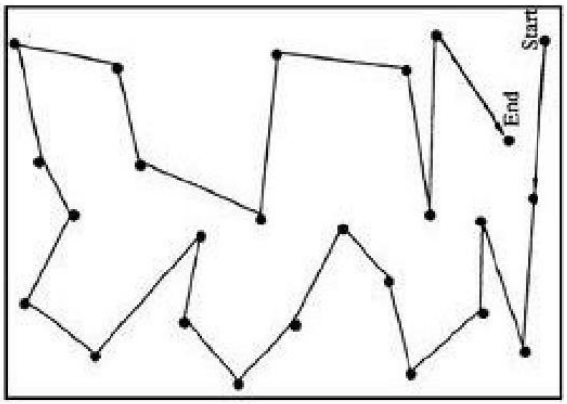
الفصل الأول: طرائق أخذ العينة الترابية Methods of soil sampling

إن الغرض الأساسي من تحليل عينات التربة الوصول للتوصية السمادية بمعرفة قدرة التربة النسبية على تزويد المحصول بالعناصر الغذائية خلال موسم النمو، و كذلك تقدير احتياجات الكلس، و تحديد بعض المشاكل مثل الملوحة، و يستخدم تحليل التربة أيضا كدليل لإدارة العناصر الغذائية المتعلقة بإضافة السماد العضوي. و بسبب اختلاف أنظمة الزراعة و اختلاف الأراضي و الحقول فيما بينها (التضاريس، خواص التربة ...إلخ) فليس هناك طريقة واحدة لجمع عينات التربة لتقدير العناصر الغذائية في جميع أنظمة الإنتاج و لكل الحقول. و قد حددت الأبحاث الأخيرة طرائق كثيرة لجمع عينات التربة، و من أهم هذه الطرائق و أكثرها شيوعاً ما يلي (Jacobson , 1998):

1. جمع عينات التربة بالطريقة العشوائية Random sampling method:

تُجمع في هذه الطريقة عينة مركبة (مؤلفة من عدد من العينات الفردية) بطريقة عشوائية (الشكل 5)، و ذلك لتقدير متوسط قيم العناصر الغذائية في الحقل، و بناءً على ذلك توضع توصية سمادية واحدة و التي تستند على متوسط العينة.



الشكل (5) جمع العينات بالطريقة العشوائية

و إن عدد العينات الفردية المأخوذة يقرر مدى دقة النتيجة، هذا و قد حددت أغلب الدراسات العلمية أن العينات المركبة و المؤلفة من عشرين عينة فردية تعطي قيم اختبار أكثر ثباتاً من العينات المؤلفة فقط من خمس إلى عشرة عينات فردية (Peters *et al*., 2007 ; Warnck, 2000 ; Franzen *et al*., 1998). و بالنسبة لمساحة الوحدة التحليلية (المساحة المأخوذة منها العينة المركبة) فالجدول التالي يبين عدد العينات المركبة المقترح جمعها من الحقول المتشابهة (Peters *et al*., 2007):

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

جدول(3)

حجم الحقل بالهكتار	عدد العينات المركبة المقترح جمعها
4 – 2	2
10 – 4.5	3
16– 10.5	4
24 –16.5	5
32– 24.5	6
40 – 32.5	7

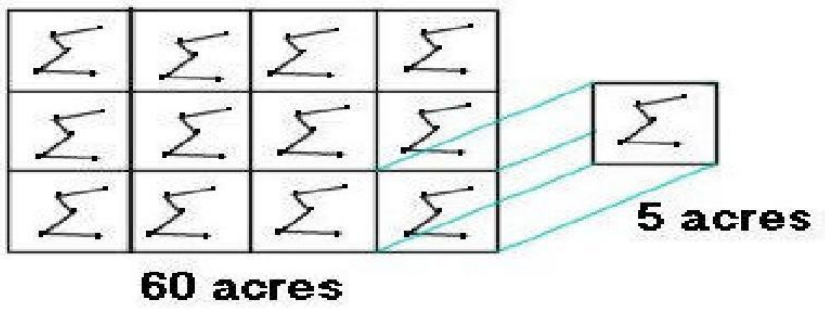
من ميزات هذه الطريقة أن كلفة جمع العينات منخفضة نسبياً و هي سريعة الإجراء مقارنة بباقي الطرائق.

2. جمع عينات التربة بالطريقة الشبكية Grid sampling method:

و هناك نموذجان عامان لجمع عينات التربة بالطريقة الشبكية و تتضمن:

- جمع عينات التربة بطريقة الخلية الشبكية Grid cell.
- جمع عينات التربة بطريقة النقطة الشبكية Grid point sampling method

1.2. جمع التربة بطريقة الخلية الشبكية: في هذا النموذج تُجمع عينات التربة بشكل عشوائي في خلية الشبكة (الشكل 6)، حيث تُؤخذ عدة عينات فردية من كافة أنحاء الخلية الشبكية لتشكل عينة مركبة واحدة.

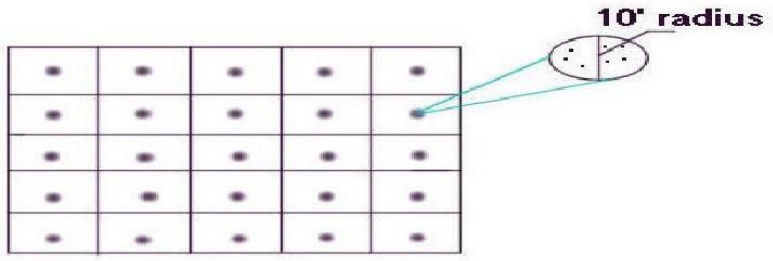


الشكل (6) جمع التربة بطريقة الخلية لشبكية

ملاحظة: 1 acres تعادل 4046.85 م^2

2.2. جمع عينات التربة بطريقة النقطة الشبكية: في هذا النموذج تُجمع عدة عينات حول نقطة مرجعية (محددة من قبل Gaps) كما في الشكل (7) واقعة ضمن الشبكة أو على تقاطعات الشبكة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

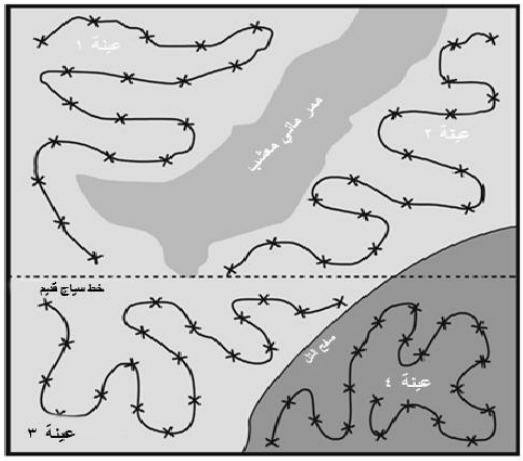


الشكل (7) جمع عينات التربة بطريقة لنقطة الشبكية

و إضافة إلى الطرائق السابقة، فقد حددت الأبحاث الأخيرة طرائق أخرى لجمع عينات التربة و تتضمن:

3. جمع عينات التربة بطريقة المنطقة Zone Sampling method:

و في هذه الطريقة تُؤخذ العينات المركبة من المناطق الرئيسة ضمن الحقل و التي تختلف في خواصها مثل القوام أو اللون أو غير ذلك (الشكل 8)، و هذه المناطق يجب أن تُؤخذ منها العينات بشكل منفصل (Dinkins and Jones, 2008):



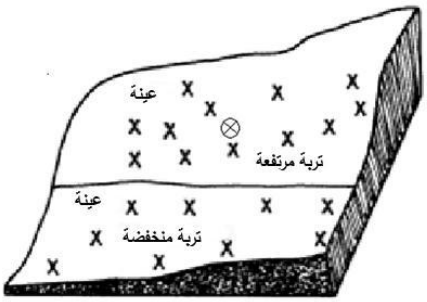
الشكل (8) جمع عينات التربة بطريقة المنطقة

4. جمع العينات الجغرافية/الطبوغرافية Topographic/Geographic sampling method:

تختلف الحقول في المعالم الطبيعة الطبوغرافية مثل الارتفاع و الانخفاض و درجة الميل و الانحدار، لذلك فإن الإعتيان بطريقة الوحدة الجغرافية/الطبوغرافية يأتي ليعالج اختلاف صفات التربة العائد لعدم تجانس الطبيعة الطبوغرافية بتحديد مناطق متجانسة طبوغرافياً.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

هناك طريقتين لإعتيان التربة بهذه الطريقة، الأولى (أ) هي أخذ عينة تربة مركبة لمنطقة متجانسة طبوغرافياً (من مركز هذه المنطقة و من عدة نقاط تحيط بالمركز) كما في الشكل (9)، أما الثانية (ب) فهي أخذ عينة تربة من المركز فقط لمنطقة متجانسة طبوغرافياً.



الشكل (9) طريقة (أ) لجمع عينات الوحدة الجغرافية/الطبوغرافية

5. جمع العينات بالاستناد إلى الإنتاجية Production sampling method:

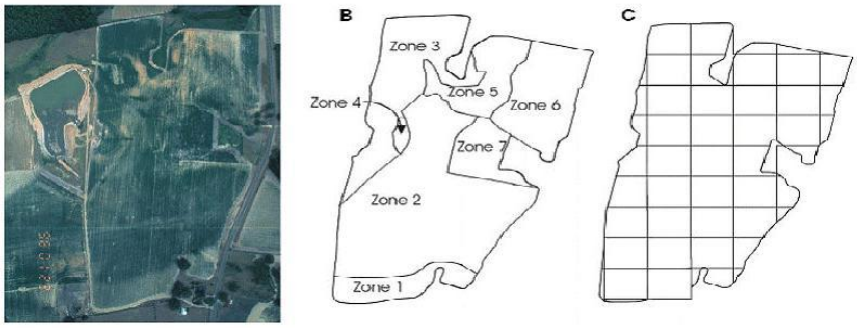
تستخدم هذه الطريقة خرائط إنتاجية المحاصيل و التي تنتج من جمع بيانات مراقبة الإنتاجية لتحديد موقع أخذ عينات التربة (من منطلق أن نمو المحاصيل و الإنتاجية تختلف بسبب عدة متغيرات في التربة كتركيب التربة و ممارسات إدارة التربة كالري و الصرف و التسميد ... الخ). إن بيانات الإنتاجية تستخدم مع GPS لإنتاج خارطة الإنتاجية للأرض و التي تعتبر الاستخدام الأفضل لتنبؤ إنتاجية منطقة في حال تم تقسيم الحقل الى قطاعات في برنامج GIS (أخذ متوسط الإنتاجية لكل قطاع)، القطاعات التي تتجاوز معدل الإنتاجية تعطى القيمة +1 و التي تقل عن المعدل تعطى القيمة (1) و التي تقارب المعدل تعطى القيمة (0) ، بتكرار هذه العملية كل عام سنحصل على خارطة تواتر الإنتاجية الموحدة (Normalized Yield Frequency Map) علماً أن الإنتاجية الموحدة لكل منطقة تحسب بتقسيم كل عينة على معدل إنتاجية الحقل و الناتج يعبر عنه بنسبة مئوية لمعدل إنتاجية الحقل و بجمع خرائط بيانات الإنتاجية الموحدة لعدة سنوات تعطي مدلولاً إلى المناطق التي تكون فيها الإنتاجية عالية أو منخفضة أو متوافقة مع المعدل الطبيعي. يمكن تحديد المواقع التي تؤخذ منها عينات التربة إذا ظهرت تغيرات في الإنتاجية لبعض القطاعات في الحقل بسبب عامل معين سيتم كشفه بتحليل تربة تلك القطاعات.

6. جمع العينات بالاعتماد على الاستشعار عن بعد Remote-Sensing sampling method:

تعتمد هذه الطريقة على تقانات الاستشعار عن بعد حيث تؤخذ صورة فضائية للمنطقة و تجمع مع معلومات جدولية ميدانية و خرائط رقمية عن المنطقة، تعالج هذه المعلومات في برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS لإنتاج خارطة معلومات جغرافية، البيانات و الصور المتحصل عليها بشكل أطوال موجات مميزة تفسر باستخدام الدلائل الشائعة مثل معامل التغير الطبيعي للنبات (NDVI) لتحليل طبقات الطيف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الضوئي و معرفة و تحديد مساحة الغطاء النباتي و متغيرات أخرى، المعلومات الدالة تنزل على خرائط لتشير عن مستويات مختلفة لمتغير خاص مثل محتوى الماء، محتوى عنصر غذائي، متغيرات التربة كلون التربة. و بسبب العلاقة بين الدلائل الجدولية و أي متغير من المتغيرات الأنفة الذكر فلا بد من التحقق و المقارنة بين القيم المحسوبة مع نتائج عينات ميدانية و إجراء المطابقة.



الشكل (10) A صورة جوية لحقل مساحته 67 فدان. B تحديد المناطق. C شبكة بمساحة للوحدة 2 فدان (Rains and Thomas, 2001)

أدوات جمع عينات التربة Sampling tools: إن أهم أدوات جمع عينات التربة ما يلي:

المجرفة spade، أوغر يدوي hand auger، مسبار يدوي hand probe، أوغر مسبار هيدروليكي hydraulic probe and auger. و أفضل هذه الأدوات لجمع عينات التربة هي المسبار اليدوي أو الآلي (Frazen and Cihacek, 1998). و عند جمع عينات التربة لابد من استخدام أدوات نظيفة و خالية من الصدأ و مطلية بالكروم أو مصنوعة من stainless steel و خاصة عند جمع العينات لتحليل العناصر الصغرى، كما يجب تخزين أدوات جمع عينات التربة في مكان خال من الملوثات مثل الأسمدة.

توقيت جمع عينات التربة Sampling time: يمكن جمع عينات التربة في أي وقت خلال السنة عندما تكون حرارة و رطوبة التربة و الظروف الحقلية تسمح بذلك. و من أجل تتبع قيم اختبار التربة مع التوقيت فإن أفضل وقت لجمع عينات التربة هو نفس الوقت من كل عام. أما بالنسبة للحقول المستخدمة في إنتاج المحاصيل فإن أفضل وقت لجمع عينات التربة هو قبل الزراعة و ذلك للحصول على تقدير دقيق للآزوت المتاح في التربة، و تؤخذ العينات في أقرب وقت ممكن قبل الزراعة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

عمق جمع عينات التربة Sampling depth: إن المسافة ما بين العينات المأخوذة يعتمد على أبعاد الحقل المأخوذة منه العينات، كما يتعلق عمق جمع عينات التربة بالعناصر الغذائية المراد اختبارها و كذلك المحصول المراد تسميده. و قد بينت الدراسات المختلفة (Franzen and Cihacek, 1998) أنه لتقدير الآزوت النتراتي و الكبريت و الكلور فإن العينات تؤخذ من العمق 0 – 60 سم و يمكن أن يقسم هذا العمق إلى 0 – 30 سم و 30 – 60 سم. أما بالنسبة لتقدير الفوسفور و البوتاسيوم القابل لإفادة النبات فإن العمق 0 – 30 سم كاف (Peters *et al*., 2007).

تكرار جمع عينات التربة Repetition of sampling: في معظم أنظمة المحاصيل الحقلية فإن أخذ عينات التربة و اختبارها بكل الحقل يجري على الأقل مرة كل 3 سنوات و خاصة بالنسبة للفوسفور و البوتاسيوم أما بالنسبة للآزوت فيجري مرة كل سنة. و لكن في أنظمة الزراعة الكثيفة، حيث تضاف كميات كبيرة من الأسمدة سنوياً و تمتص هذه الكميات بواسطة المحاصيل المزروعة، فإن اختبار التربة السنوي ضروري للمحافظة على ظروف التسميد (Warncke, 2000).

طريقة أخذ عينات التربة Way to take soil samples:

- نظف سطح التربة من بقايا المحاصيل أو الأسمدة العضوية.
- أدخل المسبار(الأوغر) إلى العمق المراد أخذ العينة منه و من الضروري الانتباه إلى أخذ العينات من نفس العمق للسنوات السابقة.
- في حال استخدام المجرفة يتم عمل حفرة على شكل حرف V و يؤخذ بطريقة الكشط من أعلى الحفرة إلى أسفل بسماكة 1.5 – 2 سم.
- امزج العينات الفردية في وعاء بلاستيكي مناسب.
- خذ من الوعاء بعد المزج عينة بكمية 1–2 كغ.
- ضع العينة المركبة في كيس بلاستيكي و دون المعلومات المتاحة كاملة و خاصة عمق العينة و تاريخ و مكان جمع العينات و اسم جامع العينات.
- تجنب جمع العينات بعد وقت قصير من إضافة الأسمدة المعدنية أو العضوية أو بعد الري مباشرة.
- تجنب جمع العينات من المناطق التالية:
  - مناطق تحوي روث الحيوانات.
  - التلال المنجرفة و البقع المنخفضة.
  - أماكن البالات المكدسة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- المناطق التي تختلف بشدة عن باقي الحقل في اللون، الخصوبة، الميل، التصريف، الإنتاجية. إذا كانت هذه المناطق كبيرة فتُؤخذ منها العينات بشكل منفصل و تُختبر بشكل منفصل.

المراجع References:

- Dinkins, C.B. and C. Jones. 2008. Soil sampling strategies. Montana state university extension.
- Franzen, D.W. 2008. Summary of grid sampling project in two Illinois fields. NDSU Technical Bulletin, NDSU Extension Service, Fargo, ND.
- Franzen, D.W. and L.J. Cihacek. 1998. Soil sampling as a basis for fertilizer application. NDSU Ext. Circ. SF-990.
- Franzen, D.W., L.J. Cihacek, V.L. Hofman and L.J. Swenson. 1998. Topography-based sampling compared with grid sampling in the Northern Great Plains. **Journal of Production Agriculture, 11:** 364-370.
- Jacobson, J.S. 1999. Soil sampling: Montana State University Extension. Publ. 8602. Bozeman, MT.
- Mallarino, A.P. and D.J. Wittry. 2004. Efficacy of grid and zone soil sampling approaches for site-specific assessment of phosphorus, potassium, pH, and organic matter. **Precision Agric. 5:**131-144.
- Mylavarapu, R.S. and W.D. Lee. 2002. Soil sampling strategies for precision Agriculture, UF/IFAS nutrient management series, The University of Florida.
- Natural Resource Conservation Service. 2002. Soil sampling. USDA-NRCS, soil quality institute and grazing lands technology institute, Fort Worth, Texas.
- Peters, J.B., C.A.M. Laboski and L.G. Bundy. Revised in 2007. Sampling soils for testing. University of Wisconsin-Extension Publication A2100. University of Wisconsin-Madison, Madison, WI.
- Rains, G.C. and D.L. Thomas. 2001. Soil-Sampling Issues for Precision Management of Crop Production. The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences, Bulletin.
- Rehm, G.W., A. Mallarino, K. Reid, D. Franzen and J. Lamb. 2002. Soil sampling for variable rate fertilizer and lime application. North Central Multistate Report 348 - NCR 13 Committee, University of Minnesota Extension.
- Warnck, D.D. 2000. Sampling Soils for Fertilizer and Lime Recommendations Crop & Soil Sciences Dept., Michigan State University Extension.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الفصل الثاني: تحضير عينات التربة للتحليل Preparation of soil samples for analysis

يقصد بتحضير عينات التربة سلسلة العمليات التي تجري على عينة التربة بدءاً من استلامها من عناصر المختبر و لحين إجراء التحليل المطلوب. و للحصول على نتائج اختبار دقيقة لابد أن تجري سلسلة عمليات تحضير عينات التربة بدون تغير أو تأثر في الخواص الكيميائية و الميكانيكية لعينات التربة.

العوامل المؤثرة في تحضير العينات الترابية Factors affecting soil samples preparation:

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على نتائج اختبار التربة عند تحضير العينة الترابية قبل التحليل، و من أهمها:

- مكان تحضير العينة الترابية: يجب أن يكون جافاً و مزوداً بمخلية هواء مع فتحات تهوية لتسهيل حركة الهواء و فقد الرطوبة من العينة.
- الأدوات المستخدمة في تحضير العينة: يجب أن تتم عملية تجفيف و طحن العينات الترابية باستخدام أدوات لا تؤثر على خواص العينة و بالتالي نتائج التحليل.
- درجة حرارة المختبر: تلعب درجة حرارة المختبر دوراً هاماً في التأثير على نتائج التحاليل المخبرية و خاصة العناصر الغذائية، و لهذا يجب أن لا تزيد درجة حرارة المختبر عن 40 مْ و خاصة عند تجفيف عينات التربة (Geldermen and Mollerinc, 1998).

خطوات تحضير عينات التربة Soil sample preparation steps:

تحتاج بعض التحاليل المخبرية إلى استخدام عينات تربة برطوبتها المأخوذة (كتقدير رطوبة التربة) في حين تحتاج تحاليل أخرى إلى تربة مجففة هوائياً كتقدير المادة العضوية مثلاً (Mc Keagve, 1976)، عموماً بعد نقل عينات التربة أو استلامها من قبل المختبر فإنه يجري تقسيمها إلى قسمين:

القسم الأول: يُترك على حاله بدون تجفيف أو طحن، حيث يُحفظ في الثلاجة على درجة 4 مْ لحين إجراء التحليل. و يُستخدم هذا القسم في بعض الاختبارات الفيزيائية و تقدير رطوبة التربة، كما قد يُستخدم في تقدير الآزوت النتراتي وفق الطريقة المتبعة في المختبر (فبعض المختبرات تُجري تقدير الآزوت النتراتي باستخدام عينات التربة برطوبتها المأخوذة، في حين تُجري مختبرات أخرى تقدير الآزوت النتراتي على عينات تربة جافة هوائياً).

القسم الثاني: من أجل إجراء مختلف التحاليل الكيميائية و بعض الاختبارات أو التحاليل الفيزيائية، يحضر كما يلي:

1. تجفيف التربة Soil drying: قد تؤثر عملية تجفيف التربة و طريقة التجفيف على نتائج اختبار عينات التربة (Searle and Sparling 1987; Brown *et al.*, 1998)، و خاصة بالنسبة لمعدنة العناصر الغذائية و يتم تجفيف عينات التربة باتباع ما يلي:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تُنشر العينات الرطبة (في أماكن جافة درجة حرارتها 20–40 مْ و مزودة بمخلية هواء) في صواني من الألمنيوم ذات أحجام مناسبة (ISO, 1993; Mullins and Heckendorn, 2005) كما يجب تفتيت الكتل ما أمكن قبل تجفيفها لأن ذلك يُسرع من جفاف العينات. إذا كان استخدام الحرارة ضرورياً فيتم التجفيف في فرن التجفيف على درجة حرارة لا تتجاوز 30–40 مْ.

في حال كان المطلوب هو تحليل النترات فإن التربة يجب أن تُجفف هوائياً أو توضع في الثلاجة خلال 12 ساعة من جمع عينات التربة (VanEck *et al.*, 1995) و يُفضل وضع العينات في أوعية مبردة لحين وصولها إلى المختبر.

2. طحن التربة و غربلتها Grinding and sieving of soil samples: من أجل الاختبارات التقليدية فإن الأكثر شيوعاً هو طحن التربة و تمريرها من خلال غربال قطر فتحاته 2 مم (ISO, 1994). أما عينات التربة المطلوب إجراء التحليل الميكانيكي لها فإنه يجري طحنها بأدوات خشبية بعد إزالة الحجارة منها، و في هذه الحالة يجب أن لا تخضع التربة إلى قوة طحن كبيرة لأن ذلك يؤدي إلى تفتيت حبيبات التربة المفردة و خاصة الرمل (Brown *et el.*, 1998) و بعد عملية الطحن فإنها تمرر من خلال غربال قطر فتحاته 2 مم، و يمكن أن توزن الحبيبات التي لا تمر من خلال المنخل لتقدير محتوى الكتل الترابية أو الأجزاء الأكبر من 2 مم، في حين تُستخدم الأجزاء الأقل من 2 مم لتحليل التربة. و الجدير بالملاحظة أنه بالنسبة للتربة المأخوذة لتحليل العناصر الصغرى و الثقيلة فيجب أن تكون المطحنة (خاصة أجزاء المطحنة الملامسة للتربة) مصنوعة من معادن خالية من تلك العناصر (التيتانيوم، العقيق)، كما يجب استخدام أدوات مصممة لعدم نقل التلوث من عينة لأخرى.

3. مزج التربة Soil mixing: إن عملية مزج التربة ضرورية للحصول على تجانس جيد للعينات، و يمكن أن تتم هذه العملية باستخدام أدوات خاصة لمزجها، كما يمكن مزج عينة التربة بنشر التربة و تقسيمها إلى أرباع ثم تمزج الأرباع المتقابلة أو المتخالفة، و تعاد هذه العملية عدة مرات للحصول على مزيج تربة متجانس.

4. تقدير محتوى رطوبة التربة Determining of soil moisture: إن تقدير محتوى رطوبة التربة هو أحد الإجراءات الضرورية عند تحضير عينات التربة، حيث يجري حساب النتائج للكثير من الاختبارات على أساس الوزن الجاف تماماً. و يجري تقدير محتوى رطوبة التربة وفق ما يلي: (ISO, 1993)

- خذ 5–15 غ تربة جافة هوائياً (أقل من 2 مم) باستعمال ميزان حساس ذو دقة حتى 0.0001.
- ضعها في علب الرطوبة و تُجفف على 105 مْ حتى ثبات الوزن (لمدة 24 ساعة على الأقل).
- تُخرج علب الرطوبة من الفرن و تُغلق و تُترك لتبرد في مجفف (ديسكاتور) لمدة 30–40 دقيقة، يُعاد وضع العلب في الفرن لمدة 1.5–3 ساعة ثم تُبرد بوضعها في المجفف و يؤخذ وزنها (توقف عملية التجفيف عند ثبات الوزن).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{للرطوبة\%} = \frac{\text{وزن علبة الرطوبة مع العينة الجافة هوائياً – وزن علبة الرطوبة مع العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن علبة الرطوبة مع العينة بعد التجفيف– وزن علبة الرطوبة فارغة}} \times 100$$

و لحساب عامل تصحيح النتائج أو لحساب النتائج على أساس الوزن الجاف:

$$\text{عامل تصحيح الرطوبة:} \quad MCF = \frac{100}{100 + \text{رطوبة \%}}$$

6. المراجع References:

- Brown, J.R., T.R. Peck, S. Broader, D. Mollerino, D. Warncke, G. Rehm, K. Frank, L.J. Cihoceck, M. Watson, D. Beagle, R. Gelderman and S. Combs. 1998. Recommended, Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region .North Central Regional Research publication No. 221.
- Gelderman, R.H., and A.P. Mollarino. 1998. Soil sample preparation. In Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region (Ed. J.R. Brown). Missouri Agr. Exp. Sta. Columbia, MO.
- ISO, 11464 .1994. Soil quality–pretreatment of Samples for physic – chemical analysis, part 9. International Organization for standardization. Geneva, Switzerland. Available at: (www.iso.ch).
- ISO, 11465. 1993. Soil quality-determination of dry and water content on amass basis-gravimetric, part 3. International organization for standardization, Geneva, Switzerland. Available at: (www.iso.ch).
- Mc Keagve, J.R. 1976. Manual of soil sampling and Method of analysis. Soil Research Institute. pp.1-2.
- Mullins, G.L. and S.E. Heckendorn. 2005. Draft Copy of Laboratory Procedures - Publication 452-881. Virginia Tech Soil Testing Laboratory, Blacksburg.
- Searle, P.L, Sparling, G.P. 1987. The effect of air drying and storage conditions on the amounts of sulphate and phosphate extracted from arrange of New Zealand topsoils. **Comm. Soil Sci. Plant Anal. 18:**725-739.
- VanEck, W.A. and C.W. Collier, Jr. 1995. Sampling Soils. West Virginia University Extension Service. Available on line at: http://www.caf.wvu.edu/~forage/3201.htm.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الفصل الثالث: التحاليل الفيزيائية للتربة Soil Physical Analysis

1. التحليل الميكانيكي للتربة بطريقة الهيدروميتر Mechanical analysis of soil by hydrometer (Soil separates Bouyoucos hydrometer method):

1.1. الغاية و الهدف Scope: تقدير نسبة كل من الطين و السلت و الرمل في عينة التربة.

2.1. المبدأ العام Principle: يقوم مبدأ هذه الطريقة على قياس كثافة معلق التربة عند أزمنة محددة، ففي بداية الترقيد تكون كثافة المعلق عالية و لا تلبث أن تتناقص مع مرور الزمن نظراً لترسب الحبيبات الأكبر فالأصغر استناداً لقانون ستوكس.

3.1. المواد اللازمة Apparatus:

- هيدروميتر قياسي ASTM رقم152H 1، مدرج بوحدات غ/لتر.
- خلاط كهربائي و محرك يدوي.
- سلندرات زجاجية ذات رمز 36 ، سعة 1000 مل ± 2 مل.
- محلول الكالغون تركيز 50 غ/لتر، يحوي هيكساميتا فوسفات الصوديوم كمادة مفرقة.

4.1. طريقة العمل Procedure:

- زن 50 غ من التربة الجافة هوائياً و المنخولة على غربال 2 مم (100 غ إذا كانت التربة لومية رملية أو رملية)، و ضعها في بيشر سعة 600 مل ثم أضف 5-6 مل ماء اكسجيني لحرق المادة العضوية و أضف 150 مل ماء مقطر ثم أضف 50 مل محلول الكالغون و تترك لليوم التالي.
- زن 10 غ من نفس التربة لتقدير رطوبة التربة الوزنية بالتجفيف على درجة 105 مْ حتى ثبات الوزن.
- انقل العينة المعاملة بمحلول الكالغون إلى كأس الخلاط، و اخلط المزيج بالخلاط الكهربائي لمدة 8-10 دقائق.
- انقل المعلق إلى سلندر سعة 1000 مل، و أكمل المعلق حتى 1000 مل.
- دع المعلق حتى تتوازن درجة حرارته مع درجة حرارة الغرفة (20- 25 مْ).
- ادخل الغطاس في العينة و قم بتحريكها أعلى و أسفل لخلط المحتويات كلياً بشكل جيد، حرك العينة بواسطة المحرك اليدوي صعوداً و هبوطاً قرب أسفل السلندر بشكل خفيف ليتحرك الراسب أسفل السلندر لمدة 20 ثانية.
- أضف بضع نقاط من الكحول الإتيلي إذا كان هناك رغوة على سطح العينة.
- أدخل الهيدرومتر إلى العينة برفق و خذ القراءة بعد 40 ثانية ($R40_S$).
- أدخل الهيدرومتر إلى العينة برفق و خذ قراءة أخرى بعد 2 ساعة ($R2_h$).
- يحسب وزن العينة الجافة تماماً = وزن العينة × (1 – نسبة الرطوبة).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- حضر شاهد كالتالي: يُضاف 50 مل من محلول الكالغون إلى سلندر سعة 1000 مل، و يُكمل الحجم حتى 1000 مل (**RL**).

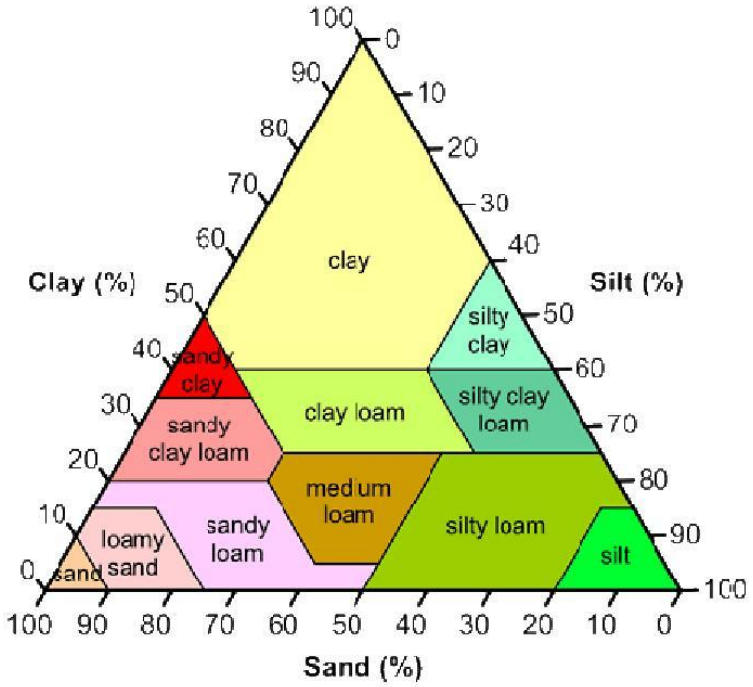
5.1. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{السلت + الطين \%} = \frac{\text{قراءة الهيدرومتر المصححة بعد 40 ثانية} - \text{قراءة الشاهد}}{\text{وزن العينة الجافة تماماً}} \times 100$$

$$\text{الطين \%} = \frac{\text{قراءة الهيدرومتر المصححة بعد ساعتين} - \text{قراءة الشاهد}}{\text{وزن العينة الجافة تماماً}} \times 100$$

$$\text{السلت \%} = (\text{السلت\% + الطين \%}) - \text{الطين\%}$$

$$\text{الرمل \%} = 100 - (\text{السلت\% + الطين \%})$$



الشكل (11) مثلث القوام

ملاحظات:

- إن طريقة الهيدرومتر غير مفضلة للترب المالحة أو للتربة التي تحوي أكثر من 2% مادة عضوية.
- عند تحليل الترب المالحة يمكن أن يتخثر و يترسب معلق التربة بشكل تام أو جزئي و في هذه الحالة يترك المعلق يوماً أو يومين حتى يروق تماماً يتم بعدها إبانة الجزء الرائق من المعلق و تقدر فيه نسبة الأملاح و تطرح من وزن التربة. ثم يضاف إلى الراسب في الأسطوانة 20 مل من محلول المادة المفرقة و يحرك المعلق جيداً و تكمل الأسطوانة المدرجة بالماء المقطر ثم يتم قياس كثافة المعلق بواسطة الهيدرومتر.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- من أجل تصحيح درجة الحرارة استخدم قيمة 0.4 لكل درجة حرارة مختلفة عن 20 مْ، أضف أو اطرح هذا العامل إذا كانت درجة الحرارة أعلى أو أدنى من 20 مْ على التتالي.
- صحح قراءة الهيدرومتر المأخوذة بمقدار 0.4 لكل درجة حرارة مئوية تزيد أو تقل عن 20 مْ بحيث يضاف التصحيح للقراءة عندما تكون حرارة المعلق أعلى من 20 مْ و يطرح التصحيح من القراءة عندما تكون حرارة المعلق أقل من 20 مْ، يرجع سبب التصحيح إلى اختلاف لزوجة المعلق و بالتالي سرعة ترسب الحبيبات.

6.1. المرجع Reference:

Gupta, P.K. 2000. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios (India), Jodhpur, New Delhi, India. p.438.

2. تقدير الكثافة الظاهرية للتربة Measurement of bulk density (ρ_b) of soil :

1.2. الغاية و الهدف Scope: كثافة التربة هي كتلة المادة الصلبة من التربة لحجم معين، و تعبر عن كمية التربة و تتوقف قيمتها على محتوى التربة من الفلزات المعدنية و المادة العضوية من جهة و على مساميتها من جهة أخرى. إن كثافة التربة هي خاصية فيزيائية هامة تؤثر بشكل كبير على الزراعة، حيث أن الترب المتراصة الكثيفة و المنخفضة النفاذية تثبط نمو النبات بشكل كبير. و بشكل عام يُعبر عن كثافة التربة بطريقتين هما: الكثافة الظاهرية و الكثافة الحقيقية.

تعريف الكثافة الظاهرية Definition of bulk density: هي نسبة كتلة التربة الجافة تماماً إلى الحجم الكلي لهذه التربة، حيث يضم حجم التربة الكلي حجم المكونات الصلبة للتربة بالإضافة إلى حجم المسامات. تُقدر كتلة عينة التربة و ذلك بعد التجفيف عند درجة حرارة 105 مْ حتى ثبات الوزن.

2.2. مبدأ طريقة الأسطوانة Principle of cylinder method: في هذه الطريقة يتم إدخال سلندر معدني في التربة في الأفق أو العمق المطلوب تقدير كثافته الظاهرية حتى يمتلئ بعينة التربة ثم يُخرج من التربة و تُزال التربة الزائدة عن السلندر، بعدها تُخرج عينة التربة من السلندر معروف الحجم ثم تُوضع في الفرن عند درجة حرارة 105 مْ حتى ثبات الوزن.

3.2. خطوات العمل Procedure:

- أدخل جهاز أخذ عينة الكثافة الظاهرية في التربة إما بالاتجاه العمودي أو في الاتجاه الأفقي حسبما تريد بشكل كافي لتمتلئ أسطوانة عينة الكثافة.
- لا تقم بإدخال جهاز الكثافة بشكل أكثر من اللازم حتى لا يحدث انضغاط لعينة التربة داخل الأسطوانة.
- أخرج جهاز أخذ عينة الكثافة من التربة بحذر لتحافظ على عينة التربة و على بناء التربة داخل الأسطوانة، ثم أخرج الأسطوانة المعبأة بالتربة من داخل الجهاز.
- نظف الأسطوانة من الخارج بواسطة سكين ثم اقطع أجزاء التربة الزائدة من طرفي الأسطوانة بشكل مستقيم.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- قم بحساب حجم عينة التربة الذي يساوي حجم الأسطوانة من الداخل

(حجم الأسطوانة = مساحة القاعدة × ارتفاع الأسطوانة).

- أخرج عينة التربة من داخل الأسطوانة بشكل كامل ثم جففها في الفرن عند درجة حرارة 105 مْ حتى ثبات الوزن.

$$\text{الكثافة الظاهرية غ/سم}^3 = \frac{\text{وزن (كتلة) عينة التربة بعد التجفيف غ}}{\text{حجم عينة التربة سم}^3}$$

4.2. المرجع Reference:

Blake, G.R., and K.H. Hartge. 1986. Bulk Density. In: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed. (Ed. Klute A.), American Society of Agronomy, Inc., and Soil Science Society of America, Madison, Wis., pp. 363-376.

3. تقدير الكثافة الحقيقية للتربة (كثافة المكونات الصلبة) Measurement of particle density (ρ_S) of soil:

1.3. الغاية و الهدف Scope: تعبر الكثافة الحقيقية للتربة عن كثافة مكونات التربة الصلبة مجتمعة و يعبر عنها بالنسبة بين كتلة المكونات الصلبة للتربة و حجمها أي حجم تلك المكونات بدون حجم المسامات التي بينها، واحداتها غ/سم^3، طن/م^3. تستعمل الكثافة الحقيقية في معادلات فيزياء التربة لحساب قيم فيزيائية أخرى.

1.3. المبدأ العام Principle: يتم حساب الكثافة الحقيقة للتربة بعد إجراء قياسين كميين، كتلة و حجم التربة حيث يتم حساب كتلة التربة بالتجفيف أما حجم عينة التربة فيحسب باستعمال البكنومتر حيث يتم حساب حجم الماء الذي تم استبداله بحجم عينة التربة.

3.3. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- البكنومتر و هو دورق زجاجي مع سدادة زجاجية مثقوبة بشكل طولي بفتحة شعرية، حيث يعتبر بكنومتر بحجم 10 مل مناسباً.
- ميزان حرارة.

ملاحظة: يمكن استعمال دوارق معيارية سعة 25، 50، 100 مل عند عدم توفر بكنومتر و توفر حجم مناسب من العينة.

4.3. خطوات العمل Procedure:

- زن بكنومتر نظيف و جاف و هو فارغ Wa.
- أضف حوالي 10غ من التربة الجافة هوائياً و المنخولة على منخل بقطر 2 مم.
- إذا كنت تستعمل دورق معياري سعة 100 مل أضف 50 غ من التربة.
- زن البكنومتر مع سدادته و مع محتوياته Ws.
- قدر رطوبة التربة بالتجفيف على درجة حرارة 105 مْ حتى ثبات الوزن على عينة من نفس التربة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- املئ البكنومتر حتى منتصفه بماء مقطر و اغسل عنق البكنومتر من أي بقايا تربة عالقة عليه من الداخل.
- قم بإزالة فقاعات الهواء عن طريق التسخين بلطف لعدة دقائق.
- قم برج بسيط للعينة لمنع تشكل الرغوة و بالتالي منع فقدان بعض أجزاء من التربة.
- برد البكنومتر مع محتوياته لدرجة حرارة الغرفة.
- املئ البكنومتر بماء مقطر مغلي و مبرد حتى درجة حرارة الغرفة.
- ضع السدادة و ثبتها بعناية.
- جفف البكنومتر من الخارج و نظفه بقطعة قماش جافة ثم قم بتقدير درجة حرارة البكنومتر و محتوياته بعد أن بردت لدرجة حرارة الغرفة.
- زن البكنومتر مع محتوياته بدرجة حرارة الغرفة Wsw.
- أزل التربة من البكنومتر و قم بغسله بشكل جيد.
- املئ البكنومتر بشكل كامل بماء مقطر مغلي و مبرد لدرجة الحرارة السابقة نفسها.
- نظف البكنومتر من الخارج بشكل جيد، ثم ثبت سدادته.
- زن البكنومتر مع محتوياته و تأكد من كون درجة الحرارة هي نفسها كما في السابق Ww.

5.3. طريقة الحساب Calculation:

قم بحساب الكثافة الحقيقية كما يلي:

$$\rho_s = \frac{\rho W\,(Ws - Wa)}{[(Ww - Wa) - (Wsw - Ws)}$$

حيث:

ρ_s الكثافة الحقيقية للتربة.

ρ_w كثافة الماء غ/سم^3 عند درجة حرارة القياس.

W_s وزن البكنومتر + وزن عينة التربة المصحح حسب رطوبة التربة.

W_a وزن البكنومتر و هو فارغ.

W_{sw} وزن البكنومتر و هو مملوء بالماء و التربة.

W_w وزن البكنومتر و هو مملوء بالماء عند درجة حرارة القياس.

ملاحظة: عندما تحتوي التربة على أكثر من 0.5 % من وزنها أملاح ذوابة فيجب الاستعاضة عن الماء في تقدير الكثافة الحقيقية للتربة باستعمال أحد المحاليل الخاملة مثل البنزول، البنزن، التوليول، الكسيول، أو غيرها و يرجع ذلك إلى ذوبان الأملاح في الماء و بالتالي التأثير في نتائج الكثافة الحقيقية و تكون أعلى من حقيقتها.

6.3. المرجع Reference:

Blake, G.R., and K.H. Hartge. 1986. Bulk Density. In: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed. (Ed. Klute A.), American Society of Agronomy, Inc., and Soil Science Society of America, Madison, Wis., pp. 363-376.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4. حساب مسامية التربة Calculation of porosity:

تعرف المسامية الكلية للتربة بأنها النسبة بين مسامات التربة إلى الحجم الكلي لها، حيث يشمل الحجم الكلي للتربة حجم المسامات بالإضافة لحجم المكونات الصلبة.

يتم تقديرها حسابياً من معرفة قيمة الكثافة الظاهرية و قيمة الكثافة الحقيقية للتربة حسب القانون التالي:

$$\text{المسامية الكلية} = 1 - \frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}}$$

و للحصول على نسبة مئوية نضرب الناتج بـ 100

5. تقدير المحتوى المائي للتربة بالطريقة المباشرة (طريقة التجفيف) Measurement of soil moisture by Gravimetric (oven dry) method:

1.5. الغاية و الهدف Scope: يمكن تعريف رطوبة التربة إما على أساس الوزن (النسبة بين وزن الماء الرطوبي المحتوى في تربة و وزن هذه التربة جافة تماماً)، أو على أساس الحجم (النسبة بين حجم الماء الرطوبي المحتوى في تربة و حجم هذه التربة جافة تماماً)، و يكون الرقم الناتج إما بدون واحدة أو يعبر عنه كنسبة مئوية.

2.5. المبدأ العام Principle: يعتمد مبدأ الطريقة على تجفيف عينة التربة عند درجة حرارة 105 مْ حيث يتم في البداية وزن عينة التربة و هي رطبة ثم تجفف في الفرن بدرجة حرارة 105 مْ حتى ثبات الوزن، بحساب الفرق بين كتلة التربة قبل التجفيف و كتلتها بعد التجفيف نحصل على وزن الماء الموجود في عينة التربة و بتقسيم هذا الوزن على وزن عينة التربة الجافة تماماً نحصل على رطوبة التربة و بضرب الناتج بـ 100 نحصل على النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي الوزني في التربة.

3.5. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- أوغر لأخذ عينات التربة.
- علب ذات أغطية محكمة الإغلاق.
- فرن تجفيف يمكن التحكم بدرجة حرارته من 100 حتى 110 مْ.
- مجفف مع مادة تجفيف فعالة.
- ميزان بدقة 0.01 غ.

ملاحظات:

- يمكن استعمال أجهزة خاصة لوزن عينة التربة في الحقل مباشرة و ذلك لتقليل الفقد بالتبخر عندما تكون ظروف أخذ العينة تؤدي لخسران واضح في الوزن الرطب لعينة التربة.
- يمكن استعمال موازين ذات حساسية مختلفة و يعتمد ذلك على وزن العينة و على الدقة المطلوبة.

4.5. خطوات العمل Procedure:

- خذ عينات التربة من الحقل بواسطة أوغر أو أي أداة أخرى مناسبة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- ضع العينات في علب موزونة أو بأوعية معدنية يمكن سدها بإحكام بواسطة غطاء.
- خزن العينات بطريقة مناسبة بحيث تقلل التبخر ما أمكن إلى حدوده الدنيا و انقل العينات إلى المختبر.
- زن كل عينة تربة مع العلبة الموضوعة فيها و سجل الأوزان بدقة 0.01 غ قبل التجفيف.
- ضع عينات التربة في الفرن بعد إزالة الأغطية عن العلب و قم بتجفيفها حتى ثبات الوزن عند درجة 105 مْ.
- أخرج العينات من الفرن ثم أعد تغطيتها بالأغطية و ضعها في المجفف حتى تبرد و قم بوزنها مرة أخرى و سجل الأوزان بعد التجفيف.
- زن العلبة الخاصة بكل عينة مع الغطاء بعد إفراغها و تنظيفها بشكل جيد، و سجل الوزن.
- احسب المحتوى الرطوبي الوزني للعينات بتطبيق العلاقة:

$$\text{المحتوى الرطوبي الوزني} = \frac{(\text{الوزن الرطب} + \text{وزن العلبة}) - (\text{الوزن الجاف} + \text{وزن العلبة})}{(\text{الوزن الجاف} + \text{وزن العلبة}) - \text{وزن العلبة}}$$

وبضرب الناتج بـ 100 نحصل على النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي الوزني للتربة.

ملاحظات:

- يجب عمل عدة مكررات و على الأقل مكررين.
- تحتاج العينات للوصول إلى حالة ثبات الوزن حوالي 24 ساعة كحد أدنى.
- يمكن استعمال طرائق أخرى للتجفيف كالتجفيف بالأشعة تحت الحمراء أو مصابيح التجفيف.

تقدير المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة Measurement of soil moisture by Volumetric method: يتطلب تقدير المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة معرفة قيمة المحتوى الرطوبي الوزني و الكثافة الظاهرية للتربة، حيث يمكن الحصول على المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة بضرب قيمة المحتوى الرطوبي الوزني بقيمة الكثافة الظاهرية للتربة كما في القانون التالي:

المحتوى الرطوبي لحجمي = المحتوى المائي الوزني × الكثافة الظاهرية

و بضرب الناتج بـ 100 نحصل على النسبة المئوية للمحتوى المائي الحجمي للتربة.

5.5. المرجع Reference:

Gardner, W.H. 1986. Water content. In: Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods (Ed. A. Klute). Agronomy Series No. 9. Am. Soc. Agronomy, 2nd edition, pp. 493-544.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6. تقدير التوصيل المائي المشبع للتربة في المختبر Determination of hydraulic conductivity of a disturbed soil sample by constant head method:

1.6. الغاية و الهدف Scope: التوصيل المائي المشبع للتربة هو قياس لقدرة التربة على تمرير الماء من خلالها في ظروف الإشباع بالماء، يمكن قياس التوصيل المائي المشبع بعدة طرائق حيث يعتمد اختيار الطريقة على جملة من الأمور و هي التجهيزات المتاحة، طبيعة التربة، نوع عينات التربة، قيمة الشد المائي المراد تغطيتها، الهدف من القياس.

يتم قياس التوصيل المائي المشبع في التربة عن طريق أخذ عينات تربة غير مخربة من الحقل بأسطوانات معدنية أو بلاستيكية رقيقة بقطر 2–10 سم و بطول من 5 حتى 25 سم مع المحافظة قدر الإمكان على بناء التربة كما هو في الحقل.

2.6. المبدأ العام Principle: يعتمد قياس التوصيل المائي المشبع في المختبر على تطبيق قانون دارسي للتوصيل المائي المشبع لعمود تربة متجانس، حيث يتم تطبيق رأس مائي ثابت فوق عمود التربة و يقاس تدفق الماء الناتج، و يعطى قانون دارسي كالتالي:

$$\text{التوصيل لمائي المشبع } Ks \text{ سم/ثا} = \frac{\text{حجم الماء لمتدفق من عينة التربة ذات المساحة } A \text{ خلال لزمن } T \times \text{ارتفاع عينة لتربة}}{\text{مساحة مقطع عينة التربة} \times \text{الزمن} \times \text{ارتفاع الرأس الهدروليكي المطبق (و هو يمثل ارتفاع الماء + ارتفاع لتربة)}}$$

أو

$$Ks = \frac{VL}{ATH}$$

حيث:

Ks التوصيل المائي المشبع بواحدات (سم/ثا).

V حجم الماء المتدفق من عينة التربة ذات المساحة A خلال الزمن T.

L ارتفاع عينة التربة سم.

A مساحة مقطع عينة التربة سم^2.

T الزمن ثا.

H ارتفاع الرأس الهيدروليكي المطبق و هو يمثل ارتفاع الماء + ارتفاع التربة سم.

3.6. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- جهاز بسيط لتطبيق ارتفاع ماء ثابت فوق عينة التربة.
- أسطوانات لأخذ عينات التربة.
- بيشر زجاجي لاستقبال الماء الراشح من أسفل العينة.
- أسطوانات زجاجية لقياس حجم الماء الراشح.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- عبوات لتزويد عينة التربة بالماء و ورق ترشح.
- قطع قماشية توضع أسفل العينة لمسك التربة و منعها من السقوط و ميقاتية زمنية.

4.6. خطوات العمل Procedure:

- خذ عينات التربة من الحقل بواسطة أسطوانات معدنية رقيقة بغرس الأسطوانات في التربة لعمق 4 – 7 سم، أخرجها من التربة و نظف حوافها و أزل أجزاء التربة الزائدة و قم بتغطيتها من الأسفل بقطعة نايلون أو قماش للمحافظة عليها داخل الأسطوانة و منعها من السقوط.
- انقل العينات إلى المختبر، و ضعها على صينية مملوءة بالماء حتى عمق أعلى بقليل من ارتفاع التربة داخل العينات، و اترك العينات لتمتص الماء و تترطب من الأسفل لمدة 12 ساعة و تصل إلى الإشباع تقريباً.
- جهز العينة لتطبيق الرأس الهيدرويكي الثابت حيث يوضع برفق جزء من ورقة ترشيح فوق كل عينة، ثم ضع تحتها قطعة من قماش ناعم (موسلين) تثبت بواسطة قطعة مطاط لمنع سقوط التربة من الأسفل، ضعها على الحامل المخصص لتطبيق الرأس الهيدروليكي الثابت.
- قم بتطبيق الرأس الهيدروليكي على العينة، عن طريق المحافظة على ارتفاع ماء ثابت فوق العينة، من خلال قلب دورق مليء بالماء ينتهي بأنبوب مشطوف الحافة فوق النهاية العلوية للعينة بحيث يُملأ من ثلث إلى ثلاثة أرباع الجزء الفارغ فوق العينة.
- عندما يصبح ارتفاع الماء ثابت فوق العينة و بدء رشح الماء من الأسفل قم بتشغيل الميقاتية لبدء زمن القياس.
- قم بقياس حجم الماء الراشح V من أسفل العينة خلال أزمنة متساوية تتناسب مع حجم الماء الراشح.
- استمر بالتجربة حتى يثبت حجم الراشح لثلاث مرات متتالية خلال الفاصل الزمني نفسه.
- احسب الرأس الهيدروليكي H الذي يساوي (ارتفاع الماء فوق العينة + ارتفاع عينة التربة).
- قم بقياس ارتفاع العينة L ، و مساحة مقطع العينة A.
- قم بتطبيق قانون دارسي المذكور سابقاً لحساب قيمة التوصيل المائي المشبع للعينة K.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

7. إيجاد منحنى خصائص رطوبة التربة المميز (pF) بطريقة حجرة الضغط Moisture retention characteristics of soil (soil water desorption curve by pressure plate method):

1.7. الغاية و الهدف Scope: يهدف إيجاد منحنى خصائص رطوبة التربة المميز للتعبير عن قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء عند قيم مختلفة لجهد مادة التربة، حيث تستعمل طريقة حجرة الضغط لاستخلاص الماء من التربة بتطبيق ضغوط مختلفة تتراوح من 0.1 بار و حتى 15 بار، لتشمل مجالاً واسعاً من رطوبة التربة، يبدأ من الإشباع حتى معامل الذبول الدائم.

2.7. المبدأ العام Principle: يعتمد على تعريض عينات التربة المشبعة بالماء لضغط هواء محدد و الانتظار حتى يخرج الماء من العينات، حيث يتوقف خروج الماء من العينات عندما يتساوى الضغط المطبق مع قوة مسك التربة للماء.

3.7. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- حجرة الضغط: و هي وعاء مصمم خصيصاً لمخابر فيزياء التربة، و هناك نوعان من الأوعية، الأول يتحمل ضغط حتى 5 بار، و الآخر يتحمل حتى 15.
- ضاغط غاز يستخدم إما الهواء أو النيتروجين.
- وحدة توصيل الضاغط مع وعاء الضغط، حيث تتألف من خراطيم توصيل تتحمل الضغوط العالية، صمامات، مقاييس و منظمات ضغط.
- أقراص مسامية سيراميكية.
- أسطوانات بقطر من 2.8–4.7 سم و ارتفاع من 2–4 سم.
- غرفة ذات درجة حرارة متوازنة.
- فرن تجفيف و مجفف لوضع عينات التربة فيه لتبرد بعد خروجها من الفرن، بهدف عدم امتصاص الرطوبة من الهواء.

4.7. خطوات العمل Procedure:

- تجهيز العينات: يتم تجهيز عينات التربة سواءً مخربة أو غير مخربة بأسطوانات بقطر من 2.8–4.7 سم و ارتفاع من 2–4 سم، و مراعاة تجهيز ثلاث عينات لكل ضغط حيث يلزم حوالي 24 عينة لرسم منحنى خصائص رطوبة التربة المميز.
- عينات التربة غير المخربة: تُجهز بإدخال الأسطوانات في التربة حتى تمتلئ، و يُراعى عدم ضغط التربة و تخريبها عند أخذ العينات حتى تمثل التربة بوضعها الطبيعي في الحقل، كما يُراعى المحافظة عليها بطريقة مناسبة حتى الوصول إلى المختبر.
- عينات التربة المخربة: يتم تجفيف التربة تجفيفاً هوائياً في المختبر، و تُنخل بمنخل بقطر 2 مم، ثم تُعبئ الأسطوانات بالتربة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- قم بوضع عينات التربة على الأقراص المسامية و وزعها بشكل جيد على كامل القرص.
- قم بترطيب الأقراص المسامية مع العينات لمدة يوم كامل بوضعها في وعاء مملوء بالماء، بحيث يغمر الماء القرص المسامي و يغمر عينات التربة حتى ثلثي ارتفاعها، و ذلك قبل يوم من وضعها في وعاء الضغط.
- في اليوم التالي ضع أقراص المسامية مع العينات المرطبة في وعاء الضغط، و قم بوصل الأنابيب المسؤولة عن توصيل الماء من الأقراص المسامية إلى خارج حجرة الضغط.
- قم بإغلاق حجرة الضغط بإحكام.
- قم بتطبيق الضغط المطلوب قياس قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء عنده.
- بعد تطبيق الضغط يبدأ الماء الموجود ضمن عينات التربة و الممسوك بقوة أقل من الضغط المطبق بالخروج من العينات إلى خارج حجرة الضغط من خلال التوصيلات السابقة، و يستمر الرشح حتى الوصول إلى حالة التوازن، و هي الحالة التي تتساوي فيها قوة مسك التربة للماء مع الضغط المطبق عليها، و يستدل عليه من توقف خروج الماء من وعاء الضغط.
- يتم تفريغ الضغط بواسطة الصمامات، ثم يتم فتح حجرة الضغط و إخراج العينات منها.
- قم بوزن عينات التربة و هي رطبة بعد إخراجها من حجرة الضغط و سجل الأوزان.
- ضع العينات في الفرن و قم بتجفيفها على درجة حرارة 105 مْ حتى ثبات الوزن.
- قم بإخراج العينات من الفرن و ضعها في المجفف حتى تبرد.
- قم بوزن عينات التربة الجافة و سجل الأوزان.
- قم بحساب رطوبة التربة المقابلة للضغط المستخدم.
- كرر الخطوات السابقة و لكن بتطبيق ضغط مختلف في كل مرة، بحيث تتوزع الضغوط في المجال بين 0 – 15 بار، أي من الإشباع حتى معامل الذبول الدائم، مع مراعاة أخذ ثلاثة مكررات عند كل ضغط.
- قم بتحويل قيم الضغط المطبقة إلى قيم pF كالتالي: تحويل قيم الضغط بالبار إلى سم ماء بضربها بـ 1020 حيث كل 1 بار = 1020 سم ماء، ثم تحويل القيم الناتجة إلى قيم pF بإيجاد اللوغاريتم العشري لها حيث: (الضغط المطبق بوحدات سم ماء) $pF= \log_{10}$
- قم بإسقاط رطوبة التربة مقابل قيم الـ pF باستخدام أي برنامج لإنشاء الخطوط البيانية كبرنامج إكسل.

5.7. المرجع Reference:

Carter, M.R. 1993. Soil sampling and method of analysis. Ed. Can. Soc. Soil Sci., Ottawa, Ontario, Canada.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تعتمد العمليات الحسابية في التحليل الكمي بالحجم على نقطة رئيسة تُعتبر عماد الكيمياء التحليلية و هي أن المكافئ من أي مادة يتفاعل مع المكافئ من مادة أخرى، أي أن 1 مكافئ من مادة يتفاعل مع 1 مكافئ من مادة أخرى و هذا يستدعي الرجوع إلى تعريف الوزن المكافئ.

الوزن المكافئ Equivalent weight: هو عبارة عن الوزن من العنصر الذي يُكافئ أو يتحد مع 8غ أكسجين أو 1غ هيدروجين أو35.5غ من الكلور، و هناك علاقة عددية بسيطة بين الوزن الذري المضبوط لعنصر ما و وزنه المكافئ:

الوزن الذري = الوزن المكافئ × التكافؤ.

قد يكون الوزن المكافئ لعنصر ما يساوي وزنه الذري مثال Na, K, Cl، أو يكون الوزن الذري مساوياً للوزن المكافئ مضروباً بعدد التكافؤ، و هنا يجب الرجوع إلى خاصية التكافؤ و هي قدرة ذرة عنصر ما على الاتحاد مع عدد معين من ذرات عنصر آخر. و حيث أن ذرة الهيدروجين لا يمكنها أن تتحد مع أكثر من ذرة واحدة من عنصر آخر فقد أُعتبر تكافؤها مساوياً للواحد الصحيح، أما تكافؤات العناصر الأخرى فقد تكون 1، 2، 3، 4 و يتوقف ذلك على عدد ذرات الهيدروجين التي يمكن أن تتحد معها هذه العناصر، و بما أن الذرات تدخل في التفاعلات الكيميائية كوحدة لا تتجزأ فإن تكافؤ عنصر ما دائماً رقم صحيح.

المحلول العياري Standard solution: هو المحلول الذي يحتوي 1 لتر منه على مكافئ واحد من المادة المُذابة.

مثال: المحلول العياري من حمض HCl هو المحلول الذي يحتوي 1 لتر منه على 36.5غ HCl.

المحلول العياري من حمض H_2SO_4 هو المحلول الذي يحتوي 1 لتر منه على 49غ H_2SO_4.

تعاريف:

- **غرام في وحدة الحجم:** في هذه الطريقة يُعبر عن التركيز بعدد الغرامات أو الميلي غرامات من المُذاب الموجود في لتر واحد أو ميللتر واحد، و كمثال لتحضير محلول من كلوريد الصوديوم تركيزه 5 غ/لتر: أذب 5غ من كلوريد الصوديوم في قليل من الماء، ثم خفف بالماء حتى يصبح الحجم الكلي للمحلول لتر واحد.
- **النسبة المئوية:** تُعتبر النسبة المئوية أبسط الوسائل لتوضيح تركيز مادة ما و ذلك بالتعبير عن كمية المادة المُذابة بالغرام في 100 غرام من المحلول، فيُحضر مثلاً محلول كلوريد الصوديوم الذي يبلغ تركيزه 5% بإذابة 5 غ من ملح الطعام النقي في 95 غ من الماء، و بذلك يصبح وزن المحلول 100 غ، أي أن التركيز (5غ مُذاب/100غ محلول). و بنفس الطريقة يحتوي المحلول المائي لحمض الكبريت الذي تركيزه 28% بالوزن على 72% من الماء.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- **النسبة المئوية الوزنية – الحجمية:** لحساب النسبة المئوية الوزنية – الحجمية يلزم معرفة حجم المحلول ثم يُنسب هذا الحجم إلى 100 وحدة حجم، و تساوي كثافة المحلول × النسبة المئوية.
- **النسبة المئوية الحجمية – الوزنية:** تحتاج إلى معرفة حجم المُذاب في 100 وحدة وزنية من المحلول، و تساوي النسبة المئوية مقسومة على كثافة المُذاب.
- **النسبة المئوية الحجمية – الحجمية:** تساوي حجم المُذاب على حجم المحلول منسوباً إلى 100 وحدة حجم، و تساوي النسبة الوزنية × $\frac{\text{كثافة المحلول}}{\text{كثافة المذاب}}$

و يُعبر أحياناً عن كمية المادة التي توجد بقلة في المحلول بعدد الأجزاء في المليون (بالوزن أو بالحجم).

- **التركيز المولر (المولارية) Molarity:** و تعبر عن عدد مولات المادة المُذابة في لتر من المحلول (حيث يحتوي المول الواحد من أي مركب على الوزن الجزيئي للمركب بالغرام).

مثال: محلول 1 مول H_2SO_4 يحتوي على 98غ H_2SO_4 + 1000غ ماء مقطر.

- **التركيز المولل (المولالية) Molality:** يحتوي المحلول المولل على مول واحد من المادة مُذاباً في كيلوغرام واحد من المُذيب و يُلاحظ في هذه الحالة عدم الاهتمام بالحجم الكلي للمحلول. إلا أن الشرطين الرئيسن للتعبير عن التركيز بالمولل هي معرفة كم مول من المادة المُذابة تُضاف إلى كيلو غرام من المُذيب دون الرجوع إلى الحجم الكلي للمحلول.

1. تقدير درجة الحموضة Measurement of pH (pH_{H_2O} , pH_{KCl} , pH_{CaCl_2}):

1.1. الغاية و الهدف Scope: قياس pH التربة المائي و pH_{KCl} أو pH_{CaCl2}، و يعرف pH التربة بأنه اللغارتيم العشري لمقلوب تركيز شوارد الهيدروجين. $pH= Log_{10} [1/ H^+] = -Log_{10} [H^+]$

2.1. المبدأ العام Principle: يُقاس pH التربة إما في العجينة المشبعة أو في معلق 2.5:1 (تربة:محلول)، المحلول يكون ماء أو KCl 1 M أو $CaCl_2$ ذو التركيز 0.01 M ، يُعبر pH_{H2O} عن تركيز البروتونات الموجودة خارج الطبقة الكهربائية المزدوجة لغرويات التربة.

و يُعبر pH_{KCl} و pH_{CaCl_2} عن تركيز البروتونات المتوضعة خارج الطبقة الكهربائية المزدوجة و البروتونات المدمصة على الطبقة الكهربائية المزدوجة لغرويات التربة (الأيونات المتبادلة) بالإضافة للبروتونات الناتجة عن حلمهة شوارد الألمنيوم حيث يؤدي استخدام محلول KCl أو محلول $CaCl_2$ إلى نزع شوارد الهدروجين و الألمنيوم المدمصة على غرويات التربة و انتقالها للمحلول فتتحلمه شوارد الألمنيوم محررة شوارد الهيدروجين وفق المعادلة:

$$Al^{3+} + H_2O \rightarrow AlOH^{2+} + H^+$$

تتراوح قيم pH التربة عادةً بين 3–9 و يوضح الجدول (4) ترتيب درجة الحموضة و القلوية للتربة:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

لجدول (4) ترتيب درجة الحموضة و القلوية للتربة (Marx *et al.*,1999)

المستوى	درجة الحموضة
حامضي قوي	5.1>
حامضي متوسط	6 – 5.2
حامضي طفيف	6.5 – 6.1
طبيعي	7.3 – 6.6
قاعدي	8.4 – 7.4
قلوي قوي	8.5<

طرائق قياس درجة الحموضة Methods of pH measurement:

- استخدام أوراق ملونة حساسة.
- استخدام سلم ملون (سلم Gillespie).
- الطريقة الكهربائية pH_{meter}.

3.1. الأجهزة Apparatus: جهاز pH (من الضروري إجراء معايرة دورية لجهاز الـ pH باستخدام محاليل قياسية قبل بدء العمل عليه).

4.1. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- كلوريد البوتاسيوم1 نظامي: أذب 74.5غ من كلوريد البوتاسيوم النقي في لتر من الماء المقطر.
- كلوريد الكالسيوم0.01 نظامي: أذب1.11 غ من كلوريد الكالسيوم النقي في لتر من الماء المقطر.
- محلول قياسي منظم pH 4، 7، 10 لضبط جهاز الـ pH .

5.1. طريقة العمل Procedure :

- **تقدير درجة الـ pH في العجينة المشبعة pH measurement of saturated soil paste:**
  - خذ حوالي 200غ من العينة الترابية الجافة و المنخولة (2 مم) إلى دورق زجاجي أو بلاستيكي.
  - أضف الماء المقطر تدريجياً مع التحريك المستمر للعينة بقضيب زجاجي حتى تمام الإشباع لنحصل على العجينة المشبعة حيث يكون سطحها لامعاً و عاكساً للضوء، و لا يتجمع الماء على السطح و تكون لزجة قابلة للسكب، إذا حدث شق فيها يعود و يلتئم بعد طرق الدورق.
  - اترك العينات أربع ساعات كحد أدنى ثم أعد التدقيق لدرجة التشبع. أضف تربة فإذا كان الماء زائداً أو بالعكس (تُترك العينة لفترة و ذلك لضمان دخول الماء و ملئ كافة الفراغات و لتمام ذوبان الأملاح بها).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- يُغمس الإلكترود في العجينة مباشرة مع تحريك العينة قبل أخذ القراءة (ليتم التخلص من الخلخلة الهوائية و ضمان كامل التماس).

- **تقدير درجة الـ pH في معلقات التربة 2.5:1 pH measurement of 1:2.5 soil water suspention:**
  - زن 10 غ من التربة في مخروطية 250 مل.
  - أضف 25 مل ماء المقطر أو M 1 KCl أو M 0.01 $CaCl_2$ حسب الـ pH المراد قياسه ثم أغلق المخروطية. رج لمدة ساعة ثم اقرأ على جهاز الـ pH مباشرةً.

- **تقدير درجة الـ pH في معلقات التربة 5:1 pH measurement of 1:5 soil water suspention:**
  - زن 10غ من التربة في مخروطية 250 مل.
  - أضف 50 مل ماء المقطر أو M 1 KCl أو M 0.01 $CaCl_2$ حسب الـ pH المراد قياسه ثم أغلق المخروطية. رج لمدة ساعة ثم اقرأ على جهاز الـ pH مباشرةً.

6.1. المراجع References:

- Conyers, M.K. and B.G. Davey. 1988. Observations on some routine methods for soil pH determination. **Soil Science, 145:** 29-36.
- Peech, M. 1965. Hydrogen-ion activity. In: Methods of Soil Analysis, Part II, Chemical and Microbiological Properties (Ed. Black, C.A.). American Society of Agron., Madison, WI. pp. 914-926.
- Schofield, R.K. and A.W. Taylor. 1955. The measurement of soil pH. **Soil Sci. Soc. Am. Proc. 19:**164-167.
- Marx E.S., J. M. Hart, and R.G. Stevens 1999. Soil Test Interpretation Guide, EC 1478, Oregon State University, USA.

2. تقدير الأملاح القابلة للذوبان بماء التربة بواسطة قياس الناقلية الكهربائية في مستخلص التربة Determination of water soluble salts by the Electrical Conductivity in soil water extract: تُعبر الناقلية الكهربائية عن تركيز الأملاح اللاعضوية الذوَّابة في التربة (عجينة مشبعة أو معلقات 2.5:1، 5:1)، و الناقلية الكهربائية هي ناقلية 1 سم^3 من محلول موضوع بين صفيحتين من البلاتين مساحة كل منهما 1 سم^2 و يبعدان عن بعضهما بمسافة 1 سم و وحدتها ديسمنس/م (dS/m). و يمكن بدلالة الناقلية الكهربائية لمحلول ما معرفة كمية الأملاح الكلية الذائبة فيه. و تُقاس الناقلية الكهربائية بتعيين التوصيل الكهربائي Electricl Conductance و هو مقلوب المقاومة الكهربائية بجهاز خاص يسمى جهاز الـ EC.

1.2. الغاية و الهدف Scope: يُعد قياس الناقلية الكهربائية طريقة من طرائق تقدير كمية الأملاح الذائبة الكلية في التربة لأن تركيز الأملاح الذائبة في المستخلص المائي يتناسب مع الناقلية الكهربائية.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.2. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على إذابة الأملاح الذائبة في التربة بالماء المقطر و ذلك بإضافة الماء للتربة بنسب مختلفة أو بطريقة العجينة المشبعة و تقدير الناقلية الكهربائية في المستخلص الناتج، و ترتبط مع كمية الأملاح الذائبة بالعلاقة التجريبية التالية:

كل 1 ميلي سمنس/سم يعادل 640 مغ/لتر أملاح ذائبة.

3.2. طريقة تقدير الناقلية الكهربائية في مستخلصات التربة (5:1 ، 2.5:1) Measurement of EC of soil extract:

- حضّر معلق تربة 2.5:1 أو 5:1. و رج لمدة ساعة ثم رشّح.
- خذ قراءة الـ EC للراشح من جهاز الناقلية الكهربائية للراشح بعد معايرة الجهاز باستخدام المحاليل القياسية الخاصة به.

4.2. طريقة التجفيف Drying method: يمكن بهذه الطريقة تعيين الأملاح الكلية الذائبة في مستخلص تربة و تعتمد الطريقة على عمل مستخلص مائي للتربة 5:1 أو 10:1 و تجفيف قسم من المستخلص على درجة 110 مْ و وزن البقايا الجافة فيه.

1.4.2. طريقة العمل Procedure:

- حضر مستخلص تربة 5:1.
- رج لمدة 15 دقيقة ثم رشّح.
- خذ من الراشح الصافي 20 مل و ضعها في جفنة نظيفة معروفة الوزن على ميزان حساس.
- جفف الجفنة بما فيها الراشح في فرن على درجة حرارة 110 مْ حتى تمام الجفاف.
- برّد الجفنة في المجفف ثم زنها و أعد التجفيف و الوزن حتى الثبات.

2.4.2. طريقة الحساب Calculation:

كمية الأملاح في الحجم المأخوذ = وزن الجفنة مع الأملاح الجافة – وزن الجفنه فارغة

$$\text{كمية الأملاح الكلية في المستخلص غ} = \text{كمية الأملاح في الحجم المأخوذ} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{الحجم المأخوذ للتجفيف}}$$

$$\text{النسبة المئوية للأملاح الكلية في التربة} = \text{كمية الأملاح في الحجم المأخوذ غ} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{الحجم المأخوذ للتجفيف}} \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$$

5.2. تقدير الناقلية الكهربائية في عجينة التربة المشبعة Measurement of Electrical Conductivity from extract of soil saturated paste (EC_e): تستخدم هذه الطريقة لتقدير الـ EC، و لتقدير أكثر دقة للأملاح الذائبة في العينات التي لها ناقلية كهربائية عالية فوق 1.8 ديسمنس/م.

1.5.2. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- وحدة تفريغ، قمع بوخنر، مخروطية ذات فتحة جانبية، أنابيب اختبار، بوتقة بورسلانية.
- جهاز EC.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.5.2. المحاليل و المواد اللازمة Reagents: ماء مقطر و محلول منظم (بفر).

3.5.2. طريقة العمل Procedure:

- حضر عجينة مشبعة (كما في الفقرة 1-5).
- اسحب الماء من التربة باستخدام مضخة التفريغ و ذلك عن طريق قمع بوخز و ورق ترشيح.
- اجمع الراشح في أنبوب اختبار.
- قدر الأملاح الذائبة بالتجفيف أو بواسطة جهاز الناقلية الكهربائية عن طريق غمس الإلكترود في المحلول و خذ القراءة من الجهاز (ديسمنس/م).

6.2. واحدات الناقلية الكهربائية Electrical conductivity units:

إذا كانت المقاومة بالأوم كانت الناقلية الكهربائية ديسمنس/م إلا أن هذه الوحدة كبيرة جداً فيستعمل مشتقاتها:

- 1 ديسمنس/م (dS/m)=1000 ملليسمنس/م (mS/m).
- 1 ملليسمنس/م =1000 ميكروسمنس/م (µS/m).
- 1 ديسمنس/م = 1000000 ميكروسمنس/م.
- كمية الأملاح بالمليمكافىء/لتر=12.5 × EC (dS/m).
- النسبة المئوية للأملاح في المحلول=0.064 × EC (dS/m).
- الضغط الأسموزي للمحلول (ضغط جوي)=0.36 × EC (dS/m).

$$\text{النسبة المئوية للأملاح الكلية في التربة} = \frac{\text{النسبة المئوية للماء في التربة عند الاستخلاص} \times \mathbf{EC} \times \mathbf{0.064}}{\mathbf{100}}$$

إن تقييم أو مقياس الملوحة المبني على أساس التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة حسب منظمة الفاو هو موضح في الجدول 5 (Jones, 2001):

الجدول (5) تقييم الملوحة للتربة على أساس التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة

نوع التربة	لناقلية الكهربائية للعجينة المشبعة
غير مالحة	dS/m 2-0
قليلة الملوحة (قد يؤثر على المحاصيل الحساسة)	dS/m 4-2.1
متوسطة الملوحة (تؤثر على معظم المحاصيل)	dS/m 8-4.1
عالية الملوحة	dS/m 16 -8.1
عالية الملوحة جداً	أكثر من dS/m 16.1

أما تقييم أو مقياس الملوحة المبني على أساس التوصيل الكهربائي لمستخلص 5:1 حسب منظمة الفاو هو:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدول (6) تقييم لملوحة للتربة على أساس التوصيل الكهربائي لمستخلص 5:1

نوع التربة	الناقلية الكهربائية لمستخلص5/1
غير مالحة	dS/m 0.6–0
قليلة الملوحة	dS/m 1.2–0.6
متملحة	dS/m 2.4–1.2
شديدة الملوحة	dS/m 6–2.4
مالحة جداً	أكثر من dS/m 6

7.2. المراجع References:

- Jones, J.B., Jr. 2001. Laboratory guide for conducting soils tests and plant analysis. CRC Press, Boca Raton Florida, USA.
- Corwin, D.I. and J.D. Rhoades. 1982. An improved technique for determining soil electrical conductivity-depth relations from aboveground electromagnetic measurements. **Soil Sci. Soc. Am. J. 46:** 517–520.
- Corwin, D.L. and S.M. Lesch. 2003. Application of soil electrical conductivity to precision agriculture: theory, principles, and guidelines. **Agron. J. 95:** 455–471.
- Rhoades J.D. 1990. Determining soil salinity from measurements of electrical conductivity. Commun. **Soil Sci. Plant Anal. 21:** 1887-1926.
- Rhoades, J.D. and D.L. Corwin. 1981. Determining soil electrical conductivity-depth relations using an inductive electromagnetic soil conductivity meter. **Soil Sci. Soc. Am. J. 42:** 255–260.
- Peech, M. 1965. Hydrogen-ion activity. In: Methods of Soil Analysis, Part II, Chemical and Microbiological Properties (Ed. Black, C.A.). American Society of Agron., Madison, WI. pp. 914-926.

3. تقدير كربونات الكالسيوم Determination of Calcium Carbonate:

1.3. تقدير الكربونات الكلية في التربة بطريقة المعايرة Determination of Total Carbonate by Titration method:

1.1.3. الغاية و الهدف Scope: تقدير كربونات الكالسيوم في التربة.

2.1.3. المبدأ العام Principle: تعتمد طريقة تقدير الكربونات الكلية في التربة على إضافة كمية زائدة من حمض HCl حيث يتفاعل الحمض مع الكربونات الموجودة لينطلق غاز CO_2، ثم معايرة حجم الحمض الزائد عن التفاعل بمحلول ماءات الصوديوم الأمر الذي يُمكّن من حساب كمية الحمض المستهلك في التفاعل مع الكربونات و بالتالي حساب النسبة المئوية للكربونات في التربة، و يتم التفاعل على الشكل التالي:

$$CaCO_3 + 2\ HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

من عيوب هذه الطريقة تفاعل أنواع مختلفة من الكربونات الموجودة في التربة مثل كربونات المغنزيوم مع حمض كلور الماء و لكن يُعبر عن النتيجة بما يعادل كربونات الكالسيوم.

3.1.3. الأدوات اللازمة Apparatus: مخروطيات 250 مل، سحاحات، سخان كهربائي.

4.1.3. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول ماءات الصوديوم 1 نظامي:
  - أذب 40 غ من ماءات الصوديوم بحوالي 200 مل ماء مقطر في بيشر و دعه يبرد.
  - انقل المحلول نقلاً كمياً إلى دورق معياري سعة 1000 مل.
  - أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.
- محلول حمض كلور الماء HCl 1 نظامي:
  - ضع حوالي 200 مل ماء حراري في دورق معياري سعة لتر.
  - أضف له 82.8 مل من حمض كلور الماء المركز تركيزه 37% و كثافته 1.19 (قدِّر حجم الحمض بواسطة سلندر مدرَّج).
  - اترك المحلول حتى يبرد، ثم أكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر.
- دليل فتالين 1%: أذب 1غ من فينول فتالين في دورق معياري يحوي 100 مل كحول إتيلي 95%.
- محلول كربونات الصوديوم 1 نظامي: أذب 53 غ من كربونات الصوديوم اللامائية Na_2CO_3 في الماء المقطر و أكمل الحجم إلى لتر.
- دليل برتقالي مثيل: خذ 0.1 غ من دليل برتقالي مثيل و أذبها في 100 مل من الماء المقطر.
- لحساب نظامية حمض كلور الماء 1 نظامي:
  - خذ 10 مل من محلول كربونات الصوديوم 1 نظامي في مخروطية سعة 250 مل.
  - أضف 2 نقطة من دليل برتقالي المثيل.
  - عاير بواسطة محلول حمض كلور الماء حتى يتغير لون المحلول من برتقالي فاتح إلى برتقالي غامق.

نظامية حمض كلور الماء: ح × ع = حَ × عَ

10 × 1 = حجم الحمض المستهلك × عَ

$$\text{ومنه عَ (نظامية حمض كلور الماء)} = \frac{1\times10}{\text{حَ (حجم الحمض المستهلك)}}$$

- لحساب نظامية ماءات الصوديوم المحضرة:
  - خذ 10 مل من محلول حمض كلور الماء المحدد النظامية سابقاً و ضعها في مخروطية 250 مل ثم أضف 2 نقطة من دليل فينول فتالين.
  - عاير بواسطة محلول ماءات الصوديوم حتى يتغير اللون من عديم اللون إلى زهري.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- نظامية ماءات الصوديوم:

$$ح \times ع = حَ \times عَ$$

$$10 \times 1 = حَ \times عَ$$

حيث أن:

حَ: كمية ماءات الصوديوم التي لزمت للمعايرة.

عَ: نظامية ماءات الصوديوم.

$$عَ = \frac{1 \times 10}{حَ \text{ (حجم ماءات الصوديوم)}}$$

5.1.3. طريقة العمل Procedure:

- زن 1غ تربة جافة هوائياً و منخولة على منخل 0.2 مم في مخروطية زجاجية سعة 250 مل.
- أضف 10 مل من محلول حمض كلور الماء 1 نظامي المحضر سابقاً.
- رج المزيج يدوياً و سخنه إلى ما قبل الغليان ثم برِّد.
- أضف له 100 مل من الماء المقطر بواسطة دورق معياري، ثم رشِّح المحلول.
- أضف 2-3 نقاط من دليل الفينول فتالين إلى الراشح.
- عاير بواسطة محلول ماءات الصوديوم حتى يظهر اللون الوردي و يثبت عند تحريك المحلول.
- سجِّل حجم ماءات الصوديوم المستهلكة.

6.1.3. طريقة الحساب Calculation:

$$\% \ CaCO_3 = \frac{100 \times 50 \times (أ - ب)}{1000 \times \text{التربة وزن}}$$

أ: عدد مليمكافئات حمض HCl = ح × ع

ب: عدد مليمكافئات ماءات الصوديوم NaOH=حَ × عَ

أ- ب: عدد مليمكافئات الحمض المستهلكة في معادلة التفاعل مع الكربونات.

الوزن المكافيء لـ $CaCO_3$ $= \frac{100}{2} = 50$

7.1.3. المرجع Reference:

Jackson, M.L. 1985. Soil chemical analysis - advanced course, 2nd edn., Madison, WI, USA.

2.3. تقدير الكربونات الكلية بطريقة الكالسيمتر Determination of Total Carbonate by Calcimeter method:

1.2.3. الغاية و الهدف Scope: تقدير الكربونات الكلية في التربة.

2.2.3. المبدأ العام Principle : يتم تحطيم الكربونات باستخدام حمض كلور الماء و يُقاس حجم ثاني أكسيد الكربون المتحرر عند درجة حرارة و ضغط محددين.

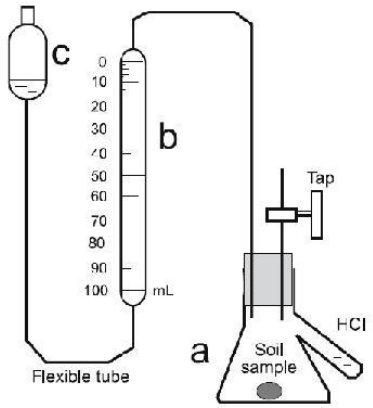
$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \quad \text{(تفاعل سريع)}$$

$$MgCO_3 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O + CO_2 \quad \text{(تفاعل بطيء)}$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.2.3. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- جهاز كالسيمتر نموذج برنارد مجهز بصمامين و موصول بمخروطية ذات أصبع سعة 250 مل (شكل 12).
- جهاز بارومتر لقياس الضغط و ملقط خشبي.



الشكل (12) جهاز الكالسيمتر

4.2.3. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- حمض كلور الماء المخفف (1:1): يُضاف حجم من الحمض المركز إلى حجم مساوٍ له من الماء المقطر بحذر ثم يُحرَّك جيداً. يُبرَّد ليصبح جاهزاً للاستعمال.
- بودرة كربونات كالسيوم نقية: مجففة على الدرجة 105 مْ لمدة ساعتين.
- محلول مالئ للكاسيمتر: كلوريد الصوديوم المشبع و المحتوي على وسيط ملون.

5.2.3. طريقة العمل Procedure:

- زن 1–10 غ من التربة الجافة هوائياً و المنخولة على منخل 0.1 مم و ذلك للحصول على حجم من CO_2 يعادل من 60–80 مل.
- خُذ باستخدام الماصة 10 مل من حمض كلور الماء و ضعها بحرص في أصبع المخروطية مراعياً عدم السماح لأي جزء من الحمض بالوصول إلى أسفل المخروطية ذات الأصبع.
- انقل العينة الترابية الموزونة بحرص إلى المخروطية.
- تجنب تسخين المخروطية باليد.
- افتح الصمام الموجود أعلى المخروطية (a).
- استخدم المحلول الموجود في الخزان (c) لملئ الأسطوانة المدرجة بمحلول الكالسيمتر حتى العلامة، صفر ثم أغلق الصمام (a).
- استخدم الملقط الخشبي لخلط العينة مع حمض كلور الماء.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- حرك المخروطية و أنزل الخزان (c) تدريجياً مراقباً الانخفاض في مستوى السائل في الأسطوانة المدرجة.
- عندما يكون مستوى السائل في الأسطوانة المدرجة قد استقر، اجعل مستويي السائل في الخزان (c) و في الأسطوانة المدرجة متساويين. اقرأ حجم CO_2 المتحرر على الأسطوانة المدرجة.
- حدد درجة حرارة المخبر و الضغط الجوي.

معايرة الجهاز: زن 0.3 غ من كربونات الكالسيوم النقية الجافة و ضعها في المخروطية ذات الأصبع و كرر نفس الخطوات المذكورة أعلاه و لاحظ حجم CO_2 المتحرر. كرر هذه العملية مع 0.2 غ و 0.1 غ من كربونات الكالسيوم.

6.2.3. طريقة الحساب Calculation:

حيث M: الوزن (غ) لواحد لتر من CO_2 في شروط العمل من الحرارة و الضغط (جدول 7)

$$\frac{100.09}{44.01} = \frac{CaCO3}{CO2} = 2.28$$

الجدول (7) وزن واحد لتر من CO_2 عند درجات حرارة و ضغوط مختلفة (غ)

درجة الحرارة	986.66 ملي بار 740 mm Hg	1.00000 750	1.01333 760	1.0266 770
20 مْ	1.7423	1.7665	1.7906	1.8147
21 مْ	1.7338	1.7530	1.7818	1.8059
22 مْ	1.7251	1.7443	1.7730	1.7970
23 مْ	1.7164	1.7355	1.7641	1.7880
24 مْ	1.7075	1.7266	1.7551	1.7789

ملاحظات: تملئ الاسطوانة المدرجة في جهاز الكالسيمتر بمحلول مشبع ملون من كلوريد الصوديوم و ذلك للحد من انحلالية غاز CO_2 و لتسهيل القراءة.

- إن درجة الحرارة المقاسة هي درجة حرارة محيط التجربة و لكن عندما يبدأ تفاعل حمض كلور الماء مع كربونات الكالسيوم و هو تفاعل ناشر للحرارة ترتفع درجة الحرارة قليلاً لذلك يجب علينا الانتظار لمدة دقيقة واحدة قبل قراءة درجة الحرارة حتى يحدث الاستقرار .

-عند وجود الدولميت $CaMg(CO_3)_2$ من الضروري إجراء قرائتين لحجم CO_2 المتحرر، الأولى بعد دقيقة واحدة و الثانية بعد ثلاثة دقائق نظراً إلى أن الدولميت يتفاعل ببطأ أكثر من كربونات الكالسيوم.

7.2.3. المراجع References:

- Balazs, H., O. Opara-Nadib, and F. Beesea 2005. A simple method for measuring the carbonate content of soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69, 1066–1068, DOI: 10.2136/sssaj2004.0010.
- ISO, 10693. 1995. SoiH,l quality–determination of carbonate content-Volumetric method, part 7. International organization for standardization. Geneva, Switzerland. Available at: (www.iso.ch).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4. تقدير الكلس الفعال باستخدام أوكزالات الأمونيوم Determination of Active Calcium Carbonate with the use of Ammonium Oxalate:

1.4. الغاية و الهدف Scope: تقدير كربونات الكالسيوم النشطة في التربة.

2.4. المبدأ العام Principle: تعتمد طريقة تقدير كربونات الكالسيوم النشطة (الناعمة) في التربة على إضافة كمية زائدة من أوكزالات الأمونيوم و معايرة الحجم الزائد عن التفاعل بمحلول برمنغانات البوتاسيوم حيث يتم التفاعل التالي:

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

ثم يُعاير الزائد من أوكزالات الأمونيوم بواسطة محلول عياري من برمنغانات بوتاسيوم و ذلك وفق التفاعل التالي:

$$5(NH_4)_2\,C_2O_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5(NH_4)_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

3.4. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول أوكزالات الأمونيوم 0.2 نظامي تقريباً $C_2O_4(NH_4)_2.H_2O$: أذب 14.2غ من أوكزالات الأمونيوم النقية (موضوعة في المجفف لمدة 48 ساعة) في دورق معياري سعة لتر بالماء المقطر و يُكمل الحجم بالماء المقطر الحراري.
- محلول برمنغنات البوتاسيوم 0.2 نظامي تقريباً $KMnO_4$: زن 6.4غ من برمنغنات البوتاسيوم النقية و ضعها بدورق معياري سعة لتر، أضف لها حوالي 700 مل ماء مقطر و سخِّن على النار حتى الغليان ثم برِّد و أكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر.
- محلول حمض الأوكزاليك 0.2 نظامي:
  - زن 1.2607 غ من حمض الأوكزاليك $(COOH)_2\,2H_2O$ في بيشر صغير.
  - أضف له قليلاً من الماء المقطر و سخِّن على النار حتى يتم الذوبان.
  - برِّد ثم انقل بحذر إلى دورق معياري سعة 100 مل نقلاً كمياً ثم أكمل الحجم بالماء المقطر.

4.4. طريقة العمل Procedure:

- زن 1غ تربة جافة هوائياً منخولة على منخل بقطر 2 مم في مخروطية سعة 250 مل.
- أضف 100 مل من محلول أكزالات الأمونيوم 0.5 نظامي.
- رج لمدة ساعتين ثم رشح.
- اسحب 5 مل من الراشح و ضعه في مخروطية 250 مل و أضف لها 50 مل من الماء المقطر.
- أضف لها بواسطة ماصة هيدروليك 5 مل من حمض الكبريت المركز (لتسريع التفاعل).
- سخِّن على سخان كهربائي حتى درجة حرارة 70 – 80 مْ إلى ما قبل الغليان.
- عاير الزائد من أكزالات الأمونيوم بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم 0.5 نظامي حتى ثبات اللون الوردي لمدة دقيقة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- حضِّر شاهد كالتالي: اسحب بواسطة ماصة 5 مل من أوكزالات الأمونيوم و ضعها في مخروطية سعة 250 مل و عامله معاملة العينة، ثم عاير بمحلول برمنغنات البوتاسيوم حتى ظهور اللون الوردي، سجِّل رقم المعايرة.
- قدر عيارية برمنغنات البوتاسيوم بالضبط كالتالي:
  - خذ 10 مل من حمض الأوكزاليك في مخروطية 250 مل.
  - أضف لها حوالي 40 مل ماء مقطر و 5 مل من حمض الكبريت المركز.
  - عاير بمحلول برمنغنات البوتاسيوم.
  - و بتطبيق القاعدة ح ×ع = حَ × عَ تحصل على عيارية برمنغنات البوتاسيوم بالضبط.

5.4. طريقة الحساب Calculation:

ملمكافئ أوكزالات أمونيوم كلية – ملمكافئ أوكزالات أمونيوم زائدة عن التفاعل = ملمكافئ أوكزالات أمونيوم التي رسَّبت كربونات الكالسيوم الناعمة على شكل CaC_2O_4

$$\text{الكلس الفعال غ/100غ تربة} = \frac{(\text{ب} - \text{س}) \times \text{عيارية البرمنغنات} \times \text{الحجم الكلي للعينة} \times \text{الوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم}}{\text{وزن العينة} \times \text{الحجم المسحوب} \times 1000} \times 100$$

ب: كمية برمنغنات البوتاسيوم اللازمة لمعايرة الشاهد.

س: كمية برمنغنات البوتاسيوم اللازمة لمعايرة أوكزالات الأمونيوم الزائدة.

1000: تحويل المكافئ إلى ملمكافئ.

6.4. المرجع Reference:

Jackson, M.L. 1985. Soil chemical analysis - advanced course, 2nd edn., Madison, WI, USA.

5. تقدير المادة العضوية Determination of Organic Matter:

1.5. تقدير المادة العضوية بطريقة ولكلي و بلاك Determination of Organic Mmatter by Walkley and Black method:

1.1.5. الغاية و الهدف Scope: تقدير المادة العضوية اعتماداً على أكسدة الكربون العضوي بثاني كرومات البوتاسيوم، و تطبق هذه الطريقة على العينات لقياس نسبة المادة العضوية في العينة.

2.1.5. المبدأ العام Principle: أكسدة المادة العضوية تحت ظروف مثالية بكمية زائدة من ثاني كرومات البوتاسيوم بوجود حمض الكبريت وفق المعادلة:

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

يتم لاحقاً حساب كمية ثاني كرومات البوتاسيوم الفائضة بالمعايرة بسلفات الحديدي بوجود مشعر الفروئين

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

و بحساب الفرق بين حجم سلفات الحديدي اللازمة لمعايرة الشاهد و حجم سلفات الحديدي اللازمة لمعايرة العينة نستطيع تحديد عدد ميلي مكافئات ثاني كرومات البوتاسيوم التي قامت بأكسدة الكربون و هي مساوية لعدد ميلي مكافئات الكربون في العينة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.1.5. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- سحاحة أوتوماتيك و ميزان حساس أربعة أرقام بعد الفاصلة.
- مخروطية سعة 250 مل و عدة وزن.

4.1.5. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول ثاني كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ 1 نظامي: أذب بدقة 49.04 غ من ثاني كرومات البوتاسيوم النقية المجففة سابقاً على درجة حرارة 105 مْ في لتر من الماء المقطر الحراري.
- دليل الفروئين: أذب 0.702 غ من سلفات الحديدي في 50 مل من الماء المقطر ثم أضف 1.5 غ من مادة أورثوفينانثرولين (الفروئين)، حرك حتى الذوبان و أكمل بالماء المقطر إلى 100 مل. يمكن استعمال دليل داي فينايل أمين عوضاً عنه و ذلك بإذابة 0.5 غ من داي فينايل أمين في 20 مل ماء مقطر و يُضاف له 100 مل حمض كبريت مركز. يُترك ليبرد قبل الاستعمال.
- محلول سلفات الحديدي $FeSO_4.7H_2O$ 1 نظامي: زن 278 غ من سلفات الحديدي في دورق معياري سعة 1000 مل، أضف لها حوالي 200 مل من الماء المقطر، حرِّك جيداً لإذابتها ثم أضف لها 15 مل حمض كبريت مركز (ليمنع تأكسد الحديديك إلى حديدي)، أكمل الحجم إلى 1 لتر بالماء المقطر ثم انقل المحلول إلى زجاجة عاتمة و تنقل بعيدة عن الضوء.
- حمض الفوسفور 80%.
- ماء ثنائي التقطير و حمض الكبريت المركز.

5.1.5. طريقة العمل Procedure:

- زن 0.5غ تربة جافة هوائياً و منخولة على منخل قطر 0.25 مم في مخروطية زجاجية 250 مل.
- أضف لها 5 مل من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم 1 نظامي.
- أضف لها 10 مل من حمض الكبريت المركز، حرِّك المخروطية جيداً.
- اترك المعلق لمدة 15 دقيقة، ثم انظر لون المزيج إذا كان زيتي غامق (دليل تواجد مادة عضوية مرتفعة) يجب مضاعفة كمية ثاني كرومات و حمض الكبريت للعينة أي أن حجم ثاني كرومات البوتاسيوم المضافة أولاً غير كافي لأكسدة الكربون العضوي في العينة.
- أغلق المخروطية بإحكام و اترك العينة حوالي 30 دقيقة أو لليوم التالي ليتم التفاعل أصولاً.
- بعدها أضف حوالي 100 مل من الماء المقطر ثم أضف 10 مل من حمض الفوسفور المركَّز 85% (لتوضيح لون المعايرة). برِّد قبل المعايرة.
- أضف 3 – 4 نقاط من دليل فيروئين أو 1 مل من داي فينيل أمين و حرك جيداً.
- عاير بمحلول سلفات الحديدي 1 نظامي حتى يظهر اللون الأحمر القرمزي ثم سجِّل حجم المحلول اللازم للمعايرة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- حضِّر عينة شاهد كالتالي (مع مراعاة أن يعامل الشاهد معاملة العينة تماماً):
  - خذ 5 مل من ديكرومات البوتاسيوم.
  - أضف لها 10 مل حمض كبريت مركز.
  - اترك الشاهد 30 دقيقة على الأقل ثم أضف حوالي 100 مل ماء مقطر و دعه يبرد.
  - أضف 3 – 4 نقاط من دليل فيروئين أو 1 مل من داي فينايل أمين و حرِّك جيداً.
  - عاير بمحلول سلفات الحديدي 1 نظامي حتى يظهر اللون الأحمر القرمزي. سجِّل حجم المحلول اللازم للمعايرة.

6.1.5. طريقة الحساب Calculation:

يتم التفاعل الكيميائي بهذه الطريقة وفق المعادلة التالية:

$$2H_2Cr_2O_7 + 3C + 6H_2SO_4 \longrightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + CO_2 + 2H_2O$$

تتفكك ثاني كرومات البوتاسيوم بوجود حمض الكبريت و ينطلق O_2 الذي يتفاعل مع الكربون العضوي و يشكل CO_2، و من المعادلة يحسب الكربون العضوي الذي يشكل 58% من المادة العضوية، و هذه الطريقة تؤكسد حوالي 77% من الكربون العضوي.

$$\text{المادة العضوية غ/100غ تربة} = \frac{(\text{ب} - \text{س}) \times \text{عيارية سلفات الحديدي} \times 3 \times 100 \times 100 \times 100}{77 \times 0.5 \times 58 \times 1000}$$

ب: حجم محلول سلفات الحديدي اللازم لمعايرة الشاهد، س: حجم محلول سلفات الحديدي اللازم لمعايرة العينة، 3: هي الوزن المكافئ للكربون في تفاعل أكسدته إلى CO_2، 4/12 = 3 غرام/ مول. 0.5: هي وزن العينة. 77/100: هي فعالية الأكسدة. 58/100: تحويل من الكربون العضوي إلى مادة عضوية.

و في المتوسط تحوي المادة العضوية على 58% من محتواها كربون عضوي و 5.5% هيدروجين و 5.5% نتروجين. و هناك علاقة تقريبية بين المادة العضوية و الآزوت العضوي حيث أن:

$$\text{الآزوت العضوي} = \frac{\text{كمية المادة العضوية}}{20}$$

ملاحظة: لا ينصح بهذه الطريقة للترب المحتوية على كميات كبيرة من أيونات الكلور و المنغنيز و الحديدي حيث نحصل على نتائج أعلى لمحتوى المادة العضوية فجزء من ثاني كرومات البوتاسيوم يذهب لأكسدة أيون الكلور وفق المعادلة:

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Cl^- + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3Cl_2 + 7H_2O$$

و من الممكن إزالة التداخل بإضافة كبريتات الفضة للمحلول المؤكسد.

إن تقييم نتائج المادة العضوية على أساس النسبة المئوية حسب (FAO 1980) موضح في الجدول (8)

الجدول (8) تقييم نتائج المادة العضوية

المادة العضوية %	المستوى
% 0.86	منخفض
% 1.29 – 0.86	متوسط
أكثر من 1.29 %	كاف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

7.1.5. المراجع References:

- FAO. 1980. Soil testing and plant analysis. Bull. No. 38/1, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Walkley, A. and A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.,** 37: 29–38.
- Jackson, M.L. 1985. Soil chemical analysis - advanced course, 2nd edn., Madison, WI, USA.

2.5. تقدير محتوى الكربون العضوي باستخدام جهاز تقدير العناصر الأساسية لتحليل الكربون و الكبريت و الكلور Determination of Total Organic Carbon (TOC) by TOC analyzer

1.2.5. الغاية و الهدف Scope: تقدير المادة العضوية في التربة.

2.2.5. المبدأ العام Principle: تقدير المادة العضوية اعتماداً على أكسدة الكربون باستخدام الهواء الصفري و من ثم تحديد تركيز غاز CO_2 المنطلق باستخدام الأشعة تحت الحمراء حيث يتناسب تركيز غاز CO_2 المنطلق مع الفرق الحاصل في طاقة الأشعة تحت الحمراء و الممتص من قبل غاز CO_2 .

3.2.5. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- جهاز TOC و كؤوس كوارتز خاصة بالجهاز (شكل 13).
- ميزان حساس أربعة أرقام بعد الفاصلة.
- فرن تجفيف للعينات.
- حامل كؤوس كوارتز و ملقط معدني.



الشكل (13) جهاز TOC

4.2.5. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- حمض كلور الماء HCl 37% و أسيتون تجاري.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- قياسي كربون صلب: $CaCO_3$ كربونات الكالسيوم.
- قياسي كربون سائل: كربونات الصوديوم، و فتالات البوتاسيوم.
- حضر حمض كلور الماء المخفف 1:1

تحضير قياسي كربون صلب:

- زن عدة أوزان من القياسي $CaCO_3$ في كؤوس كوارتز.
- جهز قياسات بوزن 3 أوزان من القياسي 0.002، 0.004، 0.008 غ و تلقم للجهاز لرسم المنحنى اللازم للعينات.

تحضير قياسي كربون سائل:

- زن 4.41625 غ من كربونات الصوديوم على الميزان الحساس.
- زن 1.06364 غ من فتلات البوتاسيوم $C_8H_5KO_4$.
- أذب الوزنات السابقة في دورق معياري سعة 1 لتر، تُحضر من القياسي الأم السابقة قياسيات حسب محتوى العينة من الكربون.

5.2.5. طريقة العمل Procedure:

- زن في كأس زجاجي كوارتز بحدود 0.05غ أو أقل على الميزان الحساس من العينة.
- أضف 2-4 نقاط من حمض كلور الماء المجفف سابقاً على الكأس للتخلص من الكربون اللاعضوي الموجود في العينة.
- ضع العينة في فرن التجفيف على درجة حرارة 50-60 مْ و لمدة ساعة واحدة فقط.
- لقم العينة للجهاز باستخدام الملقط المعدني.

6.2.5. طريقة الحساب Calculation:

تظهر نتيجة الكربون العضوي الموجود في العينة على الجهاز مباشرة باستخدام برنامج مرفق مع الجهاز على شكل TOC.

7.2.5. المرجع Reference:

Manual of TOC malte ea 2000.

3.5. تقدير المادة العضوية بطريقة الترميد (فرق الوزن) Direct determination of Organic Matter by Loss on Ignition method:

1.3.5. الغاية و الهدف Scope: تقدير المادة العضوية اعتماداً على حرق الكربون بدرجات حرارة عالية باستخدام المرمدة، و تطبق هذه الطريقة على عينات التربة (الخالية من الكربونات الكلية) و النبات و الخشب (بيتموس – تورب).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.3.5. المبدأ العام Principle: حرق المادة العضوية في العينة الجافة تماماً عند درجة حرارة 550–600مْ و من ثم تحديد مقدار الفقد بالوزن و الذي بدوره يعبر عن محتوى المادة العضوية.

3.3.5. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- مرمدة و فرن تجفيف و جفنات بورسلان بقطر 10 سم.
- ملقط خشبي أو معدني.
- ميزان حساس أربعة أرقام بعد الفاصلة.
- مجفف زجاجي مزود بمادة فعالة للتجفيف.

4.3.5. المحاليل و المواد اللازمة Reagents: لا تحتاج هذه الطريقة إلى محاليل.

5.3.5. طريقة العمل Procedure:

- زن الجفنة فارغة باستعمال ميزان حساس و سجل الوزن.
- أضف حوالي 10غ من العينة إلى جفنة بورسلان بقطر 10 سم و سجل الوزن بدقة 0.001.
- جفف العينة السابقة على درجة حرارة 105 مْ لمدة 12 ساعة.
- برد العينة باستخدام المجفف الزجاجي.
- وزن الجفنة مع التربة الجافة: زن بعناية باستخدام الميزان الحساس العينة و سجل الوزن الناتج.
- ضع العينة في المرمدة على درجة حرارة 550 – 600 مْ لمدة 4 ساعات لتصل إلى تمام الترميد.
- برد العينة باستخدام المجفف و زن الجفنة مع الرماد و سجل الوزن الناتج.

6.3.5. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{المادة العضوية } \% = \frac{\text{وزن الجفنة مع العينة الجافة} - \text{وزن الجفنة مع العينة المرمدة}}{\text{وزن الجفنة مع العينة الجافة} - \text{وزن الجفنة فارغة}} \times 100$$

ملاحظات:

- بالرغم من سهولة هذه الطريقة إلا أنها غير دقيقة فعند ترميد العينة عند الدرجة 600 مْ تُفقد المادة العضوية بالإضافة لمكونات أخرى مثل الهيتيت (FeOOH) و يتحول إلى هيماتيت (Fe_2O_3) و كذلك يتم فقد الماء الكريستالي و تتطاير بعض العناصر مثل N, S, CL. كما أن الكربون اللاعضوي يبدأ بالتفكك عند الدرجة 400 مْ.
- إن امتصاص العينة للرطوبة بعد الترميد يؤثر على النتائج.
- ينصح باستعمال هذه الطريقة في الترب الرملية الخفيفة و لا ينصح بها للترب الطينية الثقيلة.

7.3.5. المرجع Reference:

Ben-Dor, E. and A. Banin. 1989. Determination of organic matter content in aridzone soils using a simple “loss-on-ignition” method. **Commun. Soil Sci. Plant Anal., 20(15–16):** 1675–1695.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6. تقدير محتوى كربون المركبات الدبالية (الأحماض الفولفية و الهيومية) Determination of Carbon in Humic compounds (Humic & Fulvic acids):

1.6. الغاية و الهدف Scope: تقدير محتوى كربون الأحماض الفولفية و الهيومية في عينة التربة.

2.6. المبدأ العام Principle: تُستخلص المركبات الدبالية باستخدام مزيج من بيروفوسفات الصوديوم و ماءات الصوديوم، ثم تُفصل الأحماض الهيومية من المستخلص و ذلك بترسيبها في وسط حمضي pH (1.3–1.5) ثم يتم حل هذه الأحماض بهيدروكسيد الصوديوم ليتم تحديد محتوى كربون الأحماض الهيومية في حين يتم تحديد محتوى كربون الأحماض الفولفية بالفرق بين المحتوى الكلي لكربون المركبات الدبالية (الأحماض الفولفية و الهيومية) في مستخلص البيروفوسفات و محتوى كربون الأحماض الهيومية.

3.6. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- ميزان حساس بدقة أربعة أرقام بعد الفاصلة و ميزان نصف حساس بدقة رقمين بعد الفاصلة.
- حمام مائي و ورق ترشيح و دورق مخروطي سعة 250 مل و بيشر سعة 1000 مل.

4.6. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول مزيج من بيروفوسفات الصوديوم وماءات الصوديوم 0.1 نظامي: زن 44.6 غ من بيروفوسفات الصوديوم مع 4 غ من هيدروكسيد الصوديوم و تُحل في لتر باستخدام الماء المقطر الحراري لنحصل على محلول رقم حموضته حوالي 13 .
- محلول كبريتات الصوديوم المشبع Na_2SO_4: أذب 200 غ من كبريتات الصوديوم اللامائية في لتر ماء مقطر (رشح عند اللزوم).
- حمض الكبريت تركيز 1 نظامي: أضف 28 مل من حمض الكبريت المركز إلى دورق معياري سعة 1 لتر يحوي حوالي 800 مل ماء مقطر، انتظر حتى يبرد ثم أكمل الحجم إلى العلامة.
- حمض الكبريت 0.1 نظامي: مدد 100 مل من الحمض السابق إلى 1 لتر بالماء المقطر.
- هيدروكسيد الصوديوم 0.1 نظامي: أذب 4 غ ماءات الصوديوم في لتر ماء مقطر.
- محلول ديكرومات البوتاسيوم 1 نظامي: أذب 49.04 غ من ديكرومات البوتاسيوم (مجففة على درجة 105 مْ لمدة ساعتين) في الماء المقطر، أكمل الحجم إلى لتر.
- حمض الكبريت المركز.
- دليل الفروئين: أذب 0.702 غ من سلفات الحديدي في 50 مل من الماء المقطر ثم أضف 1.5 غ من مادة أورثوفينانثرولين، حرك حتى الذوبان و أكمل الحجم بالماء المقطر إلى 100 مل.
- محلول سلفات الحديدي ($FeSO_4.7H_2O$) 1 نظامي: أذب 278 غ من سلفات الحديدي في الماء المقطر و أضف بحذر 15 مل من حمض الكبريت المركز، أكمل الحجم إلى 1 لتر بالماء المقطر ثم انقل المحلول إلى زجاجة عاتمة و تُنقل بعيداً عن الضوء.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- حمض الفوسفور 80%.

5.6. الاستخلاص:

- زن 10 غ من التربة المجففة هوائياً إلى سلندر مزود بسدادة سعة 500 مل.
- أضف 200 مل من محلول بيروفوسفات الصوديوم.
- أغلق السلندر بسدادة من أجل عزل غاز ثاني أكسيد الكربون و الموجود في الهواء عن العينة.
- حرك لعدة مرات و اترك العينة لليوم التالي (16 – 18 ساعة زمن التماس بين التربة و المزيج).
- أضف 50 مل من محلول كبريتات الصوديوم المشبع و ذلك من أجل تخثير جزئيات الغضار و تسريع عملية الترشيح.
- اخلط المزيج و اتركه مدة 15 – 20 دقيقة و رشح (تستبعد القطرات الأولى من الرشاحة).

6.6. تقدير المحتوى الكلي للمركبات الدبالية (الأحماض الفولفية و الهيومية):

- اسحب حجم (من 20 مل حتى 50 مل) من المستخلص (حيث ينقص حجم السحب بزيادة شدة اللون) توضع في مخروطية سعة 100 مل و جفف باستخدام حمام مائي.
- أضف لها 5 مل من محلول ديكرومات البوتاسيوم 1 نظامي.
- ثم أضف لها 10 مل من حمض الكبريت المركز، حرّك المخروطية جيداً.
- اترك المعلق لمدة 15 دقيقة، ثم انظر لون المزيج إذا كان زيتي غامق (دليل تواجد مادة عضوية مرتفعة) يجب مضاعفة كمية الديكرومات و حمض الكبريت للعينة أي حجم ديكرومات البوتاسيوم المضافة أولاً غير كافي لأكسدة الكربون العضوي في العينة.
- أغلق المخروطية بإحكام و اترك العينة حوالي 30 دقيقة أو لليوم التالي ليتم التفاعل أصولاً.
- بعدها أضف حوالي 100 مل من الماء المقطر ثم أضف 10 مل من حمض الفوسفور المركَّز 85% (لتوضيح لون المعايرة) برِّد قبل المعايرة.
- أضف 3 – 4 نقاط من دليل فيروئين أو 1 مل من داي فينيل أمين و حرك جيداً.
- عاير بمحلول سلفات الحديدي 1 نظامي حتى يظهر اللون الأحمر القرمزي ثم سجِّل حجم المحلول اللازم للمعايرة.
- حضِّر عينة شاهد كالتالي (مع مراعاة أن يُعامل الشاهد معاملة العينة تماماً):
  - خذ 5 مل من ديكرومات البوتاسيوم.
  - أضف لها 10 مل حمض كبريت مركز.
  - اترك الشاهد 30 دقيقة على الأقل.
  - أضف حوالي 100 مل ماء مقطر و دعه يبرد.
  - أضف 3 – 4 نقاط من دليل فيروئين أو 1 مل من داي فينايل أمين و حرِّك جيداً.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- عاير بمحلول سلفات الحديدي 1 نظامي حتى يظهر اللون الأحمر القرمزي، سجِّل حجم المحلول اللازم للمعايرة.

7.6. حساب محتوى كربون المركبات الدبالية (الأحماض الفولفية و الهيومية):

$$\text{كربون المركبات الدبالية}\% = \frac{(\text{ب} - \text{س}) \times 250 \times \text{عيارية سلفات الحديدي} \times 3 \times 100 \times 100}{1000 \times \text{حجم السحب} \times \text{وزن التربة} \times 77}$$

ب: حجم محلول سلفات الحديدي اللازم لمعايرة الشاهد.

س: حجم محلول سلفات الحديدي اللازم لمعايرة العينة.

8.6. تقدير محتوى كربون الأحماض الهيومية:

- خذ 20 مل أو 50 مل من الراشح (حيث ينقص حجم السحب بزيادة شدة اللون) توضع في مخروطية سعة 100 مل.
- أضف 10 مل من حمض الكبريت 1 نظامي.
- اضبط pH المحلول بإضافة حمض الكبريت النظامي عند pH (1.3 – 1.5).
- سخن حتى درجة حرارة 70 – 80 مْ باستخدام حمام مائي حتى بدء تشكل الأحماض الهيومية (على شكل هلام).
- تُرفع المخروطيات من الحمام المائي، تُترك لساعة حتى يتم الترسيب الكامل للأحماض الهيومية.
- رشح و اغسل الراسب الموجود على ورقة الترشيح و المتبقي في المخروطية ثلاث مرات بمحلول حمض الكبريت 0.1 نظامي و ذلك للتخلص من بقايا الأحماض الفولفية.
- أعد الراسب الموجود على ورق الترشيح إلى المخروطية.
- أذب الراسب باستخدام دفعات متتالية من محلول ماءات الصوديوم الدافئ (40–50 مْ) 0.1 نظامي باستخدام الرشاش (يجب أن لا يزيد الحجم المستخدم للإذابة عن 100 مل).
- برد المحلول القلوي و انقله إلى دورق معياري سعة 100 مل، أكمل الحجم إلى العلامة.
- خذ من 5 – 25 مل من المحلول القلوي من أجل تحديد كربون الأحماض الهيومية بنفس الخطوات السابقة للمادة الدبالية.

9.6. حساب محتوى كربون الأحماض الهيومية:

$$\text{كربون الاحماض الهيومية } \% = \frac{(\text{ب}-\text{س}) \times 250 \times 100 \times \text{عيارية سلفات الحديدي} \times 3 \times 100 \times 100}{1000 \times \text{حجم المستخلص الماخوذ لترسيب الاحماض الهيومية} \times \text{حجم المحلول القلوي الماخوذ للمعايرة} \times \text{وزن التربة} \times 77}$$

ب: حجم محلول سلفات الحديدي اللازم لمعايرة الشاهد.

س: حجم محلول سلفات الحديدي اللازم لمعايرة العينة.

10.6. تقدير محتوى كربون الأحماض الفولفية: يتم حساب محتوى كربون الأحماض الفولفية بالفرق بين المحتوى الكلي لكربون المركبات الدبالية و محتوى كربون الأحماض الهيومية:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

محتوى كربون الأحماض الفولفية % =المحتوى الكلي لكربون المركبات الدبالية % – محتوى كربون الأحماض الـهيومية %

11.6. المراجع References:

- Kononova, M.M. 1956. Humus der Boden der U.D.S.S.R., seine Natur und Rolle in Bodenbildungsprozessen. Trans. 6th Int. Congr. Soil Sci., II:557-565.
- Kononova, M.M. 1961. Soil Organic Matter. Transl. from Russian by T. Z. Nowakowski and G. N. Greenwood. Pergamon Press, London.
- Kononova, M.M. 1966. Soil organic matter. 2nd ed. Pergamon Press, New York.
- Kononova, M.M. and N.P. Bel'chikova. 1961. **Sov. Soil Sci.,** 1112-1121.

7. تقدير الجبس Determination of Gypsum :

1.7. تقدير الجبس بطريقة الترسيب بالأسيتون Determination of Gypsum by Acetone precipitation method:

1.1.7. الغاية و الـهدف Scope: تقدير كمية الجبس ($CaSO_4.2H_2O$) في العينات الترابية.

2.1.7. المبدأ العام Principle: من الصعب تقدير الجبس في التربة بشكل دقيق بسبب الأخطاء المرافقة لاستخلاص هذا المركب بالماء و ذلك يعود إلى أن حساب كمية الجبس اعتماداً على تركيز شاردتي الكالسيوم و الكبريتات العائدتين للجبس يترافق بتداخل ناتج عن وجود مصدرين آخرين لهذه الشوارد أحدهما المركبات المنحلة في التربة عدا الجبس و التي تحوي هاتين الشاردتين، و الآخر هو الكالسيوم المدمص على غرويات التربة و الذي يتم استبداله بشوارد أخرى مثل الصوديوم و المغنزيوم. عموماً يُستخلص الجبس من التربة بواسطة الماء المقطر باستخدام نسبة استخلاص للتربة 5:1، (أو 10:1 إذا كانت التربة تحتوي أكثر من 15 ميلمكافئ/100غ تربة).

يُعامل قسم من مستخلص التربة بحجم مماثل من الأسيتون في أنبوب طرد مركزي لترسيب الجبس الذي يُذاب بعد ذلك بحجم معلوم من الماء المقطر و تُؤخذ قراءة الناقلية الكهربائية للمحلول $EC_{mS/cm}$ (مع تعديل القراءة لدرجة حرارة 25 مْ)، ثم يُشاهد ما يقابلها من تركيز كبريتات الكالسيوم مليمكافئ/لتر.

3.1.7. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- جهاز طرد مركزي و أنابيب طرد مركزي سعة 50 مل.
- رجاجة ميكانيكية، ميزان، معدات زجاجية مخبرية.

4.1.7. المواد اللازمة Reagents: الأسيتون.

5.1.7. طريقة العمل Procedure:

- ضع 1 غ من التربة المجففة هوائياً و المطحونة 270 مش (0.053 مم) بدورق مخروطي 500 مل و املئ بالماء المقطر حتى العلامة ثم أغلق الفوهة و ضعه على رجاج ميكانيكي مدة 20 دقيقة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- رشح محتويات الدورق بورق ترشيح Whatman 41 . خذ 20 مل من الرشاحة بأنبوب طرد سعة 50 مل و أضف له 20 مل أسيتون، امزجه جيداً و اتركه 15 دقيقة ليتشكل الراسب بأسفله. ضعه في جهاز الطرد المركزي 3 دقائق بسرعة 2000 دورة/دقيقة ثم تخلص من السائل بحذر و اقلب الأنبوب على ورق ترشيح و دعه 5 دقيقة تقريباً للتخلص من السائل.
- اغسل جوانب أنبوب الطرد بـ 10 مل أسيتون و شتت الراسب بالأسيتون و اتركه 15 دقيقة ثم ضعه بجهاز الطرد و تابع كما في الخطوة السابقة.
- أضف 40 مل من الماء المقطر للأنبوب، أغلقه و رج حتى ذوبان كامل الراسب.
- خذ قياس الناقلية الكهربائية للمحلول و صحح قراءة الناقلية لدرجة حرارة 25 مْ.
- قدر تركيز الجبس في المحلول من الجدول التالي الذي يُظهر العلاقة بين الناقلية الكهربائية للمحلول EC و محتواه من الجبس.

الجدول (9) قيم لناقلية الكهربائية لتراكيز مختلفة من كبريتات الكالسيوم في المحلول (Richards, 1954)

تركيز $CaSO_4$ (meq/l)	الناقلية لكهربائية ($EC_{mS/cm}$) عند الدرجة 25 مْ
0.121	1
0.226	2
0.5	5
0.9	10
1.584	20
2.205	30.5

6.1.7. طريقة الحساب Calculation:

$$CaSO_4 \text{ للمستخلص مليمكافيء} = \frac{CaSO4 \text{ ملمكافئ/لتر} \left(\text{لموافقة لقراءة } EC\right) \times \text{حجم الماء المستخدم لحل الراسب مل}}{1000}$$

$$CaSO_4 \text{ مليمكافيء /100غ تربة} = \frac{CaSO4 \text{ ملمكافئ للمستخلص}}{\text{نسبة الاستخلاص } (500/1) \times \text{حجم لمستخلص}} \times 100$$

$$CaSO_4 \text{ \%} = \frac{CaSO4 \text{ ملمكافئ للمستخلص}}{\text{نسبة الاستخلاص } (500/1) \times 1000 \times \text{حجم المستخلص}} \times 100 \times 86$$

7.1.7. المراجع References:

- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. 60. USDA. Washington, D.C.
- Pansu, M. and J. Gautheyrou. 2006. Handbook of Soil Analysis, Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, The Netherlands. p. 992.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.7. تقدير الجبس بطريقة العكارة باستخدام سبكتروفوتومتر Determination of Gypsum by Turbidimetric method with the use of Spectrophotometer:

1.2.7. الغاية و الهدف Scope: تقدير الجبس في عينات التربة.

2.2.7. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على ترسيب كبريتات الجبس بواسطة كلوريد الباريوم في وسط حامضي و قياس النفاذية بواسطة جهاز سبكتروفوتومتر.

3.2.7. الأجهزة Apparatus: جهاز سبكتروفوتومتر (المطياف الضوئي).

4.2.7. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- المحلول المنظم: أذب 40 غ كلوريد المغنزيوم و4.1 غ أسيتات الصوديوم و0.83 غ نترات البوتاسيوم إلى 800 مل ماء مقطر في دورق معياري سعة لتر، أضف إليه 28 مل كحول إتيلي نقي ثم أكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر.
- المحلول القياسي الأم 1000 مغ/لتر كبريت: أذب 0.5435 غ سلفات البوتاسيوم النقية و الجافة تماماً (تُجفف في الفرن على درجة حرارة 105 مْ مدة 2 ساعة) في دورق معياري سعة 100 مل و يُكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر.
- محاليل قياسية: حضِّر 20، 40، 60، 80، 100 مغ/لتر كبريت، و ذلك بالسحب على التوالي 2، 4، 6، 8، 10 مل من القياسي الأم إلى دوراق معيارية سعة 100 مل، أضف إلى كل منها 5 مل محلول حمض كلور الماء 1:1 ثم أكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر.
- كلوريد الباريوم النقي.
- حمض كلور الماء 1:1: أضف 500 مل حمض كلور الماء المركز إلى 500 مل ماء مقطر.

ملاحظة: القياسيات (عدا القياسي الأم) صالحة لمدة ستة أسابيع.

5.2.7. طريقة العمل Procedure:

تحديد نسبة الاستخلاص: يحضر معلق التربة بنسبة 5:1 أو 10:1 أو أكثر (ملاحظة: يمكن أن تصل النسبة إلى 1: 500) حيث يتم اختيار نسبة الاستخلاص بحسب المحتوى المتوقع للجبس في العينة على أن لا تزيد كمية الجبس في المعلق عن الحدود التالية:

الجدول (10)

المعلق	كمية الجبس ميليمكافئ/100غرام تربة	محتوى الجبس %
5:1	15	1.29
10:1	30	2.58
20:1	60	5.16
30:1	90	7.74
50:1	150	12.9

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- زن 10غ تربة إلى مخروطية 250 مل.
- أضف ماء مقطر بحسب نسبة الاستخلاص المختارة و رج العينة مدة نصف ساعة ثم رشح.
- خذ 1 مل من راشح العينة/سلسلة القياسيات/الشاهد إلى بيشر سعة مناسبة (لا تقل عن 80 مل).
- أضف إليها 1 مل محلول حمض كلور الماء 1:1 ، حرك باليد حركة دائرية ثم أضف 20 مل ماء مقطر و 5 مل محلول منظم.
- ضع البيشر على المحرك المغناطيسي و أضف إليه جرعة من بللورات كلوريد الباريوم (بحدود 0.5 غ) و يستمر التحريك لمدة دقيقة بالضبط (استخدم المؤقت الزمني لكي تكون الشروط واحدة لكل العينات و القياسيات و الشاهد).
- تُقرأ العينات باستخدام جهاز سبيكتروفوتومتر على طول الموجة 420 نانومتر.

6.2.7. طريقة الحساب Calculation:

يتم إعداد المنحني البياني للقياسيات باستخدام الورق الميليمتري أو برنامج Excel (قيم النفاذية المقروءة مع تركيز الكبريت). و في بعض أجهزة سبيكتروفوتومتر الحديثة يتم إعداد المنحني البياني مباشرة من قبل برنامج التحكم المرفق مع الجهاز و يقوم بحساب التركيز المقابل للقراءة مباشرة.

و تتم عملية الحساب كما يلي:

$$\text{تركيز الكبريت غ في 100 غ تربة} = \frac{\text{تركيز الكبريت من المنحني(مغ/لتر)} \times \text{حجم المستخلص} \times 100}{1000 \times 1000 \times \text{وزن العينة}}$$

و بما أن معامل التحويل إلى جبس:

معامل لتحويل = الوزن الجزيئي للجبس $CaSO_4.2H_2O$ (172)/الوزن الذري للكبريت (32) = 5.375

و منه:

$$\text{محتوى الجبس غ في 100 غ تربة} = \frac{\text{تركيز الكبريت من المنحني(مغ/لتر)} \times \text{حجم المستخلص}}{1000 \times 1000 \times \text{وزن العينة}} \times 100 \times 5.375$$

الجدول (11) تقييم نتائج الجبس في التربة*

المحتوى	تقدير الجبس%
فقيرة	أقل من 2
متوسطة	10-2
غنية	25-10
غنية جداً	أكثر من25

7.2.7. المراجع References:

- *أساسيات علم التربة: د. محمد خلدون درمش، د. محي الدين القرواني، د. مصطفى البلخي. كلية الزراعة – جامعة حلب.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. 60. USDA. Washington, D. C.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

8. تقدير السعة التبادلية الكاتيونية Determination of Cation Exchange Capacity (CEC):

هي عبارة عن كمية المواقع على سطح التربة و التي تستطيع الاحتفاظ بالكاتيونات (أيونات الشحنات الموجبة) بقوى كهربائية مستقرة. ويعبر عن CEC بـ ميليمكافئ شحنة موجبة في 100 غ تربة (meq(+)/100 g) أو سنتيمول/كغ (Cmol/kg) و تختلف هاتين الوحدتين عن بعضهما و لكنهما متساويتين عددياً. و هناك طرائق كثيرة لتقدير السعة التبادلية في التربة و من أهم هذه الطرائق:

1.8. تقدير السعة التبادلية الكاتيونية بطريقة باور Determination of CEC by Bower method:

1.1.8. الغاية و الهدف Scope: تستخدم هذه الطريقة بشكل خاص للترب الجيرية (الكلسية) (Skroch *et al*., 2006 ; Warncke and Bron, 1998)، و لكنها يمكن أن تُعدل لجميع الترب و للترب الحاوية على الجبس و الزيوليت.

2.1.8. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على استبدال جميع الكاتيونات المدمصة على غرويات التربة بشاردة الصوديوم ثم إزاحة هذه الشاردة بكمية زائدة من شوارد الأمونيوم و قياس تركيز الصوديوم في المحلول الناتج عن الإزاحة.

3.1.8. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- أسيتات الأمونيوم 1 نظامي: أذب 77 غ أسيتات الأمونيوم في حوالي 800 مل موجودة في دورق سعة 1 لتر و يُضبط الـ pH على 7 (باستخدام حمض الخل و ماءات الأمونيوم) و أكمل الحجم بالماء المقطر إلى العلامة.
- أسيتات الصوديوم 1 نظامي: أذب 82غ أسيتات الصوديوم اللامائية في حوالي 800 مل موجودة في دورق سعة 1 لتر و يُضبط الـ pH على 8.2 (باستخدام حمض الخل و ماءات الصوديوم) و أكمل الحجم بالماء المقطر.
- كحول إيتلي 98%.
- المحاليل القياسية للصوديوم: يحضر القياسي 1000 ميلمكافئ/لتر بإذابة 2.5412 غ كلوريد الصوديوم نقي (يُوزن بدقة بعد التجفيف على الدرجة 105 مْ لمدة ساعتين) في 1 لتر ماء مقطر.
- يحضر القياسي 100 ميلمكافئ/لتر بتمديد 10 مل من القياسي 1000 ميلمكافئ/لتر إلى 100 مل.

4.1.8. طريقة العمل Procedure:

- زن 4 غ تربة جافة هوائياً ناعمة أو متوسطة القوام، أو 6 غ تربة خشنة القوام.
- انقلها إلى أنبوبة طرد مركزي سعة 50 مل و أضف 33 مل من خلات الصوديوم 1 نظامي.
- أغلق الأنبوبة بسدادة ثم رج على رجاج ميكانيكي لمدة 5 دقائق.
- ضعها في جهاز الطرد المركزي، و شغل إلى أن يصبح السائل الرائق صافياً (نحتاج إلى حوالي 6 دقائق عند 3600 دورة/دقيقة).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- اسكب السائل ثم كرر العملية مع33 مل من أسيتات الصوديوم3 مرات ليصبح المجموع 4 مرات.
- اغسل العينة بنفس الطريقة بثلاثة مقادير حجم كل منها 33 مل بالكحول الإيتلي 95%، بحيث تصبح الناقلية الكهربائية للسائل الرائق بعد الغسل الثالث أقل من 40 ميكروسيمنز.
- استبدل الصوديوم المدمص بثلاثة مقادير حجم كل منها 33 مل من أسيتات الأمونيوم.
- اسكب كل واحدة منها في دورق 100 مل، و أكمل الحجم بمحلول أسيتات الأمونيوم 1 نظامي، و امزج جيداً.
- قدر الصوديوم المزاح على جهاز فلام فوتومتر و عبر عن النتائج بالملمكافئ/100غ تربة جافة.

5.1.8. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{CEC}_{\text{ملمكافئ/100غ تربة}} = \frac{\text{ملمكافئ/لتر من المنحنى} \times \text{حجم الراشح}}{1000 \times \text{وزن العينة}} \times 100$$

2.8. تقدير السعة التبادلية الكاتيونية بطريقة أسيتات الأمونيوم Determination of CEC by Ammonium Acetate method:

1.2.8. الغاية و الهدف Scope: تستخدم هذه الطريقة لتقدير السعة التبادلية للترب العادية و الكلسية.

2.2.8. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على استبدال جميع الكاتيونات المدمصة على غرويات التربة بشاردة الصوديوم ثم إزاحة هذه الشاردة بكمية زائدة من شوارد الأمونيوم و قياس تركيز الصوديوم في المحلول الناتج عن الإزاحة.

3.2.8. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- قمع بوخنر قياس مناسب (15- 20 سم).
- جهاز فلام فوتومتر.

4.2.8. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- أسيتات الأمونيوم 1 نظامي: أذب 77 غ أسيتات الأمونيوم في حوالي 800 مل موجودة في دورق سعة 1 لتر و حرك جيداً حتى تمام الذوبان. يُضبط الـ pH على 7 (باستخدام حمض الخل و ماءات الأمونيوم) و أكمل الحجم بالماء المقطر إلى العلامة.
- أسيتات الصوديوم 1 نظامي: أذب 82غ أسيتات الصوديوم اللامائية في حوالي 800 مل موجودة في دورق سعة لتر و يُضبط الـ pH على 8.2 ثم أكمل الحجم بالماء المقطر إلى العلامة.
- كحول إيتلي 98% .
- المحاليل القياسية للصوديوم: حضر القياسي 1000 ميلمكافئ/لتر بإذابة 2.5412 غ كلوريد الصوديوم نقي (زن بدقة بعد التجفيف على درجة حرارة 105 مْ لمدة ساعتين) في لتر ماء مقطر.
- حضر القياسي 100 ميلمكافئ/لتر بتمديد 10 مل من القياسي 1000 ميلمكافئ/لتر إلى 100 مل.

5.2.8. طريقة العمل Procedure:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- زن 4 غ تربة جافة هوائياً و ضعها على ورقة ترشيح موضوعة في قمع بوخنر.
- ضع القمع على مخروطية 250 مل و بواسطة رشاش مملوء بأسيتات الصوديوم ترطب التربة بشكل متكرر بدفعات صغيرة لا تتجاوز 5 مل بحيث تُغسل جميع حبيبات التربة في كل مرة.
- عندما يبلغ حجم المحلول الراشح في المخروطية حوالي 100 مل يُستبعد الراشح.
- كرر العملية باستخدام الكحول الإيتلي بنفس المخروطية حتى الحصول على راشح حوالي 100 مل و استبعد الراشح.
- انقل القمع إلى مخروطية جديدة و كرر العملية باستخدام محلول أسيتات الأمونيوم، يجب أن يكون حجم الراشح في نهاية العملية 100 مل.
- يُقاس حجم الراشح بواسطة سلندر 100 مل بحيث يُتمم الحجم بمحلول أسيتات الأمونيوم إلى 100 مل إذا كان ناقصاً أو يُقاس الحجم الزائد عن المائة ليدخل في الحساب.
- يُقاس تركيز الصوديوم في الراشح بواسطة جهاز فلام فوتومتر و يُستخرج التركيز المقابل للقراءة من الخط البياني المخصص حسب تركيز القياسي المستخدم.

6.2.8. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{CEC ميلمكافئ/100غ تربة} = \frac{\text{التركيز من المنحنى} \times \text{حجم الراشح}}{\text{وزن العينة} \times 1000} \times 100$$

3.8. المراجع References:

- Chapman, H.D. 1965. Cation exchange. In: Methods of soil analysis, (Ed. Black, C. A.), **America soil of Agronomy Monograph, 9(2):** 891- 901.
- Skroch, K., C. Hoffman, C. Morris, L. Ulvestad and R. Gelderman. 2006. Soil testing Soil testing procedures in use at south Dakota state soil testing and plant analysis laboratory. South Dakota Agric. Expt. Sta. Plant Sci., Pamphlet 25.
- Warncke, D. and J.R. Brown. 1998. Potassium and other basic cations. p. 31-33. In: Recommended chemical soil test procedures for the North Central region (Ed., Brown, J.L.). North Central Regional Publ. No. 221 (Rev.). Missouri Exp. Stn. Publ. SB 1001. Univ. of Missouri. Columbia.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

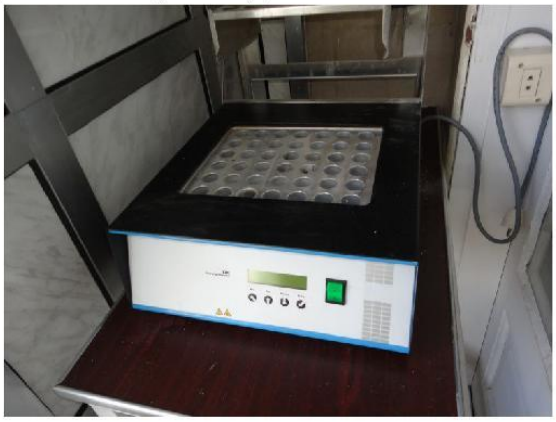
9. هضم العينات الترابية Digestion of soil samples:

1.9. هضم التربة بمزيج حمض الكبريت المركز مع السيلينيوم و حمض السالسيليك Digestion of soil sample with the use of Sulphuric acid-Selenium and Salicylic acid:

1.1.9. الغاية و الهدف Scope: تستخدم هذه الطريقة لهضم العينات الترابية.

2.1.9. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على معاملة التربة بخليط من حمض الكبريت المركز و مزيج السيلينيوم و حمض السالسيليك، يتحد حمض السالسيليك مع النترات و بذلك يتم تفادي ضياع الآزوت النتراتي بعد التحلل الناتج عن إضافة كمية زائدة من الماء الأكسجيني. تتم عملية الهضم بواسطة حمض الكبريت عند درجة حرارة مناسبة بوجود مزيج السيلينيوم الذي يلعب دور مساعد للهضم بحيث تتحول أشكال الآزوت جميعها إلى أمونيوم (سلفات الأمونيوم).

3.1.9. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز هضم (شكل 14) و أنابيب هضم 100 مل.



الشكل (14) جهاز الهضم

4.1.9. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- حمض الكبريت المركز.
- مساعد هضم (Selenium reagent mixture: 1.6%Se, 1.6% $CuSO_4$, 96.8% Na_2SO_4).
- ماء أكسجيني 30%.

5.1.9. طريقة العمل Procedure:

- زن 2 غ تربة مطحونة (منخولة على 0.15 مم) على ميزان حساس و ضعها في أنبوب الهضم.
- أدخل عينة قياسية و شاهد لكل سلسلة من العينات الترابية.
- أضف 10 مل حمض الكبريت المركز على دفعتين لتجنب الفوران، ثم أضف 1 غ مساعد هضم.
- حرك الخليط حتى تترطب المادة و دع المزيج لليوم التالي.
- ضع أنابيب الهضم على جهاز الهضم.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- أضبط جهاز الهضم (بحسب طريقة تشغيله) على الحرارة 100 مْ لمدة نصف ساعة ثم 380 مْ لمدة ثلاث ساعات.
- أخرج الأنبوب من جهاز الهضم و دعه يبرد، يجب أن يكون لون العينة شفاف أو أصفر فاتح.
- للعينات غير المهضومة (لون قاتم): أضف بحذر 2 مل من الماء الأكسجيني 30% إلى المزيج، و اخلط بحذر ثم ضع الأنبوب على جهاز الهضم على درجة حرارة 380 مْ حتى الحصول على لون شفاف أو أصفر فاتح.
- أضف الماء المقطر و حرك ببطئ و أكمل الحجم حتى 100 مل بالماء المقطر.

ملاحظات:

- في حال استخدام السيلينيوم النقي 99% (الأسود) يُذاب 3.5 غ منه في 1 لتر من حمض الكبريت المركز و يجب تسخينه على درجة حرارة 300 مْ لمدة تكفي لتحول اللون من أسود إلى أزرق قاتم ثم الأصفر الفاتح.
- السيلينيوم النقي مادة سامة جداً بالاستنشاق و ضارة بيئياً لذا يفضل عدم استخدامها.
- في حال احتواء العينة الترابية على تركيز عالي من الآزوت النتراتي يُضاف لكل 100 مل من حمض الكبريت المركز 3.5 غ حمض الساليسيليك مع مراعاة استخدامه مباشرة بعد التحضير لمدة لا تزيد عن 48 ساعة.

6.1.9. المرجع Reference:

Jackson, M.L. 1985. Soil chemical analysis - advanced course, 2nd edn., Madison, WI, USA.

2.9. هضم التربة بالماء الملكي Digestion of soil sample by Aqua Regia:

1.2.9. الغاية و الهدف Scope: تُستخدم هذه الطريقة لهضم العينات الترابية، و يمكن من خلالها تحديد المحتوى الكلي في التربة للعناصر التالية:

P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Pb, Cd, Zn, Al, Fe, Cr, Ni, S, Hg, Na

2.2.9. المبدأ العام Principle: تُهضم عينة التربة باستخدام مزيج من حمض كلور الماء و حمض الآزوت (الماء الملكي)، تترك 16 ساعة عند درجة حرارة الغرفة ثم يُغلى المزيج بوجود مكثف لـ 2 ساعة.

3.2.9. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز هضم و أنابيب هضم 100 مل.

4.2.9. المحاليل و المواد اللازمة Reagents: حمض الآزوت المركز و حمض كلور الماء المركز.

5.2.9. طريقة العمل Procedure:

- زن 1 غ من التربة الجافة هوائياً و المطحونة و المنخولة بمنخل 2 مم و المعروفة الرطوبة.
- ضع التربة في أنبوب هضم و رطب العينة بـ 0.5 – 1 مل ماء مقطر حراري.
- أضف مع المزج 6 مل من حمض كلور الماء المركز مع 2 مل من حمض الآزوت قطرة قطرة إذا كان ذلك ضروري لخفض الفوران ثم ضع المكثف على أنابيب الهضم (أجاصات).
- اترك المزيج لمدة 16 ساعة (هضم بارد) عند درجة حرارة الغرفة و ذلك للسماح بأكسدة المادة العضوية ببطئ.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- سخن العينة المهضومة و ذلك برفع درجة حرارة المزيج ببطئ حتى تبلغ الأبخرة المكثف الراجع (حتى تصل درجة الحرارة 115 مْ لمدة ساعتين) ثم برد.
- اغسل المكثف و رشح المعلق في دورق معياري سعة 50 مل، و أكمل الحجم إلى 50 مل.

6.2.9. المرجع Reference:

ISO, 11466. 1995. Soil quality – Extraction of trace elements soluble in *aqua regia*, part 6. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland. Available at: (www.iso.ch).

3.9. هضم التربة بالطريقة الرطبة المغلقة Digestion of soil sample by acid digestion bomb method:

1.3.9. الغاية و الهدف Scope: تُستخدم هذه الطريقة لهضم العينات الترابية، و يمكن من خلالها تحديد المحتوى الكلي في التربة للعناصر التالية على جهاز الامتصاص الذري:

Ca, Mg, Mn, Cu, Pb, Cd, Zn, Al, Fe, Cr, Ni, Hg

2.3.9. المبدأ العام Principle: تُهضم عينة التربة باستخدام الأحماض المناسبة ضمن وعاء مغلق مصنوع من التفلون و لا يتأثر بالأحماض و الأسس و يتحمل الحرارة و موضوع ضمن وعاء معدني يتحمل الضغط العالي.

3.3.9. المحاليل و المواد اللازمة Reagents: حمض الآزوت المركز، حمض كلور الماء المركز، حمض HF و حمض H_3BO_3.

4.3.9. طريقة العمل Procedure:

- زن كمية محددة من التربة الجافة هوائياً و المطحونة و المنخولة بمنخل 2 مم على ميزان حساس، ثم ضعها في مجفف عند الدرجة 105 مْ لمدة 4 ساعة، و يتم حساب الرطوبة في العينة.
- زن على ميزان حساس 0.1 – 0.5 غ من التربة و ضعها في وعاء ضغط، و رطب العينة بقليل من ماء مقطر حراري 0.5 مل.
- أضف 2 – 3 مل ماء ملكي و 1 مل من HF.
- أغلق الوعاء بشكل جيد و ضعه في فرن تجفيف عند الدرجة 150 مْ لمدة ساعتين.
- أخرج وعاء الضغط و يُترك حتى يبرد ثم يُفتح.
- أضف 10 مل من H_3BO_3 4 %.
- أغلق الوعاء و ضعه في فرن التجفيف عند الدرجة 150 مْ لمدة 30 دقيقة.
- برد الوعاء ثم افتحه و انقل المحتويات إلى دورق معياري و أكمل الحجم.

6.3.9. المرجع Reference:

Tan, K.H. 1996. Soil Sampling, Preparation, and Analysis. Marcel Dekker Inc., New York, N.Y. USA.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

10. تقدير الآزوت في التربة Determination of Nitrogen:

1.10. تقدير الآزوت الكلي Determination of Total Nitrogen:

1.1.10. تقدير الآزوت الكلي بطريقة كلداهل Determination of Total Nitrogen by Kjeldahl method:

1.1.1.10. الغاية و الهدف Scope: تُقدر هذه الطريقة كافة أشكال الآزوت (الآزوت العضوي، الآزوت الأمونياكي، الآزوت النتراتي) في التربة، و تعتبر هذه الطريقة مناسبة لأغلبية الترب.

2.1.1.10. المبدأ العام Principle: تشمل هذه الطريقة عمليتي الهضم و التقطير إذ يتم هضم التربة بحمض الكبريت المركز بوجود خليط محفز لتحويل الآزوت العضوي إلى أمونيوم، يُضاف بعد ذلك كمية فائضة من هيدروكسيد الصوديوم فتتحول بنتيجة ذلك شوارد الأمونيوم الى أمونيا متطايرة يتم تقطيرها و التقاطها بواسطة حمض البوريك المشبع H_3BO_3 حيث تتشكل بنتيجة التفاعل شاردة البورات $H_2BO_3^-$ ذات الخواص القلوية و التي يمكن معايرتها بحمض الكبريت المخفف إلى pH 5 أو باستخدام كاشف مختلط حتى تغير اللون في حال عدم وجود وحدة معايرة أوتوماتيكية (Bremner and Mulvaney 1982).

3.1.1.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- جهاز التقطير كلداهل (شكل 15).
- جهاز معايرة أوتوماتيكي موصول إلى جهاز pH.



الشكل (15) جهاز كلداهل

4.1.1.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول ماءات الصوديوم NaOH 10 نظامي: أذب 400 غ من ماءات الصوديوم في الماء المقطر و انقله إلى دورق معياري سعة لتر و أكمل الحجم بالماء المقطر.
- محلول حمض البوريك H_3BO_3 2%: أذب 20 غ من حمض البوريك في لتر ماء مقطر.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ملاحظة: في حال عدم توفر وحدة معايرة أوتوماتيكية يضاف إلى محلول حمض البوريك المحضر سابقاً 5 مل من محلول الكاشف المختلط (0.5غ بروموكريزول الأخضر و 0.1غ من أحمر الميتيل في 100 مل كحول إيتلي 95%)، ثم أضف إليه محلول ماءات الصوديوم 0.1 عياري نقطة نقطة حتى ظهور اللون الأحمر الأرجواني.

- محلول Tris هيدروكسي ميثيل أمينوميتان ($C_4 H_{11} NO_3$) 0.01 نظامي: جفف مادة Tris بالفرن على درجة حرارة 80 مْ لمدة ثلاث ساعات، و احفظها في زجاجة محكمة الإغلاق ثم أذب 1.2114غ من مادة Tris في الماء المقطر في دورق معياري سعة لتر و أكمل بالماء المقطر.
- محلول حمض الكبريت H_2SO_4 0.01 نظامي:
  - ضع حوالي 600-800 مل من الماء المقطر في دورق معياري 1 لتر، أضف 28 مل من حمض الكبريت المركز و امزج جيداً، دعه يبرد و أكمل الحجم إلى 1 لتر بالماء المقطر تحصل على محلول H_2SO_4 1 نظامي. خفف 100 مرة (ضع 10 مل في دورق 1 لتر و أكمل الحجم بالماء المقطر) للحصول على محلول H_2SO_4 0.01 نظامي.
  - قدر بالضبط نظامية H_2SO_4 0.01 نظامي: و ذلك باستخدام جهاز المعايرة الآلي، بأخذ ثلاثة محاليل منفصلة بحجم 10 مل من محلول Tris 0.01 نظامي و معايرته على درجة pH 5 يجب أن تتفق المعايرات ضمن 0.03 مل.
  - تحسب النظامية H_2SO_4 كما يلي: **عيارية الحمض**= $\frac{\text{عيارية } Tris}{\text{حجم الحمض المستخدم للمعايرة}} \times 10$

5.1.1.10. طريقة العمل Procedure:

تختلف طريقة العمل باختلاف أنواع و موديلات أجهزة كلداهل و درجة تطورها، يمكن أن نلخص الخطوات العامة كما يلي:

- أُهضم العينة بطريقة حمض الكبريت المركز و السيلينيوم المذكورة سابقاً.
- ارفع الأنابيب عن جهاز الهضم و اغسل الإجاصات ضمن الأنبوب جيداً بالماء المقطر.
- رشِّح المحلول كاملاً في دورق معياري سعة 100 مل و أكمل الحجم بالماء المقطر.
- يصبح المحلول جاهزاً للقراءة و لتقدير الآزوت الكلي.

التقطير Distillation: قبل البدء بعملية التقطير اضبط جهاز الـ pH و قدر بالضبط نظامية $0.01 H_2SO_4$ نظامي، و تتم عملية التقطير كما يلي:

- ضع 1 مل من محلول حمض البوريك المشبع و1 مل من الماء المقطر في طبق التبخير 100 مل وضع الطبق تحت رأس أنبوب المكثف بشكل يلامس فيه مسطح المحلول (يمكن بيشر كطبق تبخير).
- اسحب بواسطة الماصة 10 مل من العينة المهضومة و ضعها في دورق التقطير سعة 100 مل و أضف إليها 10 مل من محلول NaOH 10 نظامي.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- صل دورق التقطير مع المحلول إلى وحدة التقطير و ابدأ عملية التقطير.
- بعد 4 دقائق عندما يتجمع حوالي 35 مل من المادة المقطرة أوقف عملية التقطير.
- اغسل رأس المكثف بقليل من الماء المقطر إلى طبقة التبخير.
- عاير المادة المقطرة إلى درجة pH 5 بمحلول H_2SO_4 0.01 نظامي مستخدماً جهاز المعايرة الآلي.
- بعد الانتهاء من المعايرة اغسل قضيب التحريك المغناطيسي و رأس السحاحة و القطب المشترك.
- يجب تبخير وحدة التقطير بين العينات لمدة 90 ثانية إلى كأس فارغ.
- يجب أن تحتوي كل عملية تقطير على محلولين قياسيين و شاهدين كحد أدنى في حال عدم وجود وحدة معايرة أوتوماتيكية.
- ضع في طبق التبخير 5 مل من H_3BO_3 مع الكاشف المختلط المحضر سابقاً.
- قم بعملية التقطير كما سبق حتى تجميع 35–40 مل من المحلول المقطر.
- اغسل رأس المكثف بالماء المقطر إلى طبق التبخير.
- عاير بواسطة حمض H_2SO_4 0.01 نظامي حتى تحول اللون من الأخضر إلى الوردي الفاتح.

6.1.1.10. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الآزوت الكلي \%} = \frac{(\text{حجم الحمض المستخدم لمعايرة العينة} - \text{حجم الحمض المستخدم للشاهد}) \times \text{تركيز الحمض} \times \text{حجم محلول الهضم}}{\text{حجم السحب} \times \text{وزن العينة} \times 1000} \times 100 \times 14$$

14: الوزن المكافئ للآزوت

7.1.1.10. المراجع References:

- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen—total. In: Methods of Soils Analysis: Chemical Methods (Ed. Sparks, D. L.), American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI. pp.1085-1121.
- Bremner, J.M. and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen—total. In: Methods of soil analysis (Eds. A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney). Soil Sci. Soc. Am. Inc., Madison, WI. pp.595–624.
- Kjeldahl, J. 1883. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoff s in organischen Körpern. **Z. Anal. Chem. 22:**366–382.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.1.10. تقدير الآزوت الكلي برثلوت بجهاز التحليل آلي Determination of Berthelot Total Nitrogen by Autoanalyzer:

1.2.1.10. الغاية و الهدف Scope: تُقدر هذه الطريقة كافة أشكال الآزوت (العضوي و الأمونياكي و النتراتي و الأشكال الأخرى) في العينات الترابية.

2.2.1.10. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على هضم العينات الترابية هضماً رطباً بحمض الكبريت بوجود مساعدات هضم و مرجعات مما يحّول أشكال الآزوت المختلفة إلى سلفات الأمونيوم و الذي يتفاعل بدوره (تفاعل بيرثلوت Berthlot) مع جذر الساليسيلات بوجود مركب كلورة مناسب و بوسط قلوي ليعطي مركب أندوفينول ذو اللون الأخضر المزرق المتناسب من حيث شدته مع تركيز الأمونيوم في الوسط و الذي يُقرأ على طول موجة 660 نانومتر.

التداخلات **Interferences:**

- يؤدي الوسط القلوي إلى ترسيب الهيدروسيدات المختلفة و بالتالي إلى عكارة المحلول و تغير القراءات لذا يُضاف EDTA قبل رفع الـ pH.
- يضاف نيتروبروسيد الصوديوم كمساعد لإتمام تفاعل بيرثلوت.

3.2.1.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز التحليل الآلي (سبكتروفوتومتر آلي شكل 16).



الشكل (16) جهاز المحلل الآلي

4.2.1.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول منظم: أذب 33غ من طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم في حوالي 800 مل ماء مقطر ثم أضف 24 غ من سترات الصوديوم، أذب ثم أكمل الحجم إلى 1 لتر و أضف 3 مل محلول بريج 30 و اخلط، عاير الـ pH و عدله باستخدام HCl إلى 0.1 ± 5.2.
- محلول ساليسيلات الصوديوم: أذب 25غ هيدروكسيد الصوديوم في حوالي 700 مل ماء مقطر. أضف 80غ ساليسيلات الصوديوم، ثم أكمل الحجم إلى لتر و اخلط جيداً.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- نيتروبروسيد الصوديوم: أذب 1غ نيتروبروسيد الصوديوم في 800 مل ماء مقطر ثم أكمل إلى الحجم لتر و اخلط، خزن المحلول في زجاجة غامقة اللون. المحلول ثابت لمدة أسبوع.
- داي كلورو إيزوسيانورات: أذب 2غ داي كلورو إيزوسيانورات الصوديوم في 800 مل ماء مقطر و أكمل الحجم إلى لتر. المحلول ثابت لمدة أسبوع.
- المحلول القياسي الأم للآزوت تركيز 1000 مغ/لتر: أذب 0.4717 غ سلفات أمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ (أو 0.3819 غ كلوريد الأمونيوم) في دورق معياري 100 مل و أكمل الحجم.
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 0.2، 0.4، 0.6، 0.8، 1 مل من القياسي الأم و أكمل إلى العلامة بمحلول الاستخلاص، هذه السلسلة من القياسات تحتوي على: 2، 4، 6، 8، 10 مغ/لتر آزوت.

5.2.1.10. طريقة العمل Procedure:

يتم قراءة نواتج الهضم (الواردة في الفقرة 9)/الشاهد (الهضم)/ سلسلة القياسات على جهاز التحليل الآلي.

6.2.1.10. طريقة الحساب Calculation :

$$\text{الآزوت الكلي \%} = \frac{\text{التركيز من الجهاز} \times \text{حجم المحلول الكلي}}{\text{وزن العينة} \times 1000 \times 1000} \times 100$$

ملاحظات عامة حول جهاز التحليل الآلي:

- عند استخدم مطياف ضوئي 6260/6250 يستخدم مرشح 520 نانومتر.
- في أغلب التحاليل فإن الذروة الأولى بعد الخط القاعدي هي أقل مما يجب أن تكون عليه. لذا يجب أن ترفض و لا تدخل في الحسابات.
- إذا استخدم ملف تفاعلي مع تسخين بالماء فإن الحمام المائي يجب أن يبرد إذا كانت الحرارة أعلى من 25 مْ.
- في حال أن آخذ العينات يسحب حجم أقل من 1 مل/دقيقة فهناك حاجة إلى داعم لزيادة الحجم إلى 1 مل/دقيقة. و يجب استخدم أنبوب منع الفقاعات 0.23 مل/دقيقة إذا كان التدفق أعلى من 1 مل/دقيقة.
- يجب غسل زجاجات الكواشف بالماء المقطر قبل تعبئتها بكواشف جديدة لمنع ترسب الكائنات الحية والتداخلات.
- لا تستخدم صمامات الغسيل رقمSA1500/1520 للمحاليل العضوية أو المحاليل الحامضية أعلى من4 عياري.

صيـانة جهاز التحليل الآلي:

- لمنع تلوث النظام اغسل بمحلول 1: 10 محلول هيبوكلوريت لمدة 30 دقيقة مرة أسبوعياً.
- يتم إزالة الغازات في حال ظهورها باستخدام غاز الهليوم بتدفق 20 لتر/ساعة لمدة 15 دقيقة. أضف المنظم بعد إزالة الغازات.
- تجنب أية عكارة في الكواشف و رشح إذا دعت الضرورة.
- بعد ستة أشهر تخفض كمية بريج إلى 1 مل/لتر.

تعليمات لتغيير غشاء الديالايزر:

- فك البراغي لقطعة الديالايزر و أزل الغشاء القديم.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- نظف وحدة الديالايزر من جانبيه باستخدام فرشاة.
- افتح مغلف الأغشية بعناية و أخرج غشاء جديد.
- ضع الغشاء على صفيحة الديالايزر و في المركز .
- اعمل قص متصالب باستخدام شفرة في الغشاء في كل من الثقبين المركزيين للصفيحة السفلية للديالايزر .
- اعمل عدة ثقوب في الغشاء لتركيب البراغي.
- ضع الصفيحة العلوية للديالايزر بعناية على الصفيحة السفلية.
- ادفع البراغي بعناية خلال الغشاء و شد البراغي باستعمال الأصابع.
- شد البراغي باستخدام المفتاح (بدءاً من الداخل) شد البراغي تدريجياً باستخدام الأصابع.
- اغسل النظام عدة مرات بالماء المقطر لإزالة أي سائل عالق بالغشاء.

ملاحظة هامة:

- عندما يكون الجهاز في حالة عدم تشغيل فإن الغشاء يجب أن يبقى على اتصال بسائل الغسيل ويجب أن لا يترك جافاً.
- إذا تمزق الغشاء عدة مرات خلال عملية الغسيل استخدم نقطة من سائل التنظيف/لتر في محلول الغسيل.

ثوابت لجهاز للآزوت:

- حساسية القياسي الأعلى (10 جزء بالمليون) هي ± 400 A.U.
- زمن العينة 60 ثانية، زمن الغسيل 60 ثانية، زمن الهواء 1 ثانية.
- وضع المسجل 200 ميلي فولت.
- الاتصال بين آخذ العينات و أنبوب المضخة يتم باستخدام الأنبوب 5141.
- زمن الاستقرار للجهاز 20 دقيقة.

لاحظ: إذا تم استخدام قطع مضخة بأرقام 2005، 2002 يتم استبدال أنابيب المضخة 3020 و حتى 3039 بأرقام كاتالوك 5020 وحتى 5039 .

7.2.1.10. المرجع Reference:

Searle, P.L. 1984. The Berthelot or indophenols reaction and its use in the analytical chemistry of nitrogen. **Analyst 109:** 549–568.

3.1.10. تقدير الآزوت الكلي برثلوت بجهاز سبكتروفوتومتر Determination of Berthelot Total Nitrogen by Spectrophotometer:

1.3.1.10. الغاية و الهدف Scope: تقدر هذه الطريقة كافة أشكال الآزوت (العضوي و الأمونياكي و النتراتي و الأشكال الأخرى) في العينات الترابية.

2.3.1.10. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على هضم العينات الترابية هضماً رطباً بحمض الكبريت بوجود مساعدات هضم و مرجعات مما يحّول أشكال الآزوت المختلفة إلى سلفات الأمونيوم و الذي يتفاعل بدوره (تفاعل بيرثلوت Berthlot) مع جذر الساليسيلات بوجود مركب كلورة مناسب و بوسط

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قلوي ليعطي مركب أندوفينول ذو اللون الأخضر المزرق المتناسب من حيث شدته مع تركيز الأمونيوم في الوسط و الذي يُقرأ على طول موجة 660 نانومتر.

التداخلات Interferences:

- يؤدي ترسيب الهيدروسيدات المختلفة إلى عكارة المحلول و تغير القراءات لذا يُضاف EDTA قبل رفع الـ pH.
- يُضاف نيتروبروسيد الصوديوم كمساعد لإتمام تفاعل بيرثلوت.

3.3.1.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز سبيكتروفوتومتر (شكل 17).



لشكل (17) جهاز سبكتروفوتومتر

4.3.1.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول هيدروكسيد الصوديوم 10 مول/لتر: أذب 200 غرام من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في حوالي 400 مل ماء بارد و أكمل إلى 500 مل.
- محلول الساليسيلات: أذب 110 غرام من حمض ساليسيليك $C_7H_6O_3$ في 105 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم و أكمل إلى 250 مل. حضره قبل الاستعمال مباشرة.
- محلول منظم pH 12.3: أذب 26.7 غ من مادة فوسفات ثنائية الصوديوم ثنائية الماء $Na_2HPO_4.2H_2O$ في قليل من الماء في دورق معياري 2 لتر. أضف 10 مل من هيدروكسيد الصوديوم و أكمل الحجم بالماء المقطر. قدر pH و عدله إذا كان ذلك ضرورياً.
- محلول EDTA: أذب 4 غرام فيرسينات الصوديوم $Na_2EDTA.2H_2O$ في 100 مل من الماء.
- محلول هيبوكلوريت الصوديوم NaClO (ماء جافيل): محلول أصلي يحتوي على 1 مول/لتر من هيبوكلوريت في 0.1 مول/لتر NaOH و يتم شراؤه جاهزاً. خفف 20 مل من المحلول الأم بالماء إلى 100 مل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- نيتروبروسيد الصوديوم: أذب 50 مغ من نيتروبروسيد الصوديوم $C_5FeN_6Na_2O$ في 100 مل من الماء. حضر قبل الاستعمال مباشرة.
- كاشف مختلط 1: اخلط 50 مل من محلول ساليسيلات الصوديوم مع 100 مل من محلول نيتروبروسيد الصوديوم مع 5 مل من محلول EDTA.
- كاشف مختلط 2: اخلط 200 مل من المحلول المنظم مع 50 مل من محلول هيبوكلوريت.
- المحلول القياسي الأم للآزوت تركيز 1000 مغ/لتر: أذب 0.4717 غ سلفات أمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ في الماء في دورق معياري 100 مل و أكمل الحجم بالماء الحراري.
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 0.2، 0.4، 0.6، 0.8، 1 مل من القياسي الأم، أكمل الحجم بالماء المقطر الحراري. هذه السلسلة من القياسات تحوي على: 2، 4، 6، 8، 10 مغ/لتر آزوت.

5.3.1.10. طريقة العمل Procedure:

- خذ بالماصة 0.6 مل من راشح العينة المهضومة و كذلك من الشاهد و من القياسيات المحضرة سابقاً إلى الأنابيب.
- أضف 9 مل من الكاشف المختلط 1 و اخلط جيداً.
- أضف 15 مل من الكاشف المختلط 2 و اخلط جيداً.
- دع المحلول لمدة ساعتين ثم اقرأ الامتصاص على طول موجة 660 نانومتر.
- وقع سلسلة القياسيات على الورق ميليمتري أو باستخدام الحاسب لرسم المنحني البياني.

6.3.1.10. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الآزوت الكلي \%} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم المحلول الكلي}}{\text{وزن العينة} \times 1000 \times 1000} \times 100$$

7.3.1.10. المرجع Reference:

Searle, P.L. 1984. The Berthelot or indophenols reaction and its use in the analytical chemistry of nitrogen. **Analyst 109:** 549–568.

4.1.10. تقدير الآزوت الكلي في التربة بالطريقة اللونية باستخدام كاشف نيسلر Determination of Total Nitrogen by Nessler's method:

1.4.1.10. الهدف و الغاية Scope: تُقدر هذه الطريقة كافة أشكال الآزوت (العضوي و الأمونياكي و النتراتي و الأشكال الأخرى) في العينات الترابية بعد تحويلها إلى آزوت أمونياكي خلال عملية الهضم.

2.4.1.10. المبدأ العام Principle: بعد هضم التربة تتحول جميع أشكال الآزوت إلى NH_4^+ حيث تتفاعل هذه الشاردة مع محلول نيسلر $KOH+K_2(HgI_4)$ معطياً لوناً أصفراً، و الذي يُقرأ على طول موجة 425 نانومتر. يجب أن لا يزيد تركيز الآزوت في المحلول عن 1.5 مغ/لتر و في حال الزيادة يجب تمديده.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التداخلات: يؤدي الوسط القلوي إلى تشكل عكارة نتيجة ترسب شوارد Mg^{+2}, Ca^{+2} لذلك نضيف طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم، حيث يعطي معقد منحل.

3.4.1.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز سبكتروفوتومتر.

4.4.1.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- ماء مقطر بدون أمونيوم يضاف له محلول نيسلر للكشف عن وجود أمونيوم (في حال وجودها يتلون الماء باللون الأصفر).
- محلول طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم 50%: أذب 25 غ في دورق 100 مل بالماء المقطر و احفظ هذا المحلول في زجاجة عاتمة.
- محلول نيسلر: أذب 25غ من KI في 30 مل من الماء المقطر في بيشر سعة 1 لتر، أضف 35غ من HgI_2 ، ثم أضف 870 مل من محلول KOH 15% (150غ من KOH و أذبها في 900 مل ماء مقطر و أكمل الحجم بالماء المقطر)، حرك المحلول و اتركه حتى يصبح لونه نقياً. احفظ المحلول في زجاجة عاتمة محكمة الإغلاق و ضعه في مكان بارد (لون المحلول أصفر فاتح). يتوفر هذا المحلول جاهزاً في الأسواق.
- القياسي الأم آزوت تركيز 1000 مغ/لتر: أذب 0.4717 غ سلفات أمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ في الماء في دورق معياري 100 مل و أكمل الحجم. يحضر منه قياسي 100 مغ/لتر (بتمديد 10 مل من القياسي الأم إلى 100 مل بالماء المقطر).
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 2، 4، 6، 8، 10 مل من القياسي 100 مغ/لتر و أكمل للعلامة، هذه السلسلة من القياسات تحوي على: 2، 4، 6، 8، 10 مغ/لتر آزوت.

5.4.1.10. طريقة العمل Procedure: تتم عملية الهضم كما ذكر في فقرة الهضم.

- خذ 10 مل من نواتج الهضم و القياسيات و الشاهد (الهضم) إلى مخروطية 100 مل.
- أضف 30 مل ماء مقطر و 4 مل من محلول طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم و حرك باليد بشكل جيد. ثم أضف 2 مل من محلول نيسلر.
- بعد 2–3 دقائق (يكون اللون أصفر نقي حتماً). اقرأ على جهاز سبيكتروفوتومتر على طول موجه 425 نانومتر.

6.4.1.10. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الآزوت الكلي \%} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم المحلول الكلي}}{\text{وزن العينة} \times 1000 \times 1000} \times 100$$

ملاحظة: لتحويل من N إلى NH_4 نضرب بـ 1.288

7.4.1.10. المرجع Reference:

Peech, M., L.T. Alexander, L.A. Dean and J.F. Reed. 1947. Methods of soil analysis for soil fertility investigations. U.S. Dept. Agr. C. 757. p.25.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.10. تقدير الآزوت المعدني Determination of Mineral Nitrogen:

1.2.10. تقدير الآزوت المعدني بطريقة كلداهل Determination of Mineral Nitrogen by Kjeldahl method:

1.1.2.10. الغاية و الهدف Scope: تُستخدم هذه الطريقة لتحليل NH_4^+ و NO_3^- في عينة طازجة من التربة (أي محتفظة برطوبتها الحقلية) و ذلك بالسرعة الممكنة بعد وصولها للمختبر و للتعبير عن النتائج على أساس الوزن الجاف تؤخذ عينة منفصلة لتقدير الرطوبة.

2.1.2.10. المبدأ العام Principle: يتم استخلاص الآزوت الأمونياكي المدمص باستعمال محلول غني بشاردة البوتاسيوم بينما يكفي الماء المقطر لاستخلاص النترات و النتريت (تُهمل شاردة النتريت لندرتها في التربة)، يُقدر الأمونيوم NH_4^+ بتقطير بخار الأمونيا NH_3 باستعمال MgO كمادة قلوية و يتم التقاطه باستعمال حمض البوريك، و لتقدير الآزوت المعدني ككل تضاف خلطة ديفاردا لتحويل كافة أشكاله إلى أمونيوم و يُقدر الآزوت النتراتي بالفرق.

3.1.2.10. الأجهزة Apparatus:

- وحدة تقطير.
- وحدة معايرة أوتوماتيكية (آلية).

4.1.2.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول كلوريد البوتاسيوم 1 نظامي: أذب 74.5غ من كلوريد البوتاسيوم في دورق معياري سعة 1 لتر و أكمل الحجم.
- أكسيد المغنزيوم MgO: سخن أكسيد المغنزيوم عند درجة حرارة 600-700 مْ لمدة ساعتين، برد في مجفف و احفظه في زجاجة محكمة الإغلاق. يمكن استخدام NaOH 10 نظامي بدلاً من أكسيد المغنزيوم.
- محلول حمض البوريك H_3BO_3 2%: أذب 20 غ من حمض البوريك في 1 لتر ماء مقطر.

ملاحظة: في حال عدم توفر وحدة معايرة أوتوماتيكية يضاف إلى محلول حمض البوريك المحضر سابقاً 5 مل من محلول الكاشف المختلط (0.5غ بروموكريزول الأخضر و 0.1غ من أحمر الميتيل في 100 مل كحول إيتيلي 95%)، ثم أضف إليه محلول ماءات الصوديوم 0.1 عياري نقطة نقطة حتى ظهور اللون الأحمر الأرجواني.

- خلطة ديفاردا: (Cu 50: Al 45: Zn 5) و توجد جاهزة في الأسواق.
- محلول Tris $(C_4H_{11}NO_3)$ 0.01 نظامي: أذب 1.2114غ من مادة Tris المجففة على درجة 80 مْ لمدة ثلاث ساعات في الماء المقطر الحراري، أكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر الحراري.
- محلول حمض الكبريت H_2SO_4 0.01 نظامي: ضع حوالي 600-800 مل من الماء المقطر في دورق معياري 1 لتر، أضف 28 مل من حمض الكبريت المركز و امزج جيداً، دعه يبرد و أكمل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الحجم إلى لتر بالماء المقطر، خفف 100 مرة (ضع 10 مل في دورق 1 لتر و أكمل الحجم بالماء المقطر). للحصول على محلول H_2SO_4 0.01 نظامي.

- قدر بالضبط نظامية H_2SO_4 0.01 نظامي و ذلك باستخدام جهاز المعايرة الآلي، بأخذ ثلاثة محاليل بحجم 10 مل من محلول Tris 0.01 نظامي و معايرته على درجة pH 5، يجب أن تتفق المعايرات ضمن 0.03 مل.
- تحسب النظامية H_2SO_4 كما يلي:

$$\text{عيارية الحمض} = \frac{\text{عيارية } Tris}{\text{حجم الحمض المستخدم للمعايرة}} \times 10$$

- محلول الأم القياسي:

- جفف مادة كبريتات الأمونيوم النقية $(NH_4)\ SO_4$ و نترات البوتاسيوم KNO_3 بالفرن على درجة حرارة 100 مْ لساعتين، برد بالمجفف و احفظ في زجاجات عاتمة محكمة الإغلاق.
- أذب 5.6605غ من كبريتات الأمونيوم و 8.6624غ من نترات البوتاسيوم في الماء المقطر و انقل المُذاب إلى دورق معياري سعة 1 لتر، امزج جيداً و أكمل الحجم بالماء المقطر. هذا المحلول يحتوي على 1.2 غ $N\text{-}NH_4$ ، و1.2غ $NO_3\text{-}N$ في 1 لتر (المحلول الأم).

- القياسيات من المحلول الأم: خفف 50 مل من المحلول الأم إلى حجم لتر بالماء المقطر بإضافة كلوريد البوتاسيوم 1 نظامي، يحتوي كل 20 مل من المحلول المخفف على 1.2 مغ من NH_4–N و 1.2 مغ من $NO_3\text{-}N$.

5.1.2.10. طريقة العمل Procedure:

تختلف طريقة العمل باختلاف أنواع و موديلات أجهزة كلداهل و درجة تطورها. يمكن أن نلخص الخطوات العامة كما يلي:

- زن 10غ من العينة بالرطوبة الحقلية إلى مخروطية سعة 250 مل.
- أضف 50 مل من كلوريد البوتاسيوم 1 نظامي.
- رج لمدة ساعة ثم رشح.
- اسحب 20 مل من الراشح إلى أنبوب التقطير الخاص بالجهاز.
- لتقدير الأمونيوم فقط أضف 0.2غ من أكسيد المغنزيوم إلى أنبوب التقطير.
- ثبت أنبوب الهضم في المكان المخصص لوحدة التقطير.
- ضع 50 مل من حمض البوريك في وعاء الاستقبال (بعض أجهزة كلداهل المتطورة تقوم بهذه الخطة آلياً).
- شغل وحدة التبريد و وحدة البخار و قطر لمدة أربع دقائق.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- عاير حمض البوريك مع المادة المقطرة باستخدام وحدة المعايرة الآلية حتى pH 5 أو معايرة يدوية بوجود الكاشف المختلط حتى تحول اللون من اللون الأزرق المخضر إلى الوردي الفاتح.
- سجل حجم الحمض المضاف كحجم لتقدير الأمونيوم.
- لتقدير النترات أضف لنفس أنبوب التقطير (بوجود الراشح المسحوب سابقاً) 0.2 غ من خلطة الديفاردا.
- ثبت أنبوب الهضم في المكان المخصص لوحدة التقطير.
- ضع 50 مل من حمض البوريك في وعاء الاستقبال (بعض أجهزة كلداهل المتطورة تقوم بهذه الخطة آلياً).
- شغل وحدة التبريد و وحدة البخار و قطر لمدة أربع دقائق.
- عاير حمض البوريك مع المادة المقطرة باستخدام وحدة المعايرة الآلية حتى الـ pH 5 أو معايرة يدوية بوجود الكاشف المختلط حتى تحول اللون من اللون الأزرق المخضر إلى الوردي الفاتح.
- سجل حجم الحمض المضاف كحجم لتقدير النترات.

ملاحظة: تأخذ عينة لقياس الرطوبة و ذلك لحساب النتائج على أساس الوزن الجاف.

6.1.2.10. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الآزوت الأمونياكي مغ/كغ} = \frac{\text{حجم الحمض لمعايرة الأمونيوم} \times \text{عياريته} \times \text{حجم المستخلص} \times \text{الوزن المكافئ للآزوت}}{\text{وزن العينة} \times \text{الحجم المسحوب}} \times \text{معامل الرطوبة}$$

$$\text{الآزوت النتراتي مغ/كغ} = \frac{\text{حجم الحمض للنترات} \times \text{عياريته} \times \text{حجم المستخلص} \times \text{الوزن المكافئ للآزوت}}{\text{وزن العينة} \times \text{الحجم المسحوب}} \times \text{معامل الرطوبة}$$

14: الوزن المكافئ للآزوت

$$\text{الآزوت المعدني مغ/كغ} = \text{الآزوت الامونياكي مغ/كغ} + \text{الآزوت النتراتي مغ/كغ}$$

ملاحظة: تُستخلص النترات باستخدام الماء المقطر في الترب الكلسية لأن الكربونات تنحل في محلول KCl و قد يجمع بعض من CO_2 في محلول H_3BO_3 خلال تقطير ما يسبب تداخلاً سلبياً في تقدير NO_3-N في مستخلص KCl.

يحسب معامل الرطوبة من نسبة الرطوبة في التربة كما يلي: $\text{معامل الرطوبة} = \frac{100}{100 - \text{نسبة الرطوبة}}$

7.1.2.10. المراجع References:

- Keeney, D.R. and D.W. Nelson. 1982. Nitrogen in organic forms. In: Methods of Soil Analysis, Part 2, (Eds. Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney), Agronomy No. 9, American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 643–698.
- Bremner, J.M. and G.A. Breitenbeck. 1983. A simple method for determination of ammonium in semimicro-Kjeldahl analysis of soils and plant materials using a block digester. **Commun. Soil Sci. Plant Anal., 14:** 905–913.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.2.10. تقدير الأمونيوم برثلوت بجهاز التحليل الآلي Determination of Berthelot Ammonium by Autoanalyzer:

1.2.2.10. الغاية و الهدف Scope: تُقدر هذه الطريقة الأمونيوم المدمص على سطوح حبيبات الطين و الموجود في محلول التربة في العينات الترابية.

2.2.2.10. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على استخلاص الأمونيوم المدمص على حبيبات الطين باستخدام محلول غني بشاردة البوتاسيوم التي تزيح شاردة الأمونيوم المدمصة إلى الوسط و التي تتفاعل بدورها (تفاعل بيرثلوت Berthlot) مع جذر الساليسيلات بوجود مركب كلورة مناسب و بوسط قلوي ليعطي مركب أندوفينول ذو اللون الأخضر المزرق المتناسب من حيث شدته مع تركيز الأمونيوم في الوسط و الذي يُقرأ على طول موجة 660 نانومتر.

التداخلات Interference: يؤدي ترسيب الهيدروسيدات المختلفة إلى عكارة المحلول و تغير القراءات لذا يضاف EDTA قبل رفع الـ pH. كما يُضاف نيتروبروسيد الصوديوم كمساعد لإتمام تفاعل بيرثلوت.

3.2.2.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز التحليل الآلي.

4.2.2.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- كلوريد البوتاسيوم 1 نظامي: أذب 74.5غ من كلوريد البوتاسيوم في دورق معياري سعة لتر و أكمل الحجم بالماء المقطر.
- محلول منظم: أذب 33غ من طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم في حوالي 800 مل ماء مقطر، ثم أذب 24 غ من سترات الصوديوم، أكمل الحجم إلى 1 لتر ثم أضف 3 مل محلول بريج 30 و اخلط جيداً، عاير الـ pH و عدله باستخدام HCl إلى 5.2 ± 0.1.
- محلول ساليسيلات الصوديوم: أذب 25غ هيدروكسيد الصوديوم في حوالي 50 مل ماء مقطر، أضف 700 مل ماء مقطر ثم أضف 80غ ساليسيلات الصوديوم، أكمل إلى لتر و اخلط جيداً.
- نيتروبروسيد الصوديوم: أذب 1غ نيتروبروسيد الصوديوم في 800 مل ماء مقطر ثم أكمل إلى لتر و اخلط، خزن المحلول في زجاجة غامقة اللون. المحلول ثابت لمدة أسبوع.
- دي كلورو إيزوسيانورات: أذب 2غ دي كلورو إيزوسيانورات الصوديوم في 800 مل ماء مقطر و أكمل الحجم إلى لتر، المحلول ثابت لمدة أسبوع. إذا كان المنحني غير خطي استخدم أنبوب مضخة تدفق 0.16 مل/دقيقة.
- المحلول القياسي الأم للآزوت 1000 مغ/لتر: أذب 0.4717 غ سلفات أمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ (أو 0.3819 غ كلوريد الأمونيوم) في ماء مقطر في دورق معياري 100 مل و أكمل الحجم. يُحضر منه محلول قياسي 100 مغ/لتر (بتمديد 10 مل من القياسي الأم إلى 100 مل بالماء المقطر).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 2، 4، 6، 8، 10 مل من القياسي 100 مغ/لتر و أكمل الحجم، هذه السلسلة من القياسات تحتوي على: 2، 4، 6، 8، 10 مغ/لتر آزوت.

5.2.2.10. طريقة العمل Procedure:

- زن 10غ من عينة التربة بالرطوبة الحقلية إلى دورق مخروطي سعة 250 مل.
- أضف 50 مل محلول كلوريد البوتاسيوم، رج لمدة ساعة على الرجاج الرحوي و رشح.
- يتم قراءة الراشح/الشاهد/سلسلة القياسات على جهاز التحليل الآلي.

6.2.2.10. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الآزوت الأمونياكي مغ/غ} = \frac{\text{التركيز من الجهاز} \times \text{حجم المستخلص}}{\text{وزن العينة}} \times \text{معامل الرطوبة}$$

7.2.2.10. المرجع Reference:

Henriksen H. and A.R. Selmer-Olsen. 1970. Automatic methods for determining nitrate and nitrite in water and soil extracts. **Analyst 95:** 514-581.

3.2.10. تقدير الأمونيوم برثلوت بجهاز سبكتروفوتومتر Determination Berthelot Ammonium by Spectrophotometer:

1.3.2.10. الغاية و الهدف Scope: تُقدر هذه الطريقة الأمونيوم المدمص على سطوح حبيبات الطين و الموجود في محلول التربة في العينات الترابية.

2.3.2.10. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على استخلاص شوارد الأمونيوم المدمصة على حبيبات الطين باستخدام محلول غني بشاردة البوتاسيوم و التي بدورها تزيح شاردة الأمونيوم، تتفاعل شاردة الأمونيوم (تفاعل بيرثلوت Berthlot) مع جذر الساليسيلات بوجود مركب كلورة مناسب و بوسط قلوي ليعطي مركب أندوفينول ذو اللون الأخضر المزرق المتناسب من حيث شدته مع تركيز الأمونيوم في الوسط و الذي يُقرأ على طول موجة 660 نانومتر.

التداخلات: يؤدي ترسيب الهيدروسيدات المختلفة إلى عكارة المحلول و تغير القراءات لذا يضاف EDTA قبل رفع الـ pH، كما يُضاف نيتروبروسيد الصوديوم كمساعد لإتمام تفاعل بيرثلوت.

3.3.2.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز سبيكتروفوتومتر.

4.3.2.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول كلوريد البوتاسيوم 1 نظامي: أذب 74.5 غ من كلوريد البوتاسيوم في لتر ماء مقطر.
- محلول هيدروكسيد الصوديوم 10 مول/لتر: أذب 200 غرام من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في حوالي 400 مل ماء بارد و أكمل الحجم إلى 500 مل.
- محلول الساليسيلات: أذب 110غ من حمض ساليسيليك $C_7H_6O_3$ في 105 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم في دورق معياري سعة 250 مل، أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر الحراري، حضره قبل الاستعمال مباشرة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- محلول منظم pH 12.3: أذب 26.7 غ من مادة فوسفات ثنائية الصوديوم ثنائية الماء $Na_2HPO_4.2H_2O$ في قليل من الماء في دورق معياري سعة 2 لتر. أضف 10 مل من هيدروكسيد الصوديوم و أكمل الحجم بالماء المقطر الحراري، عدل درجة الـ pH إلى 12.3.
- محلول EDTA: أذب 4غ فيرسينات الصوديوم $Na_2EDTA.2H_2O$ في 100 مل من الماء.
- محلول هيبوكلوريت الصوديوم (ماء جافيل): خفف 20 مل من المحلول الأصلي إلى 100 مل ماء مقطر.
- نيتروبروسيد الصوديوم: أذب 50 مغ من نيتروبروسيد الصوديوم $C_5FeN_6Na_2O$ في 100 مل من الماء. حضر قبل الاستعمال مباشرة.
- كاشف مختلط 1: اخلط 50 مل من محلول ساليسيلات الصوديوم مع 100 مل من محلول نيتروبروسيد الصوديوم و 5 مل من محلول EDTA.
- كاشف مختلط 2: اخلط 200 مل من المحلول المنظم مع 50 مل من محلول هيبوكلوريت.
- المحلول القياسي الأم للآزوت تركيز 1000 مغ/لتر: أذب 0.4717 غ سلفات الأمونيوم (أو 0.3819 غ كلوريد الأمونيوم) في الماء المقطر في دورق معياري سعة 100 مل و أكمل الحجم.
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 0.2، 0.4، 0.6، 0.8، 1 مل من القياسي الأم و أكمل الحجم إلى العلامة بمحلول الاستخلاص، هذه السلسلة من القياسات تحوي على: 2، 4، 6، 8، 10 مغ/لتر آزوت.

5.3.2.10. طريقة العمل Procedure:

- زن 10غ من عينة التربة بالرطوبة الحقلية إلى دورق مخروطي 250 مل.
- حضر شاهد و عامله معاملة العينة ما عدا التربة.
- أضف 50 مل محلول كلوريد البوتاسيوم، رج لمدة ساعة على الرجاج الرحوي و رشح.
- خذ بالماصة 0.6 مل من سلسلة القياسات و راشح العينة و الشاهد إلى أنابيب الاختبار.
- أضف 9 مل من المحلول المختلط 1 و اخلط.
- أضف 15 مل من المحلول المختلط 2 و اخلط. و دع المحلول لمدة ساعتين.
- اقرأ القياسيات/الشاهد/العينات على جهاز سبكتروفوتومتر بطول موجة 660 نانومتر.

6.3.2.10. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الآزوت الأمونياكي مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم المستخلص}}{\text{وزن العينة}} \times \text{معامل الرطوبة}$$

7.3.2.10. المرجع Reference:

Henriksen H. and A.R. Selmer-Olsen. 1970. Automatic methods for determining nitrate and nitrite in water and soil extracts. **Analyst 95:** 514-581.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4.2.10. تقدير الآزوت الأمونياكي بالطريقة اللونية باستخدام كاشف نيسلر Determination of Ammoniacal Nitrogen by Colorimetric method with the use of Nessler's reagent:

1.4.2.10. الغاية و الهدف Scope: تستخدم لحساب كمية الآزوت المتاح للنبات بشكل أمونيا، غير أن هذه الكمية تبقى متغيرة في التربة لذلك تعتبر نتائج هذا التحليل صالحة لوقت محدد، كما يجب حساب الآزوت النتراتي إضافة إلى الآزوت الأمونياكي فيكون مجموع الكميتين عبارة عن الآزوت المعدني، و استناداً إلى النتائج تتم إضافة الأسمدة.

2.4.2.10. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على استخلاص شوارد الأمونيوم المدمصة على حبيبات الطين باستخدام محلول غني بشاردة البوتاسيوم التي تزيح شاردة الأمونيوم إلى الوسط و تتفاعل بدورها مع كاشف نيسلر K_2HgI_4 في وسط قلوي KOH معطياً لوناً أصفراً يُقرأ على طول موجة 425 نانومتر. يجب أن لا يزيد تركيز الآزوت في المحلول عن 1.5 مغ/لتر و في حال الزيادة يجب تمديده.

التداخلات: تترسب شوارد Mg^{+2}, Ca^{+2} في الوسط القلوي مؤدية إلى تشكل عكارة تسبب تغير في القراءات لذلك نضيف طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم، و التي بدورها تشكل معقد منحل مع هذه الشوارد.

3.4.2.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز سبكتروفوتومتر.

4.4.2.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول كلوريد البوتاسيوم 1 نظامي: أذب 74.5 غ من كلوريد البوتاسيوم في لتر ماء مقطر.
- ماء مقطر بدون أمونيوم يُضاف له محلول نيسلر للكشف عن وجود أمونيوم (في حال وجودها يتلون الماء بالأصفر).
- محلول طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم 50%: أذب 25 غ في دورق 100 مل بالماء المقطر.
- محلول نيسلر: أذب 25غ من KI في 30 مل من الماء المقطر في بيشر سعة لتر، أضف 35 غ من HgI_2 ثم أضف 870 مل من محلول KOH 15% (150غ من KOH و أذبها في 900 مل ماء مقطر و أكمل الحجم بالماء المقطر)، حرك المحلول و اتركه حتى يصبح لونه نقياً. احفظ المحلول في زجاجة عاتمة محكمة الإغلاق و ضعه في مكان بارد (لون المحلول أصفر فاتح). يتوفر هذا المحلول جاهزاً في الأسواق.
- المحلول القياسي الأم للآزوت 1000 مغ/لتر: أذب 0.4717 غ سلفات أمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ في الماء المقطر في دورق معياري 100 مل و أكمل الحجم. يُحضر منه قياسي 100 مغ/لتر (بتمديد 10 مل من القياسي الأم إلى 100 مل بالماء المقطر).
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 2، 4، 6، 8، 10 مل من القياسي 100 مغ/لتر و أكمل الحجم، هذه السلسلة من القياسات تحوي على: 2، 4، 6، 8، 10 مغ/لتر آزوت.

5.4.2.10. طريقة العمل Procedure:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- زن 10غ من العينة الرطبة إلى دورق مخروطي250 مل و أضف50مل محلول كلوريد البوتاسيوم.
- رج لمدة ساعة على الرجاج الرحوي و رشح. ثم خذ 10 مل من الراشح و القياسيات و الشاهد.
- أضف 30 مل ماء مقطر و 4 مل من محلول طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم و حرك باليد بشكل جيد. ثم أضف 2 مل من محلول نيسلر.
- بعد 2–3 دقائق (يكون اللون أصفر نقي حتماً)، اقرأ على سبيكترو عند طول موجه 425 نانومتر.
- وقع سلسلة القياسيات على الورق ميليمتري أو باستخدام الحاسب لرسم المنحني البياني.

6.4.2.10. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الآزوت الأمونياكي مغ/غ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم المستخلص}}{\text{وزن العينة}} \times \text{معامل الرطوبة}$$

للتحويل N إلى NH_4 نضرب بـ 1.288، للتأكد من صلاحية محلول نيسلر للعمل: خذ 10 مل ماء مقطر أضف 2 مل من محلول العمل و 0.5 مل من دليل نيسلر بعد 5 دقائق يجب ظهور لون أجري (صدئي) فيكون الدليل صالحاً للعمل. اغسل ورق الترشيح على الأقماع بواسطة الماء الخالي من الأمونيوم و بمحلول كلوريد البوتاسيوم 2% حتى يتوقف تفاعل الراشح مع الدليل نيسلر.

7.4.2.10. المرجع Reference:

Peech, M., L.T. Alexander, L.A. Dean and J.F. Reed. 1947. Methods of soil analysis for soil fertility investigations. U.S. Dept. Agr. C. 757. p.25.

5.2.10. تقدير النترات بالطريقة اللونية (إرجاع بعمود الكادميوم) بجهاز التحليل الآلي Determination of Nitrate by Colorimetric Titration method -Cadmium reduction column using Autoanalyzer:

1.5.2.10. الغاية و الهدف Scope: تُقدر هذه الطريقة الآزوت على شكل نترات في العينات الترابية.

2.5.2.10. المبدأ العام Principle: إن التقدير الآلي للنترات و النتريت يعتمد على إرجاع النترات إلى نتريت و ذلك بإمرار العينة خلال عمود يحتوي على حبيبات نحاس و كادميوم حيث يتم تقدير النتريت (النتريت الموجود أصلاً في العينة + النتريت الناتج عن اختزال النترات) لونياً عن طريق تفاعله مع سلفانيلاميد و الذي بدوره يتحد مع α–نافثيل ايتيلين دي أمين دي هيدرو كلورايد لتشكيل صبغة آزو ملونة تُقاس على طول موجة 540 نانومتر.

التداخلات Interference: إن تداخل الحديد و النحاس و المعادن الأخرى في العينة تُعطي نتائج سلبية لقيم النترات. لذا أضف 1غ من EDTA لكل لتر من المحلول المنظم لمنع ذلك.

3.5.2.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز التحليل الآلي.

4.5.2.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول منظم 1 (للتيار العلوي): أذب 50غ كلوريد الأمونيوم في 800 مل من الماء المقطر و عدل pH إلى 8.2 بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم، أكمل إلى 1 لتر بالماء المقطر و أضف 3 مل محلول بريج (تخلص من الغازات قبل إضافة بريج).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- محلول منظم 2 (للتيار السفلي): أذب 50غ كلوريد الأمونيوم في 800 مل ماء مقطر و عدل pH إلى 8.2 بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم، أضف 4غ EDTA و أذب المزيج السابق ثم أكمل إلى 1 لتر بالماء المقطر و أضف محلول بريج 35 و اخلط، (تخلص من الغازات قبل إضافة بريج).
- الكاشف الملون: خفف 150 مل من حمض الفوسفور في 700 مل ماء مقطر، أضف 10غ سلفانيلاميد و 0.5غ α–نافثيل ايتيلين دي أمين دي هيدرو كلورايد و أذبه ثم أكمل إلى لتر بالماء المقطر، خزن المحلول في زجاجة قاتمة.
- المحلول القياسي الأم 1000 مغ/لتر: أذب 0.6068 غ نترات الصوديوم أو 0.7218 نترات البوتاسيوم في دورق معياري 100 مل بالماء المقطر، يُحضر منه قياسي 100 مغ/لتر (بتمديد 10 مل من القياسي الأم إلى 100 مل بالماء المقطر).
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 1، 2، 3، 4، 5 مل من القياسي 100 مغ/لتر و أكمل للعلامة، هذه السلسلة من القياسات تحوي على:1، 2، 3، 4، 5 مغ/لتر آزوت.
- حمض كلور الماء 4 نظامي: خفف 400 مل حمض كلور الماء في 600 مل من الماء المقطر.
- محلول سلفات النحاس 2%: أذب 20 غ من سلفات النحاس ($CuSO_4.5H_2O$) في 800 مل من الماء المقطر (pH أكبر من 7)، أكمل إلى 1 لتر ثم اخلط.
- الكادميوم: حبيبات الكادميوم 2.5 غ (منخولة).

5.5.2.10. طريقة تنشيط عمود الكادميوم:

- اخلط حبيبات الكادميوم مع 30 مل من محلول حمض كلور الماء 4 نظامي، ثم حرك و رج لمدة دقيقة واحدة، و اغسل للتخلص من الحمض بالماء المقطر، كرر العملية حتى تصبح حبيبات الكادميوم لامعة كالفضة.
- أضف تقريباً 50 مل محلول سلفات النحاس و اخلط لمدة خمس دقائق، ثم اغسل بالماء المقطر (ماء مقطر له pH أكبر من 7 و دقق باستخدام جهاز pH)، كرر العملية حتى ظهور لون سلفات النحاس الأزرق في ماء الغسيل، ثم جفف حبيبات الكادميوم بورق ترشيح.
- أضف عن طريق قمع الحبيبات إلى عمود جاف مع الرج باستمرار و ذلك لرص جوانب العمود بالحبيبات، أكمل حتى قبل 5 مل من نهاية العمود.
- ضع قطعة صغيرة من أنبوب بولي إتيلين (رقم 5144) داخل العمود و ذلك لمنع الحبيبات من الخروج من العمود.
- املئ الأنبوب باستخدام محقن يحوي المحلول المنظم 1 و تجنب دخول فقاعات هواء داخله.

ملاحظة: تجنب دخول الهواء إلى العمود، و يمكن حفظ حبيبات الكادميوم جافة في زجاجة محكمة الإغلاق.

6.5.2.10. طريقة العمل Procedure:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- زن 10غ تربة بالرطوبة الحقلية في مخروطية 250 مل.
- أضف 50 مل ماء مقطر.
- رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- يتم قراءة الراشح/الشاهد/سلسلة القياسات على جهاز التحليل الآلي.

7.5.2.10. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الآزوت النتراتي مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من الجهاز} \times \text{حجم المستخلص}}{\text{وزن العينة}} \times \text{معامل الرطوبة}$$

8.5.2.10. المراجع References:

- Henriksen H. and A.R. Selmer-Olsen. 1970. Automatic methods for determining nitrate and nitrite in water and soil extracts. **Analyst 95:** 514-581.
- Dorich, R.A. and D.W. Nelson. 1984. Evaluation of manual cadmium reduction methods for determination of nitrate in potassium chloride extracts of soils. **Soil Sci. Soc Am J. 48:**72-75.
- Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen – Inorganic forms. p. 1123-1184. In: Methods of soil analysis, part 2, chemical properties, (Ed. Sparks). SSSA Book Ser. 5.

6.2.10. تقدير الآزوت النتراتي بطريقة الامتصاص الفوتومتري في مجال الأشعة فوق البنفسجية Determination of Nitrate-Nitrogen by UV Photometric Absorption method:

1.6.2.10. الغاية و الهدف Scope: تُقدر هذه الطريقة الآزوت النتراتي و النتريتي في العينات الترابية.

2.6.2.10. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على قراءة تركيز شاردتي النترات و النتريت باستخدام جهاز سبيكتروفوتومتر في مجال الأشعة فوق البنفسجية عند طول موجة 206 نانومتر.

التداخلات: قد تنجم بعض التداخلات عن شاردة الكربونات أو الهيدروكسيد تتم إزالتها بالتحميض بحمض كلور الماء (لا تأثير لشاردة الكلور).

3.6.2.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز سبيكتروفوتومتر مزود بلمبة ديتيريوم (لأطوال الأمواج القصيرة).

4.6.2.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- حمض كلور الماء 1 نظامي: خفف 85 مل من حمض كلور الماء المركز إلى لتر ماء مقطر.
- المحلول القياسي الأم 1000 مغ/لتر: أذب 0.6068 غ نترات الصوديوم أو 0.7218 نترات البوتاسيوم في ماء مقطر في دورق 100 مل و أكمل الحجم بالماء المقطر.
- القياسيات: انقل 0.1، 0.2، 0.3، 0.4، 0.5 مل من القياسي الأم إلى دورق معياري 100 مل و أكمل الحجم بالماء المقطر للحصول على القياسيات1، 2، 3، 4، 5 مغ/لتر آزوت نتراتي.

5.6.2.10. طريقة العمل Procedure:

- زن 10غ تربة بالرطوبة الحقلية في مخروطية 250 مل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- أضف 50 مل ماء مقطر و رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- اسحب 10 مل من المستخلص/قياسي/شاهد إلى أنبوب أو مخروطية و أضف 2 مل من محلول حمض كلور الماء 1 نظامي ثم امزج بشكل جيد.
- اقرأ الامتصاص للشاهد/سلسلة القياسيات/العينات على طول موجة 206 نانومتر باستخدام لمبة الديتيريوم و خلية كوارتز (كوفيت كريستالية).
- وقع المنحني المعياري و اقرأ تراكيز الآزوت.

6.6.2.10. طريقة الحساب Calculation:

يتم حساب محتوى الآزوت النتراتي في التربة تبعاً للمعادلة التالية:

الآزوت النتراتي مغ/كغ = قراءة الجهاز × نسبة الاستخلاص× معامل الرطوبة

7.6.2.10. المرجع Reference:

Mason, C.J., G. Coe, M. Edwards and P.G. Riby. 1999. The use of microwaves in the acceleration of digestion and colour development in the determination of total Kjeldahl nitrogen in soil. **Analyst. 124:** 1719–1726.

7.2.10. تقدير النترات بجهاز سبكتروفوتومتر مع استخدام حمض الكرموتروبيك Determination of Nitrate by Spectrophotometer with the use of Chromotropic acid:

1.7.2.10. الغاية و الهدف Scope: تقدير الآزوت النتراتي في عينات التربة.

2.7.2.10. المبدأ العام Principle: إن استخدام التحليل الطيفي الضوئي بوساطة حمض الكرموتروبيك هي طريقة سريعة استخدمت في تقدير الآزوت النتراتي في الماء كما استخدمت فيما بعد للتربة (Sims and Jackson, 1971; Hadjidemetriou, 1982) و يمكن استخدامها كبديل لتقدير NO_3-N بطريقة التقطير. حيث وُجدت علاقة وثيقة بين طريقة حمض الكرموتروبيك و طريقة التقطير.

3.7.2.10. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- جهاز سبيكتروفوتومتر، طول الموجه 430 نانومتر.
- جهاز رج كهربائي ترددي.
- أدوات زجاجية مخبرية قياسية: كؤوس، دوارق حجمية، ماصات، أقماع.

4.7.2.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول كبريتات النحاس 0.02 نظامي ($CuSO_4.5H_2O$): أذب 4.9936 غ من كبريتات النحاس في الماء المقطر، ثم أكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر.
- محلول حمض الكرموتروبيك 0.1% ($C_{10}H_6Na_2O_8S_2.2H_2O$): أذب 0.368غ حمض الكرموتروبيك في 200 مل من حمض الكبريت المركز، و احفظ المحلول في زجاجة عاتمة لمدة أسبوعين.
- حمض الكبريت المركز.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- المحلول القياسي الأم 1000 مغ/لتر: أذب 0.6068 غ نترات الصوديوم أو 0.7218 نترات البوتاسيوم في دورق 100 مل يحوي محلول سلفات النحاس 0.02 نظامي، يحضر منه قياسي100 مغ/لتر (بتمديد 10 مل من القياسي الأم إلى 100 مل في محلول سلفات النحاس 0.02 نظامي).
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 0.5، 1، 1.5، 2، 2.5، 3، 3.5 مل من القياسي 100 مغ/لتر و أكمل للعلامة بمحلول سلفات النحاس 0.02 نظامي، هذه السلسلة من القياسات تحوي على: 0.5، 1، 1.5، 2، 2.5، 3، 3.5 مغ/لتر آزوت نتراتي.

5.7.2.10. طريقة العمل Procedure:

- زن 10غ تربة بالرطوبة الحقلية في مخروطية 250 مل.
- أضف 50 مل محلول سلفات النحاس 0.02 نظامي ثم رج لمدة 15 دقيقة ثم رشح.
- اسحب بواسطة الماصة 3 مل من الراشح/قياسيات/شاهد إلى دوارق مخروطية 50 مل.
- ضع الدورق في الماء المثلج لبضعة دقائق.
- أضف 1 مل من محلول حمض الكرموتروبيك 0.1% نقطة بعد نقطة مباشرة إلى المحلول دون المزج، ثم ضع الدورق ثانية في الماء البارد لدقائق قليلة كي يبرد.
- امزج المحلول، ثم أضف 6 مل من حمض الكبريت المركز على جدار الدورق دون مزجه.
- بعد إضافة الحمض لكل العينات، رج الدورق بشكل دائري و اتركه ليبرد حتى يصل الى درجة حرارة الغرفة، حيث يتحول إلى اللون الأصفر بعد 45 دقيقة.
- اقرأ الامتصاص الضوئي للشاهد، المحاليل القياسية، و العينات بعد45 دقيقة على طول موجه 430 نانومتر.
- حضر الخط البياني للمحاليل القياسية و ذلك برسم الخط البياني بين قراءة الامتصاص الضوئي و تركيز الآزوت النتراتي في المحاليل القياسية على التوالي.
- اقرأ تركيز الآزوت النتراتي في العينات المجهولة من الخط البياني.

6.7.2.10. طريقة الحساب Calculation:

لحساب الآزوت النتراتي في التربة:

$$\text{الآزوت النتراتي مغ/كغ} = \frac{\text{القراءة من المنحني} \times \text{حجم المستخلص}}{\text{وزن العينة}} \times \text{معامل الرطوبة}$$

ملاحظة: في حال احتواء الترب على أكثر من 1 مغ/كغ من NO_3-N أضف 0.1 مل من حمض سولفانيك 0.2% (مذاب في حمض الكبريت 0.1 نظامي) إلى 3 مل من محلول مستخلص العينة إذا أعطى ورق الترشيح محاليل أرجوانية اللون، اغسل الورق بالماء المقطر ثم جففه قبل الاستعمال.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

7.7.2.10. المراجع References:

- Hadjidemetriou, D.G. 1982. Comparative study of the determination of nitrates in calcareous soils by the ion – selective electrode, chromtropic acid, and phenodisulphonic acid methods. **Analyst 107:** 25-29.
- Sims, J.R. and G.D. Jackson. 1971. Rapid analysis of soil nitrate with chromotropic acid. **Soil Sci. Soc. Am. proc. 35:** 603-606.

8.2.10. تقدير النترات باستخدام إلكترود إنتقائي Determination of Nitrate with the use of a selective electrode:

1.8.2.10. الغاية و الهدف Scope: تُقدر هذه الطريقة الآزوت النتراتي في العينات الترابية.

2.8.2.10. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على قراءة النترات باستخدام إلكترود إنتقائي مزود بغشاء تبادلي، يُملئ الوسط الداخلي بمحلول AgCl/Ag كعنصر مرجعي بحيث يستجيب الإلكترود إلى النترات الحرة الفعالة و لا يستجيب للأشكال الأخرى المرتبطة، بحسب تركيز النترات بالوسط الخارجي ينتشر النترات إلى داخل الإلكترود حتى حصول توازن يحدد فرق الكمون بالميلي فولت لهذا التوازن مما يحدد تركيز النترات.

التداخلات Interferences: طُورت الطريقة و زُيدت حساسيتها عن طريق منع التداخلات الناتجة عن وجود شوارد أخرى و التي تودي إلى زيادة الشدة الأيونية لذلك يُضاف منظم شدة أيونية مؤلف بشكل رئيس من سلفات الأمونيوم و للمحاليل الغنية بالشوارد الأخرى يُستعاض عن منظم الشدة الأيونية بمحلول مانع تداخلات 1 مول حمض البوريك.

3.8.2.10. الأجهزة Apparatus: جهاز قياس الكمون (ميلي فولت/pH) مزود بإلكترود نترات إنتقائي.

4.8.2.10. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول تعبئة الإلكترود: يتوفر جاهز و يُورد من قبل الشركة الصانعة مرفقاً مع الإلكترود.
- محلول مانع التداخلات: يُحضر مخبرياً بإذابة 6.2 غ حمض البوريك في حوالي 100 مل ماء مقطر بدرجة حرارة قرب الغليان ثم يُبرد و يُكمل الحجم إلى 100 مل.
- المحلول القياسي الأم 1000 مغ/لتر: أذب 0.6068 غ نترات الصوديوم أو 0.7218 نترات البوتاسيوم في دورق معياري 100 مل بالماء المقطر و أكمل الحجم.
- القياسيات: انقل 0.1، 0.5، 1، 1.5، 2.0 مل من القياسي الأم إلى دورق معياري 100 مل و أكمل الحجم بالماء المقطر للحصول على القياسيات1، 5، 10، 15، 20 مغ/لتر آزوت نتراتي.

5.8.2.10. طريقة العمل Procedure:

- يتم تنشيط الإلكترود بعد ملئه بمحلول التعبئة و ذلك بغمسه بقياسي 100 مغ/لتر آزوت نتراتي لمدة ساعتين قبل الاستخدام.
- زن 10 غ تربة بالرطوبة الحقلية في مخروطية 250 مل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- أضف 50 مل ماء مقطر و رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- اسحب من القياسيات/العينات 25 مل و ضعها في بياشر 100 مل، أضف لكل بيشر 25 مل محلول حمض البوريك، ضع على المحرك المغنطيسي و حرك.
- عاير الجهاز باستخدام سلسلة القياسيات (بحسب طريقة تشغيل الجهاز).
- اغمس الإلكترود المنشط حديثاً و المعاير في الراشح.
- سجل القراءة.

ملاحظة: للعينات الترابية لا يستخدم منظم الشدة الأيونية و يُستعاض عنه بمانع التداخل.

6.8.2.10. طريقة الحساب Calculation:

يتم حساب محتوى الآزوت النتراتي في التربة تبعاً للمعادلة التالية:

الآزوت النتراتي مغ/كغ تربة = قراءة الجهاز × نسبة الاستخلاص× معامل الرطوبة

7.8.2.10. المراجع References:

- Dahnke, W.C. 1971. Use of the nitrate specific ion electrode in soil testing. **Commun. in Soil Sci. and Plant Anal. 2(2):**73-84.
- Orion Research manual, Inc. 1990. Nitrate Electrode Instruction Manual. Boston, MA.

ملاحظات على طرق و أجهزة تحليل الآزوت:

- يفضل استخدام طريقة كلداهل عند احتواء العينة المحللة على تراكيز عالية من الآزوت، في حين يفضل استخدام طرائق التحليل الفوتومتري (برتلوت، نيسلر) في حال احتواء العينة على تراكيز منخفضة من الآزوت.
- من المهم عند استخدام جهاز سبكتروفوتومتر لتقدير الآزوت مراعاة توحيد الفترة اللازمة لتشكيل المعقد و زمن التحريك و كمية المواد المضافة لجميع العينات المراد تحليلها و العينات القياسية و هذا الأمر صعب عملياً في حين يقوم جهاز التحليل الآلي بهذه المهمة بدقة مما يؤدي إلى تقليل نسبة الخطأ.
- يسبب تشكيل محاليل غروية لها القدرة على التخثر عند تفاعل الأمونيوم مع كاشف نيسلر انخفاض في دقة النتائج المتحصل عليها في حين يتشكل نتيجة تفاعل برتلوت محلول حقيقي مما يجعل طريقة تفاعل برتلوت طريقة مريحة أكثر.
- نظراً للمحتوى العالي للمركبات المسببة للتداخل في التربة فإن طريقة تقدير الآزوت الكلي باستخدام كاشف نيسلر لا تستخدم بشكل واسع بل تُستخدم من أجل تقدير الآزوت الأمونياكي المستخلص من التربة بواسطة محلول كلور البوتاسيوم.
- تحدث الامتصاصية العظمى للضوء من قبل المعقد المتشكل مع كاشف نيسلر في مجال الأشعة فوق البنفسجية (425 نانومتر)، في حين تحدث الامتصاصية العظمى للمعقد في حال استخدام تفاعل برتلوت في مجال الطيف المرئي (660 نانومتر) لذلك من الممكن استخدام أي منها فيما يتلائم مع أجهزة سبكترو المتوفرة في المختبر.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

11. تقدير الفوسفور Determination of Phosphorus:

1.11. تقدير الفوسفور الكلي بجهازي التحليل الآلي و سبكتروفوتومتر Determination of Total Phosphorus in soil by Autoanalyzer and Spectrophotometer:

1.1.11. الغاية و الهدف Scope: تقدير فوسفور التربة الكلي (متاح، ذائب، معدني).

2.1.11. المبدأ العام Principle: لتقدير الفوسفور الكلي يجب هضم عينة التربة بحمض قوي يُذيب كل أشكال الفوسفور العضوي و غير العضوي.

3.1.11. الأجهزة Apparatus:

- جهاز سبكترو، يتم القياس عند طول الموجه 410 نانومتر.
- جهاز هضم و أدوات زجاجية مخبرية قياسية، كؤوس، دوارق حجمية، ماصات، أقماع.
- جهاز خلاط أنابيب دوراني.

4.1.11. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- حمض الآزوت و حمض الكبريت المركزين.
- هيبتا مولبيدات الأمونيوم– فاندات الأمونيوم في حمض الآزوت:
  - أذب 22.5 غ من هيبتا مولبيدات الأمونيوم $[(NH_4)_6M0_7O_{24}.4H_2O]$ في 400 مل من الماء المقطر(a).
  - أذب 1.25غ من فاندات الأمونيوم NH_4VO_3 في 300 مل من الماء المقطر(b).
  - أضف(a) الى (b) في دورق حجمي سعة لتر، اترك المزيج ليبرد حتى درجة حرارة الغرفة.
  - أضف ببطئ 250 مل من حمض الآزوت المركز HNO_3 إلى المزيج.
  - برد المحلول إلى درجة حرارة الغرفة ثم خفف إلى الحجم 1 لتر ماء مقطر.
- المحلول الأم القياسي:
  - جفف 2.5 غ من فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين KH_2PO_4 بالفرن على درجة حرارة 105 مْ لمدة ساعة واحدة، برد بالمجفف و احفظه في زجاجة محكمة الإغلاق.
  - أذب 0.4394 غ من فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين المجففة في الماء المقطر، ثم أكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر. هذا المحلول يحوي 100 مغ/لتر من الفوسفور.
- حضر سلسلة من المحاليل القياسية من المحلول الأم كالتالي: خفف 1، 2، 3، 4، 5 مل من المحلول الأم إلى 50 مل حيث يُضاف لكل منها الماء المقطر. هذه المحاليل تحتوي 2، 4، 6، 8، 10 مغ/لتر من الفوسفور.

5.1.11. طريقة العمل Procedure:

- زن 2 غ تربة الجافة هوائياً و منخولة على منخل بقطر 0.15 مم إلى أنبوب هضم 250 مل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- أهضم العينة بالماء الملكي، ثم انقل المحلول نقلاً كمياً إلى دورق معياري سعة 250 مل.
- رشح و أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر الحراري.
- اسحب بواسطة الماصة 5 مل من العينة المهضومة و القياسيات و الشاهد إلى دوارق معيارية سعة 50 مل.
- أضف 10 مل من محلول هيبتا مولبيدات – فاندات الأمونيوم و خفف إلى الحجم بالماء المقطر.
- اقرأ الامتصاص الضوئي للشاهد/المحاليل القياسية/العينات بعد 10 دقائق على طول موجه 410 نانومتر.

6.1.11. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الفوسفور الكلي P مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم الدورق المعياري} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم المسحب من الراشح}}$$

7.1.11. المرجع Reference:

Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. In: Methods of Soil Analysis, 2nd ed., part 2 (Eds. Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney). Agronomy No. 9. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA. pp. 403–430.

2.11. تقدير الفوسفور العضوي Determination of Organic Phosphorus:

1.2.11. الغاية و الهدف Scope: تقدير الفوسفور العضوي في التربة بشكل غير مباشر عن طريق الاستخلاص المتعاقب.

2.2.11. المبدأ العام (طريقة الاستخلاص المتعاقب) Principle: يتم في هذه الطريقة استخلاص متعاقب للفوسفور باستخدام حمض قوي و أساس قوي حيث تؤدي المعالجة الأولية للتربة بحمض قوي إلى تحطيم الروابط المتشكلة بين بعض الكاتيونات متعددة التكافؤ مثل (Ca, Al, Fe) و الفوسفور و التي تجعل الفوسفور غير منحل بالإضافة إلى دورها في حلمهة المركبات العضوية كتأثير جانبي. تلعب المعالجة القلوية اللاحقة دور هام في انحلال المادة العضوية مسببة بذلك حلمهة الفوسفور العضوي.

يتم أخذ حجم معين من المستخلص الناتج و يتم معدنته حيث يتحول الفوسفور العضوي إلى أورثو فوسفات و يُقدر الفوسفور العضوي في هذه الحالة وفق العلاقة:

الفوسفور العضوي= الفوسفور الكلي بعد التمعدن – الفوسفور اللاعضوي في المزيج المستخلص

3.2.11. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- حمض كلور الماء المركز و ماءات الصوديوم 0.5 نظامي.
- حمض البيركلوريك $HClO_4$ (72%).
- ب – نايتروفينول (wt/vol) 0.25%.
- محلول مولبيدات الأمونيوم مع حمض الكبريت: ضع 25 غ من مولبيدات الأمونيوم في بيشر، أضف ماء مقطر 200 مل و سخن بدرجة 60 مْ مع التحريك المستمر حتى الذوبان، يُترك

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المحلول ليبرد و يُرشح. بشكل منفصل خذ 275 مل حمض كبريت مركز و 750 مل ماء مقطر و دعه يبرد ثم أضف عليه محلول المولبيدات الذي سبق تحضيره.

- مزيج الأنتيموني (Antimony) و حمض الأسكوربيك: امزج كميتين من الأنتيموني (أذب 667 مغ من طرطرات البوتاسيوم الأنتيموني $KSbO.C_4H_4O_7$ في 250 مل ماء مقطر) و حمض الأسكوربيك (10 غ حمض الأسكوربيك في دورق حجمي 100 مل و 80 مل ماء مقطر يُحل جيداً و تُكمل الكمية حتى العلامة و يُخزن بدرجة حرارة 2 مْ) يُحضر المزيج قبل الاستخدام مباشرة.
- المحلول القياسي للفوسفور: ضع 0.2154 غ من KH_2PO_4 بدورق معياري 1 لتر أضف 500 مل ماء مقطر ثم أضف 25 مل H_2SO_4 7 نظامي و أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر، تركيز الفوسفور في المحلول الناتج هو 50 مغ/لتر، خذ بالماصة 20 مل من المحلول السابق بدورق حجمي 500 مل و أتمم الكمية بالماء المقطر حتى العلامة للحصول على محلول 2 مغ/لتر من الفوسفور.

4.2.11. طريقة العمل Procedure:

- ضع 1 غ تربة في أنبوب طرد مركزي 100 مل و أضف 10 مل حمض كلور الماء المركز و ضعه في حمام مائي 70 مْ مدة 10 دقائق.
- أخرج الأنبوب و أضف 10 مل من حمض كلور الماء المركز و امزج جيداً و اتركه ساعة في درجة حرارة الغرفة.
- أضف 50 مل من الماء المقطر و ضعه في آلة الطرد المركزي 10 دقيقة (2000 rpm).
- رشح في دورق معياري 250 مل. أضف للراسب المتبقي في أنبوب الطرد 30 مل ماءات الصوديوم0.5 نظامي و امزجه جيداً و دعه ساعة ثم ضعه مرة ثانية في آلة الطرد المركزي 10 دقيقة (2000 rpm) ثم انقل الرشاحة (الحاوية المادة العضوية المنحلة) إلى الدورق الحاوي مستخلص حمض كلور الماء.
- أضف 60 مل ماءات الصوديوم 0.5 نظامي إلى الراسب المتبقي في الأنبوب و امزجه جيداً ثم سخن الأنبوب في الفرن بدرجة 90 مْ مدة 8 سا، دعه يبرد ثم ضعه في جهاز الطرد المركزي 10 دقيقة (2000 rpm). رشح و أضف الرشاحة إلى الدورق المعياري الحاوي مستخلص حمض كلور الماء (مزيج المستخلصين يعبر عن الفوسفور الكلي). أضف ماء مقطر للمزيج لتمام الحجم و امزج جيداً.
- مباشرةً خذ 10 مل بالماصة من المستخلص في بيشر 100 مل، أضف نقطة من حمض الكبريت المركز ثم 1 مل من حمض البيركلوريك 72% و سخن المزيج على طبق ساخن مع رفع درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الحرارة ببطئ حتى ظهور دخان أبيض ثم غطي البيشر بزجاجة ساعة مع استمرار الهضم 30 دقيقة بدرجة 205 مْ.

- برد البيشر و انقل العينة المهضومة (مع غسيل بيشر الهضم بالماء المقطر لضمان نقل كامل العينة المهضومة) إلى دورق معياري 50 مل ثم أكمل الحجم حتى العلامة مع المزج الجيد (هذا المحلول ندعوه A و يستخدم لتقدير الفوسفور الكلي).
- يُترك الدورق الحاوي مستخلص حمض كلور الماء حتى يترسب جزء المادة العضوية من المستخلص في قعر الدورق و يُستخدم المحلول المعلَّق الرائق (ندعوه B) لتقدير الفوسفور غير العضوي.

تقدير الفوسفور الكلي و غير العضوي:

- ضع 2 مل من المستخلص A و B (كل على حدى و بمعاملة منفصلة، A لتقدير الفوسفور الكلي و B لتقدير الفوسفور غير العضوي) في دورق معياري 50 مل و أضف 5 نقاط من ب-نايترو فينول 0.25%، ثم أضف ماءات الصوديوم لتعادل الوسط حتى ثبات اللون الأصفر.
- أضف 30 مل ماء مقطر ثم 10 مل من محلول مولبيدات الأمونيوم الحاوية على حمض الكبريت مع التحريك و المزج، يُضاف بعد ذلك 4 مل من مزيج الأنتيمون و حمض الأسكوربيك، أكمل الحجم بالماء المقطر (الكثافة اللونية القصوى ستظهر خلال 10 دقائق و تبقى ساعات).
- اقرأ الامتصاص الضوئي في الشاهد/المحاليل القياسية/ العينات على طول الموجة 840 نانومتر.

5.2.11. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الفوسفور مغ/كغ} = \frac{(\text{التركيزمن المنحني} - \text{الشاهد}) \times \text{نسبة التمديد} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

الفوسفور العضوي مغ/كغ = الفوسفور الكلي – الفوسفور غير العضوي

ملاحظات:

- من الممكن أن تكون مستخلصات التربة عالية المحتوى من الدبال ملونة مما يوجب معالجتها باستخدام الفحم الفعال.
- تسبب المعالجة بحمض كلور الماء حلمهة بعض الاسترات العضوية.
- يتم استحلاص 80% من فوسفور التربة بهذه الطريقة مقارنة مع الفوسفور الكلي المستخلص باستخدام حمض البيروكلوريك.
- إن الفوسفور المقدر بهذه الطريقة أقل من القيمة الحقيقية و ذلك نتيجة الحلمهة و النتائج المستحصل عليها بالفرق ليست دقيقة جداً.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- إن نسبة الفوسفور العضوي الكلي يمكن أن ترتبط بالكتلة الحيوية في التربة و بنشاط الأحياء الدقيقة و يمكن أن تعطينا فكرة عن الفوسفور الممتص من قبل النبات مع توزع الفوسفور في آفاق التربة و الذي يتغير وفقاً لمحتوى البقايا العضوية على سطح التربة.

6.2.11. المراجع Reference:

- Tan, K.H. 1996. Soil Sampling, Preparation, and Analysis. Marcel Dekker Inc., New York, N.Y. USA.
- Mehta, N.C., J.D. Legg, C.A.I. Goring and C.A. Black 1954. Determination of organic phosphorous in soil. 1. Extraction method. *Soil Sci. Soc. Am. Proc*., 18, 443–449

3.11. تقدير الفوسفور المتاح Determination of Available Phosphorus:

1.3.11. استخلاص فوسفور الترب الحامضية (pH < 7) طريقة برييه Phosphorus extraction from soil (pH < 7) by Bray method:

1.1.3.11. الغاية و الهدف Scope: تُستخدم هذه الطريقة لتقدير الفوسفور المتاح للنبات في الترب الحامضية pH <7.

2.1.3.11. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على استخلاص الفوسفور من الترب الحامضية باستخدام محلول فلوريد الأمونيوم NH_4F مع حمض كلور الماء HCl، قُدمت هذه الطريقة من قبل Bray and Kurtz (1945)، و وجدت نجاحاً كبيراً في الترب الحامضية حيث تعتمد طريقة القراءة على إرجاع معقد فوسفات مولبيدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ بواسطة حمض الأسكوربيك بوجود طرطرات البوتاسيوم الأنتيموني (تُسرع طرطرات البوتاسيوم الأنتيموني عملية إرجاع فوسفات مولبيدات الأمونيوم و تساعد في ثبات اللون للمركب المرجع).

3.1.3.11. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز سبكتروفوتومتر.

4.1.3.11. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول فلوريد الأمونيوم 1 نظامي: أذب 3.7 غ من NH_4F في الماء المقطر في دورق 100 مل.
- حمض كلور الماء 0.5 نظامي: أضف 43 مل من حمض كلور الماء المركز إلى حوالي 200 مل ماء مقطر و يُتمم إلى 1 لتر.
- محلول الاستخلاص: امزج 30 مل محلول فلوريد الأمونيوم و 200 مل من حمض كلور الماء و أكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر. هذا المحلول صالح لمدة عام.
- حمض الكبريت 5 نظامي: أضف 74 مل من حمض الكبريت المركز إلى حوالي 300 مل ماء مقطر في دورق 500 مل، اتركه حتى يبرد ثم أكمل الحجم إلى العلامة.
- محلول مولبيدات الأمونيوم: أذب 4غ من $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ في 100 مل ماء مقطر.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- محلول طرطرات البوتاسيوم الأنتيموني: أذب 0.275غ من $KSbC_4H_4O_7.0.5H_2O$ في 100 مل ماء مقطر.
- محلول حمض الأسكوربيك: أذب 1.75غ من حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$ في 100 مل ماء مقطر (حضره يومياً عند التحليل).
- الكاشف المختلط: أضف بحذر إلى سلندر سعة 500 مل ما يلي: 50 مل حمض الكبريت و 10 مل من محلول مولبيدات الأمونيوم و 30 مل من محلول حمض الأسكوربيك و 5 مل من محلول طرطرات البوتاسيوم الأنتيموني (حضر هذا المحلول عند التحليل و هو صالح لساعتين فقط).
- المحلول القياسي الأم 1000 مغ/لتر: أذب 0.4393غ من فوسفات البوتاسيوم الأحادية KH_2PO_4 (مجففة لمدة ساعتين على درجة حرارة 105 مْ) في 100 مل ماء مقطر، خفف 10 مل من المحلول الأم إلى 100 مل لتحضير قياسي 100مغ/لتر فوسفور.
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 1، 2، 3، 4، 5 مل من القياسي 100مغ/لتر و أكمل الحجم، هذه السلسلة من القياسات تحوي:1، 2، 3، 4، 5 مغ/لتر فوسفور.
- حمض البوريك: أذب 35غ من H_3BO_3 في 1 لتر من الماء المقطر الحار.

5.1.3.11. طريقة العمل Procedure:

- زن1غ من التربة و ضعها في دورق مخروطي250 مل و أضف20 مل من محلول الاستخلاص.
- حرك المزيج لمدة دقيقة و بعدها بسرعة قم بالترشيح.
- خذ من راشح العينات/الشاهد/سلسلة القياسيات 5 مل إلى دوارق 50 مل.
- أضف إلى الدوارق السابقة 20 مل من محلول H_3BO_3. و أضف ماء مقطر إلى الدوارق حتى حجم 40 مل تقريباً.
- أضف 8 مل من الكاشف المختلط، حرك جيداً و أكمل الحجم إلى 50 مل بالماء المقطر.
- دع المحاليل لمدة ربع ساعة على الأقل ليتكون اللون الأزرق بشكل كامل.
- اقرأ الامتصاص على جهاز سبيكتروفوتومتر على طول الموجه 710 نانومتر.
- وقع سلسلة القياسيات على الورق ميليمتري أو باستخدام الحاسب لرسم المنحني البياني.
- أسقط قراءات العينات على المنحني (أو استخدم معادلة المنحني من الحاسب) و سجل تركيزات P المقابلة لها.

6.1.3.11. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الفوسفور P مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

و يوضح الجدول (12) تقييم الفوسفور في التربة المقدر بطريقة Bray (Jaiswal 2003):

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدول (12) تقييم الفوسفور في التربة حسب طريقة Bray (مغ P/ كغ تربة)

منخفض جداً	أقل من 3
منخفض	3 – 7
متوسطة	7 – 20
عالي	أكثر من 20

7.1.3.11. المراجع References:

- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. **Soil Sci., 59:** 39–45.
- Jaiswal, P.C. 2003. Soil, plant and water analysis. Kalyani publishers, New Delhi, India. p.441.

2.3.11. استخلاص فوسفور الترب القاعدية (pH >7) طريقة أولسن Phosphorus extraction from soil (pH > 7) by Olsen method:

1.2.3.11. الغاية و الهدف Scope: تقدير الفوسفور المتاح للنبات في الترب المتعادلة و القاعدية.

2.2.3.11. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على استخلاص جزء من الفوسفور الموجود في التربة و الجاهز للامتصاص من قبل النبات بواسطة محلول بيكربونات الصوديوم عند pH 8.5 و يحدد محتوى الفوسفور بالطريقة الفوتومترية و ذلك بمعاملة المستخلص بمحلول مولبيدات الأمونيوم في وسط حامضي و بذلك يتشكل مركب معقد من رابع فوسفور مولبيدات الأمونيوم حسب المعادلة التالية:

$$H_3PO_4+12(NH_4)_2MoO_4 + 12H_2SO_4 \rightarrow H_3P(Mo_3O_{10})_4+12(NH_4)_2SO_4+12H_2O$$

و عند إرجاع هذا المركب المعقد بواسطة كلوريد القصديري يتشكل لون أزرق يُقرأ على طول موجة 660 نانومتر، تعتبر هذه الطريقة حساسة في مدى 0.05–2 مغ/لتر فوسفور في المستخلص.

التداخلات Interference: يتأثر اللون الأزرق في حال وجود كميات كبيرة من الحديد و الكالسيوم و المغنزيوم و الكبريت في التربة، و من الضروري إرجاع الحديد إلى حديدي عند وجوده بتركيز عالي في المستخلص و ذلك لأن الحديدي لا يسبب تداخل في تحديد الفوسفور.

3.2.3.11. الأجهزة Apparatus: سبكتروفوتومتر.

4.2.3.11. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ 0.5 نظامي: أذب 42 غ بيكربونات الصوديوم في حوالي 800 مل ماء مقطر موجودة في دورق معياري سعة 1 لتر، عدل pH المحلول إلى 8.5 بواسطة ماءات الصوديوم 0.5 نظامي، أكمل حتى العلامة ماء مقطر.
- محلول مولبيدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$:
  - أذب15غ مولبيدات الأمونيوم في300 مل ماء مقطر دافئ، رشح إذا لزم الأمر (توضع في البراد لليوم التالي).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- أضف 342 مل من حمض كلور الماء المركز إلى حوالي 200 مل ماء مقطر موجود في دورق سعة 1 لتر (توضع في البراد لليوم التالي).
- في اليوم التالي أضف محلول المولبيدات إلى محلول حمض كلور الماء تدريجياً ثم أكمل الحجم إلى 1000 مل (يجب أن يكون المحلول عديم اللون و يُحفظ في زجاجة غامقة).

- كلوريد القصديري (محلول مركز) $SnCl_2.2H_2O$: أذب 10غ من كلوريد القصديري في مخروطية سعة 100 مل و أضف إليها 25 مل من حمض كلور الماء المركز، سخن حتى الغليان مع التحريك حتى تذوب المادة ثم يُبرد و يُحفظ لمدة شهرين في البراد.
- كلوريد القصديري (محلول مخفف): أضف 0.5 مل من محلول كلوريد القصديري المركز في سلندر يحتوي على 66 مل ماء مقطر، يستخدم هذا المحلول عند التحليل مباشرة.
- كربون أسود أو أي كربون ملائم و خال من الشوائب و الفوسفور: يُغسل الكربون بواسطة بيكربونات الصوديوم المحضرة سابقاً ثم يُرشح و يُغسل بالماء المقطر و يُجفف.
- المحلول الأم 1000 مغ/لتر: أذب 0.4394غ من فوسفات البوتاسيوم الأحادية KH_2PO_4 (مجففة لمدة ساعتين على درجة حرارة 105 مْ) في 100 مل ماء مقطر، خفف 1 مل من المحلول الأم إلى 100 مل لتحضير قياسي 10 مغ/لتر فوسفور.
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 2، 4، 6، 8، 10 مل من القياسي 10 مغ/لتر و أكمل للعلامة، هذه السلسلة من القياسات تحوي:0.2، 0.4، 0.6، 0.8،1مغ/لتر فوسفور.

5.2.3.11. طريقة العمل Procedure:

- زن 2.5 غ من التربة الجافة و المنخولة 2 مم في دورق مخروطي سعة 250 مل.
- أضف 50 مل من بيكربونات الصوديوم.
- أضف ملعقة صغيرة من الفحم الأسود ثم رج العينة مدة نصف ساعة، و رشح .
- خذ من العينة/ الشاهد/سلسلة القياسيات 5 مل وضعها في دوارق معيارية سعة 25 مل.
- أضف 5 مل من مولبيدات الأمونيوم و حرك.
- أضف 10 مل من الماء المقطر و 1 مل من كلوريد القصديري المخفف.
- أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة، أغلق الدورق و امزجه جيداً.
- اقرأ على جهاز سبيكتروفوتومتر على طول الموجه/660 نانومتر/ بعد 10 دقائق من إضافة محلول كلوريد القصديري علماً أن اللون ثابت حتى فترة 20 دقيقة فقط.

6.2.3.11. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الفوسفور P مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

و يوضح الجدول (13) تقييم الفوسفور في التربة المقدر بطريقة Olsen (FAO 2007)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدول (13) تقييم الفوسفور في التربة حسب طريقة Olsen (مغ P/ كغ تربة)

فقيرة جداً	3 – 0
فقيرة	8 – 3
متوسطة	14 – 8
عالي	20 – 14
عالي جداً	أكثر من 20

7.2.3.11. المراجع References:

- FAO 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi arid regions. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Department of Agriculture Circular 939, Washington, DC.

3.3.11. تقدير الفوسفور المتاح بجهاز سبكتروفوتومتر (طريقة مورفي) Determination of Available Phosphorus by Spectrophotometer (Murphy method):

1.3.3.11. الغاية و الهدف Scope: تقدير الفوسفور المتاح في الترب المتعادلة و القاعدية.

2.3.3.11. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على استخلاص جزء من الفوسفور الموجود في التربة و الجاهز للامتصاص من قبل النبات بمحلول بيكربونات الصوديوم (8.5 pH) ثم يُقدر الفوسفور المستخلص بالطريقة الفوتومترية و ذلك بمعاملة المستخلص بمحلول مولبيدات الأمونيوم في وسط حامضي حيث يتشكل مركب معقد فوسفات مولبيدات الأمونيوم و الذي يتم إرجاعه بواسطة حمض الأسكوربيك بوجود الأنتموان (تسرع طرطرات البوتاسيوم الأنتموني في إرجاع فوسفات مولبيدات الأمونيوم و تساعد في ثبات اللون للمركب المرجع).

3.3.3.11. الأجهزة Apparatus: جهاز سبكتروفوتومتر.

4.3.3.11. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$: أذب 42 غ بيكربونات الصوديوم في حوالي 800 مل ماء مقطر موجودة في دورق معياري سعة 1 لتر، عدل pH المحلول إلى 8.5 بواسطة ماءات الصوديوم، أكمل حتى العلامة بالماء مقطر.
- محلول (أ): أذب 12 غ من مولبيدات الأمونيوم في حوالي 250 مل ماء مقطر حراري، أذب 0.2098 من طرطرات البوتاسيوم الأنتموني في حوالي 100 مل ماء مقطر حراري، أضف المحلولين إلى 1000 مل حمض الكبريت 5 نظامي (يُحضر هذا بتمديد 148 مل من حمض الكبريت إلى لتر) و أكمل الحجم إلى 2000 مل ماء مقطر حراري.
- محلول (ب): أذب 1.056 غ حمض الأسكوربيك في 200 مل من المحلول (أ)، امزج جيداً (هذا المحلول صالح لمدة 24 ساعة).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- المحلول الأم 1000 مغ/لتر: أذب 0.4393 غ من فوسفات البوتاسيوم الأحادية KH_2PO_4 (مجففة لمدة ساعتين على درجة حرارة 105 مْ) في 100 مل ماء مقطر، خفف 10 مل من المحلول الأم إلى 100 مل لتحضير قياسي 100 مغ/لتر فوسفور.
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 1، 2، 3، 4، 5 مل من القياسي 100مغ/لتر و أكمل للعلامة، هذه السلسلة من القياسات تحوي : 1، 2، 3، 4، 5 مغ/لتر فوسفور.

5.3.3.11. طريقة العمل Procedure:

- زن 2.5 غ من التربة إلى مخروطية 250 مل ثم أضف 50 مل من محلول بيكربونات الصوديوم.
- رج العينة مدة نصف ساعة، ثم رشح.
- خذ من العينة/الشاهد/سلسلة القياسيات 5 مل إلى دوارق مخروطية.
- أضف 0.5 مل حمض الكبريت 5 نظامي للتحميض و انتظر حتى زوال الفقاعات.
- أضف 15 مل من الماء المقطر.
- أضف 5 مل من محلول (ب) و حرك، و انتظر 10 دقائق لتشكل اللون (اللون ثابت لمدة ساعتين على الأقل).
- اقرأ على جهاز سبيكتروفوتومتر على طول الموجه 882 نانومتر.
- وقع سلسلة القياسيات على الورق ميليمتري أو باستخدام الحاسب لرسم المنحني البياني. و أسقط قراءات العينات على المنحني و سجل تركيزات P المقابلة لها.

6.3.3.11. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الفوسفور P مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

7.3.3.11. المرجع Reference:

Murphy, J. and J.P. Riley.1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta. 27:** 31–36.

4.3.11. تقدير الفوسفور المتاح بجهاز التحليل الآلي (طريقة مورفي) Determination of Available Phosphorus by Autoanalyzer (Murphy method):

1.4.3.11. الغاية و الهدف Scope: تقدير الفوسفور المتاح في التربة القاعدية.

2.4.3.11. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على استخلاص جزء من الفوسفور الموجود في التربة و الجاهز للامتصاص من قبل النبات بمحلول بيكربونات الصوديوم (8.5 pH) ثم يُقدر الفوسفور المستخلص بالطريقة الفوتومترية و ذلك بمعاملة المستخلص بمحلول مولبيدات الأمونيوم في وسط حامضي و بذلك يتشكل مركب معقد فوسفات مولبيدات الأمونيوم و الذي يتم إرجاعه بواسطة حمض الأسكوربيك بوجود الأنتموان.

3.4.3.11. الأجهزة Apparatus: جهاز تحليل آلي.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4.4.3.11. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ 0.5 نظامي: أذب 42غ بيكربونات الصوديوم في حوالي 800 مل ماء مقطر موجودة في دورق معياري سعة 1 لتر، عدل pH المحلول إلى 8.5 بواسطة ماءات الصوديوم 5 نظامي، أكمل حتى العلامة ماء مقطر.
- هيدروكسيد الصوديوم: أذب 4 غ هيدروكسيد الصوديوم في حوالي 800 مل من الماء المقطر ثم أكمل إلى لتر بالماء المقطر، أضف 2 مل FFD6 و اخلط.
- محلول FFD6: خفف 2 مل FFD6 في لتر و اخلط جيداً.
- محلول مولبيدات الأمونيوم: خفف 40 مل من حمض الكبريت المركز بإضافته إلى حوالي 700 مل ماء مقطر، أضف4.8 غ مولبيدات الأمونيوم و أذبه، أكمل إلى لتر ثم أضف 2 مل FFD6.
- محلول طرطرات البوتاسيوم الأنتيموني: أذب 0.3غ طرطرات البوتاسيوم الأنتيموني في 80 مل ماء مقطر و أكمل إلى 100 مل و اخلط. المحلول ثابت عند درجة حرارة 4 مْ لمدة شهر.
- حمض الأسكوربيك: أذب 18غ من حمض الأسكوربيك في 800 مل ماء مقطر و أضف 20 مل من محلول الطرطرات المحضر سابقاً، أكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر و اخلط. المحلول ثابت لمدة أسبوع على درجة حرارة 4 مْ.
- المحلول الأم 1000 مغ/لتر: أذب 0.4393غ من فوسفات البوتاسيوم الأحادية KH_2PO_4 (مجففة لمدة ساعتين على درجة حرارة 105 مْ) في 100 مل ماء مقطر، خفف 10 مل من المحلول الأم إلى 100 مل لتحضير قياسي 100 مغ/لتر فوسفور.
- المحاليل القياسية: خذ بالماصة إلى دورق معياري 100 مل 1، 2، 3، 4، 5 مل من القياسي 100 مغ/لتر و أكمل للعلامة، هذه السلسلة من القياسات تحوي على:1، 2، 3، 4، 5 مغ/لتر فوسفور.

5.4.3.11. طريقة العمل Procedure:

- زن 2.5 غ من التربة إلى مخروطية سعة 250 مل.
- أضف 50 مل من محلول بيكربونات الصوديوم.
- رج العينة مدة نصف ساعة ثم رشح.
- اقرأ سلسلة القياسيات/العينات مستخدماً جهاز التحليل الآلي بحسب طريقة تشغيله.

6.4.3.11. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الفوسفور P مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من الجهاز} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

7.4.3.11. المرجع Reference:

Murphy, J. and J.P. Riley.1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta. 27:** 31–36.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

12. تقدير البوتاسيوم في التربة Determination of Potassium:

1.12. تقدير البوتاسيوم الكلي Determination of Total Potassium:

1.1.12. الغاية و الهدف Scope: تقدير البوتاسيوم الكلي في التربة.

2.1.12. المبدأ العام Principle: معظم الأتربة السورية تحوي كمية كبيرة من البوتاسيوم أغلبها على شكل معادن غير قابلة للذوبان و جزء بسيط منها متاح للنبات على شكل بوتاسيوم متبادل و ذائب في الماء. تعتمد هذه الطريقة على هضم عينة التربة بطريقة (Acid Digestion Bomb) مصمم بشكل خاص للغازات المضغوطة. بعد هضم العينة يتم تقدير البوتاسيوم الكلي بجهاز الامتصاص الذري (AAS).

3.1.12. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- حمض الهايدروفلوريك HF 48%.
- الماء الملكي (Aqua Regia): امزج حجم واحد من حمض الآزوت المركز HNO_3 مع ثلاثة أمثاله من حمض كلور الماء المركز HCl .
- حمض البوريك H_3BO_3 (بشكل بودرة).
- المحلول الأم قياسي للبوتاسيوم 1000 مغ/لتر، يُحضر منه سلسلة قياسية 0.5، 1، 1.5، 2 مغ/لتر.

4.1.12. طريقة العمل Procedure:

- ضع 50 مغ من تربة جافة و مطحونة و ممررة على منخل (150 مش ≈ 0.105 مم) في أنبوب التفلون لوعاء الهضم، أضف 0.5 مل من الماء الملكي و 3 مل من حمض الهايدروفلوريك، و أغلق الأنبوب بإحكام و ضعه في وعاء الهضم ثم يُوضع في الفرن 40 دقيقة بدرجة 110 مْ.
- برد وعاء الهضم و أخرج الأنبوب ثم انقل نقلاً كمياً محتويات الأنبوب بالماء المقطر(4–6 مل) في بيشر من البولي إثيلين (على أن لا تزيد كمية الماء المقطر المستخدمة للنقل الكمي 10 مل).
- أضف2.8غ حمض البوريك إلى البيشر مع التحريك بقضيب بلاستيكي لحل حمض البوريك جيداً.
- أضف5–10مل ماء مقطر مع التحريك لذوبان كامل الرواسب ثم أكمل الحجم حتى 40 مل تقريباً.
- انقل المحلول إلى دورق معياري من البولي إثيلين 100 مل و أكمل الحجم حتى العلامة.
- خزن المحلول في قارورة بلاستيكية لاستخدامه في تقدير البوتاسيوم أو أي من العناصر الكبرى أو الصغرى.

القياس:

- يتم ضبط و معايرة جهاز الامتصاص الذري باستخدام محلول قياسي للبوتاسيوم 2 مغ/لتر و تقارن مع القيمة المرفقة بدليل الجهاز للتصحيح و الضبط.
- اقرأ الامتصاص الضوئي للشاهد/القياسيات/العينات.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5.1.12. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{بوتاسيوم مغ/كغ} = \frac{(\text{التركيز من المنحني} - \text{لشاهد}) \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}} \times \text{نسبة التمديد (إن وجدت)}$$

6.1.12. المرجع Reference:

Tan, K.H. 1996. Soil Sampling, Preparation, and Analysis. Marcel Dekker Inc., New York, N.Y. USA.

2.12. تقدير البوتاسيوم المتاح Determination of available Potassium:

1.2.12. الغاية و الهدف Scope: تقدير البوتاسيوم المتاح للنبات في التربة (متبادل و ذائب).

2.2.12. المبدأ العام Principle: يتم استخلاص البوتاسيوم القابل للإفادة بإزاحته من غرويات التربة بمحلول غني بشاردة الأمونيوم، ثم قراءته على جهاز اللهب حيث يؤدي اللهب إلى تهيج ذرات البوتاسيوم لتصدر أشعة ضوئية تتم قراءة شدتها بحساس مناسب.

3.2.12. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز التحليل الطيفي باللهب (شكل 18) و جهاز رج كهربائي.



لشكل (18) جهاز اللهب

4.2.12. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول أسيتات الأمونيوم 1 نظامي (NH_4CH_3COOH): أذب 77غ أسيتات الأمونيوم في لتر من الماء المقطر و اضبط pH 7 باستخدام حمض الخل أو ماءات الأمونيوم إذا لزم الأمر.
- محلول أم قياسي: أذب 1.9069غ من كلوريد البوتاسيوم المجففة على درجة 105 مْ لمدة ساعتين في دورق معياري لتر، أكمل بالماء المقطر، يحوي هذا المحلول 1000 مغ/لتر من البوتاسيوم.
- حضر القياسيات التالية من المحلول الأم: 20، 40، 60، 80، 100، 150، 200 مغ/لتر وفق القاعدة ح × ع = حَ × عَ: أي اسحب على التوالي 2، 4، 6، 8، 10، 15، 20 مل من المحلول

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الأم إلى دوارق معيارية سعة 100 مل. أكمل الحجم حتى العلامة بمحلول أسيتات الأمونيوم لزوم تقدير البوتاسيوم الكلي، و بالماء المقطر لزوم تقدير البوتاسيوم الذائب بالماء.

5.2.12. طريقة العمل Procedure:

- زن 10غ تربة جافة منخولة على منخل 2 مم في مخروطية زجاجية سعة 250 مل.
- أضف 50 مل من محلول أسيتات الأمونيوم.
- رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- إعداد الخط البياني لجهاز اللهب: يتم إجراء هذه الخطوة عند اللزوم و لا داعي لإجرائها في كل مرة قياس، تضبط قراءة الشاهد (أسيتات الأمونيوم) على 0 (بحسب طريقة تشغيل الجهاز) و تضبط قراءة القياسي الأعظمي (200 مغ/لتر) على 100، ثم تُقرأ سلسلة القياسيات على التوالي و يُسجل مقابلاتها، تُوقع سلسلة القياسيات على الورق ميليمتري أو باستخدام الحاسب لرسم المنحني البياني (يجب أن لا يقل معامل الارتباط عن 0.97)، تُحسب معادلة المنحني و تُستخدم لإعداد جدول للتراكيز المقابلة للقراءات.
- اقرأ الراشح على جهاز اللهب بعد ضبطه على الصفر للشاهد و على100 للقياسي 200 مغ/لتر.
- من الجدول المعد سابقاً استخرج التراكيز المقابلة للقراءات.

6.2.12. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{بوتاسيوم مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

3.12. تقدير البوتاسيوم الذائب بماء التربة Determination of water-soluble Potassium in soil:

1.3.12. طريقة العمل Procedure:

- زن 10غ تربة مجففة هوائياً و منخولة على منخل 2 مم في مخروطية زجاجية سعة 250 مل.
- أضف 100 مل ماء مقطر ثم رج لمدة ساعة واحدة.
- رشح و اقرأ في الراشح تركيز البوتاسيوم على جهاز التحليل الطيفي باللهب.

2.3.12. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{بوتاسيوم مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

4.12. تقدير البوتاسيوم المتبادل Determination of exchangeable Potassium:

و هو البوتاسيوم الموجود على سطوح معادن الطين و القابل للتبادل و يُقدر بالفرق بين تركيز البوتاسيوم القابل للاستخلاص و تركيز البوتاسيوم الذائب في الماء.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدول(14) تقييم التربة وفقاً للبوتاسيوم المتاح (*NH4OAC- extractable*) مغ/كغ (FAO 2007)

فقيرة جداً	85 – 0
فقيرة	150 – 85
متوسطة	250 – 150
عالي	450 – 250
عالي جداً	أكبر من 450

5.12. المراجع References:

- FAO 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi arid regions. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Helmke, P.A. and D.L. Sparks. 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. p. 551-574. In: Methods of Soil Analysis: Part 3, (eds. Sparks, D.L. *et al.*), SSSA and ASA, Madison, WI.
- Suarez, D.L. 1996. Beryllium, magnesium, calcium, strontium, and barium. In: Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods (Eds. D.L. Sparks *et al.*), SSSA Book Series No. 5, SSSA and ASA, Madison, WI, pp. 575–602.

13. تقدير الصوديوم في التربة Determination of Sodium:

1.13. تقدير الصوديوم القابل للاستخلاص بأسيتات الأمونيوم Determination of Ammonium Acetate-extractable Sodium by Flame Photometry:

1.1.13. الغاية و الهدف Scope: تقدير الصوديوم القابل للاستخلاص في العينات الترابية.

2.1.13. المبدأ العام Principle: يُستخلص الصوديوم بإزاحته من غرويات التربة بمحلول غني بشاردة الأمونيوم، ثم قراءته على جهاز اللهب حيث يؤدي اللهب إلى تهيج ذرات الصوديوم لتصدر أشعة ضوئية، تتم قراءة شدتها بحساس مناسب.

3.1.13. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز التحليل الطيفي باللهب و جهاز رج كهربائي.

4.1.13. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول أسيتات الأمونيوم 1 نظامي: أذب 77غ من أسيتات الأمونيوم في لتر من الماء المقطر واضبط pH 7 باستخدام حمض الخل أو ماءات الأمونيوم إذا لزم الأمر.
- المحلول الأم القياسي 100 مليمكافئ/لتر: أذب 5.85غ كلوريد الصوديوم المجففة على درجة 105مْ لمدة 2 ساعة في لتر من الماء المقطر.
- حضر منه المحاليل القياسية اللازمة بتطبيق القاعدة التحليلية ح × ع = حَ × عَ كالتالي: 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10 ملمكافئ و ذلك بالسحب على التتالي 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مل إلى دوراق معيارية سعة 100 مل. أكمل الحجوم المسحوبة بأسيتات الأمونيوم حتى العلامة لزوم تقدير الصوديوم الكلي، و بالماء المقطر الحراري لزوم تقدير الصوديوم الذائب في الماء.

5.1.13. طريقة العمل Procedure:

- زن 10غ تربة جافة منخولة على منخل 2 مم في مخروطية زجاجية سعة 250 مل.
- أضف 50 مل من محلول أسيتات الأمونيوم.
- رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- قم بإعداد الخط البياني لجهاز اللهب، و اقرأ الراشح على جهاز اللهب بعد ضبطه على الصفر للشاهد و على 100 للقياسي 10 ميلمكافئ/لتر.
- من الجدول المعد سابقاً استخرج التراكيز المقابلة للقراءات.

6.1.13. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{صوديوم ميلمكافئ/100غ تربة} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times 1000} \times 100$$

$$\text{صوديوم Na غ/100 غ تربة} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times 1000 \times 1000} \times 100 \times 23$$

23: هو الوزن المكافئ للصوديوم.

2.13. تقدير الصوديوم الذائب بماء التربة Determination of water-soluble Sodium in soil by flame photometry:

1.2.13. طريقة العمل Procedure:

- زن10غ تربة مجففة هوائياً و منخولة على منخل 2 مم في مخروطية زجاجية سعة 250 مل.
- أضف 100 مل ماء مقطر ثم رج لمدة ساعة واحدة.
- رشح و اقرأ في الراشح تركيز الصوديوم على جهاز التحليل الطيفي باللهب.

2.2.13. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{صوديوم ميلمكافئ/100غ تربة} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times 1000} \times 100$$

$$\text{صوديوم Na غ/100 غ تربة} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times 1000 \times 1000} \times 100 \times 23$$

3.13. تقدير الصوديوم المتبادل Determination of exchangeable Sodium:

و هو الفرق بين تركيز الصوديوم القابل للاستخلاص و تركيز الصوديوم الذائب في الماء.

4.13. المرجع Reference:

Jackson, M.L. 1956. Soil Chemical Analysis—Advanced Course. Publ. by author, Dept. of Soils, Univ. of Wisconsin, Madison.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

14. تقدير الكالسيوم و المغنزيوم Determination of Calcium and Magnesium:

1.14. تقدير الكالسيوم و المغنزيوم القابلين للاستخلاص بجهاز الامتصاص الذري Determination of extractable Calcium and Magnesium by the Atomic Absorbation Spectrophotometer

1.1.14. الغاية و الهدف: تقدير الكالسيوم و المغنزيوم القابلين للاستخلاص في العينات الترابية.

2.1.14. المبدأ العام: يتم استخلاص الكالسيوم و المغنزيوم بإزاحتهما من غرويات التربة بمحلول غني بشاردة الصوديوم في وسط مائل للقلوية (8.2 pH) منعاً لذوبان جزء من الكالسيوم أو المغنزيوم المثبت في التربة أو الفلزي (كالسيت، دولوميت)، و تتم القراءة باستخدام جهاز الامتصاص الذري و الذي يعتمد على تهييج الذرات لإكسابها كمية من الطاقة فتنتقل من الحالة الخاملة Ground State إلى الحالة المثارة Excited State حيث تمتص ذرات العنصر كمية من الطاقة الضوئية للأشعة الساقطة عليها عند طول موجي معين و تزداد كمية الطاقة الممتصة بزيادة عدد ذرات العنصر المثارة وفق علاقة خطية بين كمية الضوء الممتصة و التركيز.

3.1.14. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز تحليل طيفي بالامتصاص الذري (جهاز الامتصاص الذري) Atomic Absorbation Spectrophotometer (شكل 19).



الشكل (19) جهاز الامتصاص الذري

4.1.14. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول استخلاص أسيتات الصوديوم 1 نظامي: زن 82غ من أسيتات الصوديوم في دورق معياري سعة 1000 مل و اضبط 8.2 pH باستخدام حمض الخل أو ماءات الصوديوم ثم أكمل الحجم بالماء المقطر.
- محلول الأم كالسيوم 1000 مغ/لتر: أذب 2.775غ من كلوريد الكالسيوم (مجففة لمدة ساعتين على درجة حرارة 105 مْ) في 1000 مل ماء مقطر.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- سلسلة المحاليل القياسية للكالسيوم: خذ بالماصة إلى دوارق معيارية 100 مل 0.5، 1، 1.5، 2، 2.5 مل من القياسي 1000 مغ/لتر و أكمل للعلامة، هذه السلسلة من القياسات تحوي على: 5، 10، 15، 20، 25 مغ/لتر كالسيوم.
- محلول الأم مغنزيوم 1000 مغ/لتر: أذب 2.475 من كبريتات المغنزيوم (مجففة لمدة ساعتين على درجة حرارة 105 مْ) في 1000 مل ماء مقطر، خفف 1 مل من المحلول الأم إلى 100 مل لتحضير قياسي 10 مغ/لتر مغنزيوم.
- سلسلة المحاليل القياسية للمغنزيوم: خذ بالماصة إلى دوارق معيارية 100 مل 1، 2، 3، 4، 5 مل من القياسي 100 مغ/لتر و أكمل للعلامة، هذه السلسلة من القياسات تحوي على: 0.1، 0.2، 0.3، 0.4، 0.5 مغ/لتر مغنزيوم.

5.1.14. طريقة العمل Procedure:

- زن 10غ تربة مجففة و منخولة على منخل 2 مم في مخروطية زجاجية سعة 250 مل.
- أضف 50 مل من أسيتات الصوديوم للعينة و رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- اقرأ في القياسيات و الراشح تركيز الكالسيوم و تركيز المغنزيوم على جهاز التحليل الطيفي في جهاز الامتصاص الذري و سجل القراءة.

6.1.14. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{Ca مغ/كغ} = \text{التركيز من الجهاز} \times \frac{\text{حجم المستخلص}}{\text{وزن التربة}} \times \text{نسبة التمديد}.$$

$$\text{Ca غ/100 غ} = \text{التركيز من الجهاز} \times \frac{\text{حجم المستخلص}}{\text{وزن التربة} \times 1000 \times 1000} \times 100 \times \text{نسبة التمديد}.$$

$$\text{Mg مغ/كغ} = \text{التركيز من الجهاز} \times \frac{\text{حجم المستخلص}}{\text{وزن التربة}} \times \text{نسبة التمديد}$$

$$\text{Mg غ/100 غ} = \text{التركيز من الجهاز} \times \frac{\text{حجم المستخلص}}{\text{وزن التربة} \times 1000 \times 1000} \times 100 \times \text{نسبة التمديد}.$$

ملاحظة: عند تقدير Ca و Mg الذائبين في الماء تتبع الخطوات السابقة عدا أن الاستخلاص بالماء المقطر فقط و يُقدر Ca و Mg المتبادلين في التربة بالفرق بين تركيز Ca أو Mg القابلين للاستخلاص و تركيز Ca أو Mg الذائب بالماء.

2.14. تقدير الكالسيوم و المغنزيوم بطريقة المعايرة بفيرسينات الصوديوم Determination of Calcium and Magnesium by Versenate (EDTA) method:

1.2.14. الغاية و الهدف Scope: تهدف هذه الطريقة لتقدير الكالسيوم و المغنزيوم في العينات الترابية.

2.2.14. المبدأ العام Principle: يتم استخلاص الكالسيوم و المغنزيوم بإزاحتهما من غرويات التربة بمحلول غني بشاردة الصوديوم في وسط مائل للقلوية (pH =8.2) منعاً لذوبان جزء من الكالسيوم أو المغنزيوم المثبت في التربة أو الفلزي (كالسيت، دولوميت)، و تتم المعايرة بمحلول الفيرسينات حيث تتحد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

هذه المادة المخلبية بقدرة عالية مع الأيونات الموجبة مثل Ca^{2+}, Mg^{2+} حتى في المحاليل شديدة القلوية. و يزداد ثبات المعقد المتشكل مع المغنزيوم عند درجة pH 10 وعند درجة pH 12 مع الكالسيوم و تحدد نقطة نهاية المعايرة بوجود كاشف الملامسة المناسب.

3.2.14. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول الاستخلاص أسيتات الصوديوم 1 نظامي.
- محلول كلوريد الكالسيوم القياسي 0.01 نظامي: أذب 0.555غ كلوريد كالسيوم النقي (مجفف لمدة ساعتين على درجة 105مْ) في دورق معياري سعة لتر. يُكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر.
- محلول هيدروكسيد الصوديوم (منظم كالسيوم) 2 نظامي: أذب 80 غ من الصودا النقية في لتر من الماء المقطر.
- دليل الكالسئين: أذب 0.2غ دليل كالسين في 25 مل محلول ماءات الصوديوم 0.1 نظامي و ذلك في دورق معياري سعة 100 مل، ثم أكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر.
- محلول منظم للمغنزيوم (NH_4Cl-NH_4OH): أذب 67.5غ من كلوريد الأمونيوم في 570 مل من ماءات الأمونيوم (أمونيا سائلة) ثم انقل المحلول إلى دورق معياري سعة لتر. دعه يبرد و أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر، يُحفظ في زجاجة عاتمة.
- دليل إيروكروم بلاك T: أضف 1غ ايروكروم بلاك T إلى 200غ من كلوريد الصوديوم الناعمة، اطحن الخليط بالهاون جيداً. يُحفظ بعيداً عن الرطوبة و الضوء.
- محلول EDTA 0.01 نظامي $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8.2H_2O$: أذب 2غ من فيرسينات الصوديوم و 0.05غ كلوريد مغنزيوم في دورق معياري سعة لتر و أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.
- قدر عياريتها كالتالي: اسحب 5 مل من محلول كلوريد الكالسيوم 0.01 نظامي إلى مخروطية زجاجية سعة 250 مل، أضف إليها حوالي 40 مل ماء مقطر، و 3 مل من منظم الكالسيوم، ثم أضف نقطتان من دليل الكالسئين فيظهر اللون أخضر فوسفوري، عاير بالفيرسينات حتى يتحول اللون إلى الزهر الفاتح. سجل الحجم الذي لزم للمعايرة.
- احسب عيارية الفيرسينات من القانون ح×ع=حَ×عَ.

4.2.14. طريقة العمل Procedure:

- زن 10غ تربة في مخروطية سعة 250 مل.
- أضف 50 مل من أسيتات الصوديوم للعينة و رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- عاير الراشح كالتالي:
  - اسحب بالماصة 5 مل من راشح العينة إلى مخروطية أولى و 5 مل إلى مخروطية ثانية (كلتا المخروطيتين سعة 250 مل).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- أضف للمخروطية الأولى حوالي 40 مل ماء مقطر و للمخروطية الثانية20 مل ماء مقطر.
- أضف 4 مل من منظم الكالسيوم للمخروطية الأولى ثم نقطتان من دليل الكالسئين يظهر اللون أخضر فوسفوري، و أضف 5 مل من منظم المغنزيوم للمخروطية الثانية و رشة من مسحوق إيروكروم بلاك T فيظهر اللون البنفسجي.

– عاير بمحلول الفيرسينات حتى يتحول لون المخروطية الأولى إلى الزهر الفاتح، و لون المخروطية الثانية إلى الأزرق السماوي.

– سجل حجم الفيرسينات التي لزمت لمعايرة كلتا المخروطيتين مع ملاحظة أن الحجم المستهلك للمخروطية الأولى (حجم الفيرسينات اللازمة لمعايرة للكالسيوم) يجب أن يكون أقل حتماً من الحجم المستهلك للمخروطية الثانية (حجم الفيرسينات اللازمة لمعايرة للكالسيوم و المغنزيوم).

5.2.14. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{كالسيوم ميلمكافئ/100 غ} = \frac{\text{حجم الفرسينات للكالسيوم} \times \text{عيارية الفرسينات} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب من الراشح}} \times 100$$

$$\text{كالسيوم غ/100غ تربة} = \frac{\text{حجم الفرسينات للكالسيوم} \times \text{عيارية الفرسينات} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب من الراشح} \times 1000} \times 20 \times 100$$

$$\text{مغنزيوم ميلمكافئ/100 غ} = \frac{\left(\text{حجم الفرسينات للكالسيوم و المغنزيوم} - \text{حجم الفرسينات للكالسيوم}\right) \times \text{العيارية} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب من الراشح}} \times 100$$

$$\text{مغنزيوم غ/100 غ تربة} = \frac{\left(\text{حجم الفرسينات للكالسيوم و المغنزيوم} - \text{حجم الفرسينات للكالسيوم}\right) \times \text{العيارية} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب من الراشح} \times 1000} \times 12 \times 100$$

20: الوزن المكافئ للكالسيوم، 12: الوزن المكافئ للمغنزيوم

الجدول (15) بعض العناصر المغذية المتاحة في لتربة (FAO 2007)

Nutrient(مغ/كغ)	منخفض جداً	منخفض	متوسط	عالي	عالي جداً
NO_3-N	5 – 0	15 – 5	30 – 15	40 – 30	40 <
المغنزيوم المتبادل	85 – 0	180 – 85	300 – 180	500 – 300	500 <
الكالسيوم لمتبادل	500 – 0	1200 – 500	2500 – 1200	3500 – 2500	3500 <
الكبريت	10 – 0	20 – 10	35 – 20	45 – 35	45 <
الصوديوم	300 – 0				300 <

3.14. المراجع References:

- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- FAO 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi arid regions. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. 60. USDA. Washington, D. C.
- Hesse P.R. 1971. A text book of soil chemical analysis. John Murray ltd., London, UK. p. 520.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

15. استخلاص و تقدير الفلور بالطريقة اللونية Determination of Fluoride by Colorimetric method:

1.15. الغاية و الهدف Scope: هناك عدد كبير من الطرائق المتاحة لاستخلاص الفلوريد من التربة مثل استخلاص الفلوريد بالماء المقطر، استخلاصه بكلوريد الكالسيوم، استخلاصه باستخدام سترات الصوديوم و كلوريد البوتاسيوم، استخلاص الفلوريد بحمض الخل ... الخ (Begin and Fortin , 2003)، كما أن هناك عدة طرائق لتقدير الفلوريد في التربة.

2.15. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على زوال لون كاشف الأليزارين الأحمر بشكل يتناسب مع وجود شاردة الفلوريد في الوسط بوجود كلوريد الزيركونيل الحامضي (Rakshit, 2004) و بناء على ذلك فان التناسب بين تركيز الفلور في سلسلة القياسات و الامتصاصية هو تناسب عكسي، حيث يقرأ الشاهد الامتصاص الأعلى، ثم القياسي الأول فالثاني و هكذا.

3.15. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول الأليزارين الأحمر: أذب0.75 غ من الأليزارين الأحمر في الماء المقطر، و أكمل إلى لتر.
- محلول كلوريد الزيركونيل الحامضي: أذب 0.334 غ من كلوريد الزيركونيل $ZrOCl.8H_2O$ في دورق معياري سعة لتر باستخدام حوالي 600 مل ماء مقطر، ثم أضف بحذر 33.3 مل حمض كبريت مركز و 10.1 مل من حمض كلور ماء مركز، اترك المحلول ليبرد ثم أكمل الحجم.
- المحلول القياسي الأم 1000 مغ/لتر: أذب 0.221 غ فلوريد الصوديوم NaF في دورق 100 مل و أكمل الحجم بالماء المقطر.
- محاليل قياسية من الفلوريد : 1، 2، 3، 4، 5 مغ/لتر: للحصول على قياسات بتركيز 1، 2، 3، 4، 5 مغ/لتر فلوريد، خذ 0.1، 0.2، 0.3، 0.4، 0.5 مل من المحلول الأم إلى دورق معياري سعة 100 مل، و أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

4.15. طريقة العمل Procedure:

- خذ 10 غ تربة جافة هوائياً في دورق مخروطي سعة 250 مل و أضف 100 مل ماء مقطر.
- رج لمدة نصف ساعة ثم رشح (الرج على درجة حرارة حوالي 20 مْ).
- خذ 10 مل من المستخلص إلى دورق مخروطي سعة 50 مل، ثم أضف 0.5 مل محلول أحمر الأليزارين و 0.5 مل محلول كلوريد الزيركونيل الحامضي و امزج بشكل جيد.
- خذ 10 مل من كل قياسي و عامله بنفس الطريقة و اترك العينة و القياسات لمدة ساعة.
- اقرأ الامتصاصية للقياسات على موجه 520 نانومتر و ارسم المنحني البياني.
- اقرأ الامتصاصية للعينات باستخدام جهاز سبكتروفوتومتر.
- وقع سلسلة القياسيات على الورق ميليمتري أو باستخدام الحاسب لرسم المنحني البياني.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- أسقط قراءات العينات على المنحني (أو استخدم معادلة المنحني من الحاسب) و سجل تراكيز الفلور المقابلة لها.

5.15. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الفلور مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

6.15. المراجع References:

- Begin, L. and J. Fortin. 2003. Evaluation of an acid ammonium oxalate extraction to determine fluoride in soils. **Journal of Environment Quality, 32:** 662-673.
- Rakshit, P.K. 2004. Studies on estimation of fluoride and defluoridation of drinking water. MEng Thesis, India Institute of Science, Bangalore. pp. 8 – 36.

16. تقدير الكلور Determination of Chloride:

1.16. تقدير الكلور بطريقة المعايرة (طريقة مور) Determination of Chloride by Titration method (Mohr's method):

1.1.16. الغاية و الهدف Scope: تقدير الكلور الذائب في مستخلصات التربة.

2.1.16. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على ترسيب شوارد الكلور الذائبة بوساطة محلول نترات الفضة و الحصول على راسب أبيض من كلور الفضة حيث تجري هذه المعايرة بوجود كرومات البوتاسيوم و تحدد نقطة نهاية المعايرة عند بدء تشكل راسب كرومات الفضة ذو اللون القرميدي.

3.1.16. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- ميزان حساس بدقة 4 أرقام بعد الفاصلة.
- دورق مخروطي سعة 250 مل و ورق ترشيح و ماء مقطر حراري.

4.1.16. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول كرومات البوتاسيوم (الدليل المستخدم)**:** أذب 5 غ من كرومات البوتاسيوم في 80 مل من الماء المقطر يُضاف إليها نقطة نقطة من محلول نترات الفضة حتى يتكون راسب أحمر ثابت، يتم الترشيح و يؤخذ الراشح و أكمل إلى 100 مل.
- محلول كلوريد الصوديوم 0.01 نظامي**:** أذب 0.585 غ من كلوريد الصوديوم في دورق معياري حجم لتر (قياسي 10 ميلمكافئ/لتر).
- محلول نترات فضة 0.01 نظامي**:** أذب 1.7 غ من نترات الفضة في لتر من الماء المقطر و تُحفظ بعيدة عن الضوء، و لحساب عياريتها بالضبط استخدم محلول كلوريد الصوديوم 0.01 نظامي حيث يُعاير 5 مل منه بمحلول نترات الفضة بعد إضافة ثلاث نقاط من دليل كرومات البوتاسيوم، و تُحسب العيارية من القانون ح×ع=حَ×عَ.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5.1.16. طريقة العمل Procedure:

- زن 10 غ من العينة الترابية و أضف إليها 50 مل ماء مقطر (مستخلص 5:1).
- رج لمدة 30 دقيقة ثم رشح.
- خذ 5 مل من عينة الرشاحة (أو من مستخلص العجينة المشبعة) إلى مخروطية سعة 250 مل.
- أضف 3 نقاط من دليل كرومات البوتاسيوم و عاير بمحلول نترات الفضة حتى ظهور راسب قرميدي ثابت.

6.1.16. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الكلور ميلمكافئ/100 غ} = \frac{\text{حجم نترات الفضة} \times \text{لعيارية} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب من الراشح}} \times 100$$

$$\text{الكلور غ/100غ} = \frac{\text{حجم نترات الفضة} \times \text{لعيارية} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب من الراشح} \times 1000} \times 100 \times 35.5$$

35.5: الوزن المكافئ للكلور

ملاحظات:

- ينصح بطريقة مور لتحديد الكلور في الترب المتعادلة أو القريبة من التعادل، ففي الترب الحامضية من الممكن أن يجري تفاعل أيون الهيدروجين مع شاردة الكرومات :

$$CrO_4^{2-} + H^+ \longrightarrow HCrO_4^-$$
$$2HCrO_4^- \longrightarrow Cr_2O_7^{-2} + H_2O$$

و بهذا الشكل يتناقص تركيز أيون الكرومات لذلك من الضروري إضافة كمية أكبر من نترات الفضة حتى يبدأ ترسب كرومات الفضة. من جهة أخرى فإنه في الترب شديدة القلوية من الممكن أن يتشكل هيدروكسيد أو أكسيد الفضة:

$$Ag^+ + OH^- \longrightarrow AgOH$$
$$2AgOH \longrightarrow Ag_2O + H_2O$$

- تعيق الأيونات التي تشكل مع الفضة مركبات صعبة الانحلال (AsO_4^{2-},S^{2-},CO_3^{2-},PO_4^{3-} و غيرها) تحديد الكلور . من أجل تجنب تأثير CO_3^{2-} على النتائج يتم تحديد الكلور بعد معايرة المستخلص المائي بوجود دليل الفينول فتالين حتى تحول CO_3^{2-} إلى HCO_3^-.
- من أجل تحديد حجم المستخلص المائي المأخوذ لتحديد أيون الكلور من الضروري إجراء فحص نوعي لمحتوى الكلور من أجل هذا نضع في أنبوب اختبار 5 مل من المستخلص و نضيف له قطره من حمض الآزوت و عدة قطرات من محلول $AgNO_3$ ذو التركيز 1 % و نحرك الأنبوب، إذا ظهر في الأنبوب راسب كثيف قطني فعندئذ يجب أن لا يؤخذ أكثر من 5 مل من المستخلص المائي، أما إذا لوحظ في الأنبوب عكارة شديدة فعندئذ نأخذ 10 مل من المستخلص و إذا كانت العكارة ضعيفة نأخذ من 20–25 مل و إذا بقي المحلول في أنبوب الاختبار غير عكر عندئذ نأخذ 50 مل.

7.1.16. المرجع Reference:

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

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.16. تقدير الكلور بالطريقة اللونية بجهاز التحليل الآلي Determination of Chloride by Colorimetric (Autoanalyzer) method:

1.2.16. الغاية و الهدف Scope: تقدير الكلور الذائب في التربة.

2.2.16. المبدأ العام Principle: تستند طريقة تحليل الكلوريد إلى تفاعل تبادل تيوسيانات الزئبق مع الكلور الموجودة بصورة ذائبة في المياه أو مستخلصات التربة بوجود نترات الحديد، فشوارد التيوسيانات المتحررة تعادل شوارد الكلور المرتبطة بالزئبق و تتفاعل التيوسيانات المتحررة مع نترات الحديد و تشكل معقد أحمر اللون من تيوسيانات الحديد الذي يُقاس فيه تركيز التيوسيانات على الموجه 480 نانومتر.

3.2.16. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- جهاز تحليل آلي و رجاج رحوي مع مؤقت زمني.
- ميزان نصف حساس رقمين بعد الفاصلة.

4.2.16. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول Brij – 35 ، ميتانول، و نترات الحديد، كلوريد الصوديوم.
- حمض الآزوت 5%: خذ 50 مل من حمض الآزوت 65% إلى 1000 مل ماء مقطر حراري ثم أضف 1 مل من (بريدج 30). راعي شروط إضافة الحمض إلى الماء.
- محلول قياسي أم 1000 مغ/لتر: زن 1.64غ من كلوريد الصوديوم إلى لتر ماء مقطر حراري.
- تحضير محلول إظهار اللون:
  - حل 520 مغ من تيوسيانات الزئبق مع 200 مل من الميتانول في دورق سعة 1 لتر.
  - أضف 600 مل ماء مقطر حراري و اخلط. ثم أضف 63 مل حمض الآزوت 5% و اخلط.
  - حل 40 غ من نترات الحديد و أكمل إلى 1000 مل بالماء ثنائي التقطير.
  - أضف 1 مل من البريدج.

5.2.16. طريقة العمل Procedure:

تجهيز (مستخلصات، معلقات) للعينات الترابية المراد تحليل شاردة الكلور فيها وفق طريقة التحليل على الجهاز، اقرأ العينات على جهاز التحليل الآلي.

6.2.16. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الكلور ميلمكافئ/لتر} = \frac{\text{التركيز من الجهاز}}{\text{الوزن المكافئ للكلور}}$$

$$\text{الكلور ميلمكافئ/100 غ} = \frac{\text{التركيز من الجهاز / الوزن المكافئ} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times 1000} \times 100$$

7.2.16. المرجع Reference:

Paycheng, C. 1980. Méthodes d'analyses utilisées au laboratoire commun de Dakar. IRD-Orstom, Dakar, Paris. 104.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

17. تقدير الكربونات و البيكربونات في مستخلص التربة Determination of Carbonate and Bicarbonate of soil extract:

1.17. تقدير الكربونات و البيكربونات في مستخلص التربة بطريقة المعايرة Determination of Carbonate and Bicarbonate of soil extract by Titration method:

1.1.17. الغاية و الهدف Scope: تقدير الكربونات و البيكربونات الذائبة في التربة.

2.1.17. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على معايرة الكربونات الذائبة بواسطة حمض الكبريت أو حمض كلور الماء المخفف حيث يتفاعل هيدروجين الحمض مع أيون الكربونات و تتحول الكربونات إلى بيكربونات و ذلك عند رقم حموضة 8.3، و نحدد نقطة نهاية المعايرة باستخدام دليل فينول فتالين و عند هذه النقطة نكون قد عايرنا نصف الكربونات و باستمرار المعايرة بإضافة الحامض تتحول البيكربونات إلى حمض الكربون باستخدام دليل برتقالي الميثل الذي يتغير لونه عند pH 4.1 – 4.4، و بمعرفة كمية الحمض المستهلكة في المعايرة يمكن حساب الكربونات و البيكربونات الذائبة.

3.1.17. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- ميزان حساس بدقة 4 أرقام بعد الفاصلة.
- دوارق سعة 250 مل و ورق ترشيح.

4.1.17. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول فثالات البوتاسيوم 0.1 نظامي: زن 5.1035 غ من فثالات البوتاسيوم النقية ($C_8H_4K_2O_4$) المجففة لمدة ساعتين على حرارة 110 مْ و أذبها في دورق معياري سعة 250 مل بالماء المقطر ثم امزج جيداً حتى تمام التجانس.
- محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 نظامي: أذب 4غ صودا نقية في حوالي 800 مل ماء مقطر ثم أكمل الحجم إلى لتر، اضبط عياريته بمحلول فثالات البوتاسيوم المحضر سابقاً (يتوفر في الأسواق باسم فيكسينال).
- حمض كلور الماء 0.01 نظامي: مدد 1 مل حمض كلور الماء المركز إلى 1 لتر بالماء المقطر، اضبط عياريته بمحلول هيدروكسيد الصوديوم المحضر سابقاً بوجود كاشف فينول فتالين.
- دليل فينول فتالين: أذب 1غ من الدليل في 100 مل من الكحول الإتيلي 70%.
- دليل برتقالي الميثل: أذب 0.1 غ من الدليل في 100 مل من الماء المقطر.
- قياسي البيكربونات: أذب 1.376 غ بيكربونات الصوديوم في لتر ماء مقطر (1000 مغ/لتر).

5.1.17. طريقة العمل Procedure:

- زن 10 غ من العينة الترابية و أضف إليها 50 مل ماء مقطر (مستخلص 5:1).
- رج لمدة 30 دقيقة ثم رشح. خذ 10 مل بالماصة من الراشح إلى مخروطية 250 مل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- أضف 4-5 نقط فينول فتالين فإذا ظهر لون وردي دل على وجود الكربونات الذائبة. تُعاير عندئذ بمحلول حمض كلور الماء حتى زوال اللون الوردي ثم سجل حجم الحمض (حجم للكربونات).
- أضف 4-5 نقاط من برتقالي المتيل إلى نفس المخروطية، تابع المعايرة (بدون تصفير السحاحة) حتى يتحول اللون الأصفر إلى اللون البرتقالي. سجل حجم الحمض المستخدم (الحجم الكلي).

6.1.17. طريقة الحساب Calculation:

لمستخلص العجينة المشبعة:

$$\text{الكربونات ميلمكافئ/100غ تربة} = \frac{\text{حجم لحمض للكربونات} \times 2 \times \text{عياريته}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب}} \times 100$$

$$\text{الكربونات مغ/كغ} = \frac{\text{حجم الحمض للكربونات} \times 2 \times \text{عياريته}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب}} \times 30 \times 1000$$

30: الوزن المكافئ للكربونات

$$\text{البيكربونات ميلمكافئ/100غ تربة} = \frac{(\text{حجم الحمض الكلي} - \text{حجم الحمض للكربونات} \times 2) \times \text{عياريته}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب}} \times 100$$

$$\text{البيكربونات مغ/كغ} = \frac{(\text{حجم الحمض لكلي} - \text{حجم الحمض للكربونات} \times 2) \times \text{عياريته}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب}} \times 61 \times 1000$$

61: الوزن المكافئ للبيكربونات

لمعلقات التربة (بحسب نسبة الاستخلاص):

$$\text{الكربونات ميلمكافئ/100 غ} = \frac{\text{حجم لحمض للكربونات} \times 2 \times \text{عياريته} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب}} \times 100$$

$$\text{البيكربونات ميلمكافئ/100 غ} = \frac{(\text{حجم الحمض الكلي} - \text{حجم الحمض للكربونات} \times 2) \times \text{عياريته} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \text{حجم السحب}} \times 100$$

ملاحظة:

- يجب تقدير الكربونات و البيكربونات مباشرةً عند استلام العينات خوفاً من التلوث بكربون الجو.
- يجب بشكل دائم أن نجهز شاهدين يحتويان كل المحاليل ما عدا التربة و نعامله بالضبط بنفس الطريقة التي تعامل بها العينات و من ثم نطرح قراءة معايرة الشاهد من قراءة كل العينات.

2.17. تقدير الكربونات و البيكربونات في مستخلص التربة بالطريقة اللونية بجهاز التحليل الآلي Determination of Carbonate and Bicarbonate of soil extract by Colorimetric (Autoanalyser) method:

1.2.17. الغاية و الهدف Scope: تحليل البيكربونات في التربة.

2.2.17. المبدأ العام Principle: إن تحديد الكربونات و البيكربونات الذائبة في المياه أو مستخلصات التربة يعتمد على خفض pH مستخلص العجينة المشبعة عن طريق التحميض، فيتحرر نتيجة ذلك غاز CO_2 الذي ينتشر عبر غشاء خاص بالغازات إلى حجيرة تحتوي محلول ملون من الفينول فتالين، تتناسب شدة الغاز المنطلق طرداً مع الانخفاض في شدة اللون التي تُقاس على طول الموجه 550 نانومتر.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.2.17. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- جهاز تحليل آلي.
- دوارق زجاجية، أقماع زجاجية.
- ورق ترشيح
- ميزان حساس رقمين بعد الفاصلة.

4.2.17. المحاليل و المواد اللازمة Reagents :

- حمض الكبريت 0.5 نظامي: أضف 13.9 مل من الحمض إلى 1000 مل ماء مقطر حراري مع مراعاة إضافة الحمض إلى الماء و نضع 0.5 مل بريدج.
- محلول الفينول فتالين (محلول A): زن 1 غ من فينول فتالين في 100 مل إيتانول، ثم أكمل الحجم بالماء المقطر الحراري إلى لتر و أضف 2.5 مل بريدج.
- المحلول الأم للمحلول الملون (محلول B): زن 26.5 غ من كربونات الصوديوم $NaCO_3$ و 21غ من بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ في دورق معياري سعة لتر و أكمل بالماء المقطر الحراري.
- المحلول الملون: أضف 2 مل من محلول A إلى 25 مل من المحلول B في دورق معياري سعة لتر، أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر الحراري، ثم أضف 2.5 مل من بريدج 35.

ملاحظة:

- يجب تحضير المحلول الملون قبل 12 ساعة من استخدامه.
- رشح المحلول قبل استخدامه.

المحاليل القياسية: زن 8.4غ من $NaHCO_3$ في 1 لتر من الماء المقطر، حضر منه القياسيات اللازمة.

5.2.17. طريقة العمل Procedure:

أدخل القياسيات/الشاهد/العينات إلى جهاز التحليل الآلي مع المحاليل اللازمة.

6.2.17. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{البيكربونات ميلمكافئ/لتر} = \frac{\text{التركيز من الجهاز}}{\text{الوزن المكافئ (61)}}$$

$$\text{البيكربونات ميلمكافئ/100 غ} = \frac{\text{التركيز من الجهاز/لوزن المكافئ×حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times 1000} \times 100$$

3.17. المرجع Reference:

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

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

18. تقدير الكبريت في مستخلص التربة Determination of Sulfur in soil extract:

1.18. تقدير الكبريت في مستخلص التربة بطريقة العكارة Determination of Sulfur of soil extract by Turbidimetric method:

1.1.18. الغاية و الهدف Scope: تهدف هذه الطريقة إلى تقدير الكبريتات الذائبة في محلول التربة و يمكن تطبيقها لتقدير الجبس الكلي في التربة عند استخدام نسبة استخلاص مناسبة.

2.1.18. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على الاستخلاص المائي للكبريتات وفق نسبة استخلاص (تربة – ماء) متناسبة مع محتواها في التربة ثم ترسيبها بكلوريد الباريوم في وسط مضبوط الـ pH لتتشكل عكارة ناتجة عن كبريتات الباريوم ثم قياس كثافة العكارة بجهاز سبيكتروفوتومتر على طول موجة 420 نانومتر.

التداخلات: يجب ترشيح العينات بشكل جيد و يُستخدم جهاز الطرد المركزي للعينات العكرة.

ملاحظات: من الضروري الصرامة في الحفاظ على شروط إجراء التحليل للعينات القياسية و العينات المراد تحليلها فمن الضروري أن يكون هناك ترتيب موحد لتعاقب الإضافات و كذلك سرعة و زمن خلط المكونات و شروط أخرى.

3.1.18. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز سبيكتروفوتومتر.

4.1.18. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- المحلول المنظم: أذب 40 غ كلوريد المغنزيوم و 4.1 غ أسيتات الصوديوم و 0.83 غ نترات البوتاسيوم في دورق معياري لتر يحوي 800 مل ماء مقطر، أضف 28 مل كحول إتيلي نقي ثم أكمل الحجم بالماء المقطر.
- حمض كلور الماء 1:1: أضف 500 مل من حمض كلور الماء المركز إلى 400 مل ماء مقطر و انتظر حتى يبرد المحلول ثم أكمل الحجم إلى 1 لتر.
- المحلول الأم 1000 مغ/لتر كبريت: يُذاب 0.5435 غ كبريتات البوتاسيوم النقية و الجافة تماماً أو 1.4756 غ كبريتات الصوديوم (تُجفف في الفرن على درجة حرارة 105 مْ لمدة ساعتين) في دورق معياري 100 مل و أكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر الحراري.
- محاليل قياسية 20، 40، 60، 80، 100 مغ/لتر كبريت: انقل إلى خمسة دوارق سعة 100 مل على التوالي 2، 4، 6، 8، 10 مل من القياسي الأم و يُضاف لكل منها 5 مل محلول حمض كلور الماء 1:1 و أكمل الحجم بالماء المقطر إلى العلامة. يُضاف للمحاليل القياسية الكمية ذاتها من كلوريد الباريوم المضافة للعينة و يُراعى زمن الرج و مدة الانتظار للقياس.

5.1.18. طريقة العمل Procedure:

- الاستخلاص: يمكن تقدير الكبريت في مستخلص العجينة المشبعة (انظر طريقة تحضير مستخلص العجينة المشبعة) أو في مستخلص 5:1 بوزن 10 غ تربة و إضافة 50 مل ماء مقطر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

و الرج لمدة نصف ساعة، وفي حال تقدير الجبس يتم اختيار نسبة الاستخلاص من الجدول (16) بوزن 0.5 أو 1 غ تربة، تُوضع في دورق مخروطي (250 مل) و يُضاف إليها الحجم المناسب من الماء المقطر.

- رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- خذ 1 مل من القياسي/راشح العينة/شاهد ماء مقطر و ضع في بيشر مناسب يُضاف إليها 1 مل محلول حمض كلور الماء 1:1 ، حرك باليد حركة دائرية ثم يُضاف إليها 20 مل ماء مقطر و 5 مل محلول منظم. ضع البيشر على المحرك المغنطيسي و أضف إليه جرعة من بللورات كلوريد الباريوم، استمر بالتحريك لمدة دقيقة.
- اقرأ العينات باستخدام جهاز سبيكتروفوتومتر على طول الموجة 420 نانومتر.

الجدول (16)

نسبة الاستخلاص المناسبة	النسبة المتوقعة للجبس
1:1	**أقل من 25%**
1:2	**من 25% إلى 50%**
1:3	**من 50% إلى 75%**
1:4	**أكبر من 75%**

6.1.18. طريقة الحساب Calculation:

- يتم إعداد المنحني البياني للقياسيات باستخدام الورق الميليمتري أو برنامج Excel و من المنحني نحسب التركيز المقابل للقراءات.
- في بعض أجهزة سبيكتروفوتومتر الحديثة يتم إعداد المنحني البياني مباشرة من قبل برنامج التحكم المرفق مع الجهاز و يقوم بحساب التركيز المقابل للقراءة مباشرة.
- و تتم عملية الحساب كما يلي:

$$\textbf{الكبريت ملمكافئ/لتر في مستخلص العجينة المشبعة} = \frac{\text{التركيز من المنحني}}{\text{الوزن المكافئ للكبريت}}$$

$$\textbf{الكبريت ملمكافئ/100 غ تربة في مستخلص 5:1 10:1} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{الوزن المكافئ للكبريت} \times \mathbf{1000} \times \text{وزن العينة}} \times \mathbf{100}$$

$$\textbf{الكبريت مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\mathbf{1000} \times \text{وزن العينة}} \times \mathbf{1000}$$

16.03: الوزن المكافئ للكبريت

$$\textbf{لحساب نسبة الجبس: غ جبس في 100غ تربة} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times \mathbf{10000}} \times \mathbf{5.375}$$

حيث معامل التحويل إلى جبس= الوزن الجزيئي للجبس $CaSO_4.2H_2O$ (172)/الوزن الذري للكبريت (32) = 5.375

7.1.18. المرجع Reference:

Jackson, M.L. 1956. Soil Chemical Analysis—Advanced Course. Publ. by author, Dept. of Soils, Univ. of Wisconsin, Madison.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.18. تقدير الكبريت في مستخلص التربة بطريقة العكارة بالطريقة اللونية بجهاز التحليل الآلي
Determination of Sulfur in soil extract by Colorimetric method (Autoanalyzer):

1.2.18. الغاية و الهدف Scope: تهدف هذه الطريقة إلى تقدير الكبريتات الذائبة في محلول التربة و يمكن تطبيقها لتقدير الجبس الكلي في التربة عند استخدام نسبة استخلاص مناسبة.

2.2.18. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على الاستخلاص المائي للكبريتات وفق نسبة استخلاص (تربة – ماء) متناسبة مع محتواها في التربة، تتفاعل الكبريتات المستخلصة مع كاشف أمينوبريميدين لتشكل معقد غير منحل و الذي بدوره يتفاعل مع نتريت الصوديوم في الوسط الحمضي ليشكل معقد ديازو، يُقرأ على طول موجة 420 نانومتر.

3.2.18. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز تحليل آلي.

4.2.18. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- المحلول المنظم: أذب 10.25غ أسيتات الصوديوم و 28.75 مل في 900 مل ماء مقطر، أكمل الحجم بالماء المقطر إلى 2 لتر ثم أضف 2 مل محلول بريج.
- أمينوبريميدين: أذب 160 مغ من كاشف أمينوبريميدين في 80 مل ماء مقطر ثم أكمل الحجم إلى 100 مل، رشح عند الضرورة (يُحضر أسبوعياً و يُحفظ في زجاجة عاتمة).
- حمض كلور الماء: أضف 4.5 مل من حمض كلور الماء المركز إلى 800 مل ماء مقطر و أتمم إلى لتر ثم أضف 1 مل محلول بريج.
- محلول نتريت الصوديوم: أذب 2غ من نتريت الصوديوم في 120 مل ماء مقطر و أكمل الحجم إلى 200 مل بالماء المقطر.
- المحلول الأم 1000 مغ/لتر كبريت: يُذاب 0.5435 غ سلفات البوتاسيوم النقية و الجافة تماماً (تُجفف في الفرن على درجة حرارة 105 مْ لساعتين) في دورق معياري 100 مل و أكمل الحجم.
- محاليل قياسية 20، 40، 60، 80، 100 مغ/لتر كبريت: يُنقل إلى عشرة دوارق سعة 100 مل على التوالي 2، 4، 6، 8، 10 مل من القياسي الأم و يُكمل الحجم بالماء المقطر إلى العلامة.

5.2.18. طريقة العمل Procedure:

يمكن تقدير الكبريتات في مستخلص العجينة المشبعة (انظر طريقة تحضير مستخلص العجينة المشبعة) أو في مستخلص 5:1 كالتالي:

- زن 10 غ تربة في دورق مخروطي و أضف لها 50 مل ماء مقطر و رج لمدة نصف ساعة.
- في حال تقدير الجبس يتم اختيار نسبة الاستخلاص من الجدول السابق بوزن 0.5 أو 1 غ تربة و تُوضع في دورق مخروطي (250 مل) و يُضاف إليها الحجم المناسب من الماء المقطر و تُرج لمدة نصف ساعة ثم تُرشح.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- اقرأ العينات على جهاز التحليل الآلي على طول الموجة 420 نانومتر.

6.2.18. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{الكبريت ملمكافئ/لتر في مستخلص العجينة المشبعة} = \frac{\text{لتركيز من الجهاز}}{\text{لوزن لمكافئ للكبريت}}$$

$$\text{الكبريت ملمكافئ/100 غ تربة في مستخلص 5:1 أو 10:1} = \frac{\text{لتركيز من الجهاز} \times \text{حجم المستخلص}}{\text{لوزن لمكافئ للكبريت} \times 1000 \times \text{وزن العينة}} \times 100$$

لحساب نسبة الجبس:

$$\text{غ جبس في 100غ تربة} = \frac{\text{لتركيز من الجهاز} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times 10000} \times 5.375$$

7.2.18. المرجع Reference:

Alliance manual 2001.

19. تقدير العناصر الصغرى (الحديد، النحاس، التوتياء و المنغنيز) في مستخلص التربة (الاستخلاص بـ DTPA و القراءة بجهاز الامتصاص الذري) Determination of Micronuterients (Zn, Mn, Cu and Fe) in DTPA extraction by AAS:

1.19. الغاية و الهدف Scope: تقدير العناصر الصغرى في العينات الترابية.

2.19. المبدأ العام Principle: تعتمد عملية الامتصاص الذري على حدوث تهييج الذرات لإكسابها كمية من الطاقة فتنتقل من الحالة الخاملة Ground State إلى الحالة المثارة Excited State حيث تمتص ذرات العنصر كمية من الطاقة الضوئية للأشعة الساقطة عليها عند طول موجي معين و تزداد كمية الطاقة الممتصة بزيادة عدد ذرات العنصر المثارة. هناك علاقة خطية بين كمية الضوء الممتصة و تركيز المحلول القياسي المعروف و بذلك يمكن تقدير تركيز العنصر في المحاليل المجهولة.

3.19. المحاليل القياسية Reagents: محلول أم 1000 مغ/لتر لكل عنصر: عادةً تتوفر أنبولات جاهزة تحوي 1000 مغ/لتر لكل عنصر، ينقل محتوى الأنبولة إلى دورق معياري سعة 1000 مل نقلاً كمياً و يضاف له حوالي 20 مل من حمض الآزوت المركز (للحفظ) و يُكمل الحجم إلى العلامة بالماء الحراري، و يحضر من المحاليل القياسية الأم المحاليل القياسية التالية:

- الحديد: 1، 2، 3... 10 مغ/لتر.
- النحاس: 0.1، 0.2، 0.3 ... 1 مغ/لتر.
- المنغنيز: 1، 2، 3... 10 مغ/لتر.
- الزنك: 0.1، 0.2، 0.3 ... 1 مغ/لتر.

محلول الاستخلاص DTPA 0.005 M : زن 1.967 غ من مادة (DTPA) ثنائي إثيلين ثلاثي أمين خماسي حمض الخل و ضعها في دورق معياري سعة لتر ثم أضف لها 300 مل ماء مقطر و اخلط جيداً. زن 14.92 غ من TEA (ثلاثي أيثانول أمين) و 1.47 غ من $CaCl_2 .2H_2O$ في بيشر نذيبها في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

300 مل ماء مقطر و حركها حتى الذوبان ثم انقلها إلى الدورق المعياري السابق، يُكمل الحجم بالماء المقطر حتى 900 مل تقريباً. اضبط pH المحلول إلى 7.3 بواسطة حمض كلور الماء 1:1 (الكمية المحتاجة 4.2 مل تقريباً) ثم أكمل الحجم إلى لتر.

4.19. طريقة العمل Procedure:

- زن 10 غ تربة جافة هوائياً و منخولة على منخل بقطر 2 مم في دورق مخروطي سعة 250 مل.
- أضف لها 50 مل من محلول الاستخلاص DTPA و رج لمدة ساعتين ثم رشح.
- حضر شاهد للعينات (بدون تربة).
- اقرأ المحاليل القياسية الخاصة للعنصر/الشاهد/راشح العينة على جهاز الامتصاص الذري.

5.19. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{عنصر مغ/كغ} = \frac{(\text{لتركيز من الجهاز} - \text{قراءة الشاهد}) \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

لجدول (17) العناصر الصغرى لمتاحة في التربة حسب (Jones, 2001)

العناصر الصغرى لقابلة للإفادرة (DTPA)	تركيز العنصر في التربة (مغ/كغ)				
	منخفض جداً	منخفض	متوسط	عالي	عالي جداً
الحديد	5 – 0	10 – 5	16 – 11	25 – 17	25<
المنغنيز	4 – 0	8 – 4	12 – 9	30 – 13	30<
الزنك	0.5>	1 – 0.5	3 – 1.1	6 – 3.1	6<
لنحاس	0.3>	0.8 – 0.3	1.2 – 0.9	2.5 – 1.3	2.5<
البورون	0.4>	0.7 – 0.4	1.2 – 0.8	2 – 1.3	2<

6.19. المراجع References:

- Jaiswal, P.C. 2003. Soil, plant and water analysis. Kalyani publishers, New Delhi, India. p.441.
- Jones, J.B., Jr. 2001. Laboratory guide for conducting soils tests and plant analysis. CRC Press, Boca Raton Florida, USA.
- Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. **Soil Sci. Soc. Am. J. 42:** 421–428.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

20. تقدير البورون القابل للامتصاص (طريقة الاستخلاص بالماء الحار) Determination of Available Boron by hot water extraction method:

1.20. تقدير البورون بجهاز سبكتروفوتومتر Determination of Boron by Spectrophotometer:

1.1.20. الغاية و الهدف Scope: تقدير البورون القابل للامتصاص في التربة.

2.1.20. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على تفاعل البورون مع كاشف الأزوميثين – H في وسط مضبوط الـ pH (حامضي خفيف) لتشكيل معقد أصفر اللون يُقاس على طول موجة 420 نانومتر و الاستخلاص بالماء الحار.

التداخلات: تسبب شوارد الألمنيوم و الكالسيوم و الحديد تداخلات يتم منع هذه التداخلات بإضافة EDTA 2 نظامي.

3.1.20. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز سبكتروفوتومتر.

4.1.20. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- المحلول المنظم: أذب 250 غ من أسيتات الأمونيوم و 15 غ من EDTA في 400 مل ماء مقطر. أضف بهدوء 125 حمض الخل ثم أمزج.
- المحلول الملون: أذب 0.45غ من الأزوميثين –H في 100 مل محلول حمض الأسكوربيك 1%. يجب أن يُحضر الكاشف ليبقى طازجاً بشكل أسبوعي و يُحفظ في الثلاجة.
- المحلول القياسي الأم 100 مغ/لتر بورون: أذب 0.5719 غ من حمض البوريك في 1000 مل ماء مقطر، يُحضر أسبوعياً. حضر منه المحاليل القياسية التالية: 0.4، 0.8، 1.2، 1.6، 2 مغ/لتر بورون: انقل على التوالي 0.4، 0.8، 1.2، 1.6، 2 مل من المحلول القياسي الأم إلى خمسة دوارق معيارية سعة 100 مل ثم أكمل الحجم إلى 100 مل بالماء المقطر، يحضر بشكل يومي.

5.1.20. طريقة العمل Procedure:

- زن 20 غ من العينة إلى مخروطية سعة 250 مل.
- أضف 40 مل ماء مقطر ساخن (على حرارة 70–80 مْ).
- رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- حضر شاهد للعينات من الماء المقطر.
- انقل باستخدام الماصة الآلية 1 مل من العينة أو الشاهد (الماء المقطر الذي استخدم للاستخلاص) أو من المحلول القياسي إلى زجاجية مناسبة (يجب تحميض الزجاجيات المصنعة من البوراكس بشكل جيد بحمض كلور الماء 1:1).
- أضف 2 مل من المحلول المنظم إلى العينة/شاهد/قياسي ثم اخلط.
- أضف 2 مل من كاشف الأزوميثين –H و اخلط.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- اقرأ الامتصاص للعينات/الشاهد/القياسيات بعد 30 دقيقة (لضمان تشكل اللون) على طول موجة 420 نانومتر على جهاز سبكتروفوتومتر.
- وقع سلسلة القياسيات على الورق ميليمتري أو باستخدام الحاسب لرسم المنحني البياني.
- أسقط قراءات العينات على المنحني (أو استخدم معادلة المنحني من الحاسب).
- سجل تركيز البورون المقابل لها.

6.1.20. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{البورون مغ/كغ} = \frac{\text{التركيز من المنحني} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

ملاحظة: يجب تحميض الزجاجيات المستخدمة في أي مرحلة من المراحل بشكل جيد بحمض كلور الماء 1:1، و يُفضل استخدام عبوات البولي إتيلين.

2.20. تقدير البورون بجهاز التحليل الآلي Determination of Boron by Autoanalyzer:

1.2.20. المبدأ العام Principle: تعتمد الطريقة على تفاعل البورون مع كاشف الأزوميثين في وسط مضبوط الـ pH (حامضي خفيف) لتشكيل معقد أصفر اللون يُقاس على طول موجة 420 نانومتر.

التداخلات: تسبب شوارد الألمنيوم و الكالسيوم و الحديد تداخلات يتم منعها بإضافة حمض الثيوغليكوليك مع EDTA 2 نظامي.

2.2.20. الأجهزة و الأدوات Apparatus: جهاز تحليل آلي.

3.2.20. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول حمض الآزوت: أضف 20 مل من حمض الآزوت المركز إلى 800 مل ماء مقطر، أكمل الحجم بالماء المقطر إلى لتر ثم أضف 3 مل محلول بريج.
- المحلول المنظم: أذب 3 غ من الـ EDTA في 100 مل ماء مقطر، و في دورق منفصل أذب 80غ من أسيتات الأمونيوم و 2.5 مل من حمض الثيوغليكوليك في 700 مل ماء مقطر، أضف محلول الـ EDTA إليه ثم أضف 30 مل من حمض الخل، امزج بشكل جيد و اضبط الـ pH إلى 5.6 باستخدام حمض الخل أو ماءات الأمونيوم.

  ملاحظة: يُحفظ المحلول في زجاجة عاتمة و على درجة حرارة 4 مْ و يُحضر أسبوعياً.
- المحلول الملون: أذب 0.9 غ أزوميثين– H و 2غ حمض أسكوربيك في 80 مل ماء مقطر ثم أكمل الحجم إلى 100 مل بالماء المقطر.

  ملاحظة: قد يحتاج المحلول لتسخين لدرجة 30 مْ للذوبان، و يُحفظ في زجاجة عاتمة و على درجة حرارة 4 مْ و صالح لمدة يومان فقط.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- المحلول القياسي الأم 100 مغ/لتر بورون: أذب 0.5719 غ من حمض البوريك في 1000 مل ماء مقطر، يُحضر أسبوعياً. حضر منه المحاليل القياسية 0.4، 0.8، 1.2، 1.6، 2 مغ/لتر بورون: انقل على التوالي 0.4، 0.8، 1.2، 1.6، 2 مل من القياسي الأم إلى خمسة دوارق معيارية سعة 100 مل، أكمل الحجم إلى 100 مل بالماء المقطر. تُحضر بشكل يومي.

4.2.20. طريقة العمل Procedure:

- زن 20 غ من العينة إلى مخروطية سعة 250 مل.
- أضف 40 مل ماء مقطر ساخن على حرارة 70–80 مْ.
- رج لمدة نصف ساعة ثم رشح.
- تُقرأ العينات على جهاز التحليل الآلي.

5.2.20. طريقة الحساب Calculation:

يقوم الجهاز بإعداد المنحني البياني مباشرة من قبل برنامج التحكم المرفق مع الجهاز و يقوم بحساب التركيز المقابل للقراءة مباشرة. تتم عملية الحساب كما يلي :

$$\text{البورون مغ/غ} = \frac{\text{التركيز من الجهاز} \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

3.20. المراجع References:

- John, M.K., H.H. Chuah and J.H. Neufeld. 1975: Application of improved azomethine-H method to the determination of boron in soils and plants. Analytical Letters 8(8): 559-568
- Wolf, B. 1974. Improvements in the Azomethine-H method for the determination of boron. **Commu. Soil Sci. Plant Anal., 5(1):** 39-44.
- Mahler, R.L., D.V. Naylor and M.K. Fredrickson. 1984. Hot water extraction of boron from soils using sealed plastic pouches. Commun. **Soil Sci. Plant Anal. 15:** 479–492.

21. تقدير العناصر الثقيلة Determination of essential Heavy Metals (Hg, As, Co, Cd, Ni, Cr and Pb):

1.21. العناصر الثقيلة الكلية (الهضم بالماء الملكي و القراءة بجهاز الامتصاص الذري): Determination of Total essential Heavy Metals extracted with the use of Aqua Regia by AAS:

1.1.21. الغاية و الهدف Scope: تقدير العناصر الثقيلة في عينات التربة.

2.1.21. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة على قياس المحتوى الكلي للعناصر الثقيلة في التربة عن طريق هضم العينات بالماء الملكي و قراءتها على جهاز الامتصاص الذري.

3.1.21. الأجهزة و الأدوات Apparatus:

- جهاز الامتصاص الذري.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- ميزان حساس بدقة أربعة أرقام بعد الفاصلة.
- طاحن عقيق.
- ورق ترشيح عديم الرماد.
- فرن تجفيف عينات.

4.1.21. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- حمض كلور الماء المركز.
- حمض الآزوت المركز.
- محلول أم 1000 مغ/لتر لكل عنصر (أنبولات جاهزة تحوي 1000 مغ لكل عنصر)، ينقل محتوى الأنبولة إلى دورق معياري سعة 1000 مل نقلاً كمياً و يضاف له حوالي 20 مل من حمض الآزوت المركز (للحفظ) و يُكمل الحجم إلى العلامة بالماء الحراري.
- حضر من المحاليل القياسية الأم المحاليل القياسية التالية:

لجدول (18)

اسم العنصر	مغ/لتر		
	قياس 1	قياس 2	قياس 3
Pb	3	5	10
Cr	1	3	5
Ni	1	3	5
Cd	0.2	0.4	0.6
Co	1	3	5

5.1.21. طريقة العمل Procedure:

- قدِّر الرطوبة في العينة.
- زن على ميزان حساس 1غ من العينة الترابية الجافة و المنخولة على منخل 1 مم في أنبوب هضم سعة 100 مل و رطب العينة ببضع قطرات من الماء ثنائي التقطير.
- أهضم العينة بالماء الملكي ثم انقل محتوى أنبوب الهضم إلى دورق معياري سعة 50 مل نقلاً كمياً مع مراعاة غسيل التربة المتبقية في ورقة الترشيح و كذلك اغسل ورقة الترشيح جيداً.
- أكمل الحجم حتى العلامة بالماء المقطر الحراري.
- حضر شاهد لكل مجموعة من العينات، تُعامل معاملة العينة.
- اقرأ القياسيات/الشاهد/العينات على جهاز الامتصاص الذري.

6.1.21. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{عنصر مغ/كغ} = \frac{(\text{التركيز من الجهاز} - \text{قراءة الشاهد}) \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة} \times 1000} \times 1000 \times \text{نسبة الرطوبة}$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

7.1.21. المراجع References:

- ISO, 11466. 1995. Soil quality – Extraction of trace elements soluble in *aqua regia*, part 6. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland. Available at: (www.iso.ch).
- ISO, 11047. 1998. Soil quality-determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc-flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods, part 6. International organization for standardization. Geneva, Switzerland. Available at: www.iso.ch.
- Gupta, P.K. 2000. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios (India), Jodhpur, New Delhi, India. p.438.

2.21. تقدير العناصر الثقيلة المتاحة (الاستخلاص بالـ DTPA و القراءة على جهاز الامتصاص الذري) Determination of Total essential Heavy Metals in DTPA extraction by AAS

1.2.21. الغاية و الهدف Scope: يتم استخلاص العناصر الثقيلة المتاحة من التربة بواسطة العديد من المستخلصات الكيميائية مثل أسيتات الأمنيوم و EDTA و من أكثر المستخلصات الكيميائية انتشاراً في استخلاص العناصر الثقيلة هو محلول 0.01 M $CaCl_2$+0.1M TEA + 0.005M DTPA (pH 7.3) و الذي يُستخدم لتقدير العناصر الصغرى و الثقيلة القابلة للإتاحة أو للاستخلاص من التربة (Antomiadis,1998)، حيث يمكن لمحلول الاستخلاص DTPA إزالة العديد من أشكال العناصر الثقيلة و الصغرى الموجودة في التربة و المرتبطة بشكل ضعيف أو معتدل (Hoover, 2004) أو القابلة للذوبان في الماء (Loi and Chen, 2007).

2.2.21. المبدأ العام Principle: تعتمد هذه الطريقة وفقا لـ ليندساي و نرفل 1978على استخلاص العناصر الصغرى و الثقيلة من التربة بمحلول 0.01 M $CaCl_2$+0.1M TEA + 0.005M DTPA (pH 7.3) و يتم ضبط pH بحمض كلور الماء و القياس باستخدام جهاز الامتصاص الذري بطول موجات تختلف حسب العنصر المقاس.

3.2.21. المحاليل و المواد اللازمة Reagents:

- محلول الاستخلاص DTPA 0.005 M: زن 1.967 غ من مادة DTPA ثنائي إثيلين ثلاثي أمين خماسي حمض الخل و ضعها في دورق معياري سعة لتر ثم أضف لها 300 مل ماء مقطر و اخلط جيداً. زن 14.92 غ من TEA (ثلاثي ايثانول أمين) و 1.47 غ من $CaCl_2.2H_2$ في بيشر، أذبها في 300 مل ماء مقطر و حركها حتى الذوبان ثم انقلها إلى الدورق المعياري السابق، أكمل الحجم بالماء المقطر حتى 900 مل تقريباً. اضبط pH المحلول إلى 7.3 بواسطة حمض كلور الماء 1:1 (الكمية المحتاجة 4.2 مل تقريباً) ثم أكمل الحجم إلى لتر.
- حضر محلول قياسي أم 1000 ميكروغرام/مل، و منه حضر سلسلة قياسيات للعناصر الثقيلة المطلوب تحليلها.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4.2.21. طريقة العمل Procedure: (Papalilippaki *et al.*, 2007)

- خذ 10غ تربة في عبوة من البولي إتيلين.
- أضف 20 مل محلول استخلاص.
- رج العبوة لمدة ساعتين (على سرعة 180 دورة/دقيقة).
- انقل العبوة إلى جهاز الطرد المركزي، و شغل الجهاز حوالي 5 دقائق.
- قدر تركيز العناصر الثقيلة في السائل الرائق (الطافي) باستخدام جهاز الامتصاص الذري.
- حضر شاهد يحتوي جميع المحاليل ماعدا التربة.

5.2.21. طريقة الحساب Calculation:

$$\text{عنصر مغ/كغ} = \frac{(\text{التركيز من الجهاز} - \text{قراءة الشاهد}) \times \text{حجم محلول الاستخلاص}}{\text{وزن التربة}}$$

الجدول (19) العناصر الثقيلة في التربة و النبات (مغ/كغ) حسب Adriano (1986)

العنصر (كلي والهضم بالماء لملكي)	رمز العنصر	تركيز العنصر في التربة		تركيز العنصر في النبات	
		المجال	النموذجي	المجال	النموذجي
الكادميوم	Cd	2 – 0.01	0.35	1.2 – 0.05	0.012 – 0.0005
النيكل	Ni	500 – 5	40	4 – 0	0.004 – 0
الرصاص	Pb	200 – 2	20	30 – 0.1	0.3 – 0.001
لكروم	Cr	150 – 10	40	5 – 1	0.05 – 0.01
الزئبق	Hg	0.15 – 0.02	0.07	300 – 0.1	3 – 0.01

6.2.21. المراجع References:

- Adriano, D.C. 1986. Trace element in the terrestrial environment. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. p.536.
- Antoniadis, V. 1998. Heavy metal availability and mobility in sewage sludge-treated soils. PhD Thesis, The University of Reading, UK.
- Hoover, J.H. 2004. Analysis of lead soil concentrations in an urban community Garden. Godwin Research Laboratory, Northwestern University, USA.
- Lai, H.Y. and Z.S. Chen. 2007. Multi-dose appling EDTA to decrease the potential ground water contamination using rainbow pink for enhanced photo extraction Desalination, 210, 236-247.
- Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. **Soil Sci. Soc. Am. J. 42:** 421–428.
- Papafilippaki, A., D. Gasparatos, C. Haidouti, G. stavroulakis. 2007. Total and bioavailable forms of Cu, Zn, Pb and Cr in agricultural soils. A study from the hydrological basin of Keritis, Chania, Greece. **Global Nest J., vol. 9:** 201-206.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر