>9.6-8<br>أصفر ← أزرق<br>( التحول 2) |

| اسم الدليل أو المشعر | التركيز % | المذيب | مجال تحويل الـpH ولون المشعر |
|---|---|---|---|
| 3- برتقالي ميثيل | 0.1 | ماء | 4.4-3 أحمر ← أصفر برتقالي |
| 4- أحمر كونغو | 0.1 | ماء | 5.2-3 أزرق ← بنفسجي ← أحمر |
| 5- أزرق بروم كريزول أخضر بروم كريزول | 0.1 | أ-كحول 20%<br>ب-ماء+2.9مل من ماءات الصوديوم 0.05 نظامي لكل 100 مغ من المشعر | 5.4-3.8<br>أصفر ← أزرق |
| 6- أحمر الميثيل | 0.1<br>0.2 | كحول 60% | 6.4-4.0 أحمر ← أصفر |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **7- أزرق بروم تيمول** | 0.05<br>0.1 | أ-كحول 20%<br>ب-ماء+3.2مل من ماءات الصوديوم 0.05 نظامي لكل 100 مغ من المشعر | 7.6-6<br>أصفر ← أزرق |
| **8- فينول فتالئين** | 0.1 | كحول 40% | 10.0-8.2 عديم اللون ←<br>أرجواني |
| **9- تيمول فتالئين** | 0.1 | كحول 90% | 1.06-9.4 عديم اللون ←<br>أزرق |
| **10- قرمزي نيلة** | 0.25 | كحول 50% | 14.0-11.6 عديم اللون ←<br>أحمر |

## المصطلحات العلمية :

| انكليزي | فرنسي | |
|---|---|---|
| Absorption spectroscopy | Absorption spectroscopy | امتصاص طيفي |
| Absorption | Absorption | امتصاص |
| Absorption spectrum | Absorption spectrum | طيف الامتصاص |
| Acid | Acid | حمض |
| Activity | Activity | نشاط |
| Adsorption | Adsorption | امتزاز |
| Adsorptive | Adsorptive | ماز |
| Ammonification | Ammonification | نشدرة |
| Analysis | Analysis | تحليل |
| Anion | Anion | انيون |
| Ash | Ash | رماد |
| Available | Available | متاح |
| Blank | Blank | شاهد , غُفْل |
| Chelate | Chelate | مخلبي |
| Colorimeter | Colorimeter | ملوان,مقياس لوني |
| Complexometric analysis | Complexo metric analysis | تحليل ترابطي |

| | | |
|---|---|---|
| Conductivity | Conductivity | موصلية |
| Displacement | Displacement | إزاحة |
| Dissociation | Dissociation | تفكك |
| Dissolubility | Dissolubility | انحلالية |
| Electric Arc | Electric Arc | قوس كهربائي |
| Electric conductivity | Electric conductivity | موصلية كهربائية |
| Electric conductance | Electric conductance | توصيل كهربائي |
| Electric potential | Electric potential | كمون كهربائي |
| Electromotive force | Electromotive force | قوى محركة كهربائية |
| Emission spectroscopy | Emission spectroscopy | ارسال طيفي |
| End point | End point | نقطة النهاية |
| Energy | Energy | طاقة |
| Energy level | Energy level | مستوى الطاقة |
| Equilibrium | Equilibrium | توازن |
| Equilibrium constant | Equilibrium constant | ثابت التوازن |
| Equilibrium regime | Equilibrium regime | نظام الاتزان |
| Equilibrium point | Equilibrium | نقطة التعادل |

| | | |
|---|---|---|
| | point | |
| Equivalent | Equivalent | معادل , مكافئ |
| Fertilizer | Fertilizer | سماد |
| Field capacity | Field capacity | سعة حقلية |
| Flame photometry | Flame photometry | مقياس ضوئي باللهب ( مضواء لهبي) |
| Formation constant | Formation constant | ثابت التكوين |
| Frequency | Frequency | تردد |
| Frequency curve | Frequency curve | منحنى التردد |
| Gravimetric analysis | Gravimetric analysis | تحليل وزني |
| Half reaction | Half reaction | نصف تفاعل |
| Hot plate | Hot plate | سخانة معدنية |
| Humidity | Humidity | رطوبة |
| Indicator | Indicator | مشعر |
| Intensity | Intensity | شدة |
| Ion | Ion | شاردة , ايون |
| Ligand | Ligand | رابطة |

| | | |
|---|---|---|
| Light absorptive capacity | Light absorptive capacity | شدة الامتصاص الضوئي |
| Lime | Lime | كلس |
| Muffle furnace | Muffle furnace | مرمدة |
| Nitrification | Nitrification | نترجة |
| Nodule | Nodule | عقيدة |
| Normal | Normal | نظامي |
| Normality | Normality | نظامية |
| Oven | Oven | فرن |
| Oxide | Oxide | أكسيد |
| Oxidation | Oxidation | أكسدة |
| Oxitization agent | Oxitization agent | عامل أكسدة |
| Permeability | Permeability | نفاذية |
| Photo cell | Photo cell | خلية ضوئية |
| pH value | pH value | قيمة pH |
| Polydentate | Polydentate | متعدد المخالب |
| Potential | Potential | كمون , طاقة |
| Pressure membrans Apparatus | Pressure membrans Apparatus | جهاز الضغط الغشائي |

| | | |
|---|---|---|
| **Radiation** | **Radiation** | اشعاع |
| **Redox reaction** | **Redox reaction** | تفاعل أكسدة-اختزال |
| **Reducing agent** | **Reducing agent** | عامل اختزال |
| **Reduction** | **Reduction** | اختزال |
| **Resistance** | **Resistance** | مقاومة |
| **Saturated** | **Saturated** | مشبع |
| **Saturation extract** | **Saturation extract** | مستخلص مشبع |

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

# المراجع :

## أولاً: المراجع العربية :


أبو نقطة، فلاح. 1995. علم التربة – الجزء العملي. منشورات جامعة دمشق.

ديب، بديع والشوا، عبد الرزاق. 1984. الخصوبة وتغذية النبات – الجزء العملي. منشورات جامعة دمشق .

الجلا، عبد المنعم وعبد العليم متولي ومحمد طه. 2000. تكنولوجيا أسمدة ومخلفات زراعية، منشورات جامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية.

الشاطر، محمد سعيد والقصيبي، عبد الله. 1995. الأراضي المتأثرة بالأملاح. منشورات جامعة الملك فيصل. المملكة العربية السعودية . مطابع الحسيني الحديثة .

عودة، محمود وشمشم، سـمير.2000. خصوبة التربة وتغذية النبات . الجزء العملي. منشورات جامعة البعث .

فارس، فاروق. 1992 . أساسيات علم الأراضي. منشورات جامعة دمشق.

قرواني، محي الدين ودرمش، محمد خلدون وقصاص، هناء والجاسـم، فاطمة. 1983. خصوبة التربة. منشورات جامعة حلب .

كردي، فؤاد، و ديب، بديع. 1981 . كيمياء التربة وخصوبتها – الجزء

العملي . منشورات جامعة دمشق .

## ثانياً: المراجع الأجنبية:

Berger, K. C, and E. Troug. 1939. Boron determination in soils and plnts. Ind.Eng. Anl. 11: 540-545.

Gupta, P. K. 2000. Soil , Plant,Water and Fertilizer analysis. Agrobios. India.

Hesse, P. R. 1971. A Text Book of Soil Chemical Analysis. John Murry Ltd. London, UK.P528.

Jackson, M L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice- Hall, Inc. Engle Wood Cliffs. NY.

Jones.J, B, - ( 2001 ) Laboratory Guide For Conducting Soil tests And plant Analysis CRC Press, BOCa.Raton New York – Washington,D.C.

Klara, P. Y. 1998. Handbook of Reference Methods for plant Analysis, CRC prss, Washington.

Marx.E.S , Hart-j, and Stevens.R.G ( 1999) . Soil test interpretation Guide Oregom State . university extension service.

Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter .In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Agron. Am. Soc. Agron; Madison, Wisconsin:USA 539-579.

Olsen, S. R and L. E. Sommers. 1982 . Phosphorus. Part2. Agronomy, No. 9. ASA. Madison, WI. U.S.A.

Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil . USDA, Handbook No. 60. Washington.D.C 150p.

Rowel, L. D. 1994. Soil Science: Methods and Applications. Longman Scientific and Technical. London.

Ryan, J.; Garabet, S.; Harmsen, K, and Rashid.A. 1996. A Soil and Plant Analysis Mnual Adpted for the West Asia and North Africa Region. ICARDA, Aleppo.

Saviozzi, A; R. Levi-Minzi and R. Riffaldi. 1993 . Methods of soil analysis, part1. Soil.Sci. Soc. Amer. Madison Wisconsin, USA.

Damascus University

اللجنة العلمية:

أ.د. فلاح أبو نقطة
أ.د. محمد سعيد الشاطر
أ.د. حسن حبيب

المدقق اللغوي: أ.د. لؤي خليل

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات الجامعية