

ملوحة التربة الجزء العملي

اعداد

د. خالد خليف نزال الحديدي

كلية الزراعة والغابات – قسم علوم التربة والموارد المائية



المحتويات

الصفحة	العنوان	الموضوع
1	الترب الملحية : طبيعتها ووظيفتها	المحاضرة الاولى
8	محلول التربة Soil Solution	المحاضرة الثانية
14	طرق تقدير ملوحة التربة والتعبير عنها	المحاضرة الثالثة
30	تقدير حامضية وملوحة التربة	المحاضرة الرابعة
44	تقدير البوتاسيوم والصوديوم الذائبين في التربة	المحاضرة الخامسة
49	تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم في التربة	المحاضرة السادسة
52	تقدير الانيونات في التربة	المحاضرة السابعة
56	تقدير كربونات الكالسيوم الكلية في التربة	المحاضرة الثامنة
60	تقدير الجبس في التربة	المحاضرة التاسعة

The nature of Soil - What it is and What it does **التربة الملحية : طبيعتها ووظيفتها**

التربة: هي احد أهم الموارد الطبيعية الرئيسية وان أهم اسباب لتطور معظم الحضارات القديمة وديمومتها هو امتلاكها لموارد تربة جيدة .

التربة : هي تلك المادة التي تغطي سطح الارض وتقوم بتجهيز الغذاء والكساء للإنسان ولباقي الكائنات الحية بالإضافة الى قيامها بتنقية المياه من الكثير من المواد العالقة والملوثة لجعلها ملائمة للاستهلاك مجدداً .

التربة : جسم طبيعي يتكون من مزيج من المواد المعدنية والعضوية المتحللة والتي تغطي سطح الارض بشكل طبقات وتقوم عند احتوائها على النسب الملائمة من الماء والهواء بتثبيت النبات وتجهيزه معظم احتياجاته للنمو .

تتكون التربة من ثلاث أطوار وهي الطور الصلب والطور السائل والطور الغازي .

الطور الصلب :

وهو عادة ما يحتوي على خليط من المواد المعدنية الناتجة من الصخور أو الرسوبيات والمواد العضوية الناتجة من النشاط الحيوي . وهذا الطور الصلب يتفاعل دائما مع الطور السائل - الذي نشأ أساسا نتيجة اختراق الأمطار للأراضي أو حركة المياه داخل التربة ويعبر عنه بالمحلول التربة Soil solution .

الطور السائل :

إن التركيب الكيميائي للمحلول التربة يعتمد بدرجة كبيرة على الخواص الفيزيوكيميائية لمكونات التربة الصلبة ، التركيب الكيميائي للأمطار وأيضا النشاط الحيوي للتربة والزمن الذي تم في الاتصال بين هذه المركبات . ولذلك فهو يحتوي (محلول التربة) على مكون عضوي وغير عضوي .

الآن

الطور الغازي :

يعتمد الهواء الأرضي على النشاط البيولوجي في التربة ، فهو قد يصل إلى 3-4 % ثاني أكسيد الكربون بالمقارنة بالهواء الجوى 0.035 % وذلك نتيجة لتنفس الجذور والميكروبات وقلة الأكسجين . وفي ظروف خاصة قد يحتوي على غازات مثل أكسيد النيتروجين ، الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين .

ملوحة وصودية التربة Saline and Sodic soil

الملوحة هي عملية تجمع الأملاح الذائبة أو تراكمها بدرجة تفوق معدلاتها الطبيعية في التربة وقد يكون سبب التملح طبيعياً أو بسبب الظروف الناتجة عن سوء عمليات الإدارة تتميز الأراضي المتأثرة بالأملاح بارتفاع تركيز الأملاح الذائبة بها أو ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل أو كلاهما بالدرجة التي تسبب عدم ملائمة هذه الأراضي للنمو الطبيعي للنباتات وخاصة المحاصيل الاقتصادية ، الأمر الذي يضعف الإنتاج أو يعوقه.

وتتصف التربة الملحية بخصائص مورفولوجية وفيزيائية وكيميائية وبيولوجية مختلفة ، كما تتميز بسيادة أنواع معينة من الايونات السالبة والموجبة.

مصادر الملوحة Sources of salinity

1- المصادر الطبيعية للأملاح والملوحة الأولية

Natural sources of salts and primary salinization

يرجع وجود الأملاح في التربة إلى تفاعلات متداخلة بين العوامل الجيوكيميائية والهيدرولوجية والغطاء النباتي ، المصدر الأساسي الطبيعي للملوحة هو التجوية الجيوكيميائية للمعادن الداخلة في تكوين الصخور والترسبات والتربة نتيجة المعادن الملحية الذائبة ، وتكون الملوحة الموجودة في التربة عرضة إلى التغيرات التركيز بتأثير التبخر والنتح من ناحية ، والتخفيف بفعل السواقي من ناحية أخرى وحيث أن التربة في المناطق الجافة تكون عرضة لنسبة عالية من التبخر إلى السواقي ، فإنها تتجه إلى أن تكون ملحية في حين تكون التربة في المناطق الرطبة عرضة لنسبة منخفضة من التبخر إلى السواقي وبالتالي تكون غير ملحية.

1- المصادر البشرية للأملاح والملوحة الثانوية

Anthropogenic source of salts and secondary salinization

تأتي هذه الملوحة من عدد من الفعاليات وتضم الإدارة التي يمارسها الإنسان (Human-induced) والمرتبطة بشكل أساسي مع الري والبزل وإزالة الغابات وتشمل هذه المصادر الأملاح الموجودة في مياه الري والأملاح المتبقية من مصلحات التربة والمياه (جبس ، كبريت ، حوامض) ومخلفات حيوانية (animal wastes) والأسمدة الكيميائية إضافة إلى مخلفات المجاري الصلبة والسائلة وتقدر المساحة الكلية للتربة الملحية المتدهورة نتيجة لفعاليات الانسان بحوالي 76.3 ميكا هكتار(مليون هكتار) وترتبط الملوحة كثيراً بالتغدق تحت ظروف

ارتفاع المياه الجوفية هناك حركة نحو الأعلى للأملح على الأقل لبعض الوقت بسبب التبخر وامتصاص الماء من قبل الجذور .

تأثير الملوحة والصودية على بناء التربة

Effects of Salinity and Sodicity on Soil Structural Properties

يتأثر بناء التربة إلى حد كبير بملوحة وصودية التربة . وبناء التربة أو نظام توزيع حبيبات التربة له تأثير كبير على نفاذية التربة وبالتالي على حركة المياه الذائبة في التربة Infiltration فارتفاع كمية الصوديوم في التربة مع وجود تركيز أملاح منخفض (EC منخفض) يؤدي إلى خفض نفاذية التربة ، التوصيل الهيدروليكي ومعدل حركة المياه الرأسية داخل قطاع التربة وذلك نتيجة انتفاخ وتفرق حبيبات الطين . ويعرف معدل حركة المياه داخل التربة Infiltration rate بأنه " حجم الماء المتدفق خلال قطاع التربة لكل وحدة مساحة سطحية " ومعدل حركة المياه داخل قطاع التربة غير الصودية يكون عادة مرتفع حينما تكون الأرض جافة ثم يقل حتى تصل التربة إلى درجة التشيع . وتمدد حبيبات الطين نتيجة للصودية يؤدي إلى صغر حجم المسام في التربة وبالتالي يسهل على حبيبات الطين المتفرقة غلق هذه المسام الهامة لحركة الماء داخل قطاع التربة . وتمدد الطين له تأثير ظاهر على النفاذية ويتوقف تمدد حبيبات الطين على طبيعة معدن الطين ونوع الأيونات المدمصة عليه وتركيز الأملاح في محلول التربة فتمدد الطين يكون عالي في معدن السمكتيت Smectite المشبع بأيونات الصوديوم ويزيد التمدد كلما كان تركيز المحلول الإليكتروليتي ضعيفا . وزيادة نسبة الصوديوم المتبادل ESP أعلى من 15 يؤدي إلى تمدد معدن الموتي موريللوتيت نتيجة إمتصاص كميات كبيرة من الماء .

The effect of soil salinity on plant growth

تأثير ملوحة التربة على نمو النبات

آثارها المباشرة : ويقصد بها تأثيرات الملوحة التي تحدث بشكل مباشر على النبات وتؤدي إلى عرقلة نموه وتقليل من إنتاجه ويمكن حصر التأثيرات المباشرة للملوحة بما يلي :

1- **تأثيرات الضغط الأزموزي (التنافذي) :** يعتقد كثير من الباحثين ان التأثير المباشر الذي يسببه ارتفاع الضغط الأزموزي في محلول التربة الناتج من زيادة تركيز الاملاح الذائبة في هذا المحلول يعتبر اهم تأثيرات الملوحة على النبات . حيث يؤدي ارتفاع الضغط الأزموزي في محلول التربة الى عجز النبات من امتصاص الماء اللازم لفعالياته الحيوية والنتح . ويعتبر مدى تأثير النبات بالضغط الأزموزي (الجهد الأزموزي) ومدى امكانية تنظيم النبات ضد تأثير الضغط الأزموزي احد الاسس التي تستخدم في الوقت الحاضر لتصنيف النباتات من ناحية تأثرها بالملوحة.

2- **التأثير السمي أو النوعي للأيونات** : يعتقد بعض الباحثين ان تأثير الملوحة على نمو النبات لا يمكن تفسيره فقط من خلال تأثير الضغط الازموزي على النبات وانخفاض جاهزية الماء له . فالملوحة يمكن ان تؤثر من خلال ما يسمى التأثير النوعي أو السمي لبعض الايونات الداخلة في تركيب الاملاح في التربة حيث لوحظ في عدد كبير من الحالات انه عند تشابه مستويات الضغط الازموزي (Isoosmotic) فان مدى تأثير نمو المحصول بالملوحة يعتمد على نوع الايون السائد في الوسط الملحي.

بد تأثير الملوحة غير المباشر على النبات

تؤثر الملوحة بشكل غير مباشر على النبات وذلك من خلال تأثير احد الكاتيونات او الانيونات سلبياً على صفات التربة (وسط نمو النبات) ، ومن الامثلة المعروفة في هذا المجال هو تأثير الصوديوم المتبادل (ESP) على الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة رفع درجة التفاعل باتجاه القلوية ، وخفض نفاذية التربة وضعف البناء وصلادته وانخفاض حركة الماء بالتربة وغير ذلك من التأثيرات السلبية . إن هذه التأثيرات الناتجة على صفات التربة ستعكس على نمو النبات بشكل سلبي . وهذا مما حدى بكثير من الباحثين باقتراح حدود لمدى تحمل المحاصيل الزراعية للمستويات المختلفة للصوديوم المتبادل (ESP) وبالفعل فقد تم تصنيف المحاصيل الزراعية لمدى تحملها لهذه القيمة في التربة .

التعبير عن الملوحة في خرائط الترب المتأثرة بالملوحة :

لغرض حصر مساحات الترب المتأثرة بالملوحة وتصنيفها لأغراض استصلاح الاراضي وادارتها يجب تهيئة خرائط ملوحة خاصة بذلك ، ولكن تهيئة خرائط ملوحة طويلة الأمد تجابه صعوبات عديدة واهمها أن الاملاح في التربة سريعة الذوبان وسريعة الحركة خلال المقد وخلال فصول السنة المختلفة وذلك بسبب الامطار والري والجفاف وعمليات الادارة الاخرى . لذلك تكون الاملاح في حالة ديناميكية من الحركة الافقية والحركة العمودية خلال جسم التربة ، لذا تكون الفائدة في معظم الحالات من هذه الخرائط وقتية ومحدودة ، لذلك قدمت محاولات من باحثين ، عديدين لغرض التعبير عن الملوحة في خرائط ملوحة التربة بتعابير وقيم تأخذ بنظر الاعتبار هذه الظروف لتكون الفائدة من هذه الخرائط طويلة الأمد . إن خرائط الملوحة المعمول بها في الوقت الحاضر هي تلك التي يعبر فيها عن الملوحة بشكل خطوط متساوية القيمة (Isosaline) يتم فيها حصر المساحات (المواقع) المتقاربة الملوحة وحسب درجات الملوحة المختلفة ولكل عمق او افق ويرمز عادة بالرمز (S) للدلالة على الملوحة مع رقم يشير الى درجة الملوحة وبالشكل التالي (جدول 1) .

جدول (1) درجات الملوحة المستخدمة في خرائط الملوحة

التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة	الرمز	درجة الملوحة
4 - 0	S0	غير ملحية
8 - 4	S1	قليلة الملوحة
16 - 8	S2	متوسطة الملوحة
أكثر من 16	S3	شديدة الملوحة

المعايير الهامة المستخدمة للتعبير عن ملوحة وصودية التربة

Important Salinity and Sodicity Parameters

تعتمد المقاييس المستخدمة للتعبير عن ملوحة التربة أساساً على تركيز الأملاح في محلول التربة وكمية الصوديوم المتبادل على سطوح التبادل ، ويتم تقدير الأملاح في المحلول بواسطة عدة طرق مثل التبخير Evaporation أو استخدام جهاز التوصيل الكهربائي Electrical conductivity (جدول) . أما الصوديوم المتبادل فيتم تقديره عن طريق تبادل الصوديوم مع أيون آخر مثل الكالسيوم وقياس الصوديوم في المحلول بواسطة جهاز الامتصاص الذري أو Atomic absorption أو Flame photometry .

1. الأملاح الكلية الذائبة Total Dissolved Solids (TDS)

ويتم قياس الأملاح الكلية الذائبة (TDS) وذلك بتبخير وزن معلوم من الماء المتحصل عليه من المادة الصلبة (التربة) حتى الجفاف ووزن المتبقي ، ومع ذلك فإن هذا المقياس غير دقيق لأنه في العينة الواحدة المعينة يوجد عدة صور للأملاح وقد ينتج عن التبخير فقد إحدى هذه الصور . وعموماً فإن تقدير الأملاح الكلية الذائبة (TDS) ضروري لقياس الجهد الأسموزي الذي هو دليل تحميل المحاصيل للملوحة Salt tolerance of crops . ففي مياه الري التي تحتوي على أملاح كلية ذائبة TDS تتراوح بين (5 - 1000) ملغم / لتر .

تقدير الأملاح الكلية الذائبة (TDS) معبراً عنها ملغم / لتر وذلك بقياس التوصيل الكهربائي (EC) لمستخلص عينة التربة المشبعة كالتالي :

$$\text{TDS mg liter}^{-1} = \text{EC (dS m}^{-1}) \times 640 \text{ (For EC between 0.1 - 5.0 dS m}^{-1})$$

$$\text{TDS mg liter}^{-1} = \text{EC (dS m}^{-1}) \times 800 \text{ (For EC > 5.0 dS m}^{-1})$$

2- التوصيل الكهربائي (EC) Electrical Conductivity

تستخدم طريقة التوصيل الكهربائي كدليل لتقييم ملوحة التربة . وتعتبر هذه الطريقة من أفضل طرق قياس الملوحة لدقتها وسرعتها بالإضافة إلى أنها غير مكلفة وتستخدم هذه الطريقة روتينياً في كثير من مختبرات التربة وتعتمد طريقة التوصيل الكهربائي على أن التيار الساري في المحلول الملحي يزيد بزيادة ملوحة المحلول تحت الظروف القياسية . ويتم قياس التوصيل الكهربائي (EC) لعينة المحلول التربة كالاتي :

يوضع الكترودين في عينة المحلول فيسرى الجهد الكهربائي بين الإلكترودين ويتم قياس مقاومة المحلول Resistance (R) مقدره بالأوم Ohm ، ومن المعروف أن مقاومة المحلول تتناسب تناسبا عكسيا مع مساحة المقطع Cross section area (A) لخلية التوصيل .

$$R \propto \frac{1}{A}$$

وتتناسب طردياً مع طول خلية التوصيل Length (L)

$$R \propto L$$

وتعرف المقاومة النوعية (R_s) Specific Resistance بأنها مقاومة حجم 1 سم³ من العينة . وعادة ما يتم قياس جزء من المقاومة النوعية نتيجة لصغر حجم خلية التوصيل المستخدمة ويطلق على هذا الجزء المقاس من المقاومة النوعية إسم ثابت الخلية K (Cell constant) . ويعبر عن التوصيل (C) بوحدات

$$\text{mhos} = \frac{1}{\text{ohm}}$$

وعند أخذ ثابت الخلية في الاعتبار يصبح التوصيل (C) هو عبارة عن التوصيل النوعي (Cs) Specific Conductance الذي هو مقلوب المقاومة النوعية (R) . والتوصيل النوعي هو نفسه التوصيل الكهربائي الذي يتم قياسه ويعبر عنه كما يلي :

وحدات التوصيل الكهربائي (EC) ميكروموز / سم ($\mu\text{mho cm}^{-1}$)

او مليموز / سم (mmho cm^{-1})

وباستخدام الوحدات القياسية العالمية SI Units نجد أن :

$$\frac{1}{\text{ohm}} = \text{siemen (s)}$$

فتكون وحدات التوصيل الكهربائي تبعا لذلك (S m^{-1}) أو

$$\text{dS m}^{-1} \text{ decisiemens meter}^{-1} \quad (1 \text{ dS m}^{-1} = 1 \text{ mmhos cm}^{-1})$$

اي ان ($1 \text{ dS m}^{-1} = 1 \text{ mmhos cm}^{-1} = 1 \text{ ms cm}^{-1}$)

اما وحدة المايكروسيمنز / سم ($\mu\text{S cm}^{-1}$) وهي اقل من وحدة $\text{decisiemens meter}^{-1}$ بـ (1000) اي ان

$$\text{dS m}^{-1} = \frac{\mu\text{S cm}^{-1}}{1000}$$

ويمكن التعبير عن قيم التوصيل الكهربائي في التربة بطرق عديدة تبعا لطريقة ECe هو التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة الأرض المشبعة او مستخلصات التربة المخففة .

محلول التربة Soil Solution

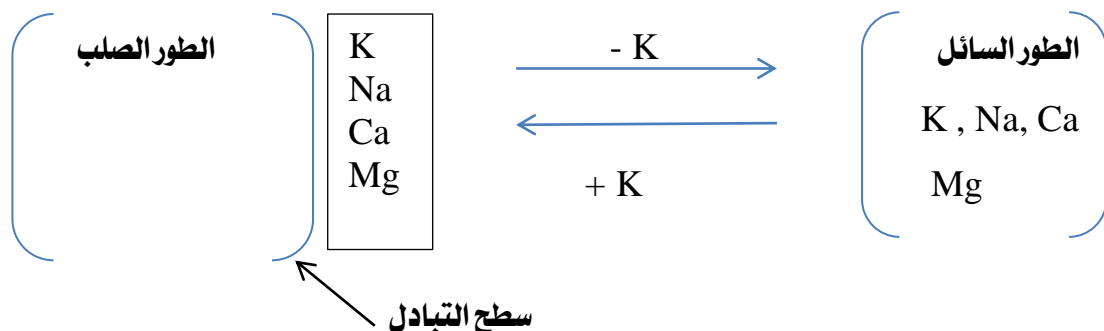
تركيب وخصائص محلول التربة Structure and properties of Soil Solution

يحتوي الطور السائل Liquid phase او محلول التربة Soil Solution على ماء التربة والعناصر الذائبة والاملاح المختلفة في قابلية اذابتها . وتعتبر العناصر الغذائية في نظر كثير من الباحثين أهم الصور التي توجد عليها العناصر الغذائية بالتربة وأكثر صلاحية للامتصاص من قبل النبات في محلول التربة . إذن يمكن اعتبار محلول التربة المصدر الرئيسي المباشر للماء والمواد الغذائية التي يحصل عليها النبات من التربة . وان هذه الصفة تحدد الدور الهام للطور السائل في تغذية النبات ان لدراسة تركيب وخصائص محلول التربة أهمية كبيرة في وصف سلوك العناصر الغذائية في التربة ، الا ان مثل هذه الدراسات تجابهها صعوبة وهي الطور السائل للتربة يتصف بتركيب معقد جداً . كما أن تركيب وتركيز محلول التربة يعتبر محصلة عدد من العمليات البايولوجية والفيزيوكيميائية ، تلك العمليات التي تجري في التربة ، والتي ترتبط مباشرة بدرجة حرارة ورطوبة وتهوية التربة . هذا بالاضافة الى وجود حالة التوازن الديناميكي بين الطور السائل ومكونات الأطوار الأخرى (شكل 1) في التربة . ان كل هذه الظروف تجعل محلول التربة في حالة تغير وتبدل تتطلب دراسته في حالته الطبيعية . لذلك فإن دراسة محلول التربة في لحظة ما لا يمكن أن يعطي فكرة حول تلك التغيرات التي تجري بفعل الظروف المناخية ونمو النبات والعمليات الزراعية الحراثة والتسميد وغيرها .

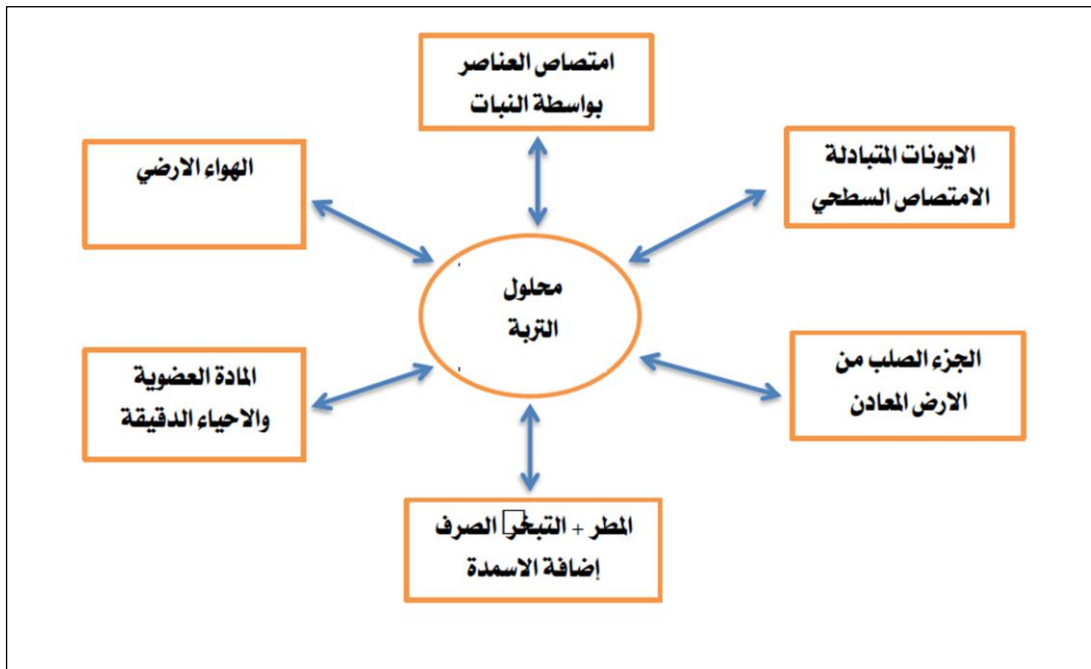
عرف برسن (1971) محلول التربة بأنه محلول شبه متزن من الالكتروليتات الموجودة في التربة تحت ظروف غير مشبعة بالماء . تركيز محلول التربة الطبيعي قليل ولا يتعدى الغرام او بضعة غرامات في اللتر بينما يكون في الترب الملحية عالياً ويقدر بعشرات او مئات الغرامات في اللتر الواحد ، كما يحتوي الطور السائل على مواد عضوية او معدنية ذائبة او غروية وكمية من الغازات الذائبة .

خصائص محلول التربة

1- يحتوي على ايونات مختلفة ذائبة تكون في حالة مع مثيلاتها في الطور الصلب .



- 2- تكون الايونات في حالة حرة فعالة ، وفي حالة ازدواج ايوني (غير فعالة) وتأخذ اشكال ايونية غير متعددة وتتكون الازدواجات الايونية عندما تكون المسافة بين الايونات اقل من 5 انكستروم .
- 3- يتصف محلول التربة بقابليته على الايصالية الكهربائية وله مجال كهربائي يعرف بالقوة الايونية.
- 4- محلول التربة يكون في حالة تغير مستمر .



شكل (1) تفاعلات الاتزان الكيميائي في محلول التربة

الكاتيونات في محلول التربة :

يحتل الكالسيوم والمغنيسيوم المركز الاول من حيث الكمية في الترب الاعتيادية وبالذات ترب المناطق الجافة وشبة الجافة بينما تزداد نسبة الصوديوم الى الكالسيوم في الترب الملحية والصودية وايونات الهيدروجين والألومنيوم في ترب المناطق الرطبة الحامضية . كمية البوتاسيوم في محلول التربة تكون عادة ضئيلة ، أما ايونات الامونيوم التي تتكون نتيجة عمليات النشرة للمواد العضوية فان كميتها تعتمد على كمية المادة العضوية وحالة التهوية والنشاط الحيوي وعادة تكون قليلة في المحلول لتحول قسم منها الى النترات في عملية النتجة وامتصاص النبات لقسم منها وادمصاصها على السطوح الغروية او تثبيتها . تتغير نسبة الكاتيونات الاحادية الى الثنائية في

المحلول تبعاً لنسبة الرطوبة في التربة حيث كلما زادت الرطوبة تزداد نسبة الكاتيونات الاحادية الى الثنائية في محلول التربة نتيجة الزيادة النسبية في امتزاز الكاتيونات الثنائية نسبة الى الاحادية ولهذه الظاهرة تطبيقات عملية عند غسل الترب المتأثرة بالأملاح ، كذلك يمكن الاستنتاج ان نسبة الكاتيونات الاحادية الى الثنائية يختلف كثيراً في مستخلص العجينة المشبعة مما هو في المحلول الحقيقي للتربة نتيجة التخفيف حيث ستكون الكاتيونات الاحادية أكثر في المستخلص مقارنة مع محلول التربة والعكس بالنسبة للأيونات الثنائية الشحنة .

الايونات السالبة (الايونات) في محلول التربة :

تعتبر أيونات الكلوريد والكبريتات والبيكاربونات والكربونات والنترات والفوسفات من أهم الأيونات السالبة التي توجد في محلول التربة . كمية أيون الكلوريد في محلول التربة تكون قليلة في الترب الاعتيادية وذلك لسرعة ذوبانه وغسله كما ان امتزازه الى السطوح الغروية قليل جداً ولكن الكلوريد يحتل المركز الاول في الترب الملحية . أيون الكبريتات يتواجد في محلول التربة بكميات تعتمد على ظروف الاكسدة والاختزال في التربة ووجود الجبس وتكون كميتة قليلة في الترب الاعتيادية وتزداد في الترب الملحية والعضوية نتيجة ذوبان غاز كبريتيد الهيدروجين المتكون في الظروف اللاهوائية . كمية الكبريتات في محلول التربة اقل مما هي عليه في مستخلص العجينة المشبعة نتيجة زيادة ذوبان الجبس بزيادة الرطوبة . أيونات البيكاربونات يعتبر من الأيونات المهمة في محلول التربة الغير الملحية والعضوية إضافة الى الترب الملحية والصودية وتعتمد كميتة على الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون ونشاط الاحياء الدقيقة في أكسدة المادة العضوية ، أما في الترب الكلسية فان مقداره يتوقف على ذوبان كربونات الكالسيوم في التربة والذي يتأثر بدورة بضغط ثاني اوكسيد الكربون وعادة ما يتحول الى أيون الكاربونات والذي يترسب بشكل كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم ويزداد عند ظروف معينة وبالتزامن مع زيادة تركيز أيون الصوديوم مكوناً كاربونات وبيكاربونات الصوديوم الذاتية وتطور الصودية . أيون النترات يتكون تحت الظروف الهوائية نتيجة عملية النترجة حيث تتحول الامونيا الى نترات بفعل انواع معينة من البكتريا وبالتالي فان كميتها في التربة تعتمد على توفر ظروف معينة أهمها وتتأثر بظروف الغسل حيث سرعان ما تفقد من التربة . أيونات الفوسفات تتواجد اعتماداً على عوامل عديدة اهمها درجة تفاعل التربة ، أما ايون البورات فيتواجد بتراكيز عالية خاصة في الظروف الملحية الى درجة السمية للنباتات . أخيراً يطلق على المجموع الكلي للأيونات بالمواد الصلبة الذائبة TDS . الدراسات على محلول التربة تجابه بصعوبات نظراً للطبيعة الديناميكية المتغيرة لهذا المحلول من جهة ومن جهة أخرى فان اجزاء المحلول لا تكون متشابهة أي انها لا تخضع لنفس القوى والضغط في كل جزء من اجزائه ، فالجزء القريب للسطوح الغروية يخضع لقوى ارتباط عالية من قبل السطوح الصلبة

بينما يكون ارتباط الاجزاء البعيدة منة ضعيف او معدوم وبالتالي فان حركة محلول التربة ومكوناته تختلف من موقع لأخر، ايضاً هنالك صعوبات تتعلق بطريقة استخلاص محلول التربة دون احداث تغييرات اساسية في مكوناته اذ انه في الحالة الطبيعية الملائمة لنمو النبات تكون الرطوبة في التربة بين السعة ونقطة الذبول الدائم حيث يكون الماء في الحالة الاخيرة ممسوك بطاقة عالية وبالتالي نحتاج الى تسليط قوة مماثلة بالإضافة الى الحاجة الى حجم كبير من المحلول . أما المحلول المحصور بين درجة التشبع والسعة الحقلية فإنه يرشح ولا تحتفظ به التربة في المسامات البينية إلا لفترة قصيرة جداً ، وتتضح صعوبة الحصول على المحلول الارضي لتحليله عندما يؤخذ في الاعتبار الشد الممسوك به الماء في التربة وعدم امكانية رشحه تحت تأثير قوة الجاذبية الارضية .الطرق المتبعة للحصول على محلول التربة معقدة نوعا ما وهي اما :

1- طريقة الاستخلاص Extraction methods وتشمل :

أ - الطريقة القياسية المقترحة من قبل العاملون في مختبر الملوحة الامريكي بعمل عجينة مشبعة وإجراء التحليل الكامل للمستخلص .

ب- مستخلصات بنسب تربة الى ماء اعلى (1:1 ، 2:1 و 5:1).

ج - باستخدام اواني خزفية porous ceramic cups تثبت بشكل دائم في الحقل حيث يدخل محلول التربة مسامات الاواني تحت تأثير الشد ويتوقف دخوله عند تساوي الضغط الداخلي والخارجي وتستخدم للحصول على محلول التربة بشكل دوري لقياسات الملوحة و خصوبة التربة . عيوب الطريقة تتلخص بأنها تستخدم عند جهد هيكلي قريب من السعة الحقلية وبالتالي فان محلول

التربة التربة
يمثل فقط المحلول الموجود في المسامات الكبيرة إضافة الى انسداد المسامات ، الفرو
قات في كمية الفراغات وفي حالة الفوسفات يتم امتزاجها وحجزها من قبل المادة الخزفية .

2- طريقة الاحلال Displacement methods : وتعتبر من احسن الطرق للحصول على محلول التربة

الحقيقي نظراً لكون التغييرات على المحلول اقل ما يمكن ويعطي صورة جيدة عن حالة التربة من الناحية الغذائية ووجود الملوثات وتشمل طرق الاحلال ما يلي:

أ- استخدام الضغط الغشائي Pressure membrane عن طريق وضع تربة مشبعة او مبللة على غشاء نفاذ للماء فقط وتسلط ضغط هواء يصل الى 1,5 MPa (يكافئ نقطة الذبول) وبالتالي يكون المحلول المتحصل عليه ممثلاً لماء التربة الجاهز اذا تم أخذ العينة عند السعة الحقلية ولم يضاف

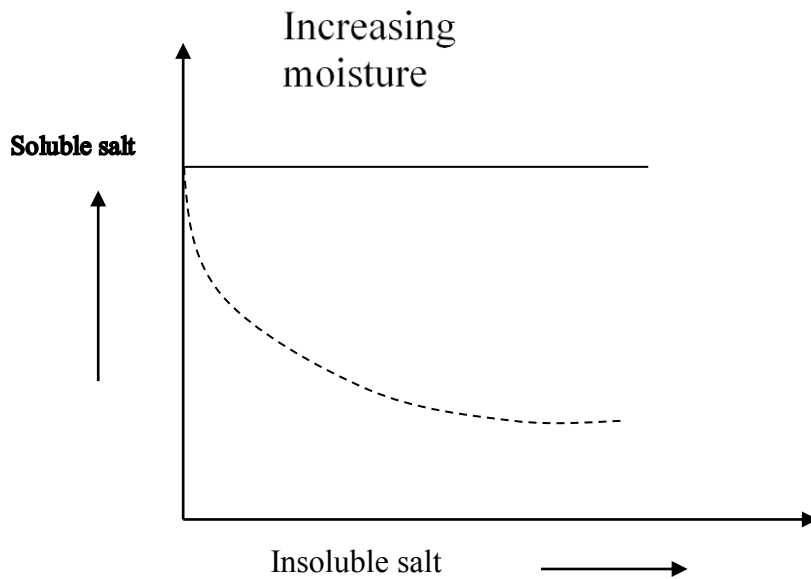
لها ماء في المختبر . عيوب الطريقة هو ان العينة يجب ان تكون مبللة wet عند أخذها من الحقل وتكون كميتها قليلة خاصة في الترب الخفيفة النسجة إلا اذا تم أخذ كمية كبيرة من التربة .

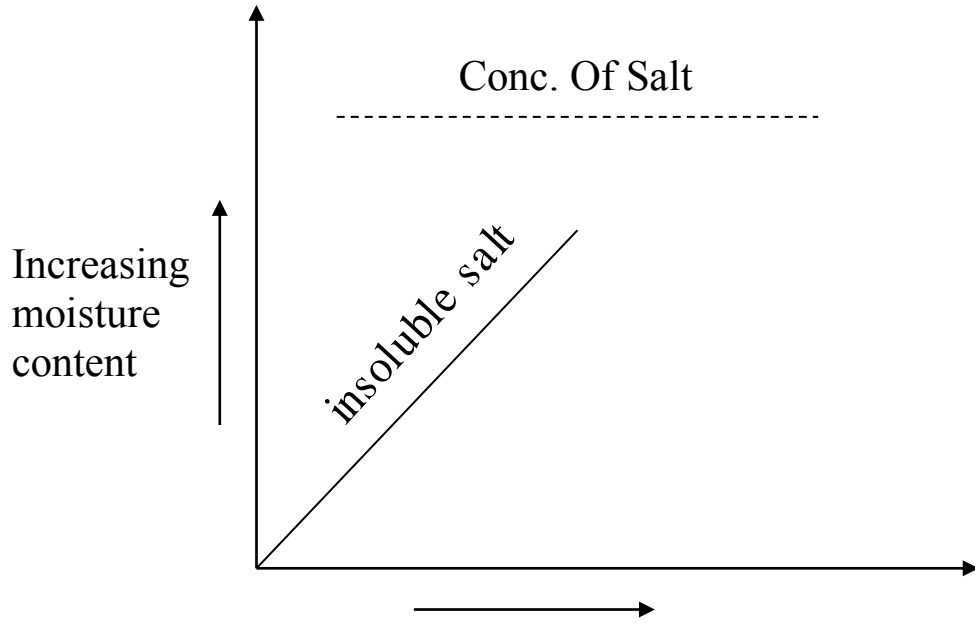
ب- أجهزة الطرد المركزي العالية السرعة centrifuge بدلا من ضغط الهواء لاستخلاص محلول التربة وتكون كميتها قليلة وتزداد بزيادة قوة الطرد ويمثل محلول التربة الحقيقي وبأقل استنارة .

ج- ازالة محلول التربة بواسطة اجهزة الطرد المركزي ذات السرعة العالية مع إضافة بعض السوائل العضوية التي لا تمتزج مع الماء Immiscible displacement مثل رابع كلوريد الكربون CCl_4 الى التربة الرطبة قبل تسليط الطرد المركزي . يقوم السائل المضاف بإزاحة محلول التربة وبالتالي يمكن الحصول على كميات كبيرة من محلول التربة .

تأثير نسبة الماء الى التربة على كمية وتركيز الاملاح في المحلول

يختلف مقدار ونوع وتوزيع الايونات الموجودة في محلول التربة باختلاف نسبة الماء الى التربة وباعتبار بقية العوامل ثابتة وينتج عن ذلك عمليات الاذابة والترسيب والتبادل الكاتيوني وظاهرة تأثير المعلق suspension effect . تقسم الاملاح الى مجموعتين رئيسيتين هما الاملاح الذائبة (soluble) والاملاح الشحيحة الذوبان relatively insoluble .





شكل 1 أثر زيادة نسبة الماء على مقدار وتركيز الاملاح

طرق تقدير ملوحة التربة والتعبير عنها

من الأمور المهمة في مجال دراسة طبيعة الترب المتأثرة بالأملاح وتقييمها وتصنيفها واستصلاحها هي تحليل الترب المتأثرة بالملوحة وكيفية التعبير عن الملوحة وطرق قياسها. وهناك طريقتين أساسيتين لقياس تركيز الاملاح في التربة .

أولاً: قياس الملوحة حقلياً**ثانياً: قياس الملوحة حقلياً****أولاً: قياس الملوحة حقلياً**

لقد تطورت حديثاً طرق القياس الحقلية للملوحة في التربة على اعماق مختلفة ولفترات متباينة حيث مثبت عملياً كفاءة هذه الطرق . ان الاساس النظري الذي تستند اليه هذه الطرق هو قياس مقاومة التربة للتيار الكهربائي المار من خلالها او بالاستشعار عن بعد عن طريق الاشارات الكهربائية التي ترسلها اجهزة حساسة للملوحة Salinity senser . وتمتاز هذه الطرق بسرعة تتبع الملوحة ولمساحات واسعة ولأعماق مختلفة وهي تستخدم في مشاريع الري اضافة الى تقليل الحاجة الى اخذ عينات للتحليل .ومن الامثلة على ذلك هي:

1- جهاز التشرب المسامي :

وهو عبارة عن خلية مسامية لقياس التوصيل الكهربائي (غالباً ما تكون من الخزف) تشبه فنجان الشد المسامي لجهاز الشد الرطوبي Tinsimeter تسمح بدخول ماء التربة الى داخلها عبر المسام بفعل الخاصية الشعرية بعد ان يدخل الجهاز في جسم التربة والى العمق المطلوب . ويوجد داخل هذا الجهاز خلية اقصاب كهربائية تقوم بقياس التوصيل الكهربائي لمحلول التربة عن طريق معرفة ثابت الخلية الكهربائية . عيوب هذه الطريقة هي الحاجة الى مستمرة كذلك يتطلب وقت طويل للوصول الى الاتزان حيث يصل الوقت احياناً الى اكثر من 10 ساعات واخيراً لا تصلح لرصد الملوحة في مساحات كبيرة .

2- الأجهزة رباعية الاقطاب:

وتعتمد النظرية التي تستند عليها هذه القياسات على ان معظم معادن التربة تعتبر مواد عازلة .لذا فإن قياس التوصيل الكهربائي في الترب الملحية يتوقف على المحلول الموجود في المسافات البينية لذلك

ستكون الأملاح الذائبة هي المسؤولة عن التوصيل الكهربائي حيث الأيونات الموجبة المتبادلة لا تساهم إلا قليلاً نسبياً بسبب أمتزازها وقلة حركتها مقارنة بالأيونات الذائبة . ومن مميزات هذه الطريقة بأنها قابلة للحركة أي يمكن تغيير مكان الأقطاب وقلة الكلفة وبهذا يمكن تقدير ملوحة التربة في منطقة الجذور لمساحات كبيرة من الحقل.

3- أجهزة قياس الملوحة في ماء التربة :

أكثر الطرق شيوعاً في هذا المجال هي طريقة استخدام الإناء الخزفي (Ceramic cup)، وعينة ماء التربة التي يتم الحصول عليها في هذه الطريقة تكون ممثلة لمحلول التربة حول الإناء الخزفي الموجود في التربة في لحظة أخذ العينة.

ثانياً: قياس الملوحة مخبرياً وتشمل :

1. القياس المباشر لوزن الأملاح الذائبة في الماء (الطريقة الوزنية):

يمكن حساب مجموع الأملاح الذائبة (Total dissolved salts) والتي يرمز لها (TDS) ويتم ذلك بمزج كمية معلومة من التربة مع الماء ومن ثم يتم ترشيح وتبخير الراشح وتجفيفه بعد ذلك بالفرن عند درجة حرارة 105° م لمدة ثلاث ساعات على الأقل ويوزن الملح المتبقي ثم يحسب كنسبة مئوية أو كجزء بالمليون بالنسبة لوزن التربة الجاف المستعملة في التجربة. وتعتبر هذه الطريقة أولية أو بدائية وتحصل فيها أخطاء بسبب .

1- نسبة الماء المستخدم عالية نسبة إلى التربة.

2- ترشيح مواد مع الأملاح سواء كانت عضوية أو غير عضوية .

رغم أن هذه الطريقة تعتبر من الطرق القديمة إلا أن معرفتها قد تكون ذات فائدة لمن لا يملك أجهزة للقياس حديثة . وتعتبر الطريقة الرئيسية لتقدير مجموع المواد الصلبة الذائبة Total dissolved solids والتي يرمز لها (TDS) وتمثل الوزن الكلي للأيونات، الكاتيونات والأيونات الذائبة غير المتأينة في لتر من المحلول دقت هذه الطريقة تعتمد على طبيعة الأنواع الذائبة ويستخدم مثل هذا الأسلوب من قبل العلماء الروس للتعبير عن الملوحة كنسبة مئوية للأملاح في التربة وفي مستخلص تربة : ماء (5:1) . من الأمور التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار هي نسبة التربة إلى الماء ودرجة الحرارة ، فعند زيادة نسبة الماء عن حد معين فهناك احتمال لذوبان الأملاح الشحيحة الذوبان مثل الجبس وبالتالي زيادة وزن الأملاح الذائبة . ولتجنب ذلك غالباً تستعمل عينة التربة المشبعة أو خليط بنسبة 1:1 من الماء والتربة .

طريقة العمل :

- 1- يتم الحصول على المستخلص بأخذ وزن معين من التربة ويضاف لها حجم معلوم من الماء المقطر ويرج المحلول لفترة كافية لإذابة الاملاح .
- 2- يؤخذ حجم معين من المستخلص وليكن 50سم³ ، يوضع في جفنه موزونة الى المرتبة الثالثة أو الرابعة بعد الفارزة ويسخن على حمام مائي لتبخير المحلول وعندما يصل الحجم الى النصف يضاف 5سم³ من بيروكسيد الهيدروجين H₂O₂ لأكسدة المادة العضوية ثم نستمر بالتسخين الى حد الجفاف .
- 3- هنالك طريقتان للتجفيف الاولى في فرن كهربائي على درجة 105 °م لحد الجفاف ، يبرد باستعمال المجفف ويسجل الوزن بسرعة ، أو على درجة 550-600 °م لمدة خمسة دقائق للتخلص من المادة العضوية وقياس الاملاح فقط ، تجنب اطالة عملية التجفيف بسبب فقدان الاملاح خاصة كلوريد المغنيسيوم MgCl₂ .

الحسابات :

وزن الجفنة فارغة = أ ، وزن الجفنة مع المحتويات بعد التجفيف = ب

ب - أ

$$\text{كمية الاملاح الذائبة الكلية غم/لتر} = \frac{\text{ب - أ}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} \times 100$$

مثال 1: تم ترشيح 50غم تربة بـ 50 مل ماء مقطر وثم أخذ 5مل من الراشح وجفف في جفنة خزفية وزنها 5غم . وكان وزن الجفنة مع الاملاح المترسبة بعد التجفيف 7,5غم أحسب نسبة الاملاح الكلية الذائبة كنسبة مئوية او كجزء بالمليون بالنسبة لوزن التربة المستعملة في التجربة ؟

الحسابات :

وزن الجفنة فارغة = أ، وزن الجفنة مع المحتويات بعد التجفيف = ب

ب - أ

$$100 \times \frac{\text{كمية الاملاح الذائبة الكلية غم/لتر}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} =$$

$$5 - 5.7$$

$$100 \times \frac{\text{كمية الاملاح الذائبة الكلية غم/لتر}}{5} =$$

$$14 = \text{كمية الاملاح الذائبة الكلية غم/لتر}$$

$$\begin{array}{r} \text{غم ملح} \\ 14 \\ \text{سم}^3 \text{ ماء} \\ 1000 \end{array}$$

$$100 \text{ س}$$

$$100 \times 14$$

$$\text{س} = \frac{\text{س} = 1.4 \text{ غم ملح} / 100 \text{ مل}}{1000}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ \text{ملغم} \leftarrow \text{غم} \leftarrow \text{غم} \leftarrow \text{كغم} \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{غم ملح} \\ 1.4 \\ \text{غم تربة} \\ 50 \end{array}$$

$$100 \text{ س}$$

$$100 \times 1.4$$

$$\text{س} = \frac{\text{س} = 2.8 \text{ غم ملح} / 100 \text{ غم تربة}}{50}$$

$$\text{(النسبة المئوية غم/غم 100غم)}$$

$$50$$

$$28000 \text{ ملغم/ كغم (ppm)} = 10000 \times 2.8$$

2. طرائق قياس الملوحة ومكوناتها الذائبة في مستخلص التربة :

يتم الحصول على مستخلص التربة المائي (soil water extract) بإضافة الماء الى التربة ومزجه جيداً لغاية الوصول الى حد الاتزان (equilibrium) ثم استخلاص المستخلص المائي الحاوي على معظم المكونات الذائبة ويدخل ضمنها الاملاح التي لها القابلية على الذوبان بالماء . بشكل عام كلما زادت كمية الماء المضاف الى التربة كلما كان الاستخلاص اسهل ، وكلما كان المستخلص أقل تمثيلاً لمحلول التربة الذي تكون جذور النبات بتماس معه . تعتمد كمية الماء المضاف الى نموذج التربة لغرض الاستخلاص على الهدف من الاستخلاص . فإذا كان الهدف من الدراسة هو ايجاد علاقة بين تركيز الاملاح الذائبة ونمو النبات فان الاستخلاص وقياس الملوحة يجب ان يتم بمحتوى رطوبي مماثل للمحتوى الرطوبي عند الظروف الحقلية ويعبر فعلا عن مستوى الملوحة ذي العلاقة بنمو النبات اما اذا كان الهدف تقدير الكمية الكلية من الاملاح التي يمكن ان تزال خلال عمليات الغسل وبغض النظر عن نمو النبات فانه يمكن الحصول على مستخلص عند مستويات رطوبة أعلى . تتوفر في الوقت الحاضر طريقتين أو اسلوبين للحصول على المستخلص المائي للتربة المتأثرة بالأملاح :

أ- مستخلص العجينة المشبعة Saturation paste extract :

رطوبة التربة في الحقل غير ثابتة وتتذبذب في مدى يتراوح بين الحد الأدنى للمحتوى الرطوبي (الذبول الدائم) الى الحد الاعلى متمثلاً بالسعة الحقلية والتي عندها المحتوى الرطوبي يقدر بمرتين بقدر المحتوى الرطوبي عند درجة الذبول (wilting point) ويقدر المحتوى الرطوبي عند حالة الاشباع (saturation) بحوالي اربعة مرات بمقدار المحتوى الرطوبي عند درجة الذبول وبحوالي مرتين بقدر المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية . ويسلك تركيز الاملاح سلوكاً معاكساً وفي كل انواع التربة حيث يكون تركيز الاملاح الذائبة عند الاشباع تقريباً ربع تركيزها عند درجة الذبول ونصف تركيز الاملاح في محلول التربة عند السعة الحقلية بسبب العلاقات الاساسية بين نسبة الرطوبة عند التشبع مع الثوابت الاخرى ولان الاملاح تتركز أكثر في محلول التربة بانخفاض المحتوى الرطوبي والاقتراب من نقطة الذبول .ومن هذا يظهر أن هناك علاقة معينة بين نسبة الرطوبة وتركيز الاملاح عند حالة الاشباع من جهة وعند السعة الحقلية ونقطة الذبول من جهة اخرى . وبالتالي يمكن استخدام تركيز الاملاح في مستخلص العجينة المشبعة للتنبؤ عن ملوحة التربة عند السعة الحقلية ونقطة الذبول ، وبما ان نسبة الرطوبة للعجينة المشبعة ثابتة لكل تربة ، لذلك اعتبر العاملون في مختبر الملوحة الامريكي - مستخلص العجينة المشبعة - هو

المستخلص الذي يمكن اعتماده وقياس الملوحة فيه (ECe) لغرض توصيف وتصنيف الترب المتأثرة بالملوحة . حتى عام 1950 المحتوى الملحي للترب يتم تقدير من التوصيل الكهربائي للعجينة المشبعة saturated soil pastes ولكن نتيجة التقدم الذي حصل في فهم الترب المتأثرة بالأملاح ، فان النبات يستجيب للتركيز الملحي في محلول التربة وليس المحتوى الملحي الكلي . لذلك اوصى مختبر الملوحة الامريكي باعتماد التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة ECE لقياس ملوحة التربة وذلك للأسباب التالية:-

- 1- تربط بعلاقة مباشرة مع مديات المحتوى الرطوبي في الحقل ولمعظم الترب .
- 2- يُعبر في جميع بيانات تحمل النبات للملوحة بمصطلح التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة ECE كما هو موضح في الصفحة التالية .
- 3- يمكن الحصول على الكاتيونات والانيونات الذائبة وتقدير قياسات مهمة اخرى كنسبة الصوديوم المدمص (SAR) والتي يمكن من خلالها التنبؤ بالنسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP) ولقياس سمية البورون لأصناف نباتات متنوعة طورت لمثل هذه المستخلصات عند توقع السمية لهذا العنصر .

تحضير واعداد عجينة التربة المشبعة :

تعتبر طريقة عمل وتحضير العجينة المشبعة الموصوفة من قبل مختبر الملوحة الامريكي هي الاساس

1- المواد المطلوبة : أقداح بلاستيكية بحجم 250-500سم³، قمع ترشيح بخنر Buchner funnel،

ورق ترشيح Filter paper، جهاز تفريغ هواء Vacuum pump. محلول صوديوم هكساميتا فوسفيت

0.1% Sodium hexametaphosphate Na(PO₃)₆.

1- طريقة العمل : يؤخذ وزن معين من التربة الجافة هوائياً ويضاف لها الماء المقطر تدريجياً مع الخلط

المستمر بالملعقة الخاصة بمزج التربة spatula لحين الوصول الى حد الاشباع الذي يمكن الاستدلال

عليه من صفات العجينة وهي لماعة عند النظر اليها ، تسيل من أعلى الملعقة بدون مقاومة عند

وضعها بصورة مائلة وتلتئم ببطء عند عمل شق أو اخدود فيها . تترك العجينة لعدة دقائق بعد تغطيتها

مع ملاحظة خصائصها فان وجد ماء زائد فيضاف لها قليلا من نفس التربة . فترة الاتزان تكون 10

دقائق في غياب الجبس أو ساعتين في وجوده لقياس التوصيل الكهربائي وإذا كان الهدف تقدير

الايونات الذائبة لفترة الاتزان تزداد الى 6 ساعات للوصول الى اتزان التبادل الكاتيوني . يتم الحصول

على مستخلص العجينة المشبعة بعد نقل العجينة المشبعة الى قمع الترشيح تحت تأثير التفريغ الهوائي (suction) لحين توقف نزول الراشح وتتوقف عملية الترشيح عندما يبدأ الهواء بالمرور خلال الراشح. يضاف قطرة واحدة من محلول الصوديوم لمنع ترسيب كربونات الكالسيوم من المستخلص عند تركه لفترة طويلة ، كمية محلول الصوديوم المضاف سوف تزيد من كمية الصوديوم بحوال 0,5 جزء في المليون (0.02 ملي مكافئ/لتر)، وهو غير معنوي مقارنة مع مقدار الفقد في كربونات الكالسيوم . يتم بعد ذلك قياس تراكيز الايونات الذائبة والتوصيل الكهربائي للمستخلص .

Table 3. Crop salt tolerance ratings, row crops and grains, annual forages.

Crop	Threshold Salinity		% Yield decrease	Ec _e at 70% yield	Relative tolerance*				Source
	1:1 soil:water slurry, dS/m**	Saturated paste method, dS/m	% per dS/m saturated paste	saturated paste dS/m	S	MS	MT	T	
Alfalfa	1.4	2.0	7.3	6.1		X			Bernstein & Francois, 1973
Barley	3.4	8.0	5.0	14.0				X	Hassan et al., 1970a
Beans, dry	1.1	1.0	19.0	2.6	X				Osawa, 1965
Canola (<i>rapa</i>)	4.0	9.7	14.0	11.8				X	Francois, 1994
Canola (<i>napus</i>)	4.4	11.0	13.0	13.3				X	Francois, 1994
Chickpea	-	-	-	-		X			Manchanda & Sharma, 1989
Corn	1.3	1.7	12.0	4.2		X			Hassan et al., 1970b
Crambe	1.4	2.0	6.5	6.6		X			Francois & Kleiman, 1990
Flax	1.3	1.7	12.0	4.2		X			Hayward & Spurr, 1944
Millet	-	-	-	-		X			Maas & Grattan, 1999
Oat	-	-	-	-			X		US Salinity Lab, 1954
Potato	1.3	1.5	14.0	3.7		X			Bernstein et al., 1951
Rye	4.5	11.4	10.8	14.2				X	Francois, 1989
Safflower	-	-	-	-			X		Francois & Bernstein, 1964
Sorghum	3.0	6.8	16.0	8.7			X		Francois et al., 1984
Soybean	2.4	5.0	20.0	6.5			X		Bernstein & Ogata, 1966
Sudangrass	1.7	2.8	4.3	9.8			X		Bower et al., 1970
Sugarbeet	3.1	7.0	5.9	12.0				X	Bower et al., 1954
Sunflower	2.4	4.8	5.0	10.8			X		Francois, 1996
Wheat	2.8	6.0	7.1	10.2			X		Asana & Kal, 1965
Wheat, semidwarf	3.6	8.6	3.0	18.6				X	Francois et al., 1986
Wheat, durum	2.7	5.9	3.8	13.8				X	Francois et al., 1986

* S = sensitive, MS = moderately sensitive, MT = moderately tolerant, T = tolerant

**estimated value based on a medium soil

بعض الملاحظات التي يجب أخذها بنظر الاعتبار عند تحضير العجينة :

- 1- وزن التربة اللازمة لعمل المستخلص يعتمد على عدد ونوع التحليلات ، طريقة التحليل الملا والمحتوى الملحي في التربة ، بشكل عام ثلث الى ربع كمية الماء المضافة يمكن الحصول عليها عند ترشيح مستخلص العجينة المشبعة بواسطة التفريغ
- 2- الترب العضوية تحتاج للترطيب لمدة 24 ساعة ويلاحظ عليها الجفاف بعد ذلك الامر الذي يتطلب اضافة الماء وإعادة المزج للحصول على عجينة ثابتة .

- 3- التربة الخشنة النسجة يمكن أن تصبح فوق الاشباع بسرعة عند تحضير العجينة المشبعة وبالتالي يجب اضافة الماء بكميات قليلة وفي أكثر الاحيان يفضل عمل مستخلص بنسبة (1:1) بدل العجينة المشبعة والتي يصعب الحصول عليها لهذه التربة.
- 4- بالنسبة للتربة الطينية الناعمة يجب اضافة الماء مع المزج القليل للوصول الى حد الاشباع حيث يساعد ذلك في تحضير العجينة المشبعة .

ب- استخدام مستخلصات مائية مخففة :

يتم فيها استخلاص مكونات الاملاح من التربة بعد مزجها مع الماء المقطر بنسب مختلفة (تربة : ماء) (1:1) أو (2:1) أو (5:1). يستفاد من بيانات الملوحة التي يتم الحصول عليها من هذه المستخلصات لتقدير كمية الاملاح التي يمكن أن تزال أثناء الغسل . من المأخذ على هذه الطريقة هي عدم محاكاتها ظروف التربة الطبيعية بسبب حدوث تخفيف كبير لمحلول التربة دون أي اعتبار لتغير التركيب الايوني بسبب عمليات التبادل الكاتيوني بين الكاتيونات المختلفة أو امكانية ترسيب أو ذوبان أملاح معينة وتغير محتوياته خاصة بعض الاملاح القليلة الذوبان كالجبس والكلس حيث يلاحظ عدم ثبات كمية الاملاح (ملغم/100غم) وخاصة في التربة الحاوية على الجبس (جدول2). تركيز الايونات والتوصيل الكهربائي لهذه المستخلصات تكون دائماً أقل من مستخلص العجينة المشبعة بسبب تأثير التخفيف وبالرغم من هذه الفروقات في النتائج ، فان الكثير من المختبرات التجارية تستخدم هذه المستخلصات بسبب سهولة الاستخلاص خاصة في التحليلات الروتينية عندما يكون عدد النماذج كبيراً اضافة الى قلة التكاليف . وفي حالة قياس التوصيل الكهربائي في مستخلصات مائية ذات مستوى رطوبي أعلى من المستوى الرطوبي للعجينة المشبعة ، فيمكن تحويلها باستخدام بعض العلاقات البسيطة بعد معرفة نسبة التشبع كما أظهرت التجارب التي اجريت في العراق بان هناك علاقة خط مستقيم بين قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص (1:1) وقيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة ومعامل تحويل يتراوح بين 1,8-2,2 . الجدول التالي يبين ملخص التوصيف الاحصائي للايونات الرئيسية والتوصيل الكهربائي لنماذج التربة والعلاقات بين مستخلص العجينة المشبعة والمستخلصات الاخرى .

طريقة العمل

- 1- نأخذ عبوات بلاستيكية بحجم معين حسب حجم المستخلص المراد بحجم 250 - 500 مل تغسل بالماء المقطر بشكل جيد .

2- نوزن حجم معلوم من عينة التربة التي جففت هوائياً وتم نخلها بمنخل 2mm مثلاً حسب نوع المستخلص المراد تحضيره : في حال تحضير مستخلص (1:1) نأخذ 100 غم تربة ونظيف إليها 100 مل ماء مقطر لتحضري مستخلص (1:2) نأخذ مثلاً 100 غم تربة ونظيف إليها 200 مل ماء مقطر .

3- توضع العينة التي تحتوي على التربة والماء المقطر في جهاز الرجاج لمدة 15 دقيقة لضمان حصول الاتزان الكيميائي وتسمى العينة معلق التربة .

4- نرشح المعلق في عبوات بلاستيكية نظيفة ومغسولة بالماء المقطر لكي نحصل على مستخلص التربة.

جدول (2) تأثير كمية الماء المضافة على استخلاص الاملاح في ترب ملحية صودية وجبسية.

تربة ملحية جبسية		تربة ملحية صودية		تربة : ماء
كمية الاملاح ملغم/100غم تربة	كمية الاملاح ملغم/100مل	كمية الاملاح ملغم/100غم تربة	كمية الاملاح ملغم/100مل	
192	192	3701	3701	1 : 1
385	193	3692	1846	2 : 1
570	190	3702	1234	3 : 1
955	191	3685	737	5 : 1
1931	193	3697	370	10: 1
3846	193	3699	187	20: 1

طريقة العمل :

1- زن 50- 100 غم تربة جافة هوائياً في ورق مخروطي (عدم استخدام تربة جافة بالفرن لان التجفيف بالفرن يحول جزء من الجبس $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ الى صيغة اخرى أكثر ذوباناً وهي $(CaSO_4 \cdot 5H_2O)$.

2- اضع الكمية المناسبة من الماء للوصول الى النسبة من التربة الى الماء المطلوبة .

3- رج النموذج ميكانيكياً لساعة واحدة وعند عدم توفر الرجاج فتم العملية باليد لدقيقة واحدة لأربعة مرات بفترة راحة مقدارها نصف ساعة .

4- رشح واستبعد القطرات الاولى خاصة اذا كانت عكرة اما بواسطة طرق الترشيح الاعتيادية أو بواسطة الطرد المركزي او بواسطة قدر الضغط. اصف قطرة واحدة من الصوديوم هكساميتافوسفيت لكل 25 سم³ من الراشح .

Table 3
Summary statistics for major ions and electrical conductivity of the soil samples used to establish relationships between saturated paste extracts and different soil to water ratios

Statistic	EC				me Γ ⁻¹			
	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
<i>SP extracts</i>								
Mean	5.34	34.63	0.28	49.05	38.09	0.81	107.58	13.69
Median	3.19	14.80	0.25	29.66	10.55	0.77	52.28	2.22
Standard error	0.77	5.96	0.02	7.06	7.55	0.06	18.07	2.26
Minimum	0.22	0.54	0.03	3.14	1.4	0.19	0.75	0.17
Maximum	17.68	130.51	0.65	174.65	195.83	1.68	406.80	59.63

(1:1) soil to water ratio

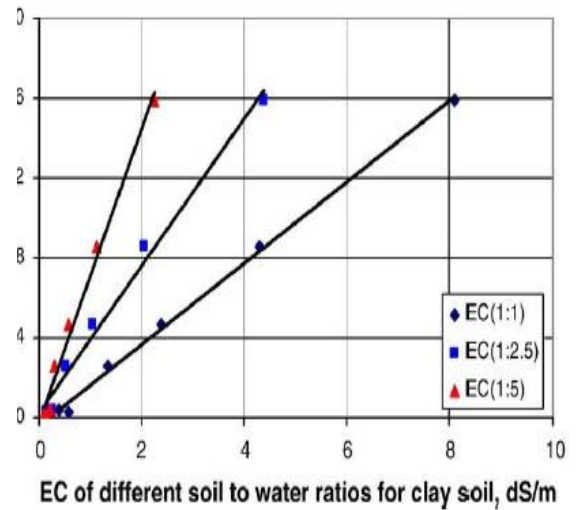
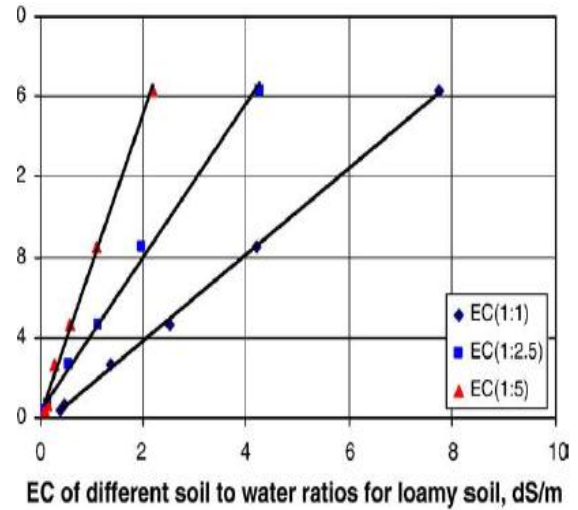
Mean	2.66	15.70	0.18	23.06	14.46	0.31	48.20	5.47
Median	1.58	7.99	0.19	16.16	4.91	0.29	27.75	1.99
Standard error	0.34	2.48	0.01	2.86	3.72	0.02	7.12	1.86
Minimum	0.31	1.17	0.04	4.17	0.93	0.02	5.25	0.28
Maximum	8.35	59.36	0.4	78.1	120.33	0.68	193.55	65.09

(1:2.5) soil to water ratio

Mean	1.30	8.14	0.11	10.40	4.50	0.44	21.11	1.60
Median	0.67	3.56	0.09	6.02	2.17	0.41	10.25	1.28
Standard error	0.19	1.40	0.01	1.41	0.70	0.02	3.38	0.19
Minimum	0.07	0.21	0.03	0.45	0.50	0.17	0.40	0.03
Maximum	4.50	31.56	0.29	33.32	17.66	0.79	78.55	5.15

(1:5) soil to water ratio

Mean	0.72	4.30	0.08	5.66	2.82	0.28	11.22	1.37
Median	0.37	1.81	0.07	3.69	1.52	0.24	4.93	0.97
Standard error	0.10	0.72	0.01	0.69	0.39	0.02	1.65	0.16
Minimum	0.08	0.07	0.03	0.79	0.81	0.14	1.00	0.19
Maximum	2.31	15.94	0.21	18.24	10.68	0.82	39.30	4.85



قياس التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة أو أي مستخلص آخر:

1- قياس الايصالية الكهربائي باستخدام جهاز (EC-meter)

وتعتمد هذه الطريقة على قياس التوصيل الكهربائي للمستخلص المائي. وتمتاز هذه الطريقة ببساطتها وسرعتها. لذلك تعتبر من الطرق المفضلة والشائعة لقياس كمية الاملاح الكلية في التربة والوحدة المستخدمة للقياس هي المليموز/سم والتي تساوي $\frac{1}{1000}$ من المو (mho) باعتبار أن التوصيل الكهربائي عكس المقاومة الكهربائية التي وحدتها الاوم (ohm) والوحدة الجديدة لقياس التوصيل الكهربائي حسب النظام العالمي هي ديسي سيمنز/متر (ds/m). ويتم القياس بواسطة جهاز قياس التوصيل الكهربائي (EC-meter) والذي يحتوي على قطب يغمس داخل مستخلص التربة ويقاس هذا الجهاز التوصيل الكهربائي في

المستخلص على اعتبار أن المستخلص هو محلول الكتروليتي وعموماً فان التوصيل الكهربائي يزداد بزيادة درجة حرارة المحلول وبحدود 2% تقريباً .

ويستفاد من قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة في حساب النسبة المئوية للاملاح في التربة باستخدام العلاقة التالية :

1- حساب الضغط الازموزي .

$$\text{o.p.} = \text{EC ds/m} \times 0.36 \quad (\text{bar})$$

2- ويمكن من خلال قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة للتربة حساب تركيز الاملاح معبراً عنه بالجزء بالمليون .

إذا كانت الايصالية الكهربائية أقل من **5 ds/m** نستخدم المعادلة التالية :

$$(\text{ppm}) \text{ saltin solution} = \text{EC ds/m} \times 640$$

اما إذا كانت الايصالية الكهربائية أكثر من **5 ds/m** نستخدم المعادلة التالية :

$$(\text{ppm}) \text{ saltin solution} = \text{EC ds/m} \times 800$$

3- كما يمكن الاستفادة من قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة في حساب مجموع الكاتيونات أو الأنيونات وحسب العلاقة التالية :

$$\text{Cation or anions (meq/l)} = \text{EC ds/m} \times 10$$

4. ناتج جمع الأيونات الموجبة والسالبة الذائبة في الماء :

يتم تقدير تراكيز الأيونات الموجبة (Ca ، Mg ، Na ، K) والسالبة (Cl ، SO₄ ، CO₃ ، HCO₃) الذائبة في مستخلص العجينة المشبعة للتربة اما بالطرق التقليدية او باستخدام اجهزة متطورة وتحسب النتائج بالمليمكافى او بالمليمول / لتر في وزن معين من التربة . ولأجل حصول تعادل كهربائي ضمن المستخلص فلا بد من ان يكون مجموع الايونات الموجبة مساوي للأيونات السالبة محسوبة بوحدات الملي مكافى/لتر (مليمول شحنة/ لتر) حيث يطلق على المجموع الكلي للأيونات الموجبة والسالبة بالقيمة الكلية للأملاح الذائبة وهو تعبير أساسي لما تحوي التربة من أملاح ذائبة واعتماداً على العلاقة التالية :

$$\text{مجموع تركيز الكاتيونات} = \text{مجموع تركيز الأنيونات} \dots\dots\dots (\text{مليمكافى/لتر})$$

$$\text{Cations or Anions} = \text{EC (dS.m}^{-1}) \times 10$$

تستغرق هذه الطريقة وقتاً طويلاً وتحتاج الى اجهزة ولها نفس مشاكل الطريقة السابقة من حيث نسبة التربة الى الماء وذوبان الاملاح الشحيحة الذوبان . دقة النتائج المتحصل باستخدام هذه المحاليل تعتمد على نوع الاملاح فإذا كانت الاملاح السائدة كلوريدات فان كمية الاملاح سوف لن تتأثر كثيراً بتغيير نسبة الماء الى التربة لان املاح الكلوريدات تمتلك درجة ذوبان عالية ولا تتأثر بدرجة الحرارة ولكن تركيزها يقل ، ولكن اذا كانت الاملاح السائدة هي خليط من الكبريتات والكربونات والتي لها درجة ذوبان منخفضة او قليلة نسبياً فان كمية الاملاح الذائبة سوف تعتمد على نسبة التربة الى الماء . اساس نجاح هذه الطريقة هو تحضير مستخلصات التربة . ويمكن حساب الايصالية الكهربائية من خلال المعادلة التالية :

$$\text{EC dS m}^{-1} = \text{Cation or anions (meq/l)} / 10$$

مثال 2: أخذ 100 غم تربة وتم ترشيحها بـ 100 م ماء مقطر وكان تركيز الكاتيونات والانيونات فيها كالتالي :

$$\text{Na}^+ = 7 \text{ meq/l} \quad \text{K}^+ = 3 \text{ mmol/l} \quad \text{Ca}^{++} = 3 \text{ meq/l} \quad \text{Mg}^{++} = 4 \text{ mmol/l}$$

$$\text{Cl}^- = 6 \text{ mmol/l} \quad \text{CO}_3^{--} = 4 \text{ meq/l} \quad \text{HCO}_3^- = 7 \text{ meq/l} \quad \text{SO}_4^{--} = 2 \text{ mmol/l}$$

أحسب التوصيل الكهربائي لهذه التربة؟

الحل / يجب ان يتحقق مبدئ تساوي الكاتيونات مع الانيونات معبراً عنها بالمكافئ/لتر

$$7 + 3 + 3 + 8 = 21 \text{ meq/l} \quad \text{مجموع الكاتيونات}$$

$$6 + 4 + 7 + 4 = 21 \text{ meq/l} \quad \text{مجموع الانيونات}$$

$$\text{Cations or Anions} = \text{EC} (\text{dS.m}^{-1}) \times 10$$

$$21 = \text{EC} (\text{dS.m}^{-1}) \times 10 \quad \text{EC} (\text{ds.m}^{-1}) = \frac{21}{10} = 2.1$$

مثال 3: أخذ 50 غم من تربة وأضيف لها 100 مل ماء مقطر وتم الترشيح والحصول على المستخلص ومن ثم قياس التوصيل الكهربائي لهذا المستخلص عند درجة حرارة 25 °م فكانت قيمته 0.004 موز/سم جد المجموع الكلي للكاتيونات (مليمكافئ/لتر)، الضغط الازموزي بالبار، تركيز الأملاح بـ ppm (ملغم/لتر) والنسبة المئوية للأملاح الموجودة في التربة.

$$4 = 1000 \times 0.004 \quad \text{(ديسي سيمنز/م) مليموز/سم}$$

$$10 \times \text{EC} = \text{مجموع الكاتيونات (مليمكافئ/لتر)}$$

$$40 = 10 \times 4 = \text{مليمكافئ/لتر}$$

$$0.36 \times \text{EC} = \text{الضغط الازموزي (بار)}$$

$$1.44 = 0.36 \times 4 =$$

$$640 \times EC = (\text{ppm}) \text{ تركيز الأملاح}$$

$$2560 = 640 \times 4 = \text{ملغم/لتر}$$

سم ³ (ماء)	ملغم (ملح)
1000	2560
100	س

$$\text{س} = 256 \text{ ملغم/} 100 \text{ سم}^3$$

غم (تربة)	ملغم (ملح)
50	256
100	س

$$\text{س} = 512 \text{ ملغم/} 100 \text{ غم تربة}$$

$$= 0.512 \% (\text{غم ملح/} 100 \text{ غم تربة})$$

التوازن الايوني Ion Balance :

نظرياً وحسب اسس التعادل الكهربائي ، الانيونات يجب ان تساوي الكاتيونات عندما يتم التعبير عنها بوحدات الملي مكافئ :

مجموع تراكيز الكاتيونات (ملي مكافئ/لتر) = مجموع تراكيز الانيونات (ملي مكافئ/لتر).

ويستفاد من هذه العلاقة في كثير من الاحيان في اختبار دقة تحليل مكونات مستخلص التربة، عند تحليل مكونات مياه الري وكذلك في حساب أحد الكاتيونات أو الانيونات التي يصعب تقديرها أو قياسها لسبب ما في بعض المختبرات . لكن ليس من الضروري تساوي مجموع الايونات السالبة والموجبة عند تحليل الترب الملحية حيث ان هناك بعض الايونات ممكن لم يتم تقديرها مثل ايونات النترات والسيليكات $\text{SiO}_4\text{-4}$ وايونات الالومينات $\text{AlO}_3\text{-3}$ في المحاليل الملحية القاعدية التفاعل .

خطأ التوازن الايوني IBE (Ion Balance error): يمكن التعبير عنه من الفرق بين تركيز الايونات كنسبة مئوية للمجموع وكما يلي :

$$IBE(\% \text{ difference}) = \left[\sum \text{cations} - \sum \text{anions} \right] / \left(\sum \text{cations} + \sum \text{anions} \right) \times 100$$

مثال 4: احسب مقدار الخطأ في التوازن الايوني لتحليل المستخلص التالي :

مجموع الكاتيونات = 26 مللكافئ/لتر وكما يلي :

الكالسيوم = 10 ، المغنيسيوم = 5 ، الصوديوم = 10 والبوتاسيوم = 1 .

مجموع الانيونات = 24 مللكافئ/لتر بواقع الكربونات = 2 ، البيكاربونات = 2 ، الكلوريد = 10

والكبريتات = 10 .

$$IBE = \frac{26 - 24}{26 + 24} \times 100 = 4$$

وبعد تطبيق المعادلة يكون مقدار الخطأ في التوازن الايوني = 4% وهو ضمن الحدود المقبولة وبالتالي فان التحليل صحيح .

مثال 5: مجموع الكاتيونات = 30 مللكافئ/لتر ، الكالسيوم = 10 ، المغنيسيوم = 3 ، الصوديوم = 15 والبوتاسيوم = 2 .

مجموع الانيونات = 21 مللكافئ/لتر موزعة بواقع 2 للكربونات ، البيكاربونات = 4 ، الكلوريد = 5

والكبريتات = 10 .

$$IBE = \frac{30 - 21}{30 + 21} \times 100 = 17$$

مقدار الخطأ في التوازن الايوني = 17% وهو ليس ضمن الحدود المقبولة وفي هذه الحالة يجب اعادة التحليل .

3. الكاتيونات يمكن ان تقدر بأي تسلسل وبعد تقدير أي ثلاثة من الكاتيونات مقدر (بالملي مكافئ /لتر) (مليمول شحنة/لتر) يمكن تقدير ما تبقى عن طريق طرح مجموع الكاتيونات الثلاثة من الـ (EC 10).

$$\text{Cations or Anions} = \text{EC (dS.m}^{-1}) \times 10$$

مثال 6: اذا عينة تربة الايصالية الكهربائية لها 8.4 dS m^{-1} احسب تركيز الكبريتات اذا تركيز كل من الكربونات = 5.6 البيكربونات = 4.8 ، الكلوريد = 45.6 مقدره بوحدة (الملي مكافئ / لتر).
مجموع الايونات الثلاثة = 56 الايصالية الكهربائية = 8.4 .

$$\text{Cations or Anions} = \text{EC (dS.m}^{-1}) \times 10$$

$$\text{Cations or Anions} = 8.4 (\text{dS.m}^{-1}) \times 10 = 84$$

$$84 - 56 = 28 \text{ mq l}^{-1} \quad \text{Concentration of } \text{SO}_4^{2-}$$

- بالنسبة للانيونات مثل النترات والكلوريدات يجري تحليلها بعد تقدير القاعدية لسهولة العملية، بعد ذلك تقدر الكبريتات عملياً او حسابياً من الفرق بين :

$$(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}) - (\text{alkalinity} + \text{NO}_3^{-} + \text{Cl})$$

- يتم تقدير البورون B- والذي يكون تركيزه ضئيل جداً مقارنة بالأيونات الرئيسية ولكن تقديره مهم جداً لأنه عنصر سام حتى في التركيز الواطئة .

Anions sum (meq/l)	Acceptable difference in IBE (%)
0 – 3.0	± 0.2
3.0 – 10.0	± 2
10.0 – 800.0 or more	± 5

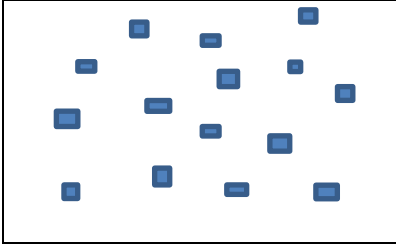
جمع العينات الترابية

1- جمع النماذج الترابية من المقدرات

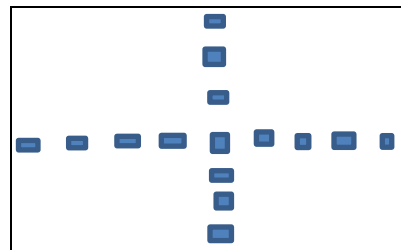
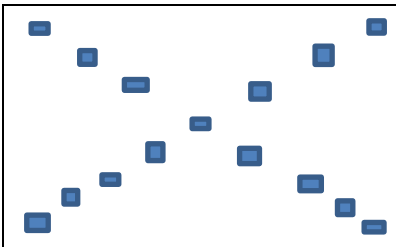
تؤخذ التجمعات السطحية للمادة العضوية من (A-Horizon) بشكل منفصل ويثبت معدل سمكها. ومن هذا الأفق يجب أن يجمع النموذج من مساحة تزيد عن متر مربع واحد أو أكثر ليعطي كمية نموذج كافية وتكون عادة حوالي (2كغم) ، وبعد ذلك تؤخذ النماذج من الأفق المتعاقبة بحوالي (1كغم) ابتداءً من الأفق السفلي لكي نتجنب التلوث. توضع النماذج في عبوات بلاستيكية (أكياس) وتكتب المعلومات على ورقة كارتون توضع داخل الكيس وأخرى مثبتة على العبوة بخيط ، ثم تهيأ النماذج وبعدها ترسل الى المختبر لأجراء التحليلات المطلوبة.

2- جمع العينات الترابية من الحقل

لا توجد ارقام متفق عليها عالمياً حول عدد العينات الفردية اللازم أخذها الا انه يمكن اخذ ثماني عينات فردية لكل هكتار على الأقل وخطها للحصول على عينة مركبة واحدة .



نموذج مثال لأخذ العينات من حقل متجانس
(الطريقة العشوائية)



نموذج
متصالب
في حقل
متجانس

تهيئة نماذج التربة للتحليل Handling of soil samples

1- التجفيف drying

تجلب النماذج الترابية الى المختبر وتنتشر على قطع من النايلون لتجفيفها بالهواء وتزال منها الكتل المتصلبة الخشنة وقطع الجذور والأوراق وبقايا المواد العضوية غير المتحللة ، وتكسر الكتل الكبيرة من التربة الرطبة ويفضل تجفيف التربة هوائياً على درجة 25 - 35°م ورطوبة نسبية تتراوح بين 20 - 60 % ويمكن خلط النماذج أثناء التجفيف .

2- الطحن grinding

بعد تجفيف التربة هوائياً تطحن باستخدام الهاون ويجب الاستمرار بعملية الطحن الى أن تخزن التربة خالية من التجمعات . إذا كانت التربة حاوية على كاربونات الكالسيوم فإن درجة التنعيم تؤثر على محتواها من كاربونات الكالسيوم . وقد تكون الهاون والمطرقة من الخشب أو الفرفوري أو الحجر أو من الفولاذ غير القابل للصدأ .

3- النخل Sieving

تنخل التربة المطحونة بمنخل (2ملم) وتطرح المواد الأكبر حجماً من (2ملم) ويمكن أن يكون المنخل من الفولاذ غير قابل للصدأ أو من النايلون ويجب تجنب المناخل المصنوعة من الحديد والنحاس والبراس عند تقدير كاتيونات العناصر الصغرى .

يمكن إجراء جميع تحليلات التربة تقريباً على جزء التربة أقل من (2ملم) وإذا دعت الحاجة الى اقل من 1غم لأجراء تحليل معين مثل تقدير الكاربون العضوي ، فيمكن تنعيم 20 – 25 غم من التربة بحجم 2ملم ثم تنخل بمنخل 0,2 – 0,5 ملم.

وعند إجراء تحليلات أو تجارب معينة نحتاج فيها الى تربة رطبة يجب أن تنقل هذه النماذج الى المختبر في علب بلاستيكية بعد عملية الجمع ، وبعد الإزالة السريعة للأحجار ... الخ ، وتفرك في منخل Wire mish قطر فتحاته 4- 5 ملم وتوزن مباشرة للتحليل وتقدير الوزن الجاف .

4- الخزن Storage

نماذج التربة المنعمة يجب أن تخزن في عبوات بلاستيكية أو زجاجية لأجراء التحليلات مع مراعات وضع البطاقات الخاصة بالنموذج .

قياس تفاعل التربة SOIL pH

تعرف درجة تفاعل التربة الـ pH على أنها اللوغرتم السلب لنشاط أيون الهيدروجين في المحلول ،
 $pH = -\log [H^+]$ ولأن الـ pH لوغارتم يزداد تركيز أيون الهيدروجين في المحلول عشرة مرات عندما
 تنخفض درجة الـ pH وحدة واحدة أي أن ايون الهيدروجين H^+ هو سبب الحموضة وأيون الهيدروكسيل
 OH^- هو سبب القاعدية . وكما معروف ان الماء يتأين قليلا كما يأتي :



$$K = [H] [OH]$$

كلما كانت قيم الـ pH أقل من (7) يميل المحلول نحو الحموضة وكلما كانت أعلى من (7) يميل المحلول الى
 القاعدية ويكون المحلول متعادلاً عندما يكون عدد أيونات الـ H^+ مساوية لعدد أيونات الـ OH^- عندها تكون قيمة
 الـ pH مساوية لـ 7 عند درجة حرارة 25°م كما هو الحال في الماء المقطر الخالي من CO_2 . وتتميز الترب
 التي تختلف بطبيعتها غرويتها بقيم مختلفة من درجة تفاعل التربة ، فالترب الحاوية على كمية ملحوظة من
 الهيدروجين والألمنيوم ما بين الايونات الموجبة المتبادلة تنصف بدرجة تفاعل واطئة (حامضية) ، بينما تنصف
 الترب الحاوية على الصوديوم المتبادل بدرجة تفاعل عالية (قاعدية) .

تتراوح قيم pH محاليل الترب الزراعية بين 4.5 – 8.5.

ويمكن وصف العديد من الترب على أساس pH مستخلصاتها وبالشكل التالي :

حالة التربة	الـ pH
ترب شديدة الحامضية	أقل من 5
ترب شديدة الى متوسطة الحموضة	من 5 – 6.5
ترب متعادلة	من 6.5 – 7.5
ترب متعادلة الى قاعدية	من 7.5 – 8.5
ترب شديدة الحامضية	أكبر من 8

تتواجد التربة الحامضية في المناطق المعتدلة والمدارية حيث يعتبر سقوط الأمطار أمراً محتماً وعلى العكس من ذلك فإن تربة المناطق الجافة وشبه الجافة تكون قاعدية ، أي أن pH التربة أكثر من 7 نتيجة لوجود كربونات الكالسيوم ويرتفع الـ pH الى أكثر من 8,5 في التربة الحاوية على كميات عالية من الصوديوم .

الأهمية

تكمن أهمية pH التربة في أنها :

- 1- وسيلة أساسية لتحديد جاهزية العناصر الغذائية للنبات.
- 2- يعطي مؤشر عن حالة البيئية الميكروبية ومقدار تأثيرها على البقايا العضوية وتحويل العناصر الغذائية من صورة عضوية غير قابلة للحركة الى صورة معدنية قابلة للامتصاص من قبل النبات .
- 3- يعطي القدرة على أدارة التربة واختيار المحاصيل الزراعية وتطوير المراعي والغابات.
- 4- يعطي معلومات عن العناصر السمية الموجودة في التربة .

العوامل المؤثرة على قياس درجة تفاعل التربة :

- 1- طبيعة ونوع المركبات العضوية
- 2- نسبة التربة الى الماء
- 3- محتوى التربة من الاملاح
- 4- محتوى غاز CO₂
- 5- تفاعلات الاكسدة والاختزال

طرق التقدير

أولاً : الطريقة اللونية Colorimetric method

باستخدام الدلائل وهي أما قواعد أو حوامض عضوية ضعيفة ومن صفاتها أن لهل لون معين عندما تكون على شكل جزئ ويتغير لونها عندما تتأين وهذا يتوقف على درجة حموضة الوسط الذي يتواجد فيه الدليل وبذلك يكون الدليل دالة لدرجة حموضة ذلك الوسط ، فيما يلي لون بعض الدلائل و pH الوسط :

لون الدليل عند قيم pH الوسط	الدليل
3.2 أحمر – 4.6 أصفر	Methyl orang
2.8 أحمر – 4.0 أصفر	Methyl yellow
8.4 عديم اللون – 10.0 وردي	Phenolphthalein

ثانياً: الطريقة الكهربائية pH meter with combined electrode

وتعتمد على قياس فرق الجهد بين قطبين كهربائيين ، أحدهما يتوقف جهده الكهربائي على التركيز النشط لأيونات الهيدروجين والثاني لا يتوقف جهده على تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول ويكون فرق الجهد بين القطبين دالة على تركيز أيونات الهيدروجين النشطة .

خطوات العمل :**أولاً : تحضير مستخلص العجينة المشبعة :**

1- خذ حوالي 200 غم من التربة الجافة هوائياً وضعها في وعاء المزج وأضف إليها ماء مقطر بالتدريج وحضر منها عجينة مشبعة بالخلط والتقليب المستمر بواسطة الـ Spatula ، فإذا أظهرت العجينة لمعاناً وسالت قليلاً عند أماله الوعاء وانزلقت بحرية على سطح الـ Spatula ، وإذا عملنا شقاً في العجينة فإنه يعود ويلتحم بعد فترة قصيرة عندها تكون العجينة وصلت الى حالة التشبع ، وللتأكد من حالة التشبع ، تترك العجينة لمدة ساعتين فإذا أظهرت بيوساً وأختفا اللمعان أضف إليها قليلاً من الماء المقطر ، وأن تجمع ماء فوق سطحها فهذا يعني اننا تجاوزنا حد الأشباع لذا يجب إضافة كمية أخرى من الماء المقطر ، وفي كلتا الحالتين تخلط جيداً لحين الوصول الى المواصفات أعلاه.

2- وللحصول على مستخلص العجينة المشبعة ، اترك العجينة المشبعة لمدة 6 – 16 ساعة ثم رشح مستخدماً جهاز التفريغ الهوائي وأجمع الراشح في القنينة.

ثانياً : تحضير مستخلصات التربة

في أحيان كثيرة يستعاض عن مستخلص العجينة المشبعة لدراسة الصفات الكيميائية بمستخلصات التربة 1:1 ، 1:2 ، 1:5 ، 1:10 ، 1:20 لسهولة تحضيرها والحصول على راشحها .

1- مستخلص التربة (1:1) : زن 100 غم من التربة الجافة هوائياً في دورق مخروطي سعة 250 مل ، وأضف إليها 100 مل ماء مقطر ، سد الدورق ثم رج لمدة 15 دقيقة ورشح واجمع الراشح .

2- مستخلص التربة (1:5) : زن 20 غم من التربة الجافة هوائياً في دورق مخروطي سعة 250 مل ، وأضف إليها 100 مل ماء مقطر ، سد الدورق ثم رج لمدة 15 دقيقة ورشح واجمع الراشح .

ثالثاً: القياس

- 1- أضبط جهاز قياس الـ pH وذلك بقياس محلولين قياسييين على الأقل (ذات 4 pH و 7 pH للمحلول الحامضي ، 4 pH و 9 pH للمحلول القاعدي) وذلك للتأكد من صحة قرأه الجهاز .
- 2- أغسل القطب المشترك للجهاز جيداً بالماء المقطر وأمسهه بمنديل ورقي ناعم .
- 3- ضع القطب المشترك للجهاز في المستخلص المراد قياس درجة حموضته وسجل القراءة بعد مرور 30 ثانية ، ثم أخرج القطب المشترك من المستخلص وأغسله جيداً بالماء المقطر .



جهاز قياس درجة تفاعل التربة pH - meter

تحليل الأملاح الذائبة في التربة

ANALYSIS OF SOIL SOLUBLE SALTS

قياس التوصيل الكهربائي لمحلول التربة والمياه للتعبير عن محتواها من الاملاح :

يدخل هذا النوع من التحليل كأحد طرق التحليل الالي الشائعة في الكيمياء التحليلية باستخدام اجهزة لقياس بعض الخصائص الفيزيائية التي ترتبط ارتباطاً مباشراً او غير مباشر مع تركيز المادة المراد تحليلها مثل الكثافة واللون ومعامل الانكسار وامتصاص وانبعاث الضوء والايصالية الكهربائية . الاخيرة تدخل تحت عنوان التحليل بالتوصيل الكهربائي Analysis by Conductance وهي طريقة سريعة غير مكلفة لتقدير القوة الايونية لمحلول ما وأكثر الطرق استخداماً في الوقت الحاضر لإيجاد كمية الاملاح الذائبة في التربة وتعتمد على قياس التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة او أي مستخلص آخر مائي على اعتبار ان هناك علاقة خط مستقيم بين تركيز الاملاح الموجودة في محلول التربة او المستخلص (باعتبارها محاليل الكتروليتية) مع قيم التوصيل الكهربائي لها بغض النظر عن نوعية الاملاح وبالتالي فإنها طريقة غير متخصصة او غير قادرة على التمييز بين انواع الايونات ولكنها عوضاً عن ذلك تعطي قراءة تتناسب مع تأثير الايونات مجتمعة.

في حالة الموصلات الالكترونية (الفلزات) يكون نقل الكهربائبة فيها عن طريق الالكترونات وفي المحاليل يحمل التيار من قبل الكاتيونات التي تتحرك الى القطب السالب والانيونات الى القطب الموجب وتسمى المواد التي تكون محاليلها المائية قادرة على نقل التيار الكهربائي بالمواد الالكتروليتية electrolytes مثل الحوامض والقواعد القوية والأملاح ويحكم قانون اوم Ohm law العلاقة بين الجهد والتيار والمقاومة ورياضياً يعبر عنها بالـ $E = IR$ حيث ان E تمثل الجهد بالفولت و R المقاومة بالأوم (Ω) والتيار بالأمبير .

المقاومة تمثل قدرة أي مادة لإيقاف مرور التيار وتتناسب طردياً مع طول السلك L وعكسياً مع مساحة مقطع السلك A (معادلة رقم 1)

$$R \propto \frac{L}{A} \dots\dots(1)$$

وفي حالة المحاليل الأيونية فان قيمة L تمثل المسافة بين الكترودين و A مساحة المقطع العرضي للالكترودات . المعادلة أعلاه يمكن اعادة كتابتها بالشكل التالي (معادلة رقم 2) :

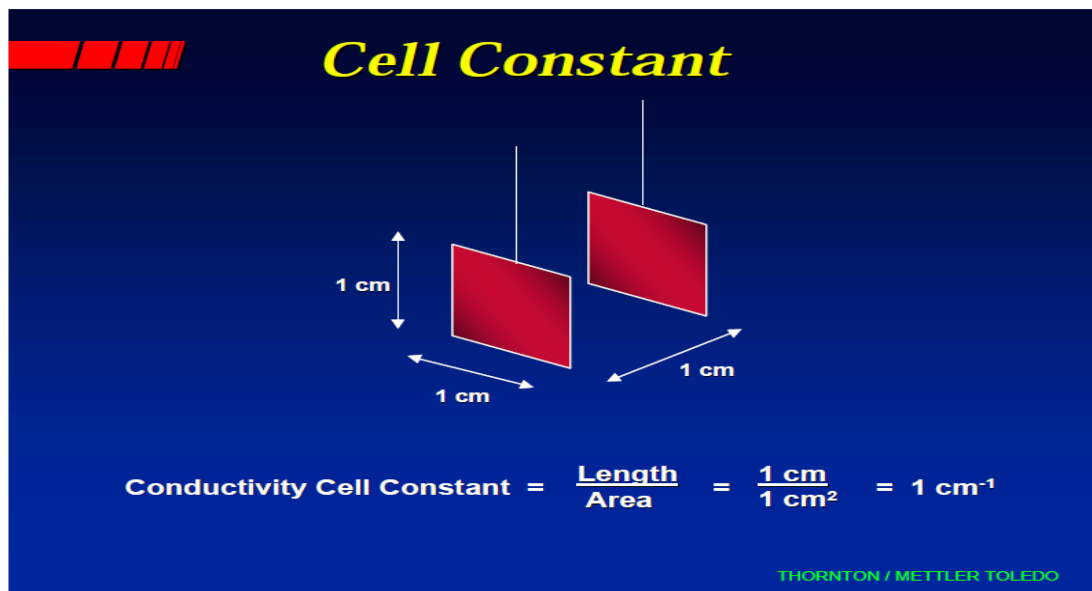
$$R = \rho \frac{L}{A} \dots (2)$$

حيث ان ρ تمثل ثابت التناسب وتعرف بالمقاومة النوعية specific resistance وتمثل مقاومة مادة او محلول يشغل حجم مقداره 1سم³ (سلك طوله 1سم ومساحة مقطعة 1سم²) ووحدة قياسه تبينها المعادلة رقم 3

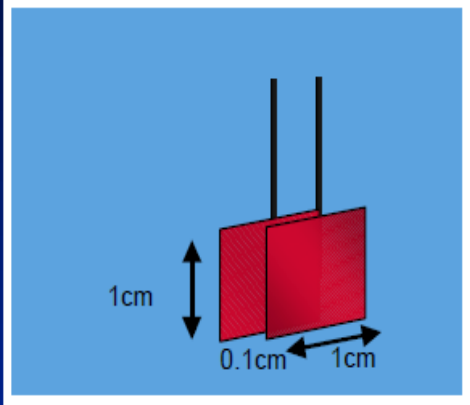
$$\rho = \frac{R A}{L} = \frac{\text{ohm} \cdot \text{cm}^2}{\text{cm}} = \text{ohm} \cdot \text{cm} \dots (3)$$

التوصيل Conductance (C) هو ميل المادة (سائلة، صلبة وغازية) للسماح لمرور التيار خلالها التوصيل الكهربائي هو مقلوب المقاومة النوعية ووحدتها $\text{ohm} \cdot \text{cm}^{-1}$ وتساوي $\text{mho} \cdot \text{cm}^{-1}$ او سيمنز.م-1 (معادلة رقم 4) ويمثل التوصيل الكهربائي لمادة او لمحلول يشغل حجم مقداره 1سم³، أي يعبر عنها لوحدة الحجم (سم³) .

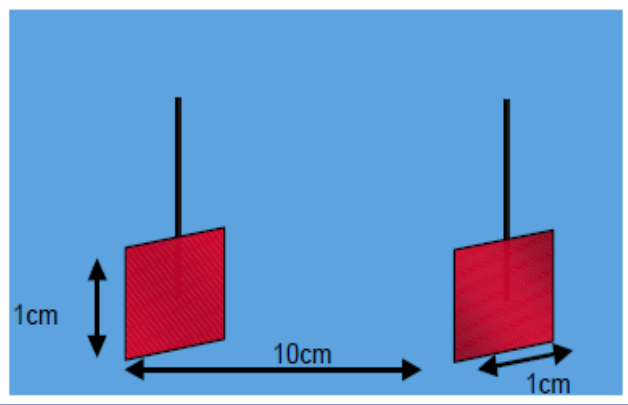
$$K = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{\frac{RA}{L}} = \frac{L}{RA} \dots (4)$$



Other Cell Constants



0.1 constant



10.0 constant

Cell Constant = Multiplier

التوصيل الكهربائي لبعض المحاليل الشائعة مبينة في الجدول التالي

Solution	Conductivity
Pure water	0.055 μ S/cm
Industrial water	1.0 μ S/cm
Tap water	50 μ S/cm
Ocean water	50mS/cm
31% HNO ₃	865mS/cm

Multiply by	→	To get
To get	←	Divide by
$\mu\text{S/cm}$	1	$\mu\text{mho/cm}$
mS/cm	1000	$\mu\text{S/cm}$
$\mu\text{S/cm}$	0.5	ppm

العوامل التي تؤثر على توصيل المحاليل الالكتروليتية

التوصيل الكهربائي لأي محلول هو دالة لكل من مجموع الايونات الذائبة total dissolved ions أي تركيزها، شحنة الايونات وقدرتها على الحركة وتكوين ازدواجات ايونية او معقدات مشحونة او غير مشحونة ، اضافة الى الحرارة .

1- درجة الحرارة : التوصيل الكهربائي يعتمد كثيراً على درجة الحرارة . التوصيل الالكتروليتي يزداد مع الحرارة وبمعدل $0.0191 \text{ mS/m}^\circ\text{C}$ لمحلول كلوريد البوتاسيوم القياسي تركيز 0.01 M . التأثير يكون كبيراً في المحاليل ذات القوة الايونية القليلة (ايصالية قليلة) . درجة الحرارة القياسية المعتمدة هي 25°C والقصد من ادخالها هو لمقارنة قياسات التوصيل الكهربائي عند درجات حرارة مختلفة . الاتجاه العام المعتمد هو زيادة بمقدار 2% / درجة مئوية زيادة عن الدرجة القياسية ويزداد المعامل الحراري في الماء العالي النقاوة ويصل الى 2.5% / م° ، $2.2 - 0.3\%$ للأملاح ، 0.2% لماء الشرب ، $8.1 - 2.2\%$ للقواعد وأخيراً $0.1 - 6.1\%$ / م° للحوامض .معظم الاجهزة الحديثة تقيس الايصالية عند الدرجة القياسية اوتوماتيكياً باستخدام الكترود الحرارة المعدل temperature compensation electrode الذي يغمر في المحلول ويصحح الحرارة من الصفر المئوي الى درجة 60°C وقد يكون التعديل يدوياً من خلال قياس الحرارة وتعديلها في الجهاز الى الدرجة القياسية باستخدام المعامل الحراري $0.0191 \text{ mS/m}^\circ\text{C}$ أو من خلال تطبيق المعادلة التالية

$$EC_{25} = K EC_m (1 + 0.019 (25 + F))$$

K = cell constant , E_{Cm} = measured conductance, F = temperature

2- حجم وسرعة حركة الايون ion size and mobility : حركة الايون تتخفض مع زيادة حجمه ولهذا السبب تتخفض ايصاليته ولكن في المحاليل المائية يجب أخذ تأدرت الايون بنظر الاعتبار والذي يؤثر بدوره على حركته وتوصيلة الكهربائي . حركة الايون تمثل سرعته في وحدة المجال المسلط علي نسبة الى المسافة التي يقطعها في زمن معين وترتبط بالتوصيل المكافئ والايصالية بعلاقات بسيطة .

3- طبيعة الالكتروليتات nature of electrolytes : اعتماداً على التوصيل الكهربائي تقسم المواد الى نوعين وهما (1)العوازل Insulators والتي تقاوم مرور التيار الكهربائي فيها بسبب عدم امتلاكها الكترونات حرة او دقائق مشحونة تتحرك بحرية مثل البوليمرات العضوية كالزجاج والبلاستيك (2) الموصلات Conductors والتي تسمح بمرور التيار فيها بمقاومة ضعيفة وتقسم بدورها الى (أ) موصلات فلزية تشمل كل الفلزات و(ب) الالكتروليتات وهي المواد الموصلة للكهربائية . تقسم الالكتروليتات نسب الى شدة نقلها للتيار الكهربائي الى قسمين ، الكتروليات قوية وتشمل كل المواد التي يكون تأينها عالياً جداً (كاملة التأين) كالحوامض والقواعد القوية ومعظم الاملاح تقريباً وتظهر هذه المواد توصيلاً عالياً عكس الالكتروليتات الضعيفة التي تتأين جزئياً في الماء مثل حامض الخليك و الامونيا . وهناك المواد غير الموصلة للكهربائية مثل السكر و الكلوكرز و اليوريا .

4- طبيعة المذيب ولزوجته nature of solvent and its viscosity : تقل حركة الايون في المذيبات ذات اللزوجة العالية وينخفض توصيلها .

5- التركيز concentration: يزداد التوصيل الكهربائي مع زيادة التركيز للمحاليل بسبب زيادة عدد الايونات في وحدة الحجم .

العلاقة بين التوصيل الكهربائي وكل من المحتوى الملحي والضغط الازموزي :

من فوائد قياس التوصيل الكهربائي هي امكانية تحويلها مباشرة الى الضغط الازموزي بخلاف النسبة المئوية للأملح في التربة والتي تعتمد على النسبة المئوية للرطوبة عندما يراد تحويلها الى وحدات الضغط الازموزي ، المخطط الموضح في الشكل 2 يبين ان أي قيمة من قيم التوصيل الكهربائي تقابل قيمة ثابتة لقيم الضغط الازموزي بغض النظر عن النسبة المئوية للرطوبة (او نسجه التربة) ، بينما أي قيمة معينة للنسبة المئوية للأملح تعطي قيم مختلفة للضغط الازموزي اعتماداً على النسبة المئوية للتشبع (SP). ويستفاد ايضاً من قيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة في حساب النسبة المئوية للأملح باستخدام العلاقة التالية :

$$\% \text{salt in soil} = \text{EC (dS.m}^{-1}) \times 0.064 \times \frac{\% \text{water at saturation}}{100}$$

وفي حالة قياس التوصيل الكهربائي في مستخلصات مائية ذات محتوى رطوبي اعلى من العجينة المشبعة والمطلوب تحويلها الى قيم ECe فيمكن ذلك من خلال العلاقة التالية:

$$\text{ECe} = \text{EC at any ratio} \times \% \text{ water}$$

يمكن الاستفادة أيضاً من قيم التوصيل الكهربائي في حساب تركيز الاملاح في مستخلص التربة او نموذج مائي معبراً عنها كجزء في المليون ppm من المواد الصلبة الذائبة TDS من خلال العلاقات التالية:

$$(\text{ppm}) = \text{EC(dS.m}^{-1}) \times 640 \quad (\text{EC} < 5 \text{ dS.m}^{-1}) \text{ or}$$

$$(\text{ppm}) = \text{EC(dS.m}^{-1}) \times 800 \quad (\text{EC} > 5 \text{ dS.m}^{-1})$$

$$(\text{dissolved solids ppm}) = (\text{EC}) 640 \times 1.087$$

أسباب ملوحة التربة

تعزى ملوحة التربة الى عاملين رئيسيين :

العامل الاول : ناتج عن تحلل بعض الصخور والمعادن بفعل عمليات التجوية المختلفة (العامل الطبيعي) وتنتج جراء ذلك ترب ملحية .

العامل الثاني : نتيجة استخدام مياه الري التي تحتوي على تراكيز مرتفعة من الأملاح أو نتيجة رداءة الصرف وبالتالي يؤدي ذلك الى ارتفاع المياه الجوفية الأرضية الى سطح التربة وتبخر مياه الري وترسيب الأملاح على سطح التربة على صورة بقع او قشرة ملحية .

الوحدات المستخدمة في قياس التوصيل الكهربائي هي mhos.cm^{-1} ، mmhos.cm^{-1} ، $\text{micro mhos.cm}^{-1}$ ولكن وحدة القياس الشائعة حالياً هي ds.m^{-1} والتي تساوي mmhos.cm^{-1} .

ويمكن وضع الترب المتأثرة بالأملاح في فئات اعتماداً على قيم التوصيل الكهربائي EC لمستخلصاتها .

حالة التربة	EC (ds.m ⁻¹) للمستخلص
-------------	-----------------------------------

أقل من 0.7	لا توجد فيها مشكلة ملوحة
من 0.7 – 4	ترب قليلة الى متوسطة الملوحة
أكبر من 4	ترب شديدة الملوحة

وتتضمن أيونات ذات العلاقة القوية بالترب المتأثرة بالأملاح :

الكاتيونات (الأيونات الموجبة) وتشمل Na^+ ، K^+ ، Ca^{++} ، Mg^{++}

الأنيونات (الأيونات السالبة) وتشمل CO_3^- ، HCO_3^- ، Cl^- ، SO_4^{--} ، NO_3^-

الأهمية

- 1- تقدير الأملاح الذائبة لمعرفة المكونات الملحية للتربة مهم في وضع خطط الاستصلاح.
- 2- تعتبر الملوحة إحدى القياسات المختبرية المهمة على اعتبار أنها تعكس مدى ملائمة التربة لزراعة المحاصيل .

طرق التقدير

هناك طريقتان لتقدير الأملاح الذائبة في التربة :

- 1- الطريقة الوزنية gravimetric method : وهذه تعتمد على استخلاص التربة وتبخير الماء في مستخلص التربة ووزن الراسب الذي يمثل الأملاح الذائبة .
- 2- طريقة قياس التوصيل الكهربائي electrical conductivity method :
تعتمد هذه الطريقة على قابلية المحلول الملحي على التوصيل الكهربائي وحسب تركيز الأملاح المتأينة فيه ، ويستخدم لهذا الغرض جهاز قياس التوصيل الكهربائي (EC meter) وفيه تستخدم قنطرة وتستون في قياس التوصيل الكهربائي وتتكون من مقاومتين معلومتين R_1 و R_2 ومقاومة متغيرة القياس R_4 ومقاومة غير معروفة R_3 . وتضبط المقاومة المتغيرة الى أن يسري تيار كهربائي بالحد الأدنى خلال الجهاز

خطوات العمل :

- 1- حضر مستخلص العجينة المشبعة ومستخلصات التربة كما ورد في بند حموضة التربة .
- 2- أغسل خلية جهاز التوصيل الكهربائي بالماء المقطر أمسحها بمنديل ورقي ناعم .
- 3- أقرأ مباشرة قيمة التوصيل الكهربائي للمستخلص بالـ $ds.m^{-1}$ أو $\mu S.cm^{-1}$.
- 4- إذا ما تجاوز تركيز الأملاح في المستخلص حدود درجات الجهاز فيعتمد الى تخفيف المحلول ويقرأ .

فمثلاً خذ 5 مل من المستخلص الأصلي وأضف 20 مل ماء مقطر فيكون عدد مرات تخفيف المحلول تساوي خمس مرات كما في المعادلة التالية:

5 مل من المستخلص الأصلي + 20 مل ماء مقطر

عدد مرات التخفيف = ----- = 5

5 مل من المستخلص الأصلي

بعد إجراء التخفيف تضرب قراءة الجهاز للمستخلص المخفف بعدد مرات التخفيف ، فالنتاج يمثل التوصيل الكهربائي الحقيقي لمستخلص التربة .



جهاز قياس الايصالية الكهربائية (EC) Electrical Conductivity

تقدير البوتاسيوم الذائب في التربة

يتوزع البوتاسيوم الكلي في التربة بين الصورة المعدنية والبوتاسيوم المثبت والبوتاسيوم المتبادل ثم الذائب في الماء ، يتضمن البوتاسيوم الجاهز للنبات كلا البوتاسيوم المتبادل والبوتاسيوم الذائب في الماء ، يقاس البوتاسيوم باستخدام جهاز الـ flame photometer .

1- تحضير المحاليل القياسية للبوتاسيوم

تحضير محلول البوتاسيوم الأم potassium stock solution :

أذب 1,902 غم من KCl النقي والمجفف على درجة حرارة 60°م ولمدة ساعة واحدة في الماء المقطر المتعادل وأكمل الحجم لتر ، سيعطي محلول قياسي أم للبوتاسيوم بتركيز 1000 ppm .
محلول الأم للبوتاسيوم أسحب بالماصة المقادير التالية (صفر ، 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5) مل وضع كل منها في ورق حجمي سعة 100 مل وأكمل الى العلامة بالماء المقطر ورجها لتحصل على محاليل قياسية بتركيز (صفر ، 10 ، 20 ، 30 ، 40 ، 50) ppm .

مثال / حضر 1000ppm من الـ K⁺ من ملح KCl؟

الحل : 1غم من الـ K⁺ يذوب في واحد لتر يعطي تركيز 1000 ppm



KCl	K
74,6	39,1
س	1

$$1 \times 74,6$$

$$1,902 = \frac{\text{س}}{39,1} = \text{س}$$

تحضير المحاليل القياسية : حضر (0 ، 10 ، 20 ، 30 ، 40 ، 50) ppm من محلول ام 1000 ppm .
حسب قانون التخفيف

الحجم المطلوب × التركيز المطلوب

----- = الحجم اللازم سحبه
التركيز الاصلي

$$10 \times 100$$

مثلاً لتحضير 10 ppm الحجم اللازم سحبه = ----- = 1 مل

$$1000$$

$$20 \times 100$$

لتحضير 20 ppm الحجم اللازم سحبه = ----- = 2 مل

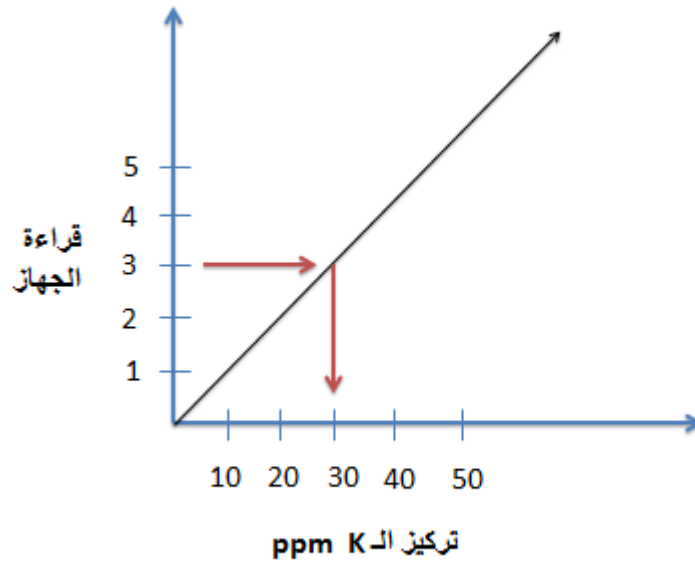
$$1000$$

2- اوزن 20 غم تربة جافة هوائيا في دورق مخروطي سعة 250 مل وأضف اليها 100 مل ماء مقطر ورج لمدة نصف ساعة ورشح لتحصل على (مستخلص 5 : 1) .

3- بعد ادخال المرشح اللوني الخاص بالبوتاسيوم . ثبت قراءة جهاز flame photometer على الصفر للبلانك وقراءة سلسلة المحلي القياسية وارسم المنحنى القياسي بتسقيط قراءات الجهاز للمحاليل القياسية للبوتاسيوم .

4- أغمس الانبوب الشعري لجهاز flame photometer (بعد تثبيته للمحاليل القياسية للبوتاسيوم) في مستخلص التربة على التوالي وسجل القراءة.

5- أسقط هذه القراءة على المنحنى القياسي الذي سيعطي تركيز البوتاسيوم في كل مستخلص ومنها يتم حساب كمية البوتاسيوم الذائب في التربة.



المنحنى القياسي للبوتاسيوم

الحسابات

تركيز البوتاسيوم في مستخلص التربة (الذائب) ppm = حجم المستخلص الكلي

× تركيز في المنحنى القياسي ppm

وزن التربة

تقدير الصوديوم الذائب في التربة

خطوات العمل :

تحضير المحاليل القياسية للصوديوم

1- تحضير محلول الصوديوم النقي sodium stock solution : أذب 2,543 من ملح NaCl النقي المجفف على درجة حرارة 105°م ولمدة ساعتين في الماء المقطر وأكمل الحجم الى لتر فتحصل على محلول أم للصوديوم تركيزه 1000 ppm.

2- من المحلول الأم للصوديوم أسحب بالماصة المقادير (صفر، 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5) مل وضع كل منها في دورق حجمي 100مل وأكمل الى العلامة بالماء المقطر ورجها جيدا لتحصل على محاليل قياسية للصوديوم بتركيز (صفر ، 10 ، 20 ، 30 ، 40 ، 50) ppm .

مثال 1) حضر 1000 ppm من الـ Na^+ من ملح NaCl؟

الحل : 1غم من الـ Na^+ يذوب في واحد لتر يعطي تركيز 1000 ppm

NaCl	Na^+
58,5	23
س	1

$$1 \times 58,5$$

$$\text{س} = \frac{\text{س} = 2,54}{23}$$

نأخذ 2,54 غم من ملح NaCl وتذوب في دورق حجم واحد لتر يحتوي على ماء مقطر . يعطي تركيز 1000 ppm للـ Na^+ .

تحضير المحاليل القياسية : حضر (0 ، 10 ، 20 ، 30 ، 40 ، 50) ppm من محلول ام 1000 ppm . حسب قانون التخفيف

الحجم المطلوب × التركيز المطلوب

$$\text{الحجم اللازم سحبه} = \frac{\text{التركيز الاصيلي}}{10 \times 100}$$

$$\text{مثلاً لتحضير 10 ppm الحجم اللازم سحبه} = \frac{1 \text{ مل}}{1000}$$

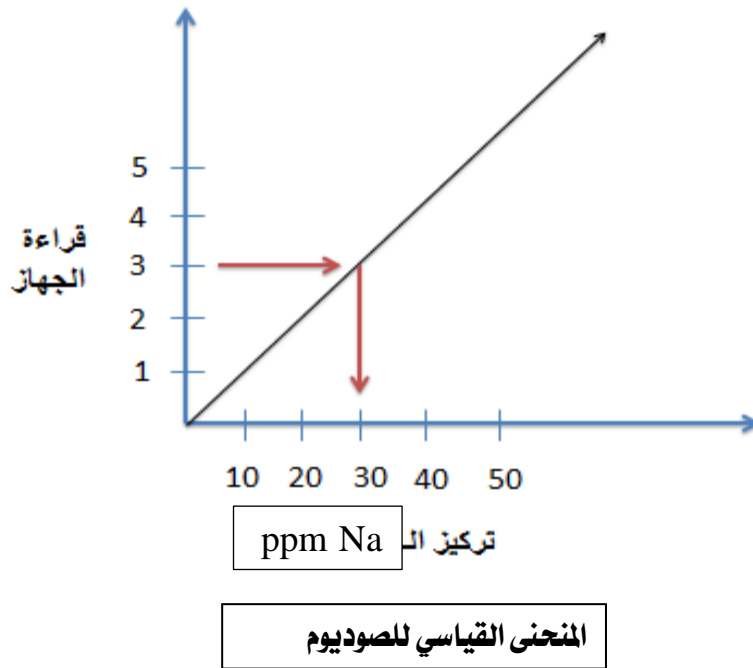
$$\text{لتحضير } 20 \text{ ppm الحجم اللازم سحبه} = \frac{20 \times 100}{1000} = 2 \text{ مل}$$

2- اوزن 20 غم تربة جافة هوائيا في دورق مخروطي سعة 250 مل وأضف اليها 100 مل ماء مقطر ورج لمدة نصف ساعة ورشح لتحصل على (مستخلص 5 : 1) .

3- بعد أذخال المرشح اللوني الخاص بالصوديوم . ثبت قراءة جهاز flame photometer على الصفر للبلانك وقراءة سلسلة المحاليل القياسية وارسم المنحنى القياسي بتسقيط قراءات الجهاز للمحاليل القياسية للصوديوم .

4- أغمس الانبوب الشعري لجهاز flame photometer (بعد تثبيته للمحاليل القياسية للصوديوم) في ومستخلص التربة على التوالي وسجل القراءة.

5- أسقط هذه القراءة على المنحنى القياسي الذي سيعطي تركيز الصوديوم في كل مستخلص ومنها يتم حساب كمية الصوديوم المتبادل في التربة .



الحسابات:

تركيز الصوديوم في مستخلص التربة (الذائب) ppm =

$$\frac{\text{تركيز الصوديوم من المنحنى القياسي ppm} \times \text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{وزن التربة}}$$

المكونات الاساسية لجهاز flame photometer

- 1- ضاغطة الهواء compressor تقوم بتحويل المستخلص الى رذاذ.
- 2- مرشحات لونية filters خاصة بكل عنصر لإمرار أشعة ذات طول موجي معين.
- 3- موقد اللهب الغازي لتوليد حرارة عالية .
- 4- خلية ضوئية photo element لتحويل الأشعة الكهرومغناطيسية الى تيار ضعيف.
- 5- جهاز تقوية التيار amplifier .
- 6- مقياس التيار (الكلفانوميتر) الذي يقيس الشد الضوئية للتيار الكهربائي.



جهاز قياس اللهب flame photometer

مبدأ عمل الجهاز

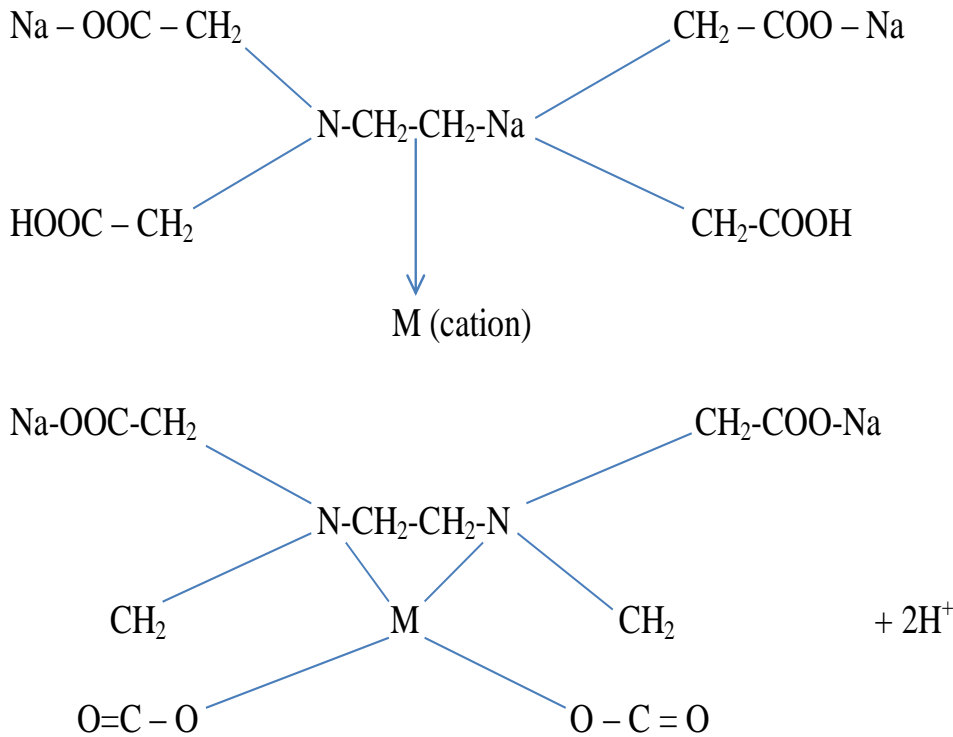
يعتمد الجهاز على تقدير الموجة الضوئية الناتجة عن اللهب الذي يحدثه العنصر ، من المعروف أن لكل عنصر لون لهب خاص ، فلهب الصوديوم لونه اصفر ولهب الكالسيوم لونه أحمر برتقالي وسبب هذا الاختلاف في لون اللهب انه عندما تخضع ذرات العنصر الى طاقة مهيجة فأنها تمتص هذه الطاقة بواسطة الاليكترونات التي ستنقل بدورها الى مدارات ابعد عن نواة الذرة وعندما ينتهي التهييج وتعود هذه الاليكترونات الى مداراتها الأصلية فأنها تعيد الطاقة التي امتصتها على شكل أشعة كهرومغناطيسية تتوقف أطوالها الموجية على كمية الطاقة التي تحملها الاليكترونات وبالتالي كانت الوانها متغيرة عن بعضها تبعاً طول موجاتها ، وباستعمال مرشح لوني filter خاص بكل عنصر يتحكم بالسماح لموجة ضوئية ذات طول معين بالمرور من خلال هذا المرشح دون الموجة الأخرى لتسقط على الخلية الضوئية التي تقوم بتحويل هذه الأشعة الكهرومغناطيسية الى تيار كهربائي ضعيف وبعد ذلك تقوية هذا التيار بواسطة جهاز التقوية الذي يمكن قياس شدته الضوئية بالمقياس الرقمي الكلفانوميتر.

تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم في التربة

أكثر الطرق شيوعاً في تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم هي طريقة المعايرة مع محلول قياسي من (EDTA) Ethylene diamine tetra acid-disodium تحت الاسم التجاري (الفرسين) الذي يمتلك قوة خلب كبيرة مع أيونات التربة القاعدية .

مبدأ الطريقة

أن الفرسين هو معقد قوي ترتبط في تركيبه المتناسق أربعة مجاميع كربوكسيل $COOH$ ومجموعتين أمين NH_2 . هذا المعقد يكون مواد مخلبية مع عدد من الأيونات الموجبة المتعددة التكافؤ مثل (Mn, Fe, Mg, Ca) في عملية الخلب ترتبط هذه الكاتيونات في تركيب حلقي مع EDTA إذ تتكون أصرة تساهمية عن طريق تناسق زوج الأليكترونات المنعزلة عن ذرات النروجين وميكانيكية الخلب موضحة كما يلي .



واستناداً الى مبدأ الخلب أعلاه يقدر الكالسيوم والمغنيسيوم أولاً بمعايرة مستخلص التربة (الذي يتم تحضيره سابقاً) مع محلول EDTA بعد إضافة دليل EBT والمحلول المنظم ليجعل الوسط عند $(pH = 10)$ ، ويقدر الكالسيوم بشكل منفصل باستخدام دليل الميروكسايد ومحلول NaOH 10 % ليجعل الوسط عند $(pH = 12)$.

المحاليل الكيميائية

- 1- المحلول المنظم (Buffer solution): أذب 67,5 غم من NH_4Cl في 400 مل ماء مقطر . الى هذا المحلول أضف 570 مل من هيدروكسيد الأمونيوم المركز NaOH في لتر ماء مقطر .
- 2- محلول NaOH 10% :أذب 100 غم من NaOH في لتر ماء مقطر .
- 3- محلول EDTA -disodium 0.01N : أذب 2غم من EDTA ثنائي الصوديوم في الماء المقطر وخفف الى لتر .
- 4- دليل Eriochrome black T (EBT) :أذب 1,2 غم من EBT في 100مل من الكحول الميثيلي. يحضر هذا الدليل كل ثلاثة أسابيع لضمان حدة وضوح نقطة أنتهاء التفاعل .
- 5- دليل الميروكسايد : أمزج 0,5 غم من بربرات الأمونيوم مع 100غم من كبرينات البوتاسيوم.

أولاً : تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم

تتلخص فكرة التقدير برفع درجة تفاعل مستخلص التربة إلى (10) حيث يكون كلاً من الكالسيوم والمغنيسيوم بشكل أيونات في المستخلص ويستخدم دليل أسود الايركروم (EBT) والذي له ميل اتحادي مع الكالسيوم والمغنيسيوم معاً ويكون لون الدليل قرمزي وعند التسحيح مع الفيرسين الذي يخلب الكالسيوم والمغنيسيوم يتحول لون الدليل إلى الأزرق.

طريقة العمل

1. اسحب بالماصة 5مل من مستخلص التربة في ورق مخروطي سعة 250مل ، ثم خفف بإضافة 25مل ماء مقطر.
2. أضف 5 قطرات من المحلول المنظم و5قطرات من دليل EBT .
3. عاير مع محلول EDTA 0.01N حتى يتغير اللون من الاحمر الى اللون الأزرق وسجل حجم الـ EDTA المستخدم في المعايرة.

الحسابات

$$\text{مليمكافى (Mg}^{++} + \text{Ca}^{++})/\text{لتر} = \frac{\text{حجم EDTA} \times \text{عياريته} \times 1000}{\text{حجم المستخلص المستخدم}}$$

ثانياً : تقدير الكالسيوم

تتلخص فكرة التقدير برفع درجة التفاعل لمستخلص التربة الى (12) باستخدام هيدروكسيد الصوديوم تركيز (4 ع) حيث تترسب ايونات المغنيسيوم وتبقى ايونات الكالسيوم في مستخلص التربة ويستخدم في التقدير دليل بريرات الأمونيوم (الميروكسايد) والذي له ميل اتحادي مع الكالسيوم أكثر من المغنيسيوم وعند ذلك يقوم الفرسين بخلب الكالسيوم تدريجياً حتى ينتهي تماماً من المحلول حيث لون الدليل من اللون الوردي إلى اللون البنفسجي.

طريقة العمل

- 1- اسحب بالماصة 5مل من مستخلص التربة في ورق مخروطي سعة 250مل ، ثم خفف بإضافة 25مل ماء مقطر.
- 2- أضف 5مل من محلول NaOH 10% وحوالي 50 ملغم من مسحوق دليل الميروكسايد.
- 3- عاير مع محلول EDTA 0.01N حتى يتغير اللون من الاحمر الوردي الى اللون الأرجواني وسجل حجم الـ EDTA المستخدم في المعايرة.

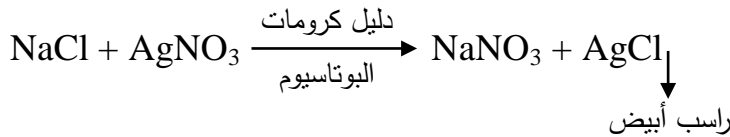
الحسابات

$$\frac{\text{حجم EDTA} \times \text{عياريته} \times 1000}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} = \text{مليمكافى Ca}^{++}/\text{لتر}$$

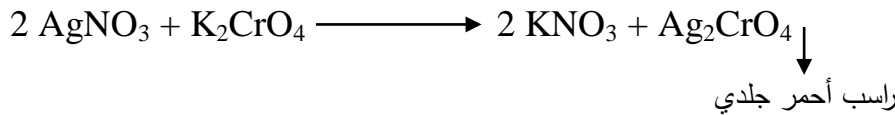
$$\text{تركيز الـ Mg}^{++} \text{ مليمكافى/لتر} = \text{تركيز الـ Ca}^{++} + \text{تركيز الـ Mg}^{++} - \text{تركيز Ca}^{++}$$

تقدير الكلوريد في مستخلص التربة

يعتبر الكلوريد أكثر الأيونات انتشاراً في الترب خاصة الملحية منها، ويوجد متحداً مع الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم، حيث أن أملاح الكلوريدات ذات قابلية عالية للذوبان في الماء. وهناك طرق كثيرة لتقدير الكلوريد وأهمها الطريقة المعروفة باسم طريقة مور Mohr باستخدام محلول نترات الفضة ودليل كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 حيث عند إضافة نترات الفضة بوجود الدليل يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة.



وعند تمام معايرة الكلوريد بنترات الفضة فإن أي زيادة من نترات الفضة تتفاعل مع كرومات البوتاسيوم مكونة كرومات الفضة ذات اللون الأحمر الجلدي كما في المعادلة:

طريقة العمل:

1. خذ بالماصة حجم معلوم من مستخلص التربة وضعها في جفنة أو دورق نظيف.
2. أضف 1-2 قطرة من المحلول المنظم $(NaHCO_3)$.
3. أضف 3 قطرات من دليل كرومات البوتاسيوم.
4. سحح مع نترات الفضة (0.005 ع) حتى يتحول اللون من الأصفر إلى الأحمر الجلدي.
5. أعد نفس الخطوات السابقة باستخدام حجم معلوم من الماء المقطر (Blank).

الحسابات:

حجم نترات الفضة اللازمة للمعايرة مع مستخلص التربة = س
حجم نترات الفضة اللازمة للمعايرة مع الماء المقطر = ص

$$\text{مليمكافئ Cl/لتر} = \frac{1000 \times (\text{س} - \text{ص}) \times \text{العيارية}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}}$$

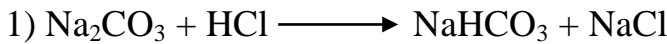
$$\% \text{ للكلوريد} = \frac{\text{حجم نترات الفضة} \times \text{العيارية} \times \text{الوزن المكافئ للكلوريد}}{\text{حجم المستخلص المستخدم} \times 1000} \times \frac{100}{\text{وزن التربة الجافة}}$$

تقدير الكربونات والبيكربونات في مستخلص التربة

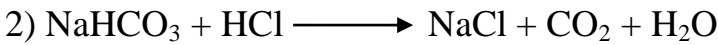
تنتشر أيونات الكربونات والبيكربونات في الترب الجافة وشبه الجافة بصورة كاربونات وبيكربونات صوديوم وبوتاسيوم وكالسيوم ومغنيسيوم. وتتسبب أملاح الكاربونات والبيكربونات في ملوحة وقلوية التربة مما يؤثر على صفات التربة الفيزيائية والكيميائية.

الفكرة الأساسية في التقدير:

تقدر كل من الكاربونات والبيكربونات في محاليلها باستعمال حامض معلوم العيارية ويكون التفاعل حسب المعادلتين الآتيتين:



ويستدل على نهاية هذا التفاعل باستعمال دليل الفينولفثالين (ph. ph)



ويستدل على نهاية هذا التفاعل باستعمال دليل المثيل البرتقالي (M. O)

حيث تتحول الكاربونات في المعادلة الأولى إلى بيكربونات ثم تتحول هذه بدورها زائداً البيكربونات الموجودة أصلاً في المستخلص إلى ملح متعادل كما في المعادلة الثانية، وبالتالي فإن حجم الحامض المستهلك في المعادلة الأولى هو نصف حجم الحامض اللازم لإتمام التفاعل. وعليه يضرب حجم الحامض الذي يلزم لذلك $\times (2)$.

طريقة العمل:

1. خذ بالماصة حجم معلوم من مستخلص التربة وضعها في جفنة أو دورق نظيف.
2. أضف 3-4 قطرات من دليل الفينونفثالين فإذا ظهر اللون الوردي، سح مع حامض HCl (N 0.01) إلى أن يختفي اللون وليكن حجم الحامض المستهلك في هذه الخطوة هو (س). أما إذا لم يظهر اللون الوردي فمعنى ذلك أن الكاربونات غير موجودة فنتحول إلى الخطوة التالية.
3. أضف إلى نفس الدورق 3-4 قطرات من دليل المثيل البرتقالي واستمر في التسحيح مع نفس الحامض حتى نقطة التعادل (يتحول اللون الأصفر إلى الأحمر). سجل حجم الحامض المستهلك في الخطوتين (2 و 3) وليكن (ص).

الحسابات:

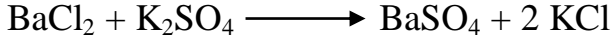
حجم الحامض اللازم لتحويل الكربونات إلى ملح متعادل = س2
 حجم الحامض الذي استهلك لمعادلة البيكاربونات الأصلية = (ص-س2)

$$\frac{1000 \times \text{العيارية} \times \text{س2}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} = \text{مليمكافى CO}_3/\text{لتر}$$

$$\frac{1000 \times \text{العيارية} \times (\text{ص-س2})}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} = \text{مليمكافى HCO}_3/\text{لتر}$$

تقدير الكبريتات بطريقة الترسيب على صورة كبريتات الباريوم

تعتمد هذه الطريقة على ترسيب الكبريتات على صورة كبريتات الباريوم الناتج من التفاعل الآتي:



المواد والمحاليل اللازمة:

- 1- دليل المثل البرتقالي 0,01% في الماء .
- 2- محلول حامض الهيدروكلوريك تقريباً 1 عياري .
- 3- كلوريد الباريوم: 1 عياري من اذابة 122غم من كلوريد الباريوم المائي $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ في الماء ثم يخفف الى 1لتر في ورق حجمي .
- 4- الايثانول 50% على اساس الحجم .

طريقة العمل:

1. اسحب بواسطة الماصة حجم معلوم من مستخلص التربة وضعة في أنابيب طرد مركزي سعة 50سم معلومة الوزن .
 2. أضف قطرتين من الدليل ، ثم قطرات من الحامض إلى حين تكون اللون القرمزي pink .
 3. أضف 1سم3 من الحامض زيادة ، سخن إلى حد الغليان في حمام مائي، يرفع من الحمام المائي ويضاف 1سم3 من كلوريد الباريوم مع التحريك . أعد الانبوب الى الحمام المائي لمدة نصف ساعة ويبرد في الهواء لمدة نصف ساعة .
 4. أنقل الانبوبة الى جهاز الطرد المركزي على سرعة 1000دورة لمدة خمسة دقائق ثم اسكب بعناية الراشح وتخلص من كل الراشح عن طريق وضع الانبوبة بشكل افقي فوق ورقة ترشيح مع تنظيف فوهة الانبوب .
 5. حرك الراشب واغسل جوانب الانبوبة بـ 5سم3 من الايثانول . ثم انقل الى جهاز الطرد المركزي لمدة 5 دقائق ثم اسكب الراشح واعد العملية مرة ثانية ثم نظف جوانب الانبوبة وضعتها في الفرن على درجة 105°م لمدة 24ساعة ، برد في مجفف واوزن الانبوبة .
- الحسابات :

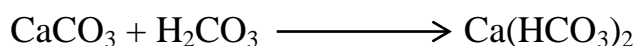
وزن الراشب BaSO_4 (ملغم)

$$8,568 \times \text{-----} = \text{SO}_4 \text{ / لتر } \text{ملي مكافئ}$$

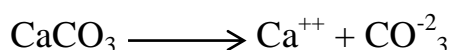
حجم المستخلص المستخدم

تقدير كربونات الكالسيوم الكلية في التربة
DETERMINATION THE TOTAL CALCIUM CARBONATES
of SOIL

تعتبر كربونات الكالسيوم من اهم الاملاح الكربونية وشائعة الوجود في معظم ترب المناطق الجافة وشبه الجافة ، وهو ملح قليل الذوبان جداً حيث لا يزيد ذوبانه عن 0,031 غم/لتر وعند وجود وفرة من حامض الكربونيك في المحلول فإن درجة الذوبان ترتفع الى 0,06 – 0,14 غم/لتر نتيجة تكون بيكربونات الكالسيوم وحسب المعادلة التالية :



كما ان قابلية هذا الملح ترتبط بدرجة تفاعل التربة فتزداد كلما قلة نسبة الأس الهيدروجيني في المحلول والعكس صحيح حسب الجدول ، وتعتمد قيمة الأس الهيدروجيني على كمية ثاني اوكسيد الكربون في المحلول . فعند عدم وجود أي كمية من ثاني اوكسيد الكربون في المحلول فإن كربونات الكالسيوم يتعرض الى التحلل المائي مكوناً محلولاً قلويّاً حسب المعادلة التالية :



الا ان مثل هذا التفاعل نادراً ما يحدث في الظروف الاعتيادية وذلك بسبب وجود كمية من غاز ثاني اوكسيد الكربون في الفضاء الخارجي وفي محلول التربة ، لذلك عند وجود كمية كمن ثاني وكسيد الكربون مماثلة له في الهواء الجوي الاعتيادي فإن ذلك يؤدي الى تقليل قلوية المحلول . وكلما زادت كمية ثاني اوكسيد الكربون او ضغطه في المحلول كلما قلة قيمة الاس الهيدروجيني في المحلول . وعند وجود نسبة عالية من كربونات الكالسيوم في افق التربة بنسبة اعلى نسبياً من الافق الذي فوقه والافق الذي تحته يطلق على مثل هذا الافق بالافق الكلسي (Calcic horizon). ويتميز مثل هذا الافق بقلة النفاذية وتسمى الترب التي تحتوي مثل هذا الافق بالترب الكلسية . وبسبب قلة ذوبان الكلس فإن هذا الملح غير سام للنبات .

توجد كربونات الكالسيوم في التربة أما على شكل معدن الكالسايت CaCO_3 أو الدولومايت $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ أو مزيج من كليهما نتيجة لتأثير عوامل التجوية لكونهما مواد موروثه عن المادة الأم ، ومعظم الترب السائده في المناطق الجافة وشبه الجافة ، نتيجة لقلّة الأمطار الساقطة هي ترب كلسية تحتوي على كمية من كربونات الكالسيوم تصل نسبتها إلى 50% أو أكثر، فهي توجد على شكل أغلفة حول حبيبات التربة أو مألثة للشقوق أو على هيئة عقد أو دقائق .

الأهمية Importance

تؤثر كربونات الكالسيوم في صفات التربة المختلفة سواء الفيزيائية أو الكيميائية من خلال تأثيرها على الجزء الطيني، فهي تعمل كمادة لاحمة لحبيبات الطين مع بعضها هي بذلك تقلل من المساحة السطحية النوعية لمعادن الطين مما يؤدي إلى خفض قيمة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة، كما تؤثر في درجة تفاعل التربة، كما تتأثر الصفات الفيزيائية كعلاقة التربة بالماء.

طرائق التقدير

أولاً : طريقة المعايرة

ثانياً : طريقة الكالسيوم

طريقة المعايرة

تتضمن إضافة كمية وافية من حامض HCl القياسي إلى وزن معين من التربة ليتفاعل مع كربونات الكالسيوم وفي هذا التفاعل ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون ومعايرة ما تبقى من الحامض مع محلول NaOH القياسي في وجود دليل phenolphthalein .

المواد الكيميائية اللازمة :

1- محلول حامض الهادروكلوريك HCl 1 N .

خفف 82.8 مل من حامض HCL المركز (37%,sp.gr.1.19) في الماء المقطر ، أمزجه جيداً ، دعه يبرد ، ثم أكمل الحجم الى لتر بالماء المقطر .

2- دليل المثيل البرتقالي : اذب 0.1 غم من دليل المثيل البرتقالي في 100 مل من الماء المقطر .

3- دليل الفينونفتالين : اذب 0.5 غم من دليل الفينونفتالين في 100 مل من الكحول الأيثيلي (إيثانول).

4- محلول كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) ، 1 N .

أذب 53 غم من كربونات الصوديوم اللامائية في الماء المقطر ، واكمل الجدم الى ليتر بالماء المقطر .

5- محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ، 1N .

أذب 40 غم من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في الماء المقطر ، انقل الى دورق حجمي حجم ليتر

دعه يبرد ثم اكمل الحجم الى ليتر .

6- إيثانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) . 95 % .

Procedure خطوات العمل

- 1- زن 1 غم من التربة الجافة هوائياً في دورق مخروطي سعة 250 مل.
- 2- أضف 10 مل من حامض HCl 1N وحرك المزيج ثم أترك الدورق طول الليل أو سخنه على درجة حرارة بين 50 - 60 °م مع الرج وبعدها يترك الدورق ليبرد.
- 3- أضف 50 - 100 مل من الماء المقطر ثم 2 - 3 قطرة من دليل phenolphthalein .
- 4- عاير مع محلول 1N NaOH ، حتى يظهر لون زهري خفيف وسجل قراءة السحاحة.

Calculations الحسابات

$$\% \text{CaCO}_3 \text{ في التربة} = \left[(\text{حجم HCl} \times \text{عياريته}) - (\text{حجم NaOH} \times \text{عياريته}) \right] \times 0.05 \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$$

طريقة الكالسيوميت

تتضمن معادلة كربونات الكالسيوم بحامض HCl القياسي في جهاز مغلق وقياس محتوى غاز ثاني أوكسيد الكربون المتصاعد من كربونات الكالسيوم في ظروف حرارية وضغط معلومة.

Reagents المحاليل الكيميائية

محلول حامض 1/3N HCl : يحضر من 1N HCl من إضافة 83 مل من الحامض المركز في قنينة حجميه سعة لتر ويكمل إلى العلامة بالماء المقطر. ولتحضير 1/3N HCl فيؤخذ 33 مل من المحلول الأخير في 100 مل ماء مقطر .

Procedure خطوات العمل

- 1- زن 1 غم من التربة الجافة هوائياً والمعروف فيها نسبة الرطوبة منخولة بمنخل 2 ملم. توضع عينة التربة في القنينة الخاصة بالجهاز.
- 2- تملأ أنبوبة الحامض في الجهاز المثبتة بحوالي 15 - 20 مل من حامض 1/3N HCl. يملأ خزان الجهاز بالماء الملون.

- 3- تفرغ صناديق الجهاز من الهواء .
- 4- يوضع خزان الجهاز فوق الرف العلوي ، وعندما يصل مستوى الماء الملون في الأنبوبة المدرجة إلى علامة الصفر يقلل الصنبور الخاص بخزان الجهاز ويقلل الصنبور المتصل بالأنبوبة المدرجة ويفتح الصنبور الموجود في أعلى الأسطوانة غير المدرجة .
- 5- تمال أنبوبة الحامض حتى ينسكب الحامض على عينة التربة وترج الزجاجاة ليتم التفاعل ويتصاعد غاز CO₂ الذي يضغط على الماء الملون في الأنبوبة غير المدرجة إلى خارج الجهاز.
- 6- عند انتهاء الفوران وثبوت حجم غاز CO₂ في الأنبوبة المدرجة يخفض خزان الماء الملون ويوضع على الرف السفلي ثم يفتح الصنبور المتصل به وبالأنبوبة غير المدرجة ببطء حتى يتساوى سطح الماء الملون في الأنبوبتان ويصبح الضغط على سطح الماء الملون في كلا الأنبوبتين مساوياً للضغط الجوي ثم يقلل هذا الصنبور.
- 7- ترج الزجاجاة المحتوية على عينة التربة مع الحامض بحركة دائرية لإتمام التفاعل وتصاعد غاز CO₂ مرة أخرى أن وجد في الأنبوبة المدرجة. ثم يسوى سطح الماء الملون في الأنبوبتين عن طريق فتح الصنبور السابق ببطء ليتعادل الضغط الجوي فيهما ثم يقلل الصنبور،
- 8- تكرر العملية السابقة إلى أن يتوقف خروج غاز CO₂ عند رج القنينة المحتوية على التربة والحامض. عندئذ يقرأ حجم غاز CO₂ في الأنبوبة المدرجة فوق سطح الماء الملون.
- 9- سجل درجة الحرارة والضغط الجوي في المختبر أثناء التقدير.

الحسابات Calculations

$$0.1604 \times \frac{\text{الضغط الجوي}}{\text{درجة الحرارة المثوية} + 273} \times \frac{\text{حجم غاز CO}_2}{\text{وزن التربة الجاف بالفرن}} = \% \text{ CaCO}_3 \text{ في التربة}$$

تقدير الجبس في التربة

DETERMINATION THE GYPSUM of SOIL

تعرف التربة الجبسية بأنها الترب الحاوية على أكثر من 3% من الجبس $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ في طبقة الجذور الفعالة الذي يطلق عليه الأفق الجبسي، وعرفت منظمة الغذاء والزراعة الدولية FAO الترب الجبسية بأنها الحاوية على كمية من الجبس كافية للتأثير على النبات وفي عام 2001 عرفت نفس المنظمة الترب الجبسية بأنها الترب التي يتراكم فيها الجبس بكميات مهمة في الأفق A&B (solum). تنتشر الترب الجبسية في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم وتتواجد بصورة خاصة في المناطق الحارة والصحراوية الأكثر جفافاً مثل الشرق الأوسط. تنتشر الترب الجبسية في العراق في مسطحات دجلة والفرات والسهل الرسوبي ومناطق الجزيرة المتمثل في سنجار و جنوبي شرق تلعفر والقيارة بالإضافة إلى منطقة الجزيرة السفلى ومنطقة الصحراء الغربية والجنوبية. تصنف الترب الجبسية ضمن رتبة Aridisols والتابعة للمجموعة العظمى Gypsiorthids. أن سلوك الترب الجبسية يختلف باختلاف محتواها من الجبس حيث إذا كان المحتوى الجبسي قليل يكون ذات تأثير ايجابي لتحسين خصائص التربة المختلفة بينما إذا كانت التربة ذات محتوى عال من الجبس سوف يؤدي إلى تدهور الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية خاصة وان الجبس يؤثر في حركة الماء وفي صفات التربة الفيزيائية والدوال المائية لكونه شبه ذائب وبالتالي يؤثر في نمو و إنتاجية النبات. بلورات الجبس في soil solum عموماً هي بحجم الطين الخشن أو الغرين وعند التعمق أكثر في مقد التربة فإن البلورات تصبح بحجم الرمل وأكبر، وغالباً ما تكون البلورات معزولة في نسيج التربة، أن معدل ذوبانية الجبس في الماء قليلة ويزداد بازدياد نعومة الدقائق ولهذا السبب يجب تعميم نموذج التربة قبل إجراء التحليل. وبسبب قلة ذوبانية الجبس في الماء إذ أن الحد الأقصى لذوبان الجبس في الماء هي 30 ملي مكافئ/ 100 غم تربة أو ما يعادل 2.6% وحيث أن مستخلص التربة : الماء بنسبة (1:5) يمكنه أن يذيب 1.3% من الجبس أي ما يعادل 15 ملي مكافئ/ 100غم تربة لذا فإن هذه النسبة من المستخلص تصلح عندما تكون نسبة الجبس في التربة لا تزيد عن 1.3%. أما إذا كانت نسبة الجبس بحدود 5.2% فبالإمكان استخدام مستخلص التربة : الماء (1:20) والترب الحاوية على الجبس بنسبة 25% فالمستخلص الملائم لها هو (1:100) وهكذا كلما زادت نسبة الجبس في التربة يستعمل المستخلص المائي الملائم لكي يذيب الماء كل الجبس، إذ تزداد نسبة (التربة : الماء) حوالي 4مرات لكل 1% زيادة من الجبس في التربة وبذلك يكون التقدير صحيحاً.

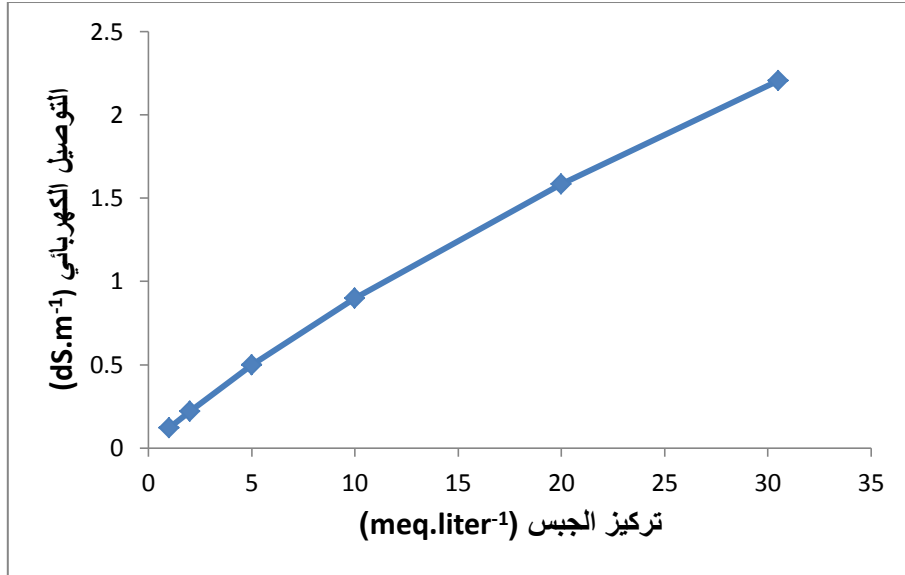
الأهمية Importance

- 1- تقدير الجبس يعتبر مؤشرا مهما في تصنيف الترب .
 - 2- الجبس دليل على مقاومة الترب الملحية ضد تكوين القلوية عند استصلاحها.
- الطريقة القياسية لتقدير الجبس والموصوفة هنا هي طريقة (Richards,1954) والتي تشمل الترسيب بواسطة الأسيوتون.

المحاليل الكيميائية - الأسيوتون.

خطوات العمل Procedure

- 1- زن (20) غم تربة جافة هوائيا (تربة متوسطة إلى ناعمة النسجة) في دورق مخروطي سعة 250مل. ومن ثم أضف حجم مناسب من الماء المقطر يكفي لإذابة الجبس الموجود.
- 2- سد الدورق ورجه لمدة 15 دقيقة على جهاز الرج الكهربائي.
- 3- رشح المعلق باستخدام ورق ترشيح متوسط المسامية ، ثم أنقل 20 مل من الراشح إلى أنبوبة طرد مركزي سعة 50 مل.
- 4- أضف 20مل من الأسيوتون وأمزج جيدا ثم أترك الأنبوب ثابتا حتى يرسب الراسب الأبيض المتشكل من الجبس. تحتاج هذه العملية عادة مدة 5 - 10 دقائق.
- 5- أفضل الراسب بواسطة جهاز الطرد المركزي بسرعة 4000 دورة/ دقيقة لمدة ثلاث دقائق، صف السائل الطافي، وأقلب الأنبوب ثم صفه على ورقة الترشيح لمدة 5 دقائق.
- 6- أمزج الراسب وأغسل جدران الأنبوب بإضافة 10مل من الأسيوتون بواسطة الماصة.
- 7- مرة ثانية أفضل بواسطة جهاز الطرد المركزي لمدة ثلاث دقائق ، صف السائل الطافي ، ثم أقلب الأنبوب وصفي على ورق ترشيح لمدة 5 دقائق.
- 8- أضف بالضبط 40 مل من الماء المقطر إلى الأنبوب وأغلقه ورج حتى يتم ذوبان الراسب بشكل تام.
- 9- قس التوصيل الكهربائي للمحلول و حدد تركيز الجبس في المحلول بالرجوع إلى الرسم البياني يظهر العلاقة بين التركيز والتوصيل الكهربائي الشكل (1).



الشكل (1) : العلاقة بين التوصيل الكهربائي لمستخلص التربة وتركيز الجبس في التربة

الحسابات Calculations

1- عدد ملي مكافئات الجبس $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ في المستخلص =

$$\frac{\text{حجم الماء اللازم لإذابة الراسب (مل)}}{1000} \times \text{القراءة المتحصل عليها من المنحنى (ملي مكافئ. لتر⁻¹)}$$

2- تركيز الجبس $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (ملي مكافئ / 100 غم تربة) =

$$100 \times \frac{\text{النتيجة المتحصل عليها من الخطوة (1)}}{\text{نسبة (التربة : الماء) } \times \text{حجم الراشح المستخدم (مل)}}$$

3- النسبة المئوية للجبس $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = تركيز الجبس (ملي مكافئ/100غم تربة) $\times 0.086$

ملووظة : يجري تقدير وصفي للجبس للتأكد من وجوده أولاً كعمل روتيني ، وذلك بأخذ 5 مل من المستخلص وإضافة 5 مل الأسيتون في أنبوب طرد مركزي، بعد الرج والترك لمدة 5 دقائق. تكون الراسب دلالة على وجود الجبس وفي حالة عدم تكون راسب يعني عدم وجود الجبس.