المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

قررت المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني تدريس هذه الحقيبة في " المعاهد الثانوية الفنية "

الإنتاج النباتي

خصوبة التربةوتغذية النبات (عملي)

الصف الثاني

نسخة أولية ١٤٢٥هـ

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

المقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي، لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية "خصوبة التربة وتغذية النبات علمي" لمتدربي قسم" الإنتاج النباتي " للمعاهد الفنية الزراعية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

في السنوات الأخيرة اضطر الإنسان إلى البحث عن الوسائل والطرق التي يمكن بها استغلال النبات النامي بأكبر قدر ممكن من خلال زيادة إنتاجه، خاصة تحت ظروف محدودية المصادر الأرضية المتاحة. وليس من شك في أن التقدم العلمي الذي حدث أخيرا في مجال تغذية النبات كان له أثر كبير في تعديل وتطوير طرق الإنتاج النباتي المختلفة. وبالرغم من هذا فلا زالت آفاق البحث والدراسة في هذا المجال مفتوحة بغير حدود. وهذا يستلزم بالضرورة الاستعانة بكل ما هو حديث في العلوم والمجالات الأخرى.

تسعى المملكة العربية السعودية لتحقيق الاكتفاء الذاتي في بعض المحاصيل الزراعية الأساسية، ولم تدخر وسعا في دعم المشروعات الزراعية المختلفة واستخدام أحدث ما وصل إليه العلم الحديث من تكنولوجيا. بيد أن تحقيق هذه الأهداف يقتضي بجانب التخطيط المرتكز على أسس علمية سليمة الإلمام التام بطبيعة وإدارة جميع عناصر الإنتاج الزراعي.

العالم اليوم يبحث ويبحث عن ما هو جديد، وعن ما يحقق إنتاجاً نباتياً عالياً كما ونوعا، مستغلاً جميع الظروف التي تحقق له هذا الهدف. فعدد سكان العالم في تزايد مضطرد، وبشكل يدعو إلى سد حاجاتهم من الغذاء.

ولما كانت التربة وما عليها من نبات، والماء من أولى الضرورات لمشروعات التنمية الزراعية والاجتماعية، فقد عمدنا إلى تقديم منهج تدريبي من خلاله يمكن أن نعد متدربين على قدر عال من الكفاءة بحيث نحقق تنمية زراعية ونحافظ عليها.

وعلى الرغم من أن الأراضي تختلف في خواصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، فضلا عن نوعية المياه المستخدمة في الري والظروف المناخية، فقد حاولنا رسم إطار عام يصلح كركيزة أساسية يمكن الاهتداء به تحت ظروف المناطق الجافة عموما.

خصوبة التربة وتغذية النبات (عملي)

استصلاح الأراضي

اسم الوحدة :

استصلاح الأراضي

الجدارة :

القدرة على استصلاح الأراضي الملحية ، القلوية والرملية ،وصيانتها.

الأهداف :

١ - أن يصلح المتدرب الأراضي الملحية والرملية بالطرق والمواد المتوفرة بدقة.

٢ - أن يصف المتدرب التربة الملحية والقلوية بالفحص الشخصي بدقة.

٣ - أن يحدد المتدرب النباتات النامية في التربة الملحية والقلوية بالحقل بدقة .

٤ - أن يحسب المتدرب الاحتياجات الغسيلية والجبسية رياضيا بدقة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٨٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

١٠ ساعات

الوسائل المساعدة :

١ - عينات تربة ، وزيارات ميدانية للحقول .

٢ - الصور والأفلام.

متطلبات الجدارة :

يجب على المتدرب أن يكون قد تدرب على جميع الوحدات التدريبية الخاصة بمقرر أساسيات التربة.

استصلاح الأراضي

إن الإنتاج الزراعي يعتمد على شقين أساسيين هما : الأرض والماء.

ويهدف استصلاح الأراضي إلى إصلاح أراضي زراعية متدهورة وساءت خواصها أو إصلاح أراضي بور لم تزرع من قبل ، بغرض زيادة الإنتاج وتوفير الغذاء.

ولا يتم تحقيق هذا الهدف إلا بتوفر مقومات أساسية ، من ضمنها إعداد كوادر فنية تقوم بهذا العمل.

وسوف نستعرض طرق استصلاح الأراضي الملحية و القلوية بحكم سيادتها في المناطق الجافة ، أي في المملكة.

أولا : استصلاح الأراضي الملحية

أ - جمع بيانات عن إنتاج محاصيل الأراضي المتأثرة بالأملاح في المنطقة

الفكرة الأساسية :

تختلف النباتات في درجة تحملها للأملاح ،و ذلك يرجع أساساً لعوامل وراثية في الخلية النباتية ، فدرجة الملوحة التي يتحملها القمح مثلاً تختلف عن البرسيم و هكذا. كما تختلف أيضاً نتيجة لما يسمى بالأقلمة إذ إن الله سبحانه و تعالى خلق لكل كائن حي درجة من التحمل النسبي حتى يستطيع أن يكيف نفسه في الوسط الذي يعيش فيه.

و لكن ليس معنى ذلك أن الملوحة لا تأثير لها على النمو أو الإنتاج فالملاحظ أن النمو أو الإنتاج يقل تدريجياً بزيادة الملوحة إلى أن يتوقف كلية عند حد معين - و غالباً ما يكون ماء الري المتاح أو الممكن توفره في المنطقة ـ الأراضي الملحية ـ يحتوي على نسبة عالية من الأملاح، ولهذا السبب وجب باستمرار ربط المحتوى الملحي في التربة بدرجة تركيز الأملاح في ماء الري لسهولة الربط و المقارنة بينهما.

هذا و من المحاصيل التي تتحمل الملوحة الآتي:

من المحاصيل الحقلية: الشعير – وبنجر السكر – و القطن.

من محاصيل الخضر: البنجر - إلاسبرجس – و السبانخ.

و من محاصيل العلف: حشيشة برمودا – و حشيشة السودان.

ومن الفاكهة: نخيل البلح – الجوافة.

التمرين:

قم بزيارة بعض المزارع في المنطقة ، و حاول جمع المعلومات المتعلقة بإنتاجية أراضيها ،مدوناً التاريخ الاستزراعي و الإنتاجي للأرض في الجدول الآتي:

اسم المزرعة	تاريخ استزراعها	حالة الملوحة بها		مساحة الجزء المتأثر بالملوحة	نوع المحاصيل و إنتاجية الدونم بالطن			
		أصلية	ثانوية		محاصيل حقلية	محاصيل خضر	أعلاف	أشجار و فاكهة

و كما سبق لا بد من ربط إنتاجية التربة الملحية بالآتي :

١ - إنتاج أرض أخرى غير ملحية واقعة في زمانها .

٢ - تحليل ماء الري المستعمل في المنطقة .

٣ - حالة النمو و أعراض التسمم بالملوحة إن وجدت على النباتات .

٤ - تسجيل أي نباتات برية نامية في المنطقة وسط الزراعات تنمو بطبيعتها في الأراضي الملحية.

٥ - حالة الصرف و كفاءته إن وجد بالمنطقة .

٦ - المناخ خاصة درجة الحرارة – إذ المعروف إن تأثير الحرارة يزيد من الأثر الضار للأملاح .

خطة الاستصلاح :

بعد عمل الدراسات الحقلية والمعملية ، توضع هذه البيانات على خريطة للأرض موضحاً عليها كافة الظروف للاستدلال – ولا مانع من عمل عدة خرائط توضيحية وبألوان متعددة لسهولة المتابعة حتى يمكن وضع خطة الاستصلاح على ضوء ما يتجمع من بيانات .

الخطوات الرئيسة لاستصلاح الأراضي الملحية :

يمكن إيجاز هذه الخطوات في الآتي :

١ – التخلص من الأملاح الزائدة بالغسيل – وإطلاق ماء الغسيل في المصارف .

٢ – خدمة الأرض وإعدادها للاستزراع .

هذا ويقصد بالغسيل إضافة المياه عدة مرات للتربة للتخلص من الأملاح الذائبة – ولا تقل عمليات الغسيل أهمية عن المصرف – ولذلك يجب قبل البدء في عمليات الغسيل تجهيز الأرض وحرثها وتسويتها وتقطيعها إلى أحواض مناسبة – وأيضا عمل مصارف عميقة.

وقد تبين أن كفاءة الغسيل تزداد عند إضافة الماء ببطء خاصة للأراضي الطينية عما لو أضيف الماء بمعدل مرتفع – وذلك لأنه عند إضافة الماء ببطء يجد الفرصة للتخلل بين الحبيبات الدقيقة للأراضي عما لو كان سريع الحركة فإنه يمر في المسافات الواسعة دون الضيقة.

كما يلاحظ أن يستمر الغسيل بلا انقطاع إذ إن غسيل الأرض جزئيا ثم تركها لمدة طويلة لتجف ثم إعادة غسيلها مرة أخرى يعطي الفرصة لإعادة ارتفاع الأملاح فيها بالخاصة الشعرية داخل القطاع الأرضي إلى سطح الأرض مرة ثانية وبذلك تتعثر عملية الغسيل.

هذا ويتم الغسيل على فترات متقاربة وأحسن وقت لإجراء عملية الغسيل هو فصل الشتاء حيث يكون البخر أقل ما يمكن.

ويحسن أن يكون الغسيل في بدء عمليات الاستصلاح سطحيا خصوصا عندما تكون الأملاح متزهرة بكميات كبيرة على سطح التربة.

ويقصد بالغسيل السطحي غمر الأرض بالمياه ثم إطلاقها في المصارف، ويمكن تكرار هذه العملية أكثر من مرة حتى نتخلص من هذه الطبقة الملحية – أما الأراضي الخالية من الأملاح المتزهرة بكميات كبيرة فيجب البدء بالغسيل الجوفي .

هذا ويلاحظ أن الأراضي الملحية والتي لا تزداد فيها نسبة الصوديوم أراض حسنة التهوية جيدة الصرف عالية النفاذية، ولذلك فلو غسلت بكميات كافية من المياه فإن الأملاح تغسل عن منطقة انتشار الجذور وتصبح الأرض صالحة للاستزراع.

أما عن المصارف، فيقتضي الاهتمام بالصرف للتخلص من الأملاح الزائدة بالغسيل، وهذه بدورها تعتمد على عمل ميزانية شبكية للأرض لتحديد الميول أو الانحدارات ويستخدم من المصارف الحقلية نوعان: مصارف مغطاة و مصارف مكشوفة.

هذا ومن العوامل التي تتحكم في كفاءة المصارف الآتي:

أ – طول المصرف الحقلي : إذ يجب ألا يزيد كثيرا حتى لا يؤثر ذلك على كفاءته .

ب – البعد بين المصارف وبعضها: فيزيد البعد في الأراضي الخفيفة ويقل في الأراضي الثقيلة القوام.

جـ – أعماق المصارف: يزداد عمق المصرف كلما ثقل قوام الأرض وكلما ارتفع مستوى الماء الأرضي وذلك لخفض مستوى الصرف بالأرض.

الاحتياجات الغسيلية

من الأمور الواجب مراعاتها إضافة القدر المناسب من الماء لغسيل الأملاح – على أنه يجب عدم الإسراف في ماء الري المستعمل للغسيل إذ إن ذلك سوف يؤدي بالتالي إلى مشكلة في صرف هذه الكميات الكبيرة وفي تطهير المصارف أيضا – وقد وجد أن الماء الذي يلزم لإزالة الأملاح من الأرض يزداد بزيادة كل من :

١ – تركيز الأملاح بالأرض وبالماء الأرضي .

٢ – قرب منطقة تجمع الأملاح من سطح الأرض .

٣ – نعومة قوام الأرض .

الاحتياجات الغسيلية :

هي عبارة عن نسبة الزيادة في كميات الماء الواجب إضافتها مع ماء الري لضمان عدم زيادة الملوحة في الأرض وبقاء تركيز الأملاح في القطاع الجذري بلا تغيير . ويفترض عند حسابها أن تكون كمية الأملاح الداخلة إلى القطاع الأرضي مع ماء الري مساوية لكمية الأملاح الخارجة من القطاع الأرضي مع ماء الصرف .

أي إن : عمق ماء الري × التوصيل الكهربي له = عمق ماء الصرف × التوصيل الكهربي له

$$\text{إذن الاحتياجات الغسيلية } (L.R) = \frac{\text{العمق المكافئ لماء الصرف}}{\text{العمق المكافئ لماء الري}}$$

$$\text{وتساوي أيضا} = \frac{\text{التوصيل الكهربي لماء الري}}{\text{التوصيل الكهربى لماء الصرف}}$$

هذا ويعبر عن الاحتياجات الغسيلية بكسر أو نسبة مئوية .

ويلاحظ أيضا أن المعادلة السابقة هي أبسط المعادلات – وبنيت على عدة افتراضات وهي :

١ – الكمية الكلية لعمق ماء الري وعمق ماء الصرف في فترة زمنية محدودة.

٢ – توزيع سطحي متماثل لكمية ماء الري .

٣ – عدم وجود أمطار (كمصدر آخر للري أو الغسيل) .

٤ – لا توجد إزالة للأملاح من التربة بواسطة المحصول المنزرع .

٥ – لا تترسب أملاح ذائبة من مصادر أخرى في الأرض مثل كربونات وكبريتات الكالسيوم .

مثال :

احسب الاحتياجات الغسيلية اللازمة عند استخدام ٣ درجات من مياه ري مختلفة درجة التوصيل الكهربي فيها ١ ، ٢ ، ٤ ملليموز / سم إذا كانت درجة تركيز الأملاح الملائمة والتي يمكن الوصول إليها في ماء الصرف معبرا عنها بدرجة التوصيل الكهربائي هي ٨ ملليموز / سم .

الحل : -

$$\text{الاحتياجات الغسيلية (L.R)} = \frac{\text{التوصيل الكهربي في ماء الري}}{\text{التوصيل الكهربي في ماء الصرف}} \times ١٠٠$$

$$\text{احتياجات الغسيل للحالة الأولى} = \frac{١}{٨} \times ١٠٠ = ١٢,٥ \text{ ٪}$$

$$\text{احتياجات الغسيل للحالة الثانية} = \frac{٢}{٨} \times ١٠٠ = ٢٥ \text{ ٪}$$

$$\text{احتياجات الغسيل للحالة الثالثة} = \frac{٤}{٨} \times ١٠٠ = ٥٠ \text{ ٪}$$

ومعنى هذه النتائج أن كمية ماء الغسيل التي يحتاج إليها – إضافة مع ماء الري المعطى – هي ١٢,٥ ٪ ، ٢٥ ٪ ، ٥٠ ٪ من كمية ماء الري تعطى في الحالات الثلاث على التوالي وذلك للوصول إلى درجة توصيل كهربي مقداره ٨ ملليموز/ سم في ماء الصرف بالنسبة للحالات الثلاث .

وتجدر الإشارة هنا إلى أن عملية الغسيل فقط تصلح للأراضي الملحية الجيدة النفاذية والتي تكون معظم أملاحها متعادلة ونسبة الكالسيوم والمغنسيوم فيها مرتفعة – مع كمية قليلة من الصوديوم المتبادل لا تتجاوز ١٥ ٪ من جملة الكاتيونات المتبادلة – وألا تزيد فيها نسبة الصوديوم الذائب في المحلول الأرضي إلى مجموع الكالسيوم والمغنسيوم الذائبين عن ٢ .

أما في حالة الأراضي الملحية القلوية فإن مجرد غسيلها بالماء فقط لا يكفي ، إذ يزيل فقط الأملاح المتعادلة والتي تفقد بماء الغسيل بينما يعطي الفرصة للصوديوم المتبادل للظهور مما يؤدي إلى زيادة النسبة المئوية للتشبع بالصوديوم وزيادة تركيز أيونات الإيدروكسيل (OH^-) في المحلول الأرضي ويمكن تجنب هذه الحالة بتحويل الطين الصودي أو كربونات وبيكربونات الصوديوم إلى أملاح متعادلة ، كما سيأتي ذلك فيما بعد عند الحديث عن إصلاح الأراضي القلوية .

الطريقة الحيوية في استصلاح الأراضي الملحية

تعتبر هذه الطريقة مناسبة جدا في المناطق الجافة مثل المملكة لندرة المياه، ولأنها غير مكلفة.والاستفادة من النباتات المستخدمة في الاستصلاح.

وتتمحور هذه الطريقة: حول البحث عن نباتات تملك قدرة متميزة على تحمل درجات عالية من الملوحة (محبة للأملاح) بحيث تتعاقب المحاصيل على التربة المالحة بحسب درجات تحملها الأكثر تحملا ثم الأقل ولا سيما إذا كانت تلك المحاصيل قادرة على التحمل وتخزين الأملاح في بعض أعضائها من جذور أو سوق أو أوراق أو ثمار، فعلى سبيل المثال أظهرت بعض الدراسات أن ثمار ١٤ نوعا من أنواع النباتات الرعوية الشائعة الانتشار في شمال المملكة العربية السعودية لها قدرة متباينة على تخزين الأملاح مما ينصح بالتدرج في زراعتها في تربة شديدة الملوحة وفق التالي:

مجموعة نبات الفرس.

مجموعة طحمة وديد.

مجموعة الشعران والرغل المحلي والعجرم والضمران.

مجموعة الرمث والعرفج والبعيثران والشيح والحميض والقتاد وإلارطى.

ثانيا : استصلاح الأراضي القلوية

الأراضي القلوية :

هي أراض تحتوي على قدر منخفض من الملوحة إذ تصل درجة التوصيل الكهربي لمستخلص عجينة التربة المشبعة أقل من ٤ ملليموز / سم في درجة ٢٥ مْ ، وPH أعلى من ٨,٥ ، و تحتوي على نسبة عالية من الصوديوم المتبادل أعلى من ١٥٪ من مجموع الكاتيونات المتبادلة و هي لزجة عند الابتلال بطيئة النفاذية صلبة و متكتلة جداً و تتشقق شقوقاً غائرة عند الجفاف.

الفكرة الأساسية من التمرين :

ملاحظة تأثير الجبس على هذه الأراضي بعد أن يطرد الكالسيوم الذائب و الصوديوم المتبادل من على معقد الإدمصاص و الذي يمكن التعبير عنه بالمعادلة الآتية :

طين صودي	- Na - Na - Na	+	$Ca\ So_4$	⟶	طين كلسي	- Ca - Ca - Ca	+	$Na_2\ So_4$

زيارة ميدانية لبعض الأراضي القلوية في المنطقة

الغطاء النباتي للأرض سواء أكان في الأراضي البور التي لم تزرع من قبل أو الأراضي المزروعة فعلاً يدل على حالة الأرض.

ففي حالة الأراضي التي لم تزرع قد يدل عدم وجود غطاء نباتي على وجود عيب أساسي يمنع النبات من النمو أصلاً، و لو أن هذه الحالة نادرة الحدوث إلا أنها تحدث في المساحات شديدة الملوحة و خشنة القوام في الصحراء.

و يمكن التعرف على خواص الأرض في المنطقة و نوع الصخور و درجة ملوحة الماء الأرضي بالاستدلال من أنواع النبات السائدة في منطقة ما و الأنواع النباتية المشتركة في تكوين مجموعات منها .

تتحدد العلاقة بين الميزان المائي و الملحي في النباتات على أن اختزان الأملاح يتوقف على مقاومة البلازما ، فإن كانت المقاومة ضعيفة قل امتصاص الماء و بالتالي قل امتصاص العناصر الغذائية و يختل الميزان بين امتصاص النبات و فقده و يزداد نقص الماء ، و الفارق الوحيد بين النباتات الملحية و العادية هو التركيز الداخلي للأملاح و الذي تبدأ عنده هذه الحساسية و يحدد هذا التركيز مقاومة البلازما للأملاح .

وعلى سبيل المثال فهناك نباتات تنمو في وجود تركيزات مختلفة من الأملاح تتراوح بين ٢٠ – ٢٠٠ ملليموز/سم . ووجد أن الصوديوم يتجمع في مجموعها الخضري على ما يقرب من ١٠٠ – ٥٠٠ ملليمكافئ / ١٠٠ جرام مادة جافة ،وفي مجموعها الجذري إلى ما يقرب من ١٠٠ملليمكافئ / ١٠٠ جرام مادة جافة ، وهذه النباتات بطبيعة الحال لها قدرة على تجميع الصوديوم من البيئة التي تنمو بها .

ومن النباتات البرية التي تنمو في الأراضي الملحية و القلوية الآتي:

١ - السعد Juncus arabicus ووجوده في الأراضي يشير إلى وجود القلوية إذ إنه ينمو فيها جيداً.
٢ - الكير .Brasica
٣ - .Suaada Fruticosa
٤ - الخريزة.
٥ - الطرفة
٦ - الطرطير

التمرين :

قم بزيارة لبعض الأراضي القلوية في المنطقة وحاول التعرف على بعض النباتات البرية و التي تنمو فيها ، سجل كثافة النمو و مدى انتشار النباتات مفردة أو مجموعات.

لاحظ أن معظم الأراضي القلوية و التي يرتفع فيها الصوديوم غالباً ما ترتفع فيها أيضا نسبة الأملاح نظراً لطبيعة المنطقة الجافة و قلة الأمطار .

سجل مشاهداتك الظاهرة عن الأرض و البيئة و النبات و الماء الأرضي في جدول و اربط بين هذه البيانات و أية محاصيل منزرعة قد توجد في المناطق المجاورة محل الحصر .

الموقع	مظاهر الملوحة أو القلوية			الغطاء النباتي	
	بقع ملحية	بقع بنية	نسبة الصوديوم في التربة	محاصيل منزرعة في المنطقة	نباتات برية
١					
٢					
٣					
٤					
٥					

استصلاح الأراضي القلوية باستخدام الجبس الزراعي $Ca\ SO_4 . 2H_2O$

ما هو دور الجبس ، أو أحد المصلحات الأخرى ؟

يعمل الجبس الزراعي على :

١ – تعديل الطين الصودي إلى طين كالسي .

٢ – تحويل كربونات الصوديوم صعبة الغسل إلى كبريتات صوديوم سهلة الغسل من القطاع الأرضي.

تقدير الجبس اللازم لمعالجة قلوية التربة

ترتبط الخواص الطبيعية للأراضي القلوية بالنسبة المئوية للصوديوم المتبادل، حيث إن زيادة هذه النسبة عن ١٥٪ يسبب تدهور صفات التربة. لذا تحتاج الأراضي القلوية إلى كميات معينة من الكالسيوم، لمعالجة قلويتها ، وذلك بإحلال الكالسيوم المضاف على صورة جبس، محل الصوديوم المتبادل (وأحيانا أيضا المغنسيوم المتبادل) على معقد الإدمصاص .

حساب الاحتياجات الجبسية :

لحساب الاحتياجات الجبسية يجب إضافة ما يلزم لتحويل :

١ – الطين الصودي إلى طين كلسي .

٢ – كربونات الصوديوم القلوية التأثير إلى كبريتات الصوديوم .

تقدير الجبس اللازم لمعالجة قلوية التربة

أولاً : تحضير محلول الجبس المشبع

١ - يضاف حوالي ٥ جرام جبس $Ca\ SO_4 . 2H_2O$ إلى لتر ماء مقطر ويرج باليد على فترات لمدة ساعة أو لمدة ١٠ دقائق على جهاز الرج.

٢ - يرشح المحلول ويقدر تركيز الكالسيوم بمعايرة ٥ سم^3 من المحلول بالفرسين EDTA وباستخدام دليل الإيريوكروم بلاك EBT، والمحلول المنظم NH_4Cl-NH_4OH ويجب أن يكون تركيز الكالسيوم ٢٨ ملليمكافئ/ لتر على الأقل.

ويلاحظ أن كل ١٠٠ سم^3 من محلول الجبس المشبع (لكل ٥ جرام تربة) يمكنها إحلال الكالسيوم محل ٦٥ ملليمكافئ صوديوم لكل ١٠٠ جرام تربة وهذا يضمن سير التفاعل ناحية إحلال الكالسيوم

محل الصوديوم، إلا في حالة ارتفاع كل من السعة التبادلية للتربة والصوديوم المتبادل كما في الأراضي الطينية القلوية التي يسود بها معدن طين المونتموريللونيت.

ثانيا : طريقة العمل

١ - يوزن ٥ جرام تربة جافة هوائيا في زجاجة رج نظيفة جافة سعة ٢٥٠ سم^{٣} ويضاف إليها ١٠٠ سم^{٣} من محلول الجبس المشبع المعروف تركيز الكالسيوم به وترج على دفعات لمدة ٣٠ دقيقة باليد أو لمدة ٥ دقائق في جهاز الرج.

٢ - يرشح المعلق ويقدر (الكالسيوم+ المغنسيوم) في ٥ سم^{٣} من الراشح بالمعايرة بمحلول الفرسين ، مع استخدام دليلEBT والمحلول المنظم على Ph =١٠.

٣ - تحسب الاحتياجات الجبسية للتربة كما يلي:

$$\text{ملليمكافئ الكالسيوم / لتر} = \frac{\text{حجم الفرسين} \times \text{قوته} \times ١٠٠٠}{\text{حجم محلول المعايرة}}$$

الجبس اللازم ملليمكافئ/ ١٠٠ جرام تربة = (أ ـ ب) × ٢ = جـ

حيث إن :

أ : تركيز الجبس في المحلول المشبع ملليمكافئ/ لتر.

ب: تركيز الجبس في الراشح ملليمكافئ/ لتر.

وحيث إن كل ١ ملليمكافئ جبس/ ١٠٠ جرام تربة يقابل ٤,٢٥ طن جبس للهكتار لعمق ٣٠ سم، فإن كل ١ ملليمكافئ جبس/ ١٠٠ جرام تربة يقابل ٣,٤ طن جبس للهكتار لعمق ٣٠ سم.

ويكون الجبس اللازم بالطن للهكتار لعمق ٣٠ سم = جـ × ٣,٤ .

حساب الجبس اللازم لمعالجة قلوية التربة

إن كل ملليمكافئ صوديوم متبادل/ ١٠٠ جرام تربة يحتاج ٣٥٣ كجم جبس للدونم لعمق ٣٠ سم لإزالته من معقد التبادل، مع الأخذ في الاعتبار كمية الجبس الموجود فعلا بالتربة وتحسب كمية الجبس اللازم إضافته كما يلي:

١ - تقدر كل من السعة التبادلية والصوديوم المتبادل وتحسب النسبة المئوية للصوديوم المتبادل والتي إذا زادت عن ١٥٪ تعتبر الأرض قلوية.

٢ - نحسب ١٥ ٪ من السعة التبادلية

السعة التبادلية × $\frac{١٥}{١٠٠}$ = (أ) ملليمكافئ/ ١٠٠ جرام تربة

٣ - نحسب كمية الصوديوم المتبادل الواجب إزالته من معقد التبادل =

(الصوديوم المتبادل ملليمكافئ/ ١٠٠ جم) ـ (أ) = (ب) ملليمكافئ/ ١٠٠ جم

٤ - نحسب كمية الجبس اللازم بالطن للهكتار(بعد طرح كمية الجبس الموجود أصلا بالتربة)

= ب × ٣,٤

ثالثا : إضافة الجبس للأراضي القلوية و تأثيره على صفاتها الطبيعية

تتم إضافة الجبس الزراعي للتربة القلوية نثرا على السطح، بعد ذلك تحرث الأرض حتى يختلط بالتربة، ثم تقسم الأرض إلى أحواض ، وبعدها يتم غمرها بالماء مع توفير الصرف الجيد.

المشاهدات و الملحوظات بعد المعالجة:

١ - كانت عجينة التربة المشبعة للأرض القلوية الأصلية زلقة قبل معالجتها بالجبس..

٢ - زادت نفاذية التربة بعد المعاملة بالجبس ، و قد ازداد التحسن بزيادة الجبس المضاف.

٣ - انخفض رقم حموضة التربة (الـ PH) بعد المعاملة بالجبس .

٤ - قلت صلابة و تكتل التربة و تحسن بناؤها بعد المعاملة بالجبس و كان التغير ملحوظاً كلما زادت كمية الجبس المضافة.

حامض الكبريتيك كأحد المصلحات للتربة القلوية :

يضاف حامض الكبريتيك تنقيطا من براميل محتوية على الحامض المركز ، وتوضع البراميل بطريقة خاصة في قنوات الري قبل وصول مياه الري إلى شرائح الأرض (الأحواض) ، ونظرا لأن الحامض خطر استعماله ، لذلك يجب الحذر الشديد جدا عند استعماله ، وتكليف العمال القائمين بهذه العملية بارتداء ملابس خاصة وأحذية طويلة في أرجلهم وقفازات في أيديهم وذلك لتفادي أثر الحامض الحارق للجلد والملابس .

جدول (١) مقدار المصلحات الكيميائية التي تعادل ١ طن جبس

اسم المصلح	ما يعادل ١ طن جبس
الجبس	١,٠٠٠
الكبريتات	٠,١٨٦
الجير الكبريتي (٢٤٪كبريت)	٠,٧٧٥
حامض الكبريتيك	٠,٥٦٩
كبريتات الحديدوز	١,٦١٥
كبريتات الإلومنيوم	١,٢٩٠
كبريتات الكالسيوم	٠,٥٨٢

المصلحات المستعملة في إصلاح الأراضي القلوية

١ – مركبات الكالسيوم وتشمل :

أ – الجبس الزراعي

ب – أيدروكسيد الكالسيوم .

جـ - كلوريد الكالسيوم .

٢ – حامض الكبريتيك .

٣ – الكبريت .

٤ – كبريتات الحديدوز وكبريتات الإلومنيوم .

٥ – الجير الكبريتي .

٦ – المواد العضوية .

متابعة استصلاح الأراضي الملحية والقلوية

لا يتوقف استصلاح الأراضي على خطوات معينة محددة – إذ يتضح منذ البداية أهمية عمل تقرير تخطيطي لإصلاح تلك الأراضي على ضوء ما تم من دراسات حقلية ومعملية ثم وضع خطة للإصلاح تتضمن النقاط الرئيسة للإصلاح وهي الاحتياجات الغسيلية – والجبسية – وطريقة إضافة المصلحات إليها وعمل برنامج تنفيذي لاستصلاح هذه الأراضي وطريقة استغلالها حتى – يمكن الوصول إلى الحدية الإنتاجية لمثل هذه الأراضي .

ثالثا : استصلاح الأراضي الرملية الخشنة

لا تصلح التربة الرملية الخشنة للإنتاج الزراعي الاقتصادي إذا استغلت على طبيعتها.

فالتربة الرملية يمكن أن تعطي إنتاجاً جيداً في موسم واحد ، ولكن العبرة تكون بتتابع الإنتاج الاقتصادي دون توقف ولسنوات عديدة. ولا يتحقق ذلك إلا بتحسين خواصها ، وذلك بإضافة المادة العضوية والطين .

أولا : حساب كمية الطين المطلوب إضافته لمساحة ١ دونم :

ويتوقف ذلك على العمق المطلوب إصلاحه في التربة .

الكمية = العمق المطلوب إصلاحه (بالمتر) × مساحة الدونم بالمتر المربع × (نسبة الطين المراد الوصول إليها – نسبة الطين والسلت في الأرض الأصلية)

ثانيا : حساب كمية المادة العضوية

يمكن حساب كمية المادة العضوية المطلوب إضافتها على أساس ٤٠ ـ ٥٠ ٪ من كمية الطين المطلوب إضافته.

ثالثا : في حالة زراعة الأرض بأشجار الفاكهة

لا داع لإضافة الطين أو المادة العضوية لكل سطح الأرض ولكن تضاف فقط بالنسبة للمساحة الفعلية المنزرعة بالأشجار .

فمثلا في حالة زراعة الموالح تحتاج كل شجرة إلى حوالي ١ م^{٣} من مخلوط الطين والمادة العضوية، ويمكن اعتبارها تحتوي في المتوسط على ٢٥٪ من السماد البلدي ، ٥٥٪ من الطين .

و تحسب أولا عدد أشجار الفاكهة. ولنفرض أن الأشجار تزرع في رؤوس مربع على مسافات ٥ × ٥ أمتار .

$$\text{إذن عدد أشجار الموالح في الدونم} = \frac{١٠٠٠}{٥ \times ٥} = ٤٠ \text{ شجرة}$$

إذن كمية خليط الطين والمادة العضوية التي يحتاجها الدونم = ٤٠ × ١ = ٤٠ م^{٣}/ دونم

$$\text{كمية السماد البلدي اللازمة} = ٤٠ \times \frac{٢٥}{١٠٠}$$

$$\text{كمية الطين اللازمة} = ٤٠ \times \frac{٥٥}{١٠٠}$$

تمارين

مثال١ :

احسب الاحتياجات الغسيلية اللازمة عند استخدام ٣ درجات من مياه ري مختلفة درجة التوصيل الكهربي فيها ٢ ، ٢,٥ ، ٥ ملليموز / سم إذا كانت درجة تركيز الأملاح الملائمة والتي يمكن الوصول إليها في ماء الصرف معبرا عنها بدرجة التوصيل الكهربائي هي ٨ ملليموز / سم .

مثال٢ :

أرض سعة تبادل الكاتيونات بها ٣٠ ملليمكافئ / ١٠٠ جرام تربة ،فإذا كانت نسبة الصوديوم المتبادل بها ٢٠ ٪ وأريد خفضها إلى ٥٪ ، فاحسب كمية الجبس اللازم لهذا التحويل ؟

مثال٣ :

احسب الاحتياجات الطينية وكمية المادة العضوية الواجب إضافتها لعمق من التربة مقداره ٤٠ سم إذا كانت تحتوي على طين وسلت بنسبة ٥٪ ويراد الوصول بنسبة الطين والسلت فيها إلى ٢٥٪ .

خصوبة التربة وتغذية النبات (عملي)

تحليل النبات والاختبارات السريعة على التربة

اسم الوحدة :

تحليل النبات والاختبارات السريعة على التربة والنبات.

الجدارة :

المحافظة على محتوى النبات من العناصر الغذائية الضرورية.

الأهداف:

١ - أن يفرق المتدرب بين التحليلات الوصفية والكمية بدقة.

٢ - أن يحلل المتدرب النبات و التربة في الحقل باستخدام بعض المحاليل الكيميائية بدقة.

٣ - أن يتقن المتدرب طرق أخذ وتحضير العينات النباتية للمعمل بدقة.

٤ - أن يحدد المتدرب أجزاء النبات المناسبة للتحليل بدقة .

٥ - أن يقدر المتدرب الرطوبة في العينة النباتية بدقة.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل الجدارة عن ٨٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

٢٠ ساعة

الوسائل المساعدة :

١ - عينات تربة ونبات.

٢ - زيارات ميدانية للحقول .

٣ - مختبر تحليل.

متطلبات الجدارة :

يجب على المتدرب أن يكون قد تدرب على جميع الوحدات التدريبية الخاصة بمقرر أساسيات التربة.

الاختبارات السريعة على التربة و النبات

من المعروف أن المحصول الناتج من النبات هو محصلة تفاعل عوامل عديدة من بينها: القدرة الإنتاجية للتربة، نوع النبات ، الظروف المناخية السائدة في المنطقة، و كذلك نوع الخدمة التي تؤدى لكل من المحاصيل التي تزرع بأرضٍ معينة .

ولمعرفة هذه الجوانب يلزم إجراء اختبارات معملية و حقلية على كل من النبات و التربة عن طريق عمل التحليلات الكمية و منها تتوفر نتائج يمكن أن يستفاد منها قبل الزراعة في كيفية معاملة التربة و النبات مثل : إضافة الأسمدة الكيماوية و العضوية ، إضافة الجير و الجبس ، زراعة نوع معين من المحاصيل ، اتباع نظام خدمة مناسب و غير ذلك . و لكن يحدث في كثير من الأحيان أن يكون من الضروري معرفة بعض هذه الخواص سريعاً أثناء نمو المحصول أو قبل الزراعة مباشرة و لا بد في مثل هذه الحالات أن تتوفر وسائل سريعة لاختبار التربة و النبات و بالتالي تكوين فكرة مبدئية عن ما تحتاجه التربة أو ما يلزم إجراؤه من عمليات. و لذلك فقد استخدمت بعض الاختبارات السريعة Quick tests التي تجرى على التربة و على النبات لتؤدي مهمة حيوية في بعض الأحيان و هي إعطاء معلومات سريعة عن أي خلل disorder في حالة النبات.

تتوقف القدرة الإنتاجية للتربة على عدة جوانب تتعلق بما يأتي:

١ - صفات التربة الفيزيائية.

٢ - صفات التربة الكيميائية.

٣ - مدى احتواء التربة على العناصر الغذائية بكميات كافية و في صور ملائمة لامتصاص النبات.

أسس الاختبارات السريعة:

١ - الأساس الأول للاختبارات السريعة هو تقدير مدى شدة اللون الناتج عن الاختبار ، بمعنى أن الاختبار يجرى على التربة أو على أنسجة النبات عن طريق إضافة مواد معينة خاصة بنوع الاختبار – غالباً ما تكون في شكل مساحيق أو محاليل – و ينتج عن ذلك تلون التربة أو أنسجة النبات بلون خاص بالاختبار. و تتوقف شدة هذا اللون على كمية العنصر الموجود أو مدى توفر الخاصية المختبر بها.

٢ - الأساس الثاني هو أنها تقديرات وصفية Qualitative و يستفاد منها في إعطاء فكرة أولية عن حالة التربة أو النبات و لا يمكن أخذ نتائجها على أنها تقديرات كمية .

٣ - تعتبر اختبارات التربة و النبات السريعة مكملة لبعضها. و في كثير من الأحيان تكون نتائج اختبار التربة بالنسبة لعنصر معين في توافق تام مع نتائج اختبار أنسجة النبات بحيث يمكن أن يستفاد من هذا في علاج أي نقص أو تعديل أي جانب من الجوانب المتعلقة بإنتاجية التربة. و لكن كثيراً ما يحدث العكس و قد تكون نتائج كل منهما متعارضة مع الآخرى في بعض الحالات،

ويمكن إرجاع هذا التعارض إلى الأسباب التالية:

أ - حالة نمو النبات ، هل هي طبيعية بالنسبة لمرحلة النمو الفعلية أم لا ؟ فقد يحدث أحياناً أن يتوقف أو يتأخر نمو النبات عما هو متوقع في مرحلة معينة بسبب عامل آخر أو صفة أخرى غير تلك التي يختبر لها و بالتالي يؤثر هذا على نتائج الاختبار للصفة الأولى.

ب - وجود عوامل كثيرة أخرى تؤثر على نمو النبات و لم يشملها الاختبار السريع للتربة أو للنبات و بالتالي تكون الصورة ناقصة و ينشأ التعارض المشار إليه.

ت - تعايش النبات مع ظروف التربة لا يمكن أن يمثله أي اختبار معملي أو حقلي سريع ، و لذلك فقد يكون هذا سبباً في ظهور ذلك التعارض.

ث - تختلف مقدرة النبات أو كفاءته على امتصاص العناصر الغذائية باختلاف النبات نفسه ، و هنا يظهر عجز التربة عن التمييز بين اختلاف قدرات النبات المختلفة .

ج - عمر النبات و درجة تطوره له دور كبير في مدى تأثره بصفة معينة في التربة أو مدى احتوائه على عنصر معين و قد يكون هذا سبباً في حدوث تعارض بين اختبارات النبات و اختبارات التربة السريعة.

الاختبارات السريعة على التربة :

تشتمل اختبارات التربة السريعة على عدة صفات أو مكونات منها:

المسامية ، الحموضة ، التهوية ، محتوى التربة من الكربونات ، محتوى التربة من بعض الكاتيونات و الأنيونات مثل الكالسيوم ، الكبريتات ، الكلوريد ، النترات . و قد تجري هذه الاختبارات أو بعضها على جسم التربة الصلب أو على مستخلص التربة . و تفيد هذه الاختبارات في عمليات استصلاح الأراضي حيث يمكن إجراء اختبارات سريعة لتقدير الكلوريد و الكبريتات و الصوديوم أثناء عمليات الاستصلاح . و تستعمل اختبارات التربة السريعة بشكل عام تقريباً في عمليات حصر الأراضي حيث يلزم التعرف على بعض خواص التربة في الحقل أثناء إجراء الحصر.

اختبارات تجرى على جسم التربة الصلب

- اختبار مسامية التربة:

و يجرى هذا الاختبار على كتلة من التربة مأخوذة من الحقل مباشرة (بدون تغيير) و ذلك بإضافة حوالي ٢ سم^{٣} من معلق كربونات الكالسيوم إلى كتلة التربة المأخوذة ، فإذا كانت المسامية جيدة فإن جزاً كبيراً من المعلق المضاف يمتص بواسطة مسام التربة و يتبقى على سطح كتلة التربة لون أبيض خفيف ، أما إذا كانت المسامية رديئة فإن معظم المعلق المضاف يبقى على السطح في شكل لون أبيض واضح .

- اختبار التهوية في التربة:

المقصود باختبار التهوية هنا هو اختبار مدى توفر الأوكسجين في التربة. و حيث إنه يصعب جداً تقدير كمية الأوكسجين نفسها في التربة ، فقد وجد أنه من الأصلح استعمال طريقة غير مباشرة تعتمد على تحول كيماوي يكون أساسه الأوكسجين – أي تحول مكون معين من مكونات التربة من حالة مختزلة إلى حالة مؤكسدة أو العكس . و يتوفر هذا التحول في أيونات عنصر الحديد التي قد تكون في حالة مؤكسدة (حديديك Fe^{+3}) عند توفر الأوكسجين أي في وجود تهوية كافية ، و قد تكون في حالة مختزلة (حديدوز Fe^{+2}) عند عدم توفر الأوكسجين أو في وجود تهوية رديئة. و باختبار التربة لحالة عنصر الحديد بها (حديديك أو حديدوز) يمكن التعرف على حالة التهوية بتلك التربة .

و يجرى اختبار التهوية في التربة كالآتي :

أ – يجرى الاختبار خلال أقل من دقيقة واحدة من أخذ عينة التربة حتى لا تتغير حالة عنصر الحديد بتعرض التربة للهواء الجوي مدة طويلة .

ب - توضع كمية كبيرة من التربة (مقدار رأس الدبوس) عند طرف ورقة ترشيح و يضاف إليها قطرة من حامض HCL مخفف ثم تطوى ورقة الترشيح على التربة بحيث يتخلل السائل ورقة الترشيح و ينتج عن ذلك بقعتان متقابلتان عند فرد الورقة ثانية .

ج - تضاف إلى البقعة الموجودة على اليسار نقطة من محلول ثيوسيانات البوتاسيوم ، فإذا ظهر لون أحمر دل ذلك على وجود الحديد في الحالة المؤكسدة (Fe^{+3}) و بالتالي على وجود تهوية جيدة بالتربة .

د - تضاف إلى البقعة الموجودة على اليمين نقطة من محلول حديدي سيانور البوتاسيوم فإذا ظهر لون أزرق دل على وجود أيون الحديد Fe^{+2} (و هي الحالة المختزلة للحديد) مما يدل على أن التهوية رديئة. وإذا ظهر اللون الأحمر في البقعة الأولى و كذلك اللون الأزرق في البقعة الثانية فإن هذا يدل على أن النقص في الأوكسجين ليس كبيراً و بالتالي تكون التهوية متوسطة .

- اختبار الكربونات الكلية في التربة :

و يجرى هذا الاختبار على التربة نفسها في الحقل و ذلك بإضافة حوالي ٢ – ٣ سم^3 من حامض HCL المخفف إلى حوالي ٢ جم تربة و ملوحظة ما يحدث . فإذا حدث فوران دل على وجود الكربونات في التربة. و باختلاف شدة الفوران يمكن التعرف على محتوى التربة من الكربونات الكلية.

اختبارات تجرى على مستخلص التربة المائي:

يجهز مستخلص مائي للتربة و ذلك برج ١٠ جم من تربة مع حوالي ٢٠ سم^3 ماء مقطر لمدة كافية ثم يرشح خلال ورقة ترشيح و يستقبل الراشح (و هو عبارة عن مستخلص التربة المائي ١ : ٢) في زجاجة نظيفة ، و تجرى عليه الاختبارات الآتية:

١ - اختبار الكالسيوم :

تتم إضافة نقطتين من محلول اكسالات الأمونيوم ٥٪ إلى حوالي ١ سم^3 من مستخلص التربة المائي في أنبوبة اختبار . يرج المخلوط فيتكون راسب أبيض يختلف في مقداره على حسب تركيز الكالسيوم في المستخلص.

٢ - اختبار الكلوريد :

يضبط جزء من مستخلص التربة المائي على درجة pH مناسبة ـ حوالي ٨ ـ باستعمال شرائط اختبار الـ pH و محاليل حامض الكبريتيك ٠,١ع ، كربونات الصوديوم ، و يمكن استعمال دليل الفينول فيتالين لهذا الغرض بدلاً من شرائط الـ pH. بعد ذلك يؤخذ حوالي ١ سم^3 من المستخلص و تضاف إليه قطرات من محلول نترات الفضة ٠,٠٥ع فيتكون راسب أبيض تختلف كميته أو درجة عكارته باختلاف تركيز الكلوريد في المستخلص .

٣ - اختبار الكبريتات :

يضاف حوالي ١ سم^3 من محلول كلوريد الباريوم ٥٪ إلى حوالي ٢ سم^3 من مستخلص التربة المائي في أنبوبة اختبار فتتكون عكارة أو رواسب تختلف في كميتها أو شدتها على حسب تركيز الكبريتات في المستخلص.

شكل (١) حقيبة الاختبارات السريعة للتربة

تحليل النبات

الاختبارات السريعة على النبات

تختلف الاختبارات السريعة على النبات عن تحليلات النبات الكيميائية في شيئين :

١- أن التحليلات الكيميائية تقديرات كمية يمكن بواسطتها معرفة كمية العنصر بالضبط ، بينما الاختبارات السريعة لأنسجة النبات تقديرات وصفية فقط تعطي مؤشرات عن حالة النبات الغذائية

٢- تعتمد التحليلات الكيميائية على بيان المقدار الكلي من العنصر في النبات كالنيتروجين الكلي أو الفسفور الكلي أو البوتاسيوم الكلي ، بينما اختبارات النبات السريعة تظهر الجزء الذائب فقط من العنصر، وهو الجزء الذي لم يدخل بعد في مكونات الخلية (أو هو الجزء غير الممثل فسيولوجيا داخل النبات) . وبالرغم من هذا فهناك علاقة ارتباط بين الكمية الذائبة من العنصر في أنسجة النبات والكمية الكلية من نفس العنصر .

وبتعبير بسيط فالاختبارات السريعة للنبات تعطي مقياسا للكمية من العنصر التي تنساب في عروق النبات وأجزائه المختلفة . وتعتبر عناصر النيتروجين ، الفسفور ، البوتاسيوم هي الأكثر ملاءمة لتطبيق الاختبارات السريعة بالمقارنة بغيرها من العناصر الغذائية الضرورية .

ويمتاز الاختبار السريع لأنسجة النبات بأنه يمكن عمله في الحقل سريعا وبالتالي يمكن عن طريقه تشخيص أي نقص غذائي في النبات في وقت يسمح بالعلاج قبل أن يستفحل النقص ويؤثر على الناتج المحصولي .

وتجب ملاحظة عدة أشياء عند عمل الاختبارات السريعة على النبات، تتلخص جميعها في ملاحظة الحالة المظهرية ـ المورفولوجية ـ للنبات النامي مثل حجم النبات ودرجة توافقه مع عمره ، ولون النبات وغير ذلك مما يمكن تسجيله مظهريا في الحقل .

قياس تركيز العناصر في أنسجة النبات :

يمكن قياس تركيز عنصر ما في أنسجة النبات بعد إضافة الدلائل اللازمة لهذا العنصر عن طريق ملاحظة اللون الناتج من الاختبار وتمييز مدى شدة هذا اللون التي تدل على مدى توفر العنصر . وعادة يوصف مدى توفر العنصر بالوحدات الآتية : عالي – متوفر جدا – متوفر – متوسط – قليل – قليل جدا . وقد يكتفى باستعمال : متوفر أو غير متوفر . وهناك لوحات قياسية لألوان تلك الاختبارات يمكن الاستعانة بها للحصول على تقدير تقريبي لحالة العنصر في النبات.

اختبارات الأنسجة النباتية
PLANT TISSUE TESTS

هي إحدى الطرق السريعة، والهامة للكشف عن نقص مستوى العناصر الغذائية في الأنسجة الخضراء للنباتات النامية، وبالتالي تحديد مدى احتياجها للتسميد نوعا وكما.

ويتم ذلك عن طريق تحليل العصير النباتي لتقدير تركيز العنصر الغذائي به، ولقد وجد أن ارتفاع أو انخفاض مستوى عنصر غذائي معين في النبات غير مرتبط بالضرورة مع تركيز الصورة الصالحة (الميسرة في التربة ولكنه يتوقف أيضا على مجموعة أخرى من العوامل التي لها دور مؤكد في نمو النبات وامتصاصه للعناصر الغذائية منها:

١ - انخفاض درجة حرارة التربة.

٢ - سرعة نمو النبات أو معدل بناء المادة الجافة.

٣ - نقص محتوى التربة من الرطوبة.

٤ - سوء الصرف وضعف التهوية.

٥ - التضاد بين العناصر عند الامتصاص.

٦ - تلف المجموع الجذري.

٧ - رقم حموضة التربة pH.

وعلى ذلك فإنه إذا أظهرت اختبارات التربة Soil tests أن التربة تحتوي على كمية كافية من الصورة الصالحة لعنصر ما، فإن ذلك ليس دليلا قاطعا على أن النبات سوف لا يعاني من نقص في هذا العنصر، أو أن النبات لن يستفيد من السماد المضاف . من هنا نلجأ إلى تحليل النبات بطريقة سريعة قبل أن تتفاقم المشكلة وتنعكس على المحصول.

ويعترض تحليل النبات عموما مشكلتان هامتان لابد من حلهما قبل إجراء التحليل وهما:

١ - اختيار أنسجة أو أعضاء النبات المناسبة للتحليل.

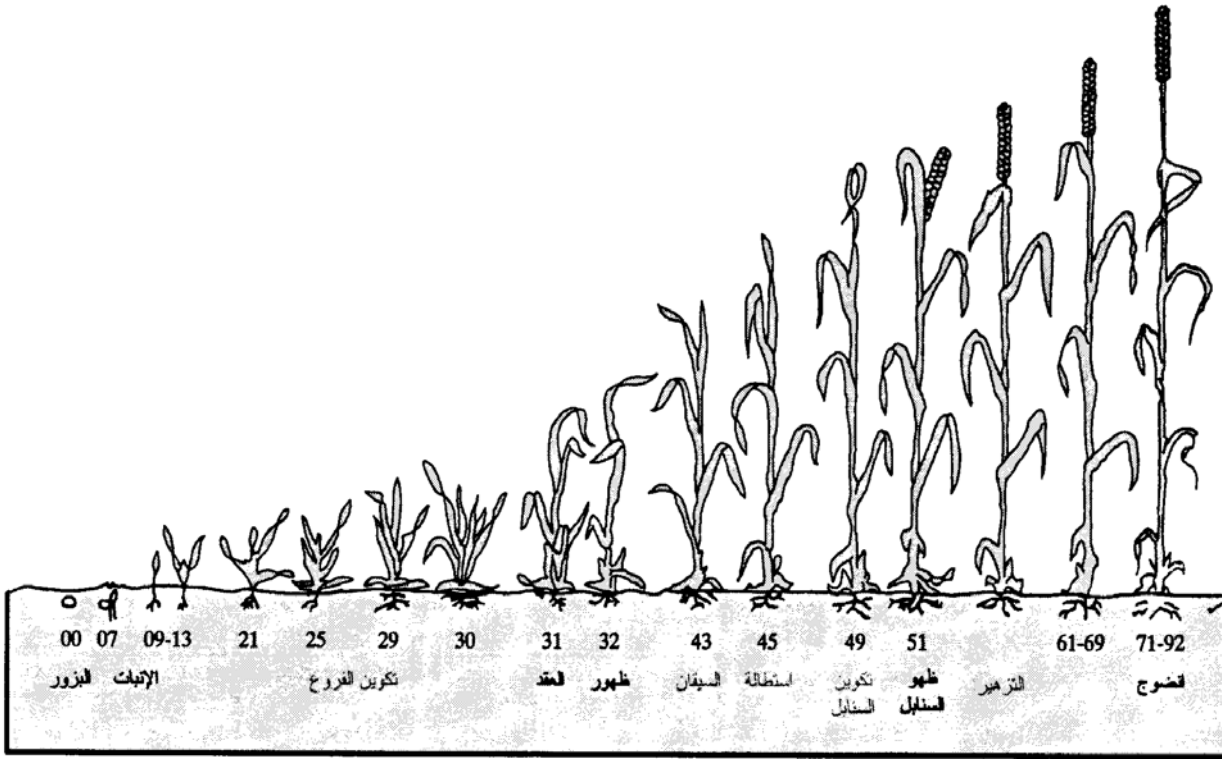
٢ - تحديد العمر الفسيولوجي المناسب للتحليل.

يتغير تركيز العنصر داخل أنسجة النبات المختلفة (الجذور والسيقان والأوراق) باختلاف العمر الفسيولوجي للنبات، ونعني بالعمر الفسيولوجي مرحلة نمو معينة للنبات وليس العمر الزمني أو عدد الأيام التي مضت عليه منذ زراعته، ولبيان ذلك نأخذ نبات الذرة كمثال (شكل رقم ١) حيث إن نبات الذرة منذ زراعته وحتى الحصاد يمر بعدة مراحل للنمو يمكن إجمالها فيما يلي:

١- الإنبات ٢ - التفريع ٣ - استطالة السيقان ٤ - طرد السنابل ٥ - التزهير ٦ - النضج

ولقد وجد انه يجب أن يحدد هذا الوقت في مرحلة من حياة النبات حينما يكون الطلب على العناصر الغذائية في أقصاه، وبذلك يمكن تحديد حالة النبات الغذائية، وغالبا ما تكون هذه الفترة في معظم النباتات الحولية خلال فترة التزهير.

و سوف نتناول طريقة أخذ وإعداد العينات النباتية المناسبة لاختبارات الأنسجة، وكيفية إجراء الاختبارات الوصفية ، وكذلك التقديرات الكمية لأهم العناصر الغذائية الكبرى للأنسجة النباتية.



شكل (٢) المراحل الفسيولوجية لنمو الذرة

طرق أخذ وتحضير العينات النباتية المناسبة لاختبارات الأنسجة

أولا: طريقة أخذ العينات النباتية الطازجة

تعتمد اختبارات الأنسجة على تقدير تراكيز العناصر الغذائية في العصير الخلوي لأنسجة النباتات الخضراء والتي لم تدخل بعد في عمليات التمثيل الغذائي (أي التي توجد في صورة حرة ولم تدخل بعد في تكوين مركبات عضوية)، وهذا التركيز يتوقف على الجزء النباتي (نوع النسيج) ووقت إجراء الاختبار وهذا يتم تحديده كالتالي:

١ - عضو النبات المناسب لاختبارات الأنسجة

يجرى الاختبار أساسا على الأعضاء الناقلة للمواد الممتصة في النبات مثل أعناق الأوراق، وسلاميات الساق وأيضا العروق الوسطية في الأوراق، ولذا تؤخذ عينات من هذه الأجزاء.

٢ - عمر العضو النباتي المناسب لاختبارات الأنسجة

تعتبر فترة التزهير والمراحل المبكرة لعقد الثمار من أهم الفترات في اختبارات تحليل الأنسجة، وحيث إن فترة نمو معظم المحاصيل الحقلية تتراوح بين ١٠٠ و ١٥٠ يوما وغالبا ما تأخذ النباتات معظم احتياجاتها الغذائية خلال تلك الفترة، كما إن الطلب على العناصر الغذائية ومقدار الاستفادة منها داخل النبات يكون في أقصاه، لذلك تعتبر هذه الفترات من أنسب مراحل حياة النبات لإجراء اختبارات الأنسجة.

وقد يؤثر الوقت من النهار على اختبار مستوى النترات داخل النبات، حيث تكون النترات مرتفعة في الصباح الباكر عنه في فترة بعد الظهيرة، وعلى ذلك لا يجرى الاختبار في الصباح الباكر أو متأخرا في فترة ما بعد الظهر.

والجدول رقم (٢) يبين أجزاء النبات المناسبة لإجراء اختبارات الأنسجة في بعض النباتات.

جدول رقم (٢) يبين أجزاء النبات المناسبة لإجراء اختبارات الأنسجة في بعض النباتات.

النبات	الاختبار	الجزء المناسب للتحليل	مستوى العنصر المطلوب
الذرة:			
(أ) - طول النبات أقل من ٣٠ سم	NO_3	العرق الوسطي للورقة القاعدية	مرتفع
	PO_4	العرق الوسطي للورقة القاعدية	متوسط
	K	العرق الوسطي للورقة القاعدية	مرتفع
(ب) - طول النبات أكثر من ٣٠ سم حتى مرحلة بداية تكوين الكوز	NO_3	قاعدة الساق	مرتفع
	PO_4	العرق الوسطي للورقة العلوية	متوسط
	K	العرق الوسطي للورقة العلوية	مرتفع
(ج) - من مرحلة بداية تكوين الكوز إلى المرحلة المبكرة للطور العجيني للحبوب	NO_3	قاعدة الساق	مرتفع
	PO_4	العرق الوسطي لورقة الكوز	متوسط
	K	العرق الوسطي لورقة الكوز	متوسط
البرسيم:			
قبل الحشة الأولى	PO_4	الثلث الأوسط للساق	مرتفع
	K	الثلث الأوسط للساق	مرتفع
قبل الحشة الثانية	PO_4	الثلث الأوسط للساق	متوسط
	K	الثلث الأوسط للساق	متوسط
الحبوب الصغيرة:			
من مرحلة طرد السنابل حتى الطور اللبني للحبوب	NO_3	الجزء السفلي للساق	مرتفع
	PO_4	الجزء السفلي للساق	متوسط
	K	الجزء السفلي للساق	متوسط

تجمع الأجزاء النباتية طبقا للجدول السابق من حوالي ٢٠ نباتا ثم توضع في أكياس ورقية وتكتب عليها البيانات اللازمة، ويفضل إجراء الاختبار عقب الحصول على الأنسجة النباتية مباشرة، كما يمكن حفظ الأنسجة النباتية في قطعة من النسيج المبلل بالماء توضع في البراد، ويمكن بذلك حفظه لمدة يومين على الأكثر لحين الحصول على العصير النباتي.

ثانيا: طرق الحصول على العصير النباتي

هناك طريقتان للحصول على العصير النباتي هما:

١ - الطريقة الحقلية

وهي مخصصة للاختبارات الوصفية، حيث يوضع عدد من أعناق الأوراق على قطعة من السيراميك، ويتم الضغط عليها لاستخراج العصير الخلوي منها أو وضعها في عصارة يدوية والضغط عليها لعدة مرات وتجميع العصير في فجوات قطعة السيراميك، كما يمكن وضع أعناق الأوراق فوق ورق ترشيح والضغط عليها بواسطة جسم صلب حتى تتشرب ورقة الترشيح العصير الناتج، ومن ثم يمكن إجراء اختبارات وصفية سريعة عن العناصر في العصير الخلوي المتجمع فوق قطعة السيراميك أو المتشرب في ورقة الترشيح، كما سيلي ذكره لاحقا.

٢ - الطريقة المعملية

وهي تناسب التقديرات الكمية، وهي كما يلي:

خذ بعض أوراق النبات المعطى لك، ثم نظفها جيدا من الأتربة وافصل أعناقها وزن من هذه الأعناق ٣ جم ثم قطع هذه الأجزاء إلى شرائح رقيقة لا يزيد سمكها على ٢ مم تقريبا وضعها في إناء جهاز الخلط الكهربائي ، ثم أضف إليها ٣٠ مل من محلول مورجان و ٠,٧٥ جم فحم حيواني منشط نقي، ثم أدر جهاز الخلط لمدة ثلاث دقائق تماما حتى تتفتت الأنسجة وتستخلص منها العناصر التي يمكن استخلاصها.

رشح بواسطة قمع بوخنر ثم انقل المترشح نقلا كميا إلى دورق معياري سعته ١٠٠ مل، ثم أكمل إلى العلامة بالماء المقطر.

يمكن حفظ هذا المستخلص للاستعمال لمدة لا تزيد عن أسبوعين في ثلاجة وطريقة الاستخلاص هذه تستخدم عادة في الأبحاث العلمية لدقتها.

التدريب العملي:

يقوم المتدربون بزيارة ميدانية للمزارع لجمع الأنسجة النباتية اللازمة لاختبارات الأنسجة مع وضعها في أكياس ورقية وكتابة البيانات اللازمة عليها، ثم تنقل إلى المعمل، حيث يتم تنظيفها من الأتربة، ثم يتم فصل الأعناق واستخلاص العصير النباتي منها تبعا للطريقة السابقة مع كتابة البيانات على المستخلص.

طرق أخذ وتحضير العينات النباتية لاختبارات الأنسجة

أثناء الزيارة الميدانية لجمع العينات المناسبة لاختبار الأنسجة دون البيانات في الجدول التالي:

البيان	نبات ـ أ ـ	نبات ـ ب ـ
تاريخ الزيارة الميدانية		
نوع النبات		
عمر النبات		
الجزء المأخوذ للاختبار		
عدد النباتات الممثلة للعينة		
وزن العينة المستخدمة في الاستخلاص		
الحجم النهائي للعصير النباتي		
رقم العينة		

المناقشة .....

.....

.....

التقديرات الوصفية لاختبارات الأنسجة

لقد تطورت طرق الاختبارات السريعة لتقدير العناصر الغذائية في أنسجة النبات، وأصبح يمكن الاعتماد عليها في معرفة المحتوى العنصري لأنسجة النبات وتستخدم في ذلك طرق وصفية للتقدير، تستخدم فيها مواد وأجهزة بسيطة يمكن وضعها في حقيبة واحدة يسهل التنقل بها إلى الحقل، ويمكن إجراء الاختبارات الوصفية إما على العصير الناتج من أعناق الأوراق أو على سطح مكشوط لأعناق الأوراق أو ساق النبات مباشرة مع ملاحظة كثافة الألوان المتكونة

وفيما يلي طريقه إجراء الاختبارات الوصفية لمختلف العناصر في الأنسجة النباتية:

١ - اختبار الـ pH

يمكن التعرف على رقم الحموضة للعصير النباتي بوضع نقطتين من الدليل الكامل Universal indicator ومقارنة اللون الناتج مع شريط تدرج الألوان المرافق للدليل.

٢ - اختبار النيتروجين العضوي

يؤخذ ١ مل من العصير النباتي في أنبوبة اختبار ويضاف إليها قليل من الصودا الجيرية مع التسخين على اللهب فيتصاعد غاز النشادر NH_3 الذي يمكن الكشف عنه بورقة دليل الـ pH مبللة بالماء المقطر والتي عند وضعها على فوهة الأنبوبة أثناء التسخين يتغير لونها إلى الجانب القلوي نتيجة تأثرها بأيدروكسيد الأمونيوم الناتج من ذوبان غاز النشادر المتصاعد مع الماء المبلل لورقة الدليل

٣ - اختبار النترات

يمكن أن يتم اختبار النترات بطريقتين هما:

أ - طريقة الداي فينايل أمين

يؤخذ ١ مل من العصير في أنبوبة اختبار ويضاف إليه١مل من محلول داي فينايل أمين، ويرج ثم يسكب ١ مل من حمض الكبريتيك المركز على الجدار الداخلي لأنبوبة الاختبار وهي مائلة فيتكون سطح فاصل بين الحمض والمحلول، وتتكون حلقة زرقاء عند سطح الانفصال تتناسب شدتها مع تركيز النترات في العصير النباتي.

ب - طريقة كبريتات الحديدوز:

يؤخذ ١ مل من العصير النباتي ويضاف إليه ١ مل من محلول كبريتات الحديدوز $FeSo_4\ 7H_2O$ حديث التحضير (٠,٥ ٪) مع الرج ويضاف ١ مل من حمض الكبريتيك المركز على الجدار الداخلي لأنبوبة الاختبار وهي مائلة فتتكون حلقة سمراء بنية عند سطح الانفصال تتناسب شدتها مع تركيز النترات.

٤ - اختبار الأمونيوم:

يؤخذ ١ مل من العصير النباتي في أنبوبة اختبار ثم يضاف ١ مل من محلول نسلر (يوديد البوتاسيوم الزئبقي) مع التحميض بحوالي ٠,٥ مل من حمض الكبريتيك ١,٠ عياري فيتكون لون بني محمر يتناسب مع تركيز الأمونيوم في العصير

٥ - اختبار الكلوريد

يؤخذ ١مل من العصير النباتي وتضاف إليه بضع نقط من حمض النيتريك HNO_3(١ : ١ بالحجم) في أنبوبة اختبار مع الرج، ثم يضاف١ مل من محلول نترات الفضة $Ag\ NO_3$(٠,١ عياري) فيتكون راسب أبيض، يكون معلقا في البداية من كلوريد الفضة $AgCl$ ، وتتناسب كميته مع تركيز الكلوريد في العصير، ويتحول هذا الراسب إلى اللون الداكن الرصاصي عند تعرضه لضوء الشمس الذي يرسب الفضة.

٦ - اختبار الكبريتات

تضاف بضع نقط من حمض الهيدروكلوريد HCl(١ : ١ بالحجم) المركز على ١ مل من العصير النباتي في أنبوبة اختبار مع الرج، ثم يضاف١ مل من محلول كلوريد الباريوم $BaCl$ (٠,٥ ٪) فيتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم تتناسب كميته مع تركيز الكبريتات في العصير النباتي.

٧ - اختبار الفوسفات

يحمض ١ مل من العصير النباتي ببضع نقط من حمض النيتريك HNO_3(١ : ١ بالحجم) ، ثم يضاف ١ مل من محلول موليبدات الأمونيوم (٠,٢ ٪) مع التسخين والرج، فيتكون راسب أصفر كناري من فوسفوموليبدات الأمونيوم تتناسب شدته مع تركيز الفوسفات في العينة.

٨ - اختبار الكالسيوم

يؤخذ ١ مل من العصير النباتي في أنبوبة اختبار، ويضاف إليه ١ مل من محلول أكسالات الأمونيوم(٠,٥٪) مع الرج والتسخين فيتكون راسب بللوري أبيض من اكسالات الكالسيوم يتناسب مع تركيز الكالسيوم في العصير النباتي.

٩ - اختبار المغنسيوم

في حالة تكون راسب أبيض في اختبار الكالسيوم السابق ترشح محتويات أنبوبة الاختبار السابق، ويستقبل الراشح في أنبوبة أخرى، ثم تحمض ببضع نقط من حمض الأيدروكلوريك وحوالي ٠,٥ مل من دليل اليزارين بردو $C_{14}\ H_8\ O_4$، حتى يتكون لون أحمر ثم يضاف ١ مل من محلول إيدروكسيد صوديوم $NaOH$ (٠,٥ ٪) مع التسخين والرج فيتكون راسب أزرق هلامي يتناسب مع تركيز المغنسيوم في العصير.

وحديثا أنتجت العديد من شركات الكيماويات حقيبة تحتوي على المواد اللازمة لإجراء الاختبارات الهامة للأنسجة النباتية (شكل ٢) وتحتوي على شرائط أو أقراص تحتوي على الكيماويات الكاشفة عن العنصر المراد تقديره مع قياس التغير في اللون الناتج عن وجود العنصر بواسطة جهاز رقمي لقياس الألوان، ومن ثم يمكن الحصول مباشرة على التركيز في النسيج النباتي بطريقة سريعة ودقيقة إلى حد ما.

الشكل رقم (٣). حقيبة حقلية لاختبارات الأنسجة النباتية.

التدريب العملي

يقوم المتدرب بإجراء جميع الاختبارات الوصفية على عينات العصير النباتي السابق تحضيره مع تسجيل النتائج بطريقة العلامات التالية في صحيفة النتائج المخصصة لذلك.

نتيجة الاختبار	خالٍ	آثار	قليل	متوسط	كثير
التعبير الرمزي	-	±	+	++	+++

جدول النتائج

التدريب : التقديرات الوصفية لاختبارات الأنسجة

أجر الاختبارات الوصفية على العصير النباتي الذي أمامك، ثم سجل النتائج في الجدول التالي:

نوع الاختبار	العصير النباتي - أ -	العصير النباتي - ب -
اسم النبات		
رقم الـ pH		
النيتروجين العضوي		
اختبار النترات		
(أ) طريقة الداي فينايل أمين		
(ب) طريقة كبريتات الحديدوز		
اختبار الأمونيوم		
اختبار الكلوريد		
اختبار الكبريتات		
اختبار الفوسفات		
اختبار الكالسيوم		
اختبار المغنسيوم		

المناقشة .....

.....

التحليل الورقي

تقتصر اختبارات الأنسجة على تقدير العناصر الغذائية التي توجد في الأنسجة النباتية في صورة حرة غير مرتبطة بالمركبات العضوية والمتجمعة أساسا في العصير الخلوي (الفجوة العصارية). ولهذا فإن الاختبارات لا تصلح لتقدير العناصر الغذائية الأخرى والتي تدخل في تركيب المركبات العضوية الأساسية من كربوهيدرات وبروتينات ودهون والداخلة في تكوين أنسجة النبات، والتي لا يمكن استخلاصها مع العصير النباتي ولذلك فإن التحليل الكلي للعناصر الغذائية في النبات وخاصة في الأوراق والذي يعرف بالتحليل الورقي هو الوسيلة الأساسية للتعرف على التركيز الكلي لكل عنصر غذائي في الأنسجة النباتية، وبالتالي الكمية الكلية الممتصة بواسطة النبات أو الكميات المستنزفة من التربة والتي يترتب عليها تحديد الاحتياجات السمادية لكل محصول.

وكما إن هناك قواعد يجب اتباعها عند أخذ العينات النباتية في اختبارات الأنسجة فإن هناك أيضا اعتبارات وأسس يجب اتباعها عند أخذ العينات بهدف تقدير محتواها الكلي من العناصر الغذائية، ويتم أساسا الاعتماد على التحليل الورقي للنبات لتحديد احتياجاته السمادية، أو التحليل الكامل للمجموع الخضري في العديد من الأغراض وخاصة حساب الكميات الممتصة من العناصر الغذائية، ودائما ما يقدر المحتوى الكلي للعناصر منسوبا إلى المادة الجافة للنبات، ولذلك يجب تقدير نسب الرطوبة الأولية والثانوية في النبات، ثم يتم طحن المادة الجافة وتجرى عليها عمليات الهضم سواء بالحرق الجاف أو بالأحماض والتي تؤدي إلى هدم المادة العضوية وتحرير ما بها من عناصر غذائية ماعدا الكربون والأوكسجين والهيدروجين في صورة ذائبة يسهل تقديرها كميا.

جمع وتجهيز عينات الأوراق النباتية للتحليل الكلي

يتم جمع العينات النباتية في الحقل بغرض التعرف على المحتوى الكلي للنبات من العناصر الغذائية المختلفة، وفي معظم الأحيان تكون الأوراق الكاملة للنباتات هي الجزء الذي يتم جمعه لتحليله فيما بعد، وقد يؤخذ النبات كله (مجموع خضري ومجموع جذري) في بعض الأحيان لأغراض تقدير كميات العناصر الغذائية التي امتصها النبات، وبالطبع فإن العمر الفسيولوجي للورقة (أو للنبات كله) وكذلك الوضع المورفولوجي لها على الساق يؤثر بدرجة كبيرة في تركيبها الكيميائي، ولذا يجب أخذ الاحتياطات التالية عند أخذ عينات نباتية.

أولا: شروط جمع الأوراق النباتية

١ - أن تؤخذ في عمر فسيولوجي معين للنبات.

٢ - لا تجمع الأوراق ليلا أو في الصباح المبكر.

٣ - أن يكون لها وضع مورفولوجي محدد على الساق.

٤ - تؤخذ من عدد كبير من النباتات في الحقل كله لا يقل عن ٤٠ ـ ٥٠ نبات موزعة توزيعا عشوائيا.

٥ - أن لا يكون النبات مصابا بالأمراض الفطرية أو الحشرية.

٦ - أن لا يكون النبات مصابا بنقص أحد العناصر الغذائية.

٧ - أن لا يكون الحقل مسمدا عن طريق الرش حديثا.

٨ - عدم أخذ عينات من حواف الحقل أو من جوار قنوات الري أو المصارف.

٩ - لا تجمع أوراق النباتات في الحالات التالية:

أ - الأوراق صغيرة السن أو كبيرة السن أو الجافة.

ب - النباتات المصابة بالأمراض أو النباتات الميتة.

جـ - النباتات المصابة بالحشرات أو التي تعرضت للتلف الميكانيكي.

د - النباتات التي تعاني من زيادة أو نقص شديد في مستوى الرطوبة.

هـ - النباتات التي تعاني من نقص شديد في العناصر الغذائية.

١٠ - عدم تلوث الأوراق أو اختلاطها بالتربة أو سماد أو أي مادة غريبة.

والجدول رقم (٣) يبين مواعيد جمع العينات النباتية الورقية، والوضع المورفولوجي للأوراق وعدد النباتات الممثلة للعينة في أهم المحاصيل الحقلية ومحاصيل الأعلاف والمراعي ومحاصيل الخضر والفاكهة.

وكذلك الشكل رقم (٣) يبين أجزاء النبات المناسبة للتحليل الورقي.

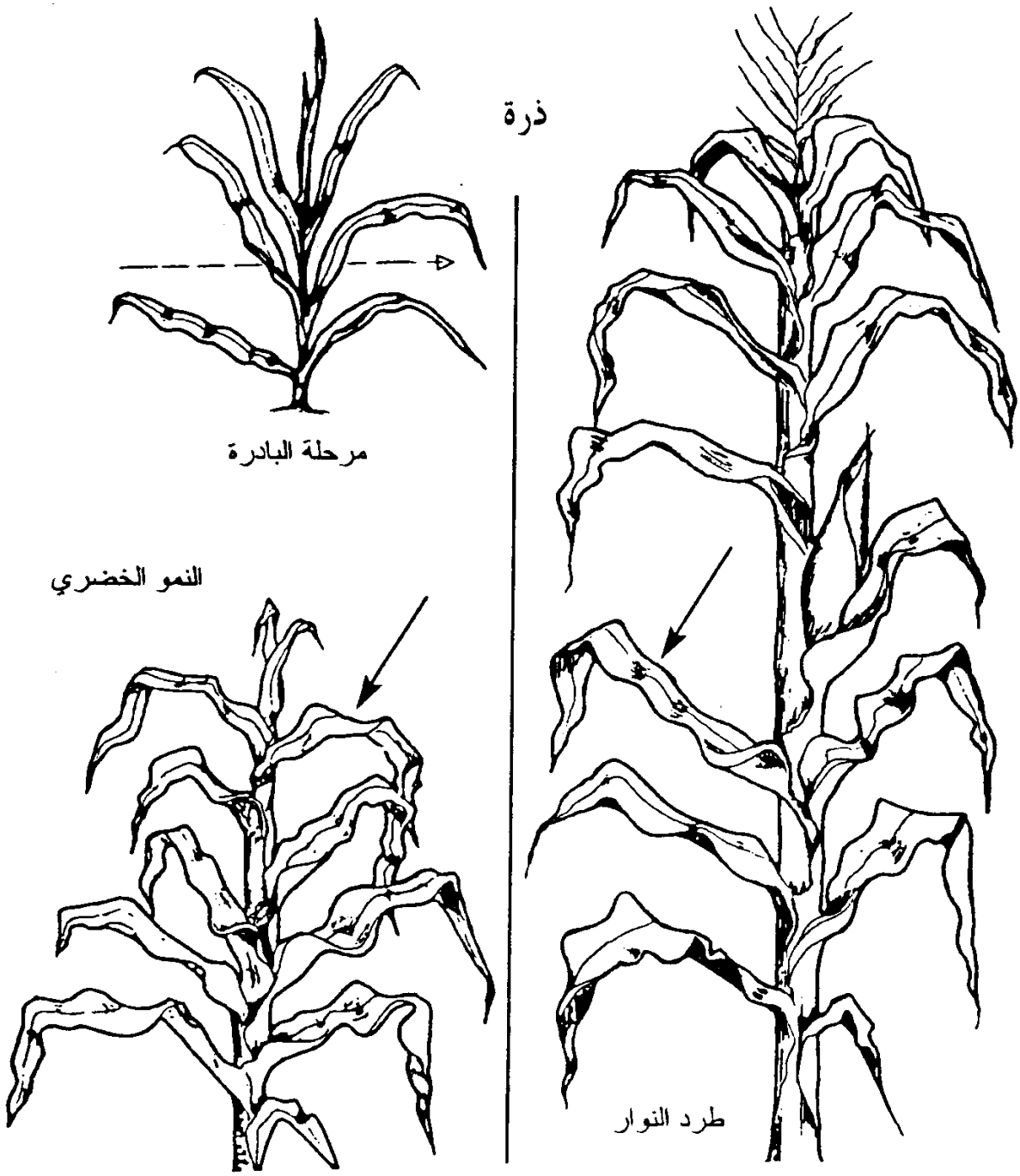
الجدول رقم (٣) كيفية أخذ العينات النباتية الورقية

النبات	متى تؤخذ العينة؟	الجزء النباتي المأخوذ للعينة	عدد النباتات
محاصيل حقلية			
البرسيم	قبل التزهير	الأوراق الناضجة في الثلث العلوي من النبات	٥٠ -٦٠
محاصيل الحبوب (قمح - شعير - أرز)	مرحلة البادرات قبل طرد السنابل	المجموع الخضري الكامل فوق سطح الأرض أول أربع أوراق ناضجة من قمة النبات	٥٠ -٧٥ ٣٠ ـ ٤٠
محاصيل الأعلاف أو المراعي			
محاصيل الأعلاف	تكشف البذور أو مرحلة أحسن نمو	أول أربع أوراق ناضجة من قمة النبات	٥٠ ـ ٦٠
محاصيل الخضر			
الكرنب (الملفوف)	قبل تكوين الرأس	أول أوراق ناضجة من المركز	١٠ — ٢٠
الكوسة والخيار	قبل تكوين الثمرة (عقد الثمار)	الأوراق الناضجة قرب قاعدة الساق الرئيس	٢٠ — ٢٥
الخضروات الورقية(خس سبانخ)	منتصف مرحلة النمو الخضري	أصغر أوراق ناضجة	٣٠ — ٥٠
الشمام	قبل عقد الثمار	الأوراق الناضجة قرب قاعدة الساق الرئيس	٢٠ — ٣٠
البازلاء	قبل أو أثناء التزهير	الأوراق عند العقلة الثالثة من قمة النبات	٣٠ — ٥٠
المحاصيل الجذرية (الجزر - البصل)	قبل انتفاخ الجذر أوالدرنة	الورقة المركزية الناضجة	٢٥ — ٣٥
الطماطم	قبل أوأثناء التزهير قبل أو أثناء عقد الثمار	ثالث أو رابع ورقة من القمة النامية أوراق المجموعة الثانية أو الثالثة الأوراق من المجموعة الرابعة إلى السادسة	٢٠ — ٢٥ ٢٠ - ٢٥

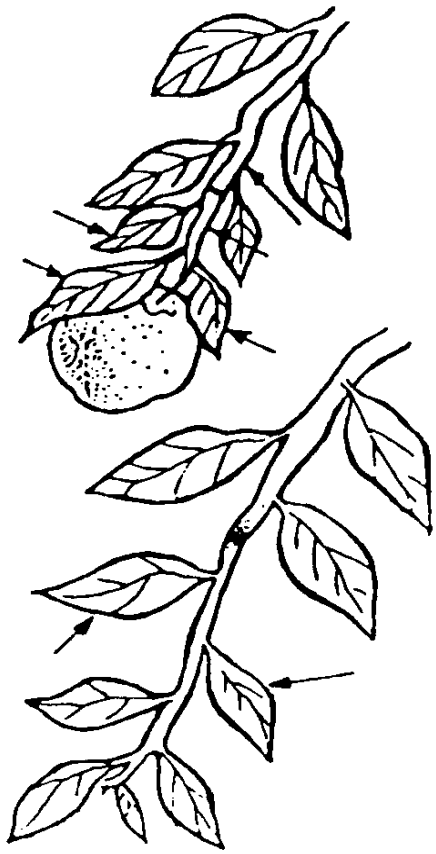
تابع لجدول (٣)

النبات	متى تؤخذ العينة؟	الجزء النباتي المأخوذ للعينة	عدد النباتات
الفاكهة			
التفاح - الخوخ - الجوافة - المشمش	منتصف موسم الإثمار	الأوراق قرب قاعدة الثمار السنوية الحديثة	٧٥ — ١٠٠
الليمون	منتصف موسم النمو	الأوراق الناضجة على النموات الحديثة الحاملة للثمار	٣٠ — ٤٠
البرتقال(الحمضيات)	منتصف موسم النمو	الأوراق الربيعية ٤ - ٧ أشهر على النموات غير الحاملة للثمار	٢٥ — ٣٠
نباتات الزينة (الورد البلدي)	أثناء الإزهار	الأوراق الناضجة العليا على الساق الحاملة للزهور	٢٥ - ٣٠

الشكل رقم (٤) يبين أجزاء النبات المناسبة للتحليل الورقي.

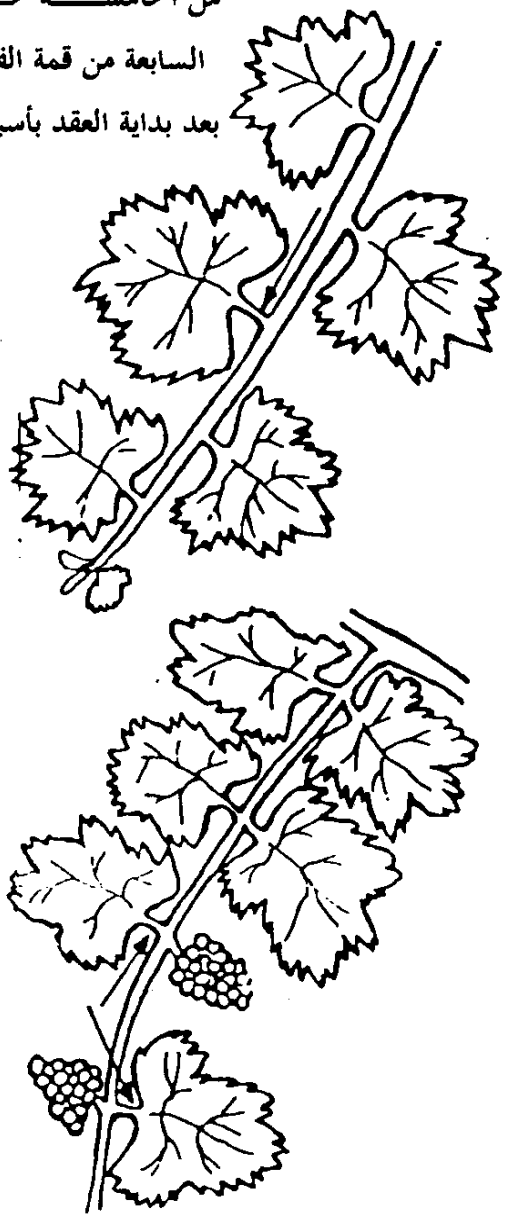


الموالح: الأوراق كاملة النضج من الأفرع الثمرية



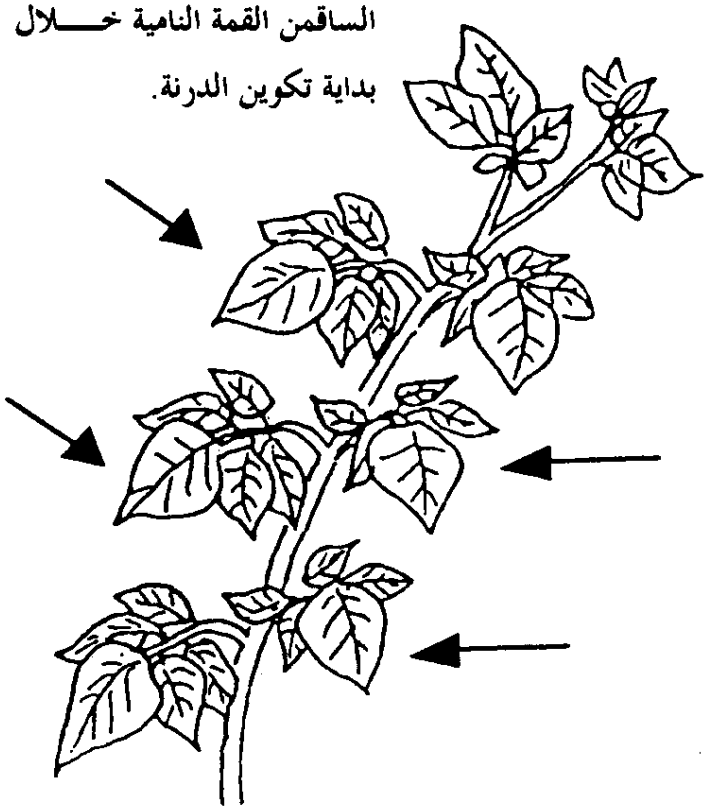
المانجو: الأوراق الكاملة النمو بطرف الأفرع المثمرة في بداية شهر يوليو

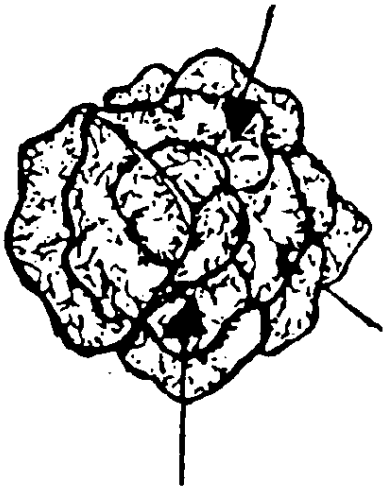
العنب: اتصال الأوراق من الخامسة حتى السابعة من قمة الفرع بعد بداية العقد بأسبوع



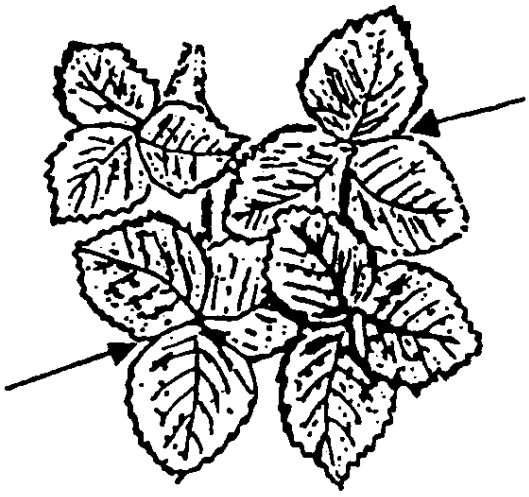
الطماطم: الورقتان الثالثة والرابعة من القمة النامية خلال بداية التزهير.

البطاطس: الورقة الثالثة إلى الساقمن القمة النامية خلال بداية تكوين الدرنة.



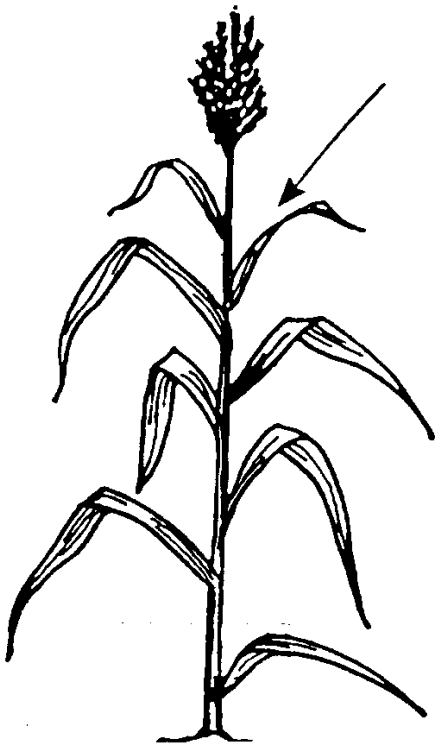


الكرنب: الأوراق الناضجة من المركز قبل تكوين الرؤوس.

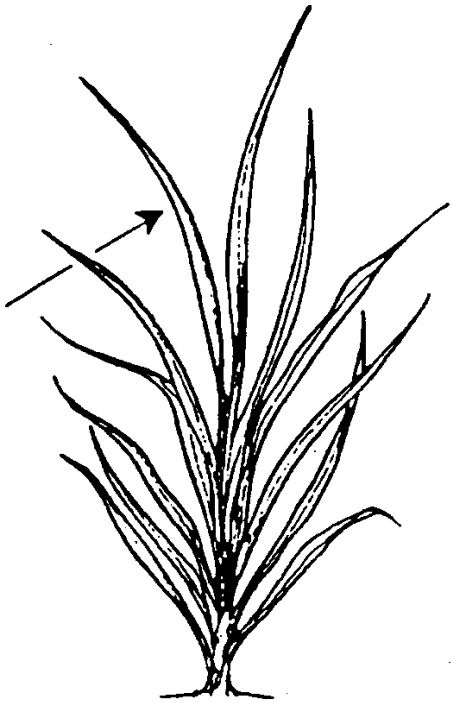


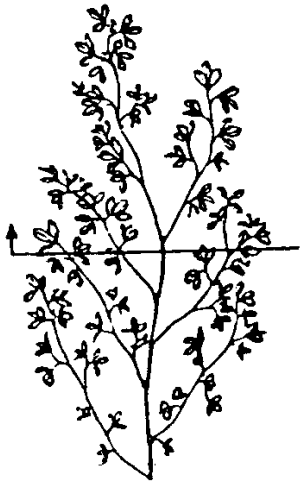
الفراولة: أحدث أوراق كاملة النضج في منتصف موسم النمو.

الذرة: الورقة الثانية من القمة



القمح– الشعير– الأرز: الثلاث ورقات العليا كاملة النضج قبل بداية طرد السنابل

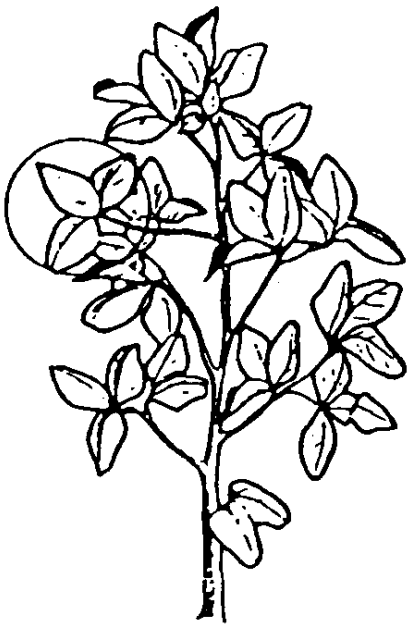




البرسيم: الثلث العلوي من النبات قبل الحش

القطن: الأوراق الحديثة على الساق الرئيسي قبل أو عند بداية العقد

الفول



التفاح/ المشمش/ اللوز/ الكمثرى

بنجر السكر: الأوراق الوسطية كاملة النمو قبل بدء تضخم الجذر

ثانيا: العينات النباتية الكاملة (المجموع الخضري)

لأخذ العينات النباتية الكاملة يجب مراعاة ما يلي:

١ - تقطع النباتات مباشرة من فوق سطح التربة بواسطة قاطع حاد مع توحيد عدد النباتات المأخوذ من كل حقل (أو توحيد المساحة المأخوذة).

٢ - الاحتراس من حدوث تلوث بحبيبات التربة.

٣ - توضع النباتات مباشرة في كيس ورقي مثقوب مع كتابة البيانات عليه.

٤ - عند أخذ عينات من تجارب بها معاملات ومكررات فإنه يراعى تمثيل كل مكرر على حدة لتقليل الخطأ التجريبي.

٤ - توضع العينات في حافظة عازلة للحرارة تمنع ارتفاع درجة الحرارة حتى لا تؤدي إلى حدوث تغيرات كيميائية في النبات.

ثالثا: عينات المجموع الجذري

يتم أخذ عينات المجموع الجذري بعدة طرق بعضها بسيط وتقريبي والآخر أكثر تعقيدا، ومن أبسط الوسائل هو استخدام الجاروف بدفعه في التربة حول النبات للحصول على كتلة التربة المحتوية على الجذر، ثم تنقل إلى إناء به ماء لتفكيك التربة من حول المجموع الجذري، ثم ينقل إلى منخل قطر ثقوبه لا يزيد على ٠,٥ مم ويغسل المجموع الجذري من التربة العالقة به باستخدام تيار من الماء، ثم يجفف بين ورقتي ترشيح ويوضع في كيس ورقي وينقل إلى المعمل. كما يمكن استخدام مثقاب التربة Soil auger

رابعا: عينات البذور والثمار

قد يحتاج الأمر إلى أخذ عينات نباتية من الثمار أو البذور أو الحبوب ويراعى عند أخذها جميع الاحتياطات السابق ذكرها.

خطوات أخذ وتجفيف العينات النباتية

١ - يتم قطع الجزء النباتي بشفرة حادة.

٢ - توضع كل عينة في كيس مثقب من الورق وليس من البلاستيك ولا تستخدم أوعية معدنية خشية التلوث بالعناصر المختلفة.

٣ - يكتب على الكيس الرقم الحقلي للعينة ويرفق بالكيس بطاقة بالبيانات التفصيلية للعينة.

٤ - تنقل العينات بسرعة إلى المعمل.

٥ - يتم تنظيف الأوراق من الأتربة العالقة بها بواسطة فرشاة ناعمة وأيضا استخدام قطعة نسيج أو إسفنج مبلل بالماء المقطر في إزالة تلك الأتربة، في بعض الحالات يمكن غسيل العينات النباتية بالماء المقطر للتخلص من الأتربة وهي الحالات التي لا يحتاج فيها إلى تقدير عنصري الكلوريد والبوتاسيوم، حيث إنها تفقد بسهولة في ماء الغسيل.

٦ - تجفف العينات بين ورقتي ترشيح لامتصاص الماء الزائد، ثم يحسب الوزن الطازج لها وتجفف ليحسب الوزن الجاف ثم تطحن وتحفظ للتحليل.

٧ - بالنسبة إلى عينات الثمار مثل التفاح أو العينات الدرنية مثل البطاطس فتغسل من الخارج جيدا وتجفف ثم تقطع إلى شرائح رقيقة باستخدام شفرة حادة وتفرد على كيس من البلاستيك ثم تجفف في فرن التجفيف للنباتات .

التدريب العملي

جمع وتجهيز العينات النباتية للتحليل الكلي

يقوم المتدرب بزيارة للمزرعة ، وذلك لجمع العينات النباتية المختلفة مع كتابة البيانات اللازمة في صحيفة النتائج التالية.

نوع النبات	العمر الفسيولوجي	الجزء النباتي المأخوذ	عدد النباتات الممثلة

المناقشة .....

.....

.....

تمارين

١ - ما الإجراءات التي يجب اتباعها عند أخذ العينات النباتية للتحليل الورقي؟

٢ - كيف يمكنك أخذ عينة للمجموع الجذري للنبات؟

٣ - لماذا يجب تجنب الأوراق الذابلة أو المصابة عند أخذ العينات؟

تقدير الرطوبة والمادة الجافة للعينات النباتية

بعد أخذ عينات من الأوراق النباتية بغرض إجراء تحليل معملي لها يتم تنظيفها من الأتربة ويتم استبعاد الأوراق الممزقة أو المصابة بأمراض أو آفات فطرية، ثم يوزن ما لا يقل عن ٢٠ - ٣٠ ورقة للحصول على الوزن الطازج ، ثم تتبع الخطوات التالية:

١ - توضع العينة في فرن خاص بتجفيف النباتات على درجة ٦٠ - ٧٠ °م ومزود بمروحة طرد لبخار الماء الناتج من التجفيف وتستغرق عملية التجفيف حوالي ٢٤ ساعة وهي فترة كافية لقتل الخمائر والإنزيمات دون هدم أي من المركبات العضوية المكونة للنسيج النباتي.

٢ - تخرج العينة من الفرن وتوضع في مجفف تبرد ثم توزن للحصول على الوزن الخام

ويمكن حساب نسبة الرطوبة الأولية كما يلي :

$$\text{نسبة الرطوبة الأولية} = \frac{\text{الوزن الطازج} - \text{الوزن الجاف الخام}}{\text{الوزن الطازج}} \times ١٠٠$$

$$\text{نسبة المادة الجافة الخام} = \frac{\text{الوزن الجاف الخام}}{\text{الوزن الطازج}} \times ١٠٠$$

$$\text{ويكون وزن المادة الجاف الخام} = \text{الوزن الطازج} \times \frac{(١٠٠ - \text{نسبة الرطوبة الأولية})}{١٠٠}$$

٣ - لتقدير نسبة الرطوبة الثانوية، تؤخذ وزنة من العينة الجافة أولياً وتوزن في زجاجة رطوبة ثم تجفف في فرن على درجة حرارة ١٠٥ °م لمدة ٢٤ ساعة لتصبح جافة تماما ، بعدها توزن ثم تحسب الرطوبة الثانوية كما يلي:

$$\text{الرطوبة الثانوية٪} = \frac{\text{وزن العينة الجافة على ٧٠ °م} - \text{وزن العينة الجافة على ١٠٥ °م}}{\text{وزن العينة الجافة على ٧٠ °م}} \times ١٠٠$$

ومنها يمكن حساب الرطوبة الكلية للمادة النباتية كما يلي:

نسبة الرطوبة الكلية في النبات الأخضر٪

= نسبة الرطوبة الأولية + (١٠٠– نسبة الرطوبة الأولية) × نسبة الرطوبة الثانوية / ١٠٠

والوزن الناتج من التجفيف على درجة ١٠٥ °م لمدة ٢٤ ساعة هو الوزن الجاف .

وتحسب نسبته كالتالي:

المادة الجافة = %D..M الوزن الجاف على درجة ١٠٥ °م / الوزن الطازج × ١٠٠

وبمعرفة الوزن الطازج ونسبة الرطوبة الكلية يمكن حساب وزن المادة الجافة كما يلي:

وزن المادة الجافة = الوزن الطازج × (١٠٠ – نسبة الرطوبة الكلية) / ١٠٠

التدريب العملي

يقوم المتدرب بتقدير نسب الرطوبة الأولية والثانوية والكلية، وكذلك نسبة المادة الجافة الخام والمادة الجافة للعينات النباتية والتي سبق جمعها وتسجيل النتائج في الجدول التالي :

البيان	عينة – أ –	عينة – ب –
عدد الأوراق في العينة		
الوزن الطازج		
الوزن على ٧٠°م		
نسبة الرطوبة الأولية		
نسبة المادة الجافة الخام		
الوزن على ١٠٥°م		
نسبة الرطوبة الثانوية		
نسبة الرطوبة الكلية		
نسبة المادة الجافة ٪		

المناقشة .....

.....

.....

تمارين

١ - ما الفرق بين المادة الجافة الخام والمادة الجافة ؟

٢ - ما هو الشرط الأساسي لتجفيف العينات النباتية ؟

٣ - إذا كان وزن عينة نباتية طازجة ١٧٥ جم وكانت نسبة الرطوبة الأولية بها ٧٥ ٪ والثانوية ١٥٪ احسب وزن المادة الجافة بها ؟

٤ - عينة نباتية نسبة الرطوبة الكلية بها ٨٧,٥ ٪ وكانت نسبة الرطوبة الثانوية بها ١٤٪ احسب:

أ - نسبة الرطوبة الأولية.

ب - وزن المادة الجافة في نبات أخضر وزنه ٣٥٠ جم.

طرق هضم العينات النباتية

هضم العينات النباتية هي عملية المقصود بها هدم المادة العضوية في النسيج النباتي حتى تتحرر العناصر الموجودة بها وتصبح في صورة حرة ذائبة يمكن تقديرها ، ويسبق الهضم عملية الطحن.

طحن العينات النباتية

بعد تجفيف العينة النباتية تطحن المادة الجافة ، بحيث نحصل على مسحوق ناعم ، وهذا له أهمية حيث إن عملية الطحن تضمن خلط العينة وتجانسها ، كما إن عملية الهضم تكون أسهل وأسرع إذا كانت العينة المستخدمة في صورة مسحوق ناعم.

وعملية الطحن تتم إما باليد باستخدام هون من الصيني أو الأجيت أو بواسطة طاحونة خاصة بالعينات النباتية ، وفي هذه الحالة قد تتلوث العينة بالمعادن الداخلة في تركيب الطاحونة ، إلا أنه يمكن التغلب على ذلك بطحن جزء صغير من العينة النباتية بهدف تنظيف الطاحونة من أي مخلفات من عينات سابقة ، ويتم التخلص من ناتج الطحن لهذا الجزء ، ثم نقوم بطحن باقي العينة مع استقبال الناعم في كيس نظيف ومرقم وتحفظ العينات في ظروف لا تتسرب إليها الرطوبة.

طرق هضم العينات النباتية

هناك عدة طرق لهضم العينات النباتية ، ويتوقف اختيارنا لطريقة دون أخرى على نوع التحليل المراد القيام به ، فمعظم الطرق تصلح لتقدير بعض العناصر دون الأخرى ، ولا توجد طريقة واحدة للهضم تمكننا من تقدير العناصر بها ، وعموما تنقسم طرق هضم العينات النباتية إلى مجموعتين هما :

١ - الهضم بالأحماض.

٢ - الحرق الجاف.

أولا : الهضم بالأحماض

وفيها يتم التخلص من المادة العضوية عن طريق أكسدتها في وسط حامضي سائل ، ولذا فهي تسمى أيضا بالحرق المبتل . وهذه الطريقة تفضل في إعداد العينة النباتية للتحليل ، وذلك لأن ارتفاع درجة الحرارة المصاحب للحرق الجاف يؤدي إلى تطاير وفقد عدد من العناصر الهامة ، كما إن هذه الطريقة سريعة ولا تتطلب إلا كمية صغيرة من العينة (حوالي ٠,١ – ٠,٥ جم) ، وهناك العديد من طرق الهضم بالأحماض وتتحدد الطريقة تبعا للغرض من التحليل إلا أن أكثر الطرق شيوعا هي طريقة حمض فوق الكلوريك وهي التي نتناولها بالشرح التالي.

المواد والأجهزة اللازمة:

١ - حمض كبريتيك مركز H_2So_4

٢ - حمض فوق الكلوريك مركز $HClO_4$

٣ - نظام ترشيح.

٤ - جهاز هضم .

٥ - دوارق معيارية ٢٥٠ مل.

الخطوات:

١ - يوزن بالضبط في حدود ١٠٠ ملليجرام من المسحوق النباتي الجاف في دورق هضم سعة ٥٠ -١٠٠ مل.

٢ - يضاف إلى كل دورق ٢ مل من حمض الكبريتيك المركز ثم يسخن الدورق ببطء في جهاز الهضم ثم ترفع درجة الحرارة تدريجيا حتى الغليان لمدة ١٠ دقائق، وخلال ذلك نلاحظ أن المادة النباتية قد تحولت إلى سائل لونه أحمر داكن نتيجة قيام حمض الكبريتيك المركز الساخن بنزع الماء من معظم المركبات العضوية.

٣ - يترك الدورق يبرد ثم يضاف ٠,٥ مل من محلول خليط متساو من حمض الكبريتيك المركز وحمض فوق الكلوريك.

٤ - يعاد الدورق إلى جهاز الهضم مع التسخين الهادئ في البداية، ثم زيادة شدة التسخين تدريجيا حتى يتحول لون السائل في الدورق إلى اللون الأصفر ويستغرق ذلك خمس دقائق تقريبا، ويستمر التسخين الشديد لمدة ١٠ دقائق أخرى مع ملاحظة عمل النظام العاكس Reflux لجهاز الهضم أثناء غليان الأحماض وذلك حتى لا تتبخر وتجف العينة.

٥ - يتحول المحلول إلى اللون الأبيض ، وإذا لم يتم ذلك يتم تبريد الدورق ثم يضاف إليه ٢ - ٣ نقط من خليط حمض الكبريتيك وفوق الكلوريك والتسخين حتى نحصل على اللون الأبيض.

٦ - عند انتهاء الهضم تترك الدوارق حتى تبرد ثم يخفف محتواها بحوالي ٥٠ مل ماء مقطر ثم تنقل محتويات الدورق نقلا كميا إلى دورق معياري سعة ٢٥٠ مل ويكمل بالماء المقطر حتى العلامة.

٧ - ترشح محتويات الدورق المعياري باستخدام ورق ترشيح (واتمان ٤٠) مع استقبال الراشح في زجاجات نظيفة.

وهذا المستخلص يصلح لتقدير جميع العناصر الصغرى والكالسيوم والمغنيسوم والبوتاسيوم والصوديوم ولكن لا يصلح لتقدير النيتروجين والكبريت والكلوريد ويمكن في هذه الطريقة فصل السليكا

وتقديرها بالوزن، إلا أن جزءاً من السليكا الغروية ينفذ من ورقة الترشيح، وبالتالي فهي تعطي نسبة سليكا أقل من الواقع.

ثانيا: الحرق الجاف وتقدير الرماد

وفيها يتم حرق العينة النباتية لأكسدة المركبات العضوية بها بواسطة أوكسجين الهواء الجوي إلى غاز ثاني أوكسيد الكربون (Co_2) وبخار ماء ،وكذلك يتأكسد النيتروجين ويتطاير على صورة أكاسيد NO,NO_2 وغاز النيتروجين N_2 ويبقى بعد ذلك الرماد الذي يحتوي على أكاسيد العناصر المعدنية فقط. ويجرى الحرق على العينة النباتية الجافة .

وهناك بعض الاحتياطات التي يجب اتخاذها عند إجراء عملية الحرق منها ما يلي:

١ - الاحتراس حتى لا يفقد جزء من العينة النباتية نتيجة تناثر المادة المحترقة.

٢ - عدم رفع درجة الحرارة عن ٤٠٠ م°

٣ عدم الحرق على درجات حرارة مرتفعة من البداية .

٤ - يؤدي الحرق على درجة حرارة مرتفعة إلى حدوث انصهار لبعض العناصر.

ويمكن إجراء الحرق الجاف على لهب مصباح بنزن أو في فرن الاحتراق.

الحرق على لهب مصباح بنزن

خطوات العمل:

١ - يوزن مقدار من العينة النباتية الجافة تماما على درجة ١٠٥ م° في حدود ٣ جم وتوضع في بوتقة خزفية، بحيث لا تشغل أكثر من ثلث حجمها.

٢ - توضع البوتقة على حامل خزفي مثلث الشكل على المصباح البنزن.

٣ - يبدأ الحرق على لهب ضعيف حتى تشتعل المادة النباتية بهدوء وتتحول إلى اللون الأسود الداكن.

٤ - يتم رفع اللهب تدريجيا واستمرار الحرق مدة ساعة تقريبا ويراعى تغيير وضع البوتقة من حين لآخر على الحامل، حتى يتم الاحتراق المتجانس لجميع أجزاء العينة وتتحول إلى اللون الأبيض أو الرمادي الفاتح.

٥ - تنقل البوتقة بعد الحرق إلى المجفف حتى تبرد تماما ثم توزن باردة.

٦ - تكرر عملية الحرق والتبريد والوزن حتى يثبت الوزن الذي تحصل عليه.

٧ - تقدر النسبة المئوية للرماد كالتالي:

$$\text{النسبة المئوية للرماد} = \frac{\text{وزن الرماد}}{\text{وزن العينة الجافة على ١٠٥ م°}} \times ١٠٠$$

التدريب

الحرق الجاف وتقدير الرماد في العينة النباتية

البيان	عينة – أ –	عينة – ب –
وزن البوتقة جافة		
وزن البوتقة+ المادة الجافة الخام		
وزن المادة الجافة الخام		
نسبة الرطوبة الثانوية		
وزن المادة الجافة		
وزن البوتقة+ العينة بعد الحرق		
وزن الرماد		
النسبة المئوية للرماد٪		

المناقشة .....

.....

.....

تمارين

١ - كيف تحافظ على العينة النباتية من التلوث أثناء الطحن؟

٢ - ما هي مميزات طريقة الهضم بالأحماض، وما هي عيوبها؟

خصوبة التربة وتغذية النبات (عملي)

أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات

اسم الوحدة :

أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات.

الجدارة :

الكشف عن خصوبة التربة وتوفر العناصر الغذائية للنبات عن طريق أعراض نقص العناصر على النبات.

الأهداف :

١ - أن يحدد المتدرب أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات بالمشاهدة بدقة.

٢ - أن يصف المتدرب التغيرات المورفلوجية على النبات بالفحص الشخصي بدقة.

٣ - أن يفرق المتدرب بين أعراض نقص العناصر الغذائية والأمراض على النبات بالفحص الشخصي بدقة .

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٨٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

٢٠ ساعة

الوسائل المساعدة :

١ - عينات نباتية ، وزيارات ميدانية للحقول .

٢ - الصور.

متطلبات الجدارة :

يجب على المتدرب أن يكون قد تدرب على جميع الوحدات التدريبية الخاصة بمقرر أساسيات التربة.

دراسة الأعراض الظاهرية لنقص العناصر الغذائية على النباتات

من المعلوم أن لكل عنصر من العناصر الغذائية للنبات دوراً في حياة النبات، عند غيابه يتسبب في ظهور أعراض مورفولوجية مغايرة للحالة الطبيعية للنبات، وقد يكون عرض من الأعراض الظاهرة مثل اصفرار الأوراق، من العلامات المميزة. وتختلف هذه الأعراض من عنصر إلى آخر، وبالتالي فإنه بملاحظة التغيرات المورفولوجية على النبات يمكن تحديد العنصر الغذائي الناقص والمطلوب إضافته.

تتعرض النباتات عموما لأنواع مختلفة من الإجهاد، مثل: الإجهاد المائي (زيادة الماء أو قلته) والإجهاد الحراري (ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها) وبالمثل هناك إجهاد العناصر (زيادة العناصر أو قلتها)، ومن هذا المنطلق يمكن التعرف على كثير من الإجهادات المختلفة التي تظهر أعراضها على النبات وشكله العام على هيئة اختلافات ـ خاصة في الشكل الظاهري للنبات ـ وعلى إنتاجيته. ولأن النباتات الراقية تمتص معظم العناصر الضرورية لنموها من التربة بواسطة الجذور، فإن زيادة تركيز العنصر في محلول التربة أو قلته، تعرض النبات للإجهاد (سمية أو إجهاد نقص العنصر)

وتعتبر هذه الطريقة وسيلة سهلة لتحديد حاجة الأرض للتسميد، لأنها لا تتطلب تكاليف مادية أو أجهزة خاصة.

سيتم ذكر بعض الأعراض العامة لنقص كل عنصر من العناصر الضرورية مع بعض الأشكال لإيضاح مدى تغير تلك الأعراض والتي من الممكن ملاحظتها معمليا على الأقل، وتحت ظروف خاصة، أحيانا، وليس من الضروري مشاهدة مثل تلك الأعراض في الطبيعة بالنسبة لبعض العناصر ويعود ذلك إلى أن العنصر إما أن يكون متوافرا في بيئة النبات بحيث لا تشاهد أعراضه إلا نادرا، وإما أن تكون هناك أعراض نقص مركبة، أي لأكثر من عنصر. بمعنى آخر، فإن من النادر مشاهدة أعراض نقص عنصر واحد في الطبيعة، لأن ما يحدث، غالبا، هو حدوث نقص لعنصرين وأكثر. من هنا، يظهر تداخل في الأعراض قد تطغى أعراض نقص أحدهما على أعراض نقص الآخر، أو أن تكون الأعراض وسطا أو مختلفة كليا عن أعراضهما. وتجدر الإشارة هنا إلى أن بعض الأمراض والإصابات الحشرية من الممكن أن تؤدي إلى ظهور أعراض على النبات تشابه إلى حد كبير أعراض نقص العناصر مما يصعب من عملية التشخيص.

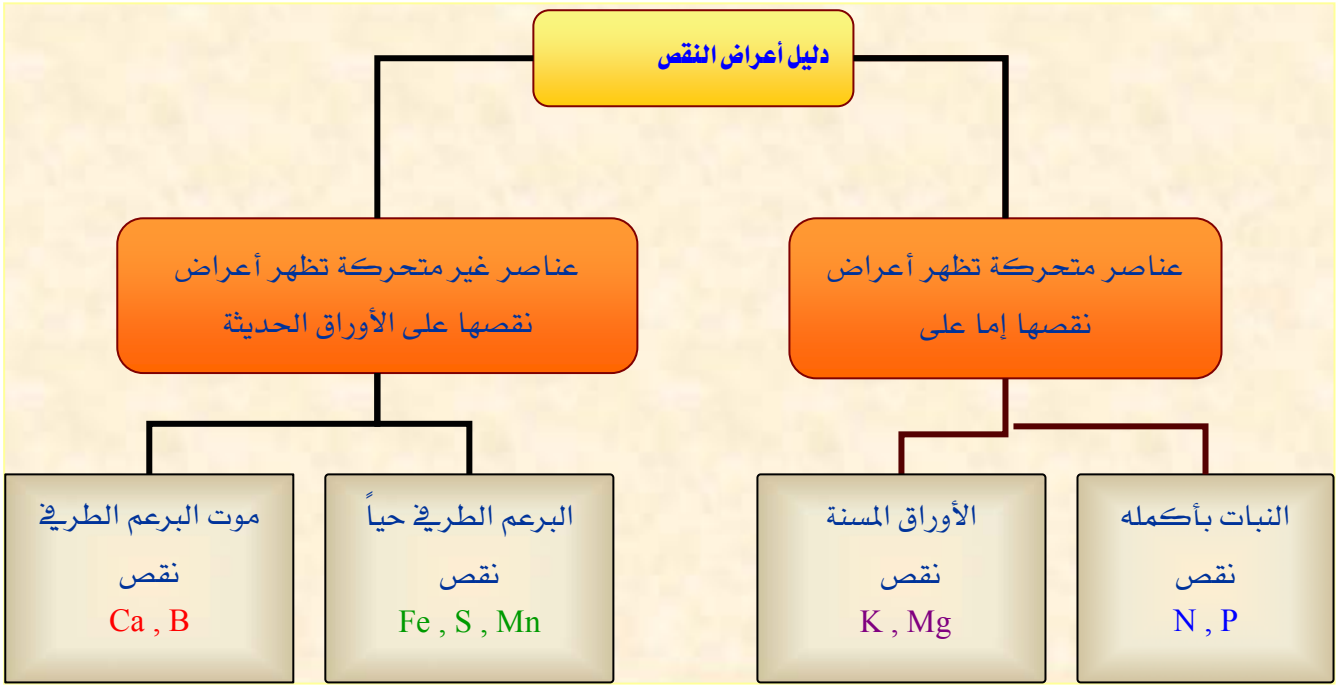
وتعتمد أعراض النقص للعديد من العناصر، أساسا، على وظائف ذلك العنصر وفيما إذا كان العنصر ينتقل من الأجزاء المسنة إلى الأجزاء الحديثة.

ومن المعروف أن الحيوانات تتغذى على النباتات، فإذا كانت النباتات بها أعراض نقص عنصر معين يحتاجه الحيوان فقد تظهر أعراض النقص على الحيوان الذي يتغذى بذلك النبات. من ناحية أخرى، فإن زيادة تركيز عنصر معين أو أحيانا المركبات الداخل فيها بسبب زيادة ذلك العنصر في التربة قد تظهر أعراض التسمم على الحيوان الذي يتغذى بها على الرغم من عدم سميتها للنبات.

ولذا فإن هذه الطريقة تحتاج إلى شخص مدرب وذي خبرة كبيرة يمكنه التفرقة بين الأعراض الناتجة عن نقص عنصر معين، وتلك الناتجة عن أسباب أخرى.

والشكل رقم (٥) يعتبر مفتاحاً لدراسة الأعراض، بينما الجدول رقم (٤) يوضح الأعراض التي يمكن مشاهدتها على النبات.

شكل (٥) دليل أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات .



الجدول رقم (٤) أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات.

العنصر	أعراض النقص
النيتروجين	• بطء النمو والنباتات قصيرة والساق رفيعة. • لون المجموع الخضري أخضر فاتح. • الأوراق السفلى تتحول تدريجيا إلى أخضر مصفر. • في أواخر الأطوار يتحول لون الأوراق إلى بني فاتح.
الفسفور	• النمو ضعيف وبطيء. • لون المجموع الخضري أخضر داكن مع موت أطراف الأوراق • الأوراق السفلى تتلون أحيانا بلون بنفسجي يظهر غالبا عند العنق.
البوتاسيوم	• تبدأ الأعراض على الأوراق السفلية على شكل احتراق قمم وحواف الأوراق، وقد يبدأ الاحتراق على شكل لون أصفر. • يمتد الاصفرار إلى داخل الورقة بزيادة الأعراض ثم تتحول الحواف إلى اللون البني وقد تسقط الأوراق بعد ذلك. • ساق النبات ضعيفة وسهلة الرقاد والنمو بطيء.
المغنسيوم	• لون أصفر بين العروق في الأوراق المسنة. • تنحني الأوراق إلى أعلى على طول العرق الوسطي. • لون أخضر مصفر على طول العرق الوسطي للورقة.
الكالسيوم	• موت البراعم الطرفية. • لون أخضر داكن غير طبيعي على المجموع الخضري. • سيقان ضعيفة.
الكبريت	• الأوراق الصغيرة لونها أخضر فاتح أو مصفر. • العروق لونها أفتح من باقي أنسجة الورقة. • النباتات قصيرة مغزلية الشكل ومعدل النمو والنضج بطيء.

تابع للجدول رقم (٤) أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات .

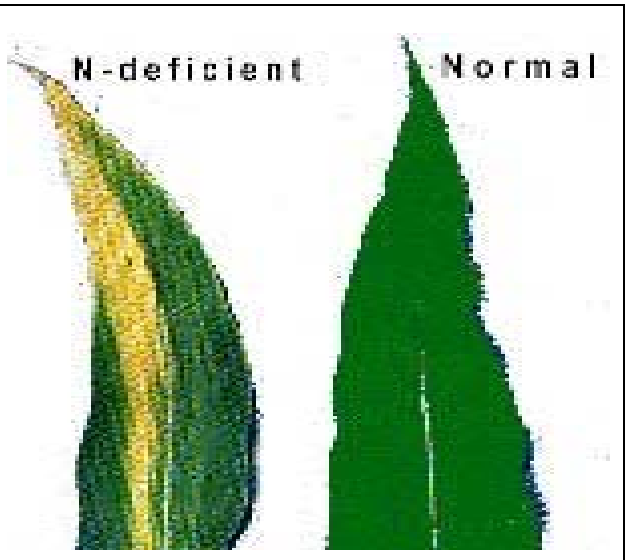
العنصر	أعراض النقص
الزنك	• قصر طول السلاميات في الساق. • تبرقش الأوراق الطرفية. • ظهور بقع صفراء بين العروق في الورقة.
النحاس	• نمو بطيء مع موت الفروع الحديثة في الأشجار. • موت قمة الورقة. • لون الأوراق باهت.
البورون	• موت النموات الطرفية. • يزداد سمك الأوراق وتتجعد وتذبل ويكون لونها أصفر. • نقص تكوين الثمار.
الحديد	• لون أصفر بين العروق في الأوراق الصغيرة ويظل العرق الوسطي أخضر. • موت الورقة في حالة اشتداد النقص وقد تموت الفروع الحديثة النمو.
المنجنيز	• تبدأ الحالة باصفرار يشبه نقص الحديد. • قد تظهر بقع بنية على سطح الورقة وتبدو الورقة مبرقشة كلوحة الشطرنج. • قد تتساقط الأوراق إذا زادت الحالة.

وفي ما يلي استعراض صور لبعض أعراض نقص العناصر الغذائية ـ ماعدا عنصر الموليبدنيوم Mo لتوفره في ترب المملكة واحتياج النبات له منخفض جدا ـ على بعض النباتات المنتشرة زراعتها في المملكة.

شكل (٦) : أعراض نقص النيتروجين (N)

زيادة التسميد النيتروجيني (طماطم)

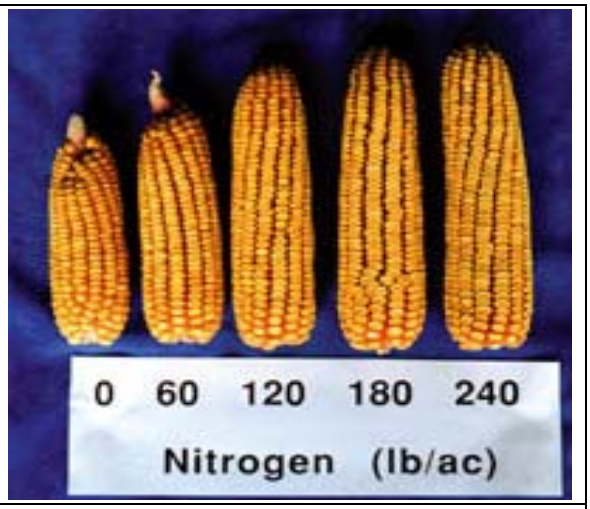
ضعف وعدم اكتمال نمو ثمار الخيار



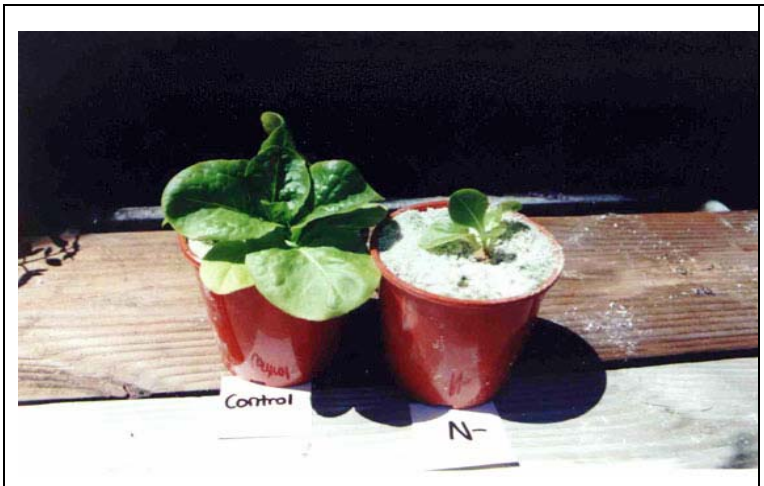
ورقة سليمة (يمين) ، ورقة مصابة (يسار)

حقل تبدو عليه أعراض النقص

أعراض النقص على الذرة



تأثير النقص على كوز الذرة



مقارنة بين توفر ونقص N ، نبات الخس السليم (يسار)

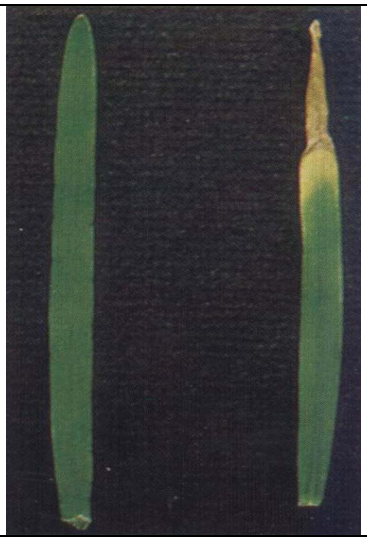
شكل (٧) : أعراض نقص الفسفور P

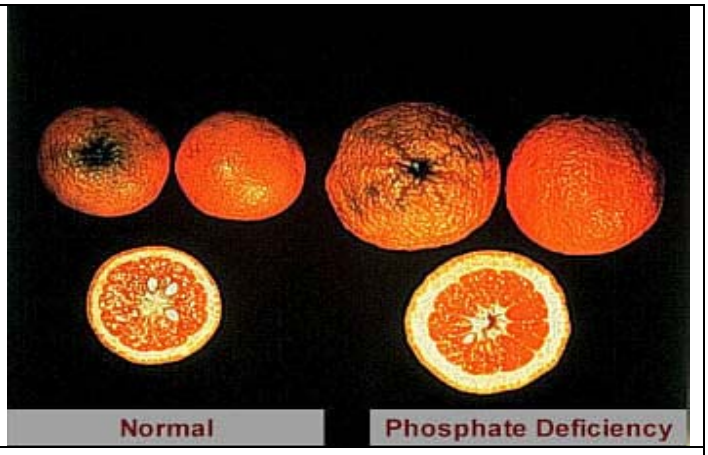
لاحظ اللون الأخضر المزرق (بنفسجي) ، طماطم

لاحظ اللون الأزرق الداكن (بنفسجي) مع ضعف النمو ، طماطم

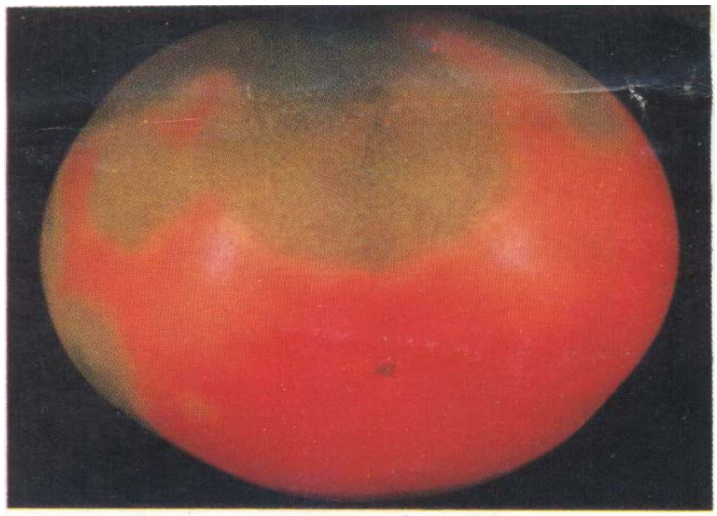
أوراق شجرة عنب

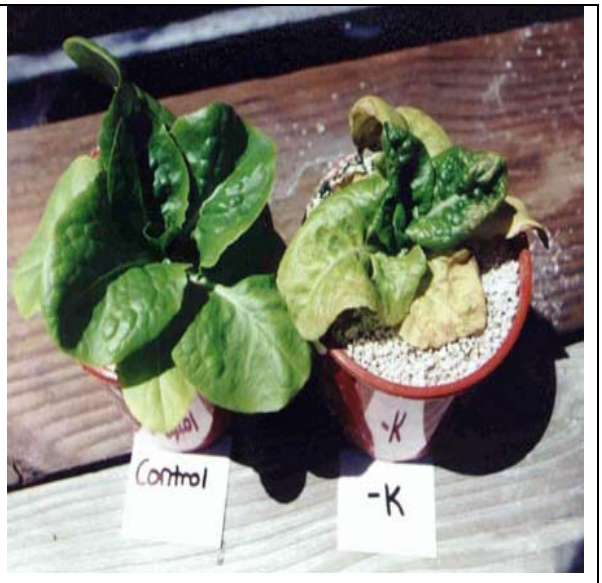
لاحظ اللون الأزرق الداكن مع ضعف النمو يسارا ،برسيم

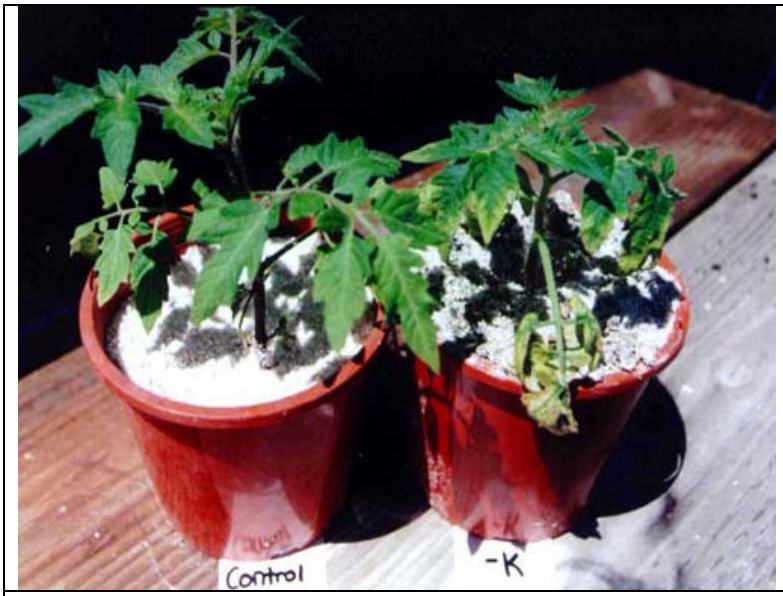
	
قارن بين المتأثرة(يمين)والسليمة(يسار)	لاحظ اللون الأزرق الداكن مع ضعف النمو ،ذرة

	
الأعراض ظاهرة يمينا ، برتقال	لاحظ ثمار العنب غير جيدة النظم

شكل (٨) : أعراض نقص البوتاسيوم K

	
لاحظ ثمرة الخيار	ثمرة طماطم

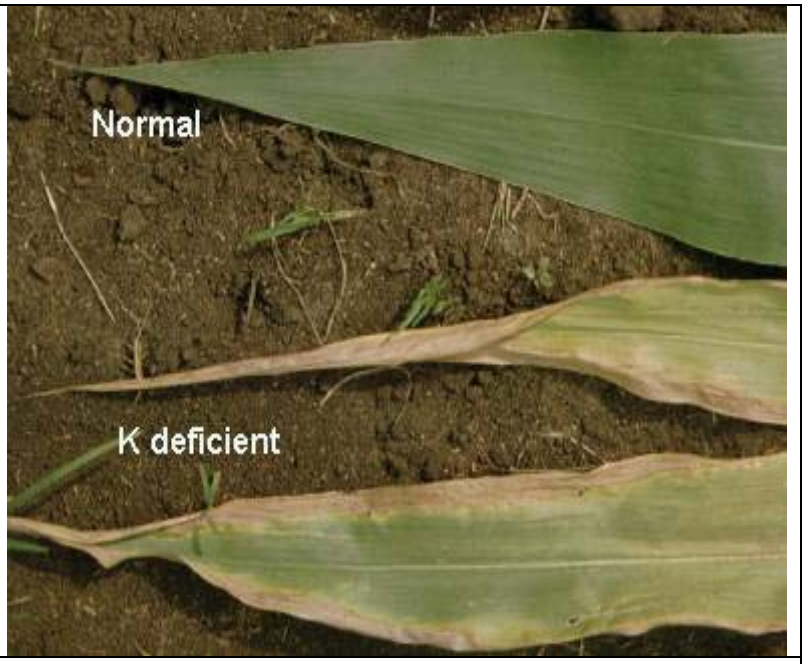




نبات الخس ← مقارنة بين النبات السليم والمتأثر → طماطم

لاحظ احتراق حواف الأوراق

Potassium Deficiency

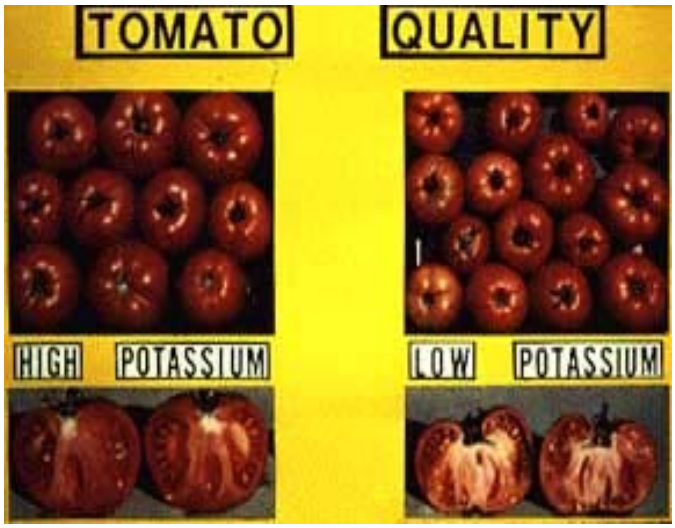


لاحظ احتراق حواف الأوراق

لاحظ احتراق حواف الأوراق ، ذرة

لاحظ البقع البنية على حواف الأوراق ، برسيم

نقص البوتاسيوم على ثمار القرع

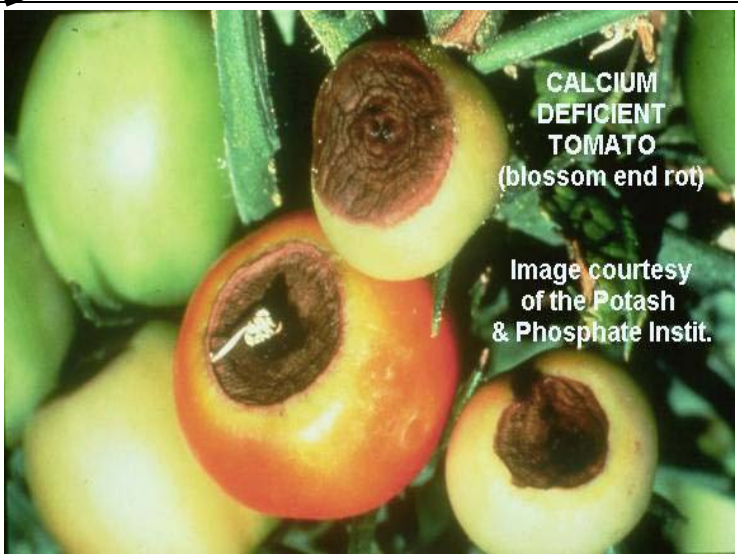


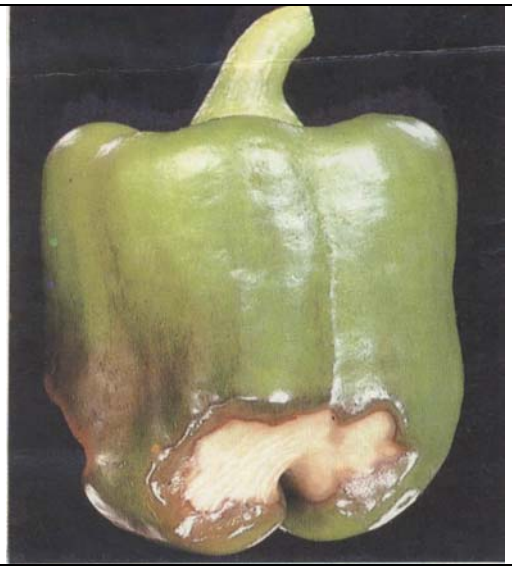
↑انخفاض البوتاسيوم ، ارتفاع البوتاسيوم ↑

شكل (٩) : أعراض نقص الكالسيوم Ca

لاحظ الاحتراق ، نبات الخس	لاحظ الاحتراق في قمة النبات

احتراق قمة النبات ، ذرة	احتراق قمة البراعم ، قرنبيط





الفلفل ← لاحظ الاحتراق والتعفن في نهاية نمو الثمرة → طماطم

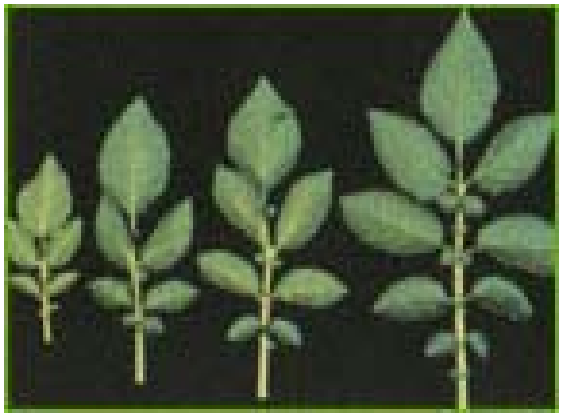
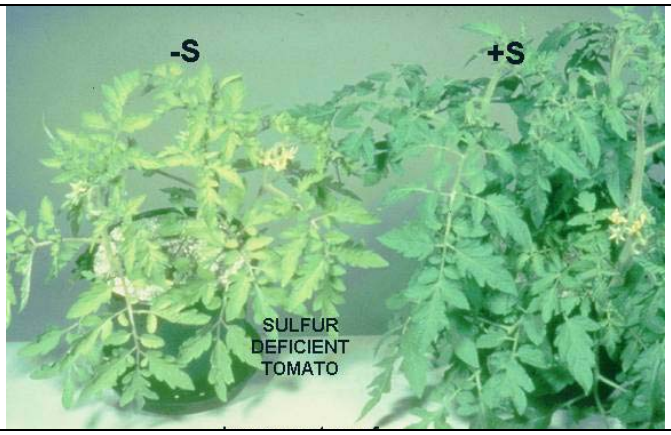
شكل (١٠) : أعراض نقص المغنسيوم Mg

طماطم لاحظ الاصفرار بين العروق الثانوية العنب

عنب	حمضيات

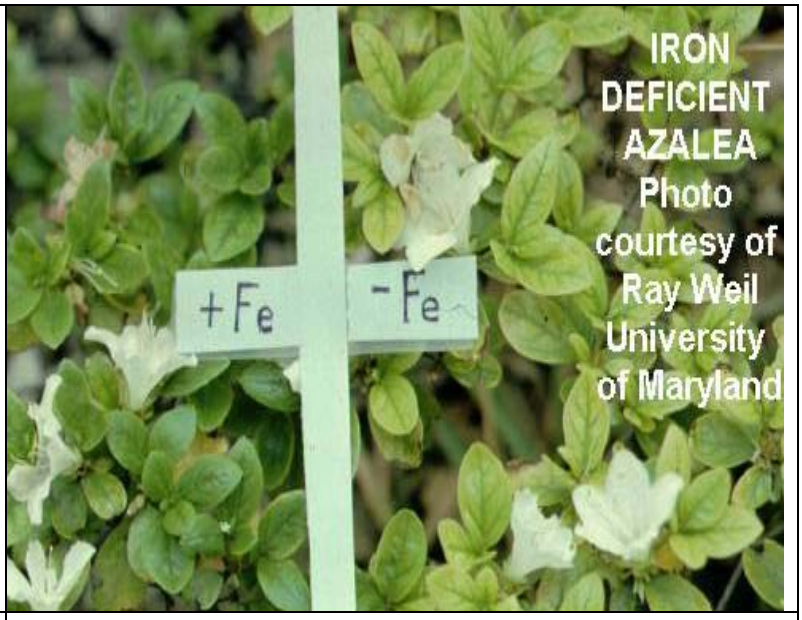
أشجار فاكهة ، لاحظ الاصفرار بين العروق (تبرقش) في المراحل المتقدمة ، لوبيا

شكل (١١) : أعراض نقص الكبريت S

	
لاحظ الاصفرار الخفيف	

لاحظ الاصفرار الخفيف	لاحظ التفاف الأوراق

شكل (١٢) : أعراض نقص الحديد Fe

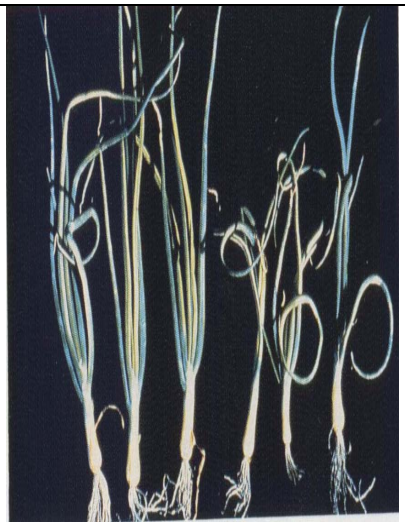
	
مقارنة بين النقص(يمين) والسليمة (يسار)	المراحل المتأخرة من النقص يصبح اللون أبيض عاجي

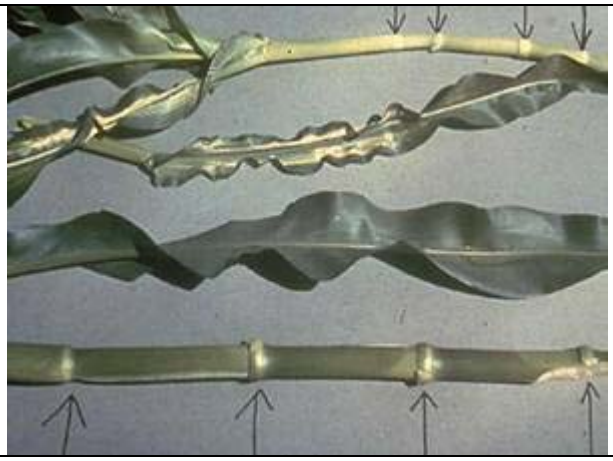
خيار	ذرة

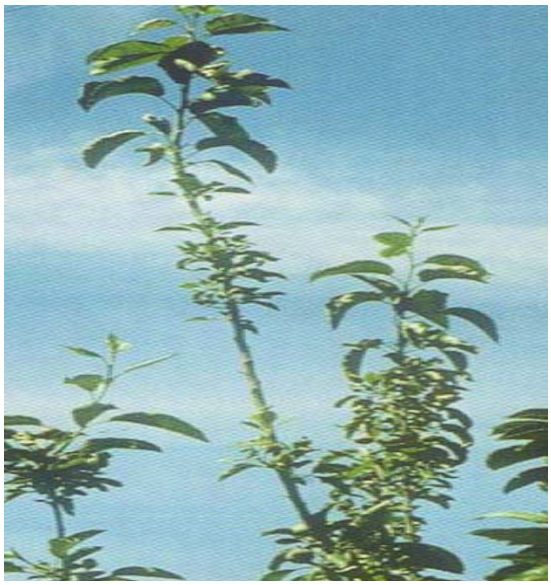
شمام	طماطم

لاحظ الاصفرار بين عروق الورقة ، لوبيا	لاحظ الاصفرار بين العروق الرئيسة للورقة ، ذرة

شكل (١٣) : أعراض نقص الزنك Zn

	
قارن بين المتأثرة بالنقص(يمين) والسليمة(يسار)	لاحظ الاصفرار بين عروق الورقة الثانوية

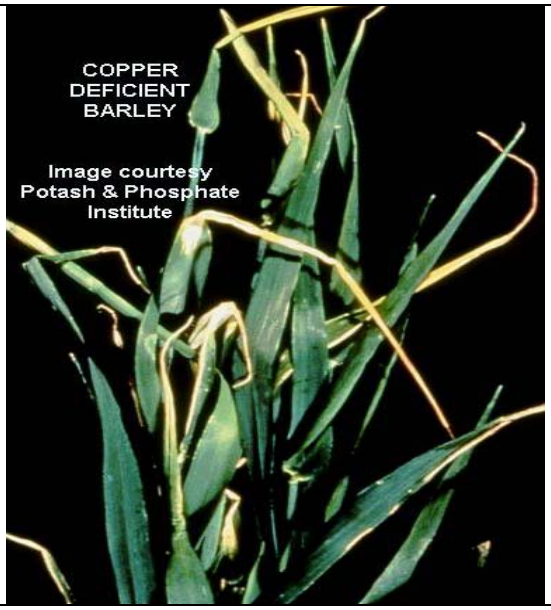
	
قارن بين النبات السليم(أسفل) والمتأثر بالنقص(أعلى) في العقد والسلاميات ، ذرة	أثر زيادة(سمية) الزنك على ساق الفول السوداني

	
ظاهرة التورد على الموالح	لاحظ الاصفرار بين عروق الورقة

شكل (١٤) : أعراض نقص النحاس Cu

قارن بين النبات السليم(يمين) والمتأثر بالنقص(يسار) ، برسيم	قارن بين النبات السليم(يسار) والمتأثر بالنقص(يمين) ، فلفل

قارن بين الثمار السليمة (يسار) والمتأثر بالنقص(يمين) ، بصل	لاحظ المادة الصمغية على ساق البرتقال

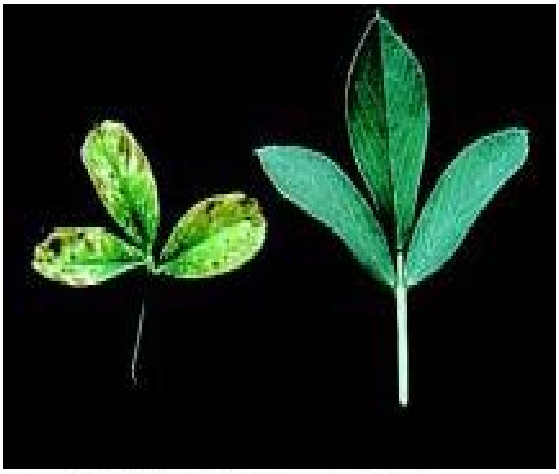
	
قارن بين النبات السليم(يمين) والمتأثر بالنقص(يسار)	لاحظ قمم الأوراق ، شعير

شكل (١٥) : أعراض نقص المنجنيز Mn

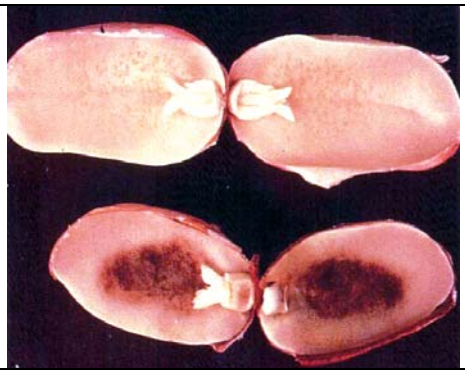
أثر زيادة المنجنيز على الأشجار	التبرقش على الطماطم

التبرقش على فول الصويا	على الخيار

شكل (١٦) : أعراض نقص البورون B

	
قارن بين النبات السليم(يمين) والمتأثر بالنقص(يسار) ، برسيم	قارن بين النبات السليم(يسار)والمتأثر بالنقص(يمين) ،قمح

اثر النقص على ثمار الموالح	قارن بين النبات السليم(يسار) والمتأثر بالنقص(يمين) ، ليمون

	
لاحظ عدم تكون العقد	لاحظ اللون في ثمار الفول السوداني أسفل

تعفن داخل نبات القرنبيط	موالح

تدريب

لديك صور أو عينات نباتية ، والمطلوب الآتي:

العينة	الأعراض الظاهرة عليها	العنصر الناقص
١		
٢		
٣		
٤		
٥		
٦		
٧		
٨		
٩		

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

خصوبة التربة وتغذية النبات (عملي)

الأسمدة والتسميد

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

اسم الوحدة :

الأسمدة والتسميد.

الجدارة :

الرفع من كفاءة التسميد ، للحصول على أعلى إنتاج بأقل تكلفة.

الأهداف :

١ - أن يحدد المتدرب طريقة وموعد إضافة كل سماد بدقة.

٢ - أن يشرف المتدرب على برامج التسميد في الحقل بدقة.

٣ - أن يحسب المتدرب كمية العنصر السمادي في السماد الكيميائي بدقة .

٤ - أن يركب المتدرب من الأسمدة البسيطة سماداً مخلوطاً بنسب متوازنة في الحقل بدقة .

٥ - أن يتقن المتدرب عملية التلقيح الحيوي للبرسيم بدقة .

٦ - أن يتقن المتدرب صناعة السماد العضوي الصناعي في الحقل بدقة .

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٩٥ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

١٠ ساعات

الوسائل المساعدة :

١ - أسمدة.

٢ - آلة تسميد .

٣ - الصور.

متطلبات الجدارة :

يجب على المتدرب أن يكون قد تدرب على جميع الوحدات التدريبية الخاصة بمقرر أساسيات التربة.

طرق إضافة الأسمدة

بعد أن يتم تقويم التربة من حيث درجة خصوبتها وقدرتها على إمداد النبات بالعناصر الغذائية وتقدير احتياجها من العناصر الغذائية التي يجب أن تضاف إلى التربة على شكل أسمدة، فإنه يجب اختيار نوعية السماد وكميته، وبعد ذلك اختيار الطريقة المناسبة لإضافته، وذلك لكون طريقة الإضافة من أهم النقاط التي تجب مراعاتها في النظام التسميدي من أجل التوصل إلى النتائج المتوخاة من إضافة الأسمدة للتربة لزيادة الإنتاج كما ونوعا.

ومن أهم طرق إضافة الأسمدة الكيميائية هي:

طرق إضافة الأسمدة الصلبة:

١ - طريقة النثر:

في هذه الطريقة تضاف الأسمدة بصورة منتظمة على سطح التربة قبل الزراعة أو بعدها مباشرة مراعياً فيها التوزيع الجيد، وفي بعض الأحيان يمكن أن تقلب الأسمدة المنثورة على سطح التربة مع سطح التربة. في المناطق الرطبة وفي الزراعة بدون حراثة يمكن أن تكون هذه الطريقة لإضافة الأسمدة ملائمة ومناسبة. ولا يوصى بإضافة الأسمدة الفوسفاتية بهذه الطريقة، إذ إن هذه الطريقة تتيح للفسفور الاتصال بجزيئات التربة وبمساحات سطحية كبيرة مما يشجع على تثبيت الفسفور.

٢ - الإضافة سرسبة:

في هذه الطريقة تضاف الأسمدة على شكل أحزمة أو شرائط على جانبي خط زراعة البذور أو النباتات أو على جانب واحد. وهناك آلات خاصة لوضع الأسمدة على بعد ٥ - ٨ سم من موضع البذور وبعمق ٣ - ٥ سم. ويجب أن تعطى هذه الطريقة عناية كبيرة ، إذ يتطلب ضبط الآلات الواضعة للسماد وتوزيعه على المسافات المقررة لتلافى الأضرار .

٣ - وضع الأسمدة على خطوط:

يمكن استعمال الباذرات لوضع الأسمدة بهذه الطريقة مع التقاوي عند البذار. عند إضافة الأسمدة بمعدلات عالية فإن هذه الطريقة ربما تؤدي إلى تأخر الإنبات وفي بعض الحالات تؤدي إلى خفض الإنتاج.

طرق إضافة الأسمدة بعد إنبات البذور:

وفي هذه الطريقة يمكن أن تضاف الأسمدة نثرا للنباتات مثل محاصيل الحبوب أو المحاصيل العلفية، أو يمكن أن تضاف الأسمدة إلى جانب خط الزراعة كما هو الحال في محاصيل القطن والذرة الصفراء.

إضافة الأسمدة السائلة :

هناك عدة طرق للإضافة ومن أهمها :

١ - الإضافة المباشرة للتربة :

في هذه الطريقة يجب أن تستعمل الآلات والأجهزة الخاصة لإضافة الأسمدة السائلة أو الأسمدة الواقعة تحت ضغط خاص. تستعمل البراميل المصنوعة من مادة الإستيل أو البلاستيك لوضع الأسمدة المركبة فيها ، أما الأسمدة النيتروجينية السائلة فينصح باستعمال مادة الألمنيوم في صناعة البراميل الخاصة لوضع الأسمدة فيها .

إن الأسمدة السائلة الموضوعة تحت ضغط يجب أن تحقن بأجهزة خاصة إلى داخل التربة لمنع فقد النيتروجين بالتطاير والعمق الجيد هو ١٥ سم للأسمدة السائلة الأخرى .

٢ - الإضافة مع مياه الري ويطلق عليها مصطلح الرسمدة :

يمكن إضافة سماد الأمونيا ومحاليل النيتروجين، وحامض الفسفوريك وفي بعض الحالات إضافة الأسمدة الكاملة مع مياه الري مما يؤدي إلى ذوبانها وانتقالها إلى محلول التربة.

هذه الطريقة لا تحتاج إلى أجهزة خاصة للإضافة.

٣ - الإضافة عن طريق الرش على النباتات :

للأوراق القابلية على امتصاص العناصر الغذائية وذلك عن طريق

أ - الثغور على سطح الورقة، ومن ثم تنفذ تلك العناصر إلى داخل الفراغات الهوائية .

ب ـ أوعن طريق طبقة الكيوتكل من خلال التشققات وكذلك فإن مادة الكيوتكل تكون نفاذة للمادة والمحاليل بصورة جزئية . وفي حالة الإضافة بطريقة الرش يجب أن نتذكر بأن كمية قليلة فقط من العناصر الغذائية تؤخذ بهذه الطريقة مقارنة بما يحتاجه النبات وخاصة العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة مثل النيتروجين. والفسفور والبوتاسيوم، لهذا فإن رش النباتات بهذه العناصر الثلاثة لا تكون عملية (عدا اليوريا التي تمتص بصورة سريعة وتمثل داخل خلايا الورقة) . وهذه الطريقة عملية وإيجابية في حالة إضافة العناصر الغذائية الصغرى مثل الحديد والنحاس والزنك والمنجنيز وذلك لكثرة المشاكل التي تقلل من جاهزيتها للنبات عند إضافتها للتربة.

وتجب إضافة مواد ناشرة (مبللة) مع السماد السائل لإعطاء المحلول فترة بقاء أكثر على سطح الورقة.

٤ ـ نقع البذور في محلول السماد.

من العوامل التي تؤثر في عملية امتصاص النبات للعناصر الغذائية والمضافة بطريقة الرش هي

١ - درجه الحرارة:

في الجو الحار يكون تطاير(تبخر) الماء للمحلول الغذائي المضاف بطريقة الرش عاليا مما يسبب تجمع الأملاح على الأوراق ويؤدي إلى زيادة تركيز العنصر المضاف والذي يؤدي إلى حرق للأوراق. ومعالجة هذه النقطة يكون عن طريق:

أ - استعمال محاليل ذات تراكيز منخفضة.

ب - تضاف المحاليل في الظروف الباردة، وعند وجود غيوم أو في الصباح الباكر.

٢ - درجة الرطوبة:

يؤدي جفاف سطح الورقة إلى زيادة معدل امتصاص الأوراق للعناصر الغذائية المضافة على شكل محاليل.

٣ - عمر الأوراق:

يزداد معدل امتصاص الأوراق الحديثة الناضجة للمحاليل المغذية مقارنة بالأوراق المتقدمة في العمر.

٤ - هناك عوامل أخرى تؤثر، مثل العوامل البيئية كالضوء والرياح، والتركيب الكيميائي لمحاليل الرش، ودرجة حموضة المحاليل المغذية.

بعض الحالات التي تفضل فيها طريقة على الأخرى :

أ – طريقة النثر السطحي تفضل في الحالات الآتية :

١ – عند زراعة المحاصيل ذات الجذور السطحية .

٢ – في الأراضي الخصبة .

٣ – في الزراعة الكثيفة يجب عدم نثر السماد فوق النباتات أثناء وجود الندى في الصباح الباكر .

ب – طريقة التكبيش أو الشريط الجانبي :

١ – عند إضافة كمية محددة من السماد .

٢ – لتجاوز تثبيت الفسفور في التربة .

٣ – عند زراعة المحاصيل على أسطر أو خطوط .

جـ - بعض طرق إضافة الأسمدة السائلة تفضل في الحالات الآتية :

١ – تجنب عوامل التربة التي تؤدي إلى عدم تيسر العناصر للنبات .

٢ – عند صعوبة امتصاص النبات لبعض العناصر وخصوصا النادرة فيعطى رشا على النباتات .

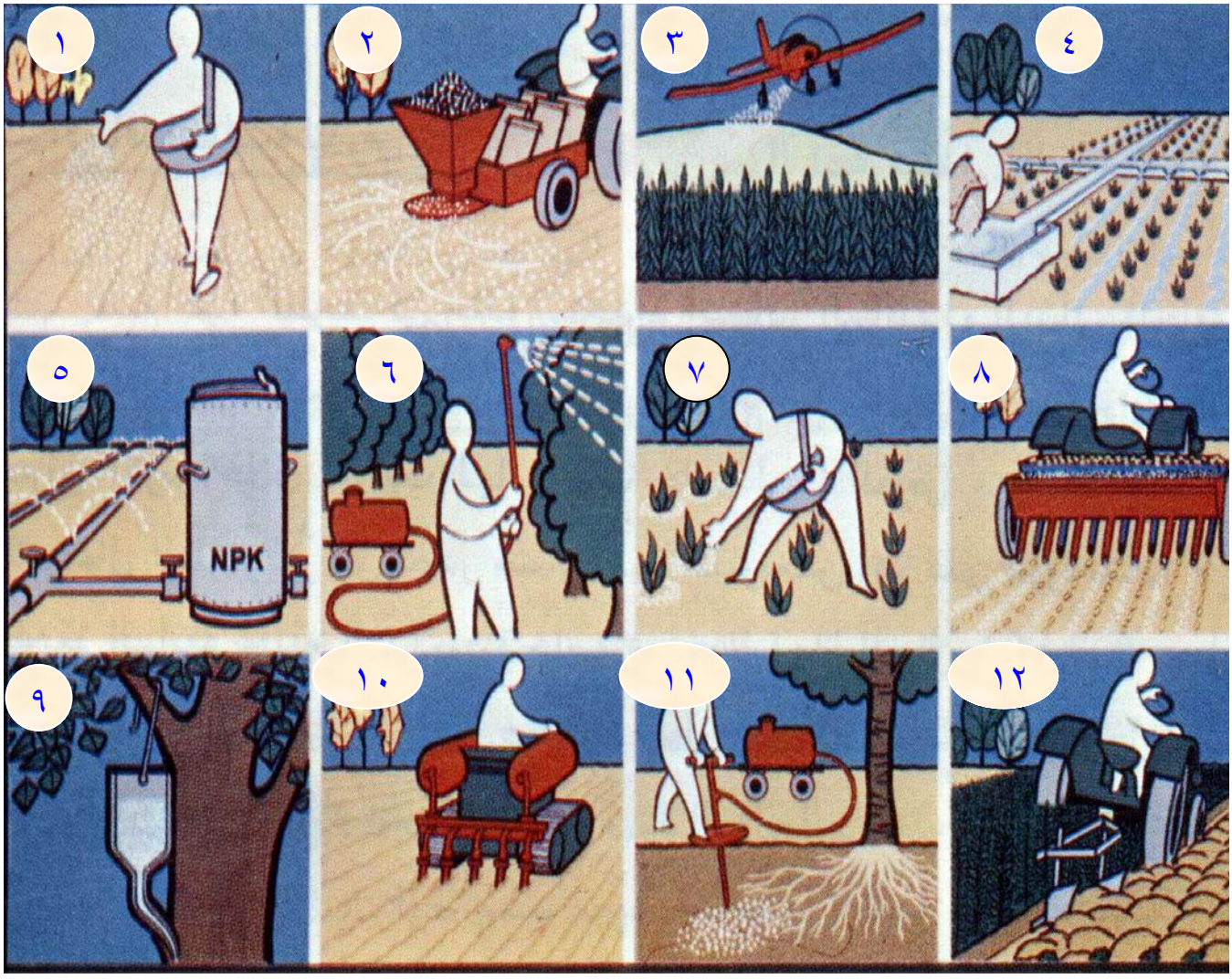
٣ – عند تسميد مساحات واسعة تعتبر عملية الرش أسلوبا سريعا للتسميد .

٤ – لمعالجة أعراض نقص العناصر الغذائية الصغرى على الأشجار لأن جذورها متعمقة .

٥ – بعد كبر النباتات يصعب استعمال طرق إضافة الأسمدة الصلبة فتستعمل طريقة الرش .

ويلاحظ أنه عند إضافة الأسمدة بأنواعها ، يراعى أن تكون أسفل البذور بقليل عند استخدام طريقة الشريط الجانبي أو التكبيش لأنه لو وضعت الأسمدة فوق البذور مباشرة فغالبا ما تحدث أضرارا بالنمو خصوصا عند الإنبات وملامسة الجذور الشعرية للمحاليل المركزة الذائبة في الماء خاصة في فترة الجفاف ، ولهذا روعي في تصميم آلات وضع البذور مع السماد أن تكون هناك مسافة تسمح بوضع البذور بعيدا عن وضع السماد في التربة .

شكل (١٧) طرق إضافة الأسمدة .



١ - نثر يدوي.

٢ - نثر بآلة وضع السماد. .

٣ - رش بالطائرات.

٤ - مع مياه الري في قنوات.

٥ - في خزانات الري بالتنقيط.

٦ - رش الأشجار.

٧ - تكبيش أو تلقيم حول الأشجار.

٨ - مع البذور.

٩ – ١٠ – ١١ التسميد بالحقن.

١٢ ـ التسميد الأخضر.

موعد إضافة الأسمدة

أ – موعد إضافة الأسمدة العضوية :

يجب أن تضاف وتحرث في التربة في موعد مناسب بحيث تترك فترة تسمح لها بالتحلل قبل الزراعة خاصةً السماد العضوي الطري، يضاف غالبا قبل الزراعة بشهرين أو أقل على حسب نوع التربة والظروف الجوية. أما السماد المتعفن فيمكن إضافته مع الزراعة.

ب – موعد إضافة الأسمدة الكيميائية المعدنية :

إن الغرض الرئيس في إضافة الأسمدة الكيميائية هو تجهيز النبات بالكمية المناسبة من العناصر الغذائية وبشكل سريع ويعتبر وقت الإضافة عاملا هاما لمدى استفادة النبات من عناصر السماد المضاف وهناك عوامل تحدد الموعد المناسب للإضافة وهي :

١ – نوع التربة

٢ – نوع العنصر السمادي المضاف من حيث ميله للفقد أو التثبيت .

٣ – الظروف الجوية : حيث يؤخذ بعين الاعتبار مثلا سقوط الأمطار .

عند استخدام التسميد بالرش على الأوراق ينصح بإجرائه في الصباح الباكر أو قبل الغروب.

٤ – نوع المحصول: حيث يختلف موعد الإضافة لكل عنصر حسب أطوار النمو للنبات ونوعه والغرض منه ووقت الإضافة من حيث إضافة السماد على دفعة واحدة أو عدة دفعات. فمثلا المحاصيل ذات النمو السريع والنضج المبكر قد تحتاج إلى دفعة واحدة وهكذا.

٥ – من الحكمة عدم الانتظار لإجراء التسميد إلى أن تظهر علامات نقص العناصر الغذائية على النبات لأن ذلك يعرقل نمو النبات الطبيعي ويؤدي إلى قلة الإنتاج.

مما سبق، يمكن تحديد بعض العوامل الواجب اتخاذها عند إضافة الأسمدة للحصول على النتائج المطلوبة وهذه العوامل:

١ – استعمال كميات متوازنة من العناصر الغذائية وفقا لاحتياج المحصول وما قد يتوفر منها في التربة بصورة جاهزة.

٢ – اختيار الكمية والنوعية الصحيحة من السماد.

٣ – اختيار الوقت المناسب للإضافة وكذلك الطريقة الصحيحة للإضافة لزيادة كفاءة السماد.

٤ – عند اختيار السماد المناسب لابد من ربط الاختيار مع خصائص التربة.

٥ – تحسين خواص التربة.

٦ – استعمال إضافة جيدة وبذور جيدة حتى تستجيب للسماد.

٧ – مكافحة الأمراض والحشرات التي تتعرض لها النباتات.

٨ – استخدام الدورة الزراعية المنتظمة.

حساب محتوى السماد من العناصر السمادية :

حساب محتوى السماد من الفسفور :

عادة يعبر عن محتوى السماد من الفسفور (P) كنسبة من خامس أكسيد الفسفور(P_2O_5).

ويمكن التعبير عن المحتوى الفسفوري للسماد كنسبة مئوية من الفسفور فقط ، كما هو الحال بالنسبة للنيتروجين (N%) .

يتم تحويل كل وحدة إلى الأخرى والعكس كما في المعادلات الآتية : -

النسبة المئوية للفسفور (P%) = نسبة خامس أوكسيد الفسفور × ٠,٤٣

النسبة المئوية لخامس أوكسيد الفسفور(P_2O_5 %) = النسبة المئوية للفسفور × ٢,٢٩

حساب محتوى السماد من البوتاسيوم :

يتم تحويل كل وحدة إلى الأخرى والعكس كما في المعادلات الآتية: -

النسبة المئوية البوتاسيوم (k%) = نسبة أوكسيد البوتاسيوم × ٠,٨٣

النسبة المئوية لأوكسيد البوتاسيوم (K_2O%) = النسبة المئوية للبوتاسيوم × ١,٢

ويلاحظ أن معظم التوصيات السمادية تذكر كمية **العنصر السمادي**، ولا تذكر كمية السماد.

مثال:

أصدر المعهد الزراعي التوصية السمادية التالية لمحصول القمح ، ٢٠٠ كجم نيتروجين ، ٢٢٠ كجم فسفور(P_2O_5) ، ٨٠ كجم بوتاسيوم (K_2O) ،والأسمدة المتوفرة هي :

اليوريا نسبة N فيه ٤٦ ٪.

سوبرفوسفات مركز نسبة الفسفور فيه ٤٨ ٪.

كبريتات البوتاسيوم نسبة البوتاسيوم فيه ٥٠ ٪.

ماهي الكميات الواجب إضافتها من تلك الأسمدة عند تطبيق التوصية السمادية السابقة ؟

الحل:

٤٦ كجم نيتروجين موجود في ١٠٠ كجم سماد ، والمطلوب ٢٠٠ كجم نيتروجين موجودة في س سماد

إذن الكمية الواجب إضافتها من السماد النيتروجيني(اليوريا) =	٢٠٠ × ١٠٠ / ٤٦	= ٤٣٤,٨ كجم

الكمية الواجب إضافتها من السماد الفوسفاتي =	١٠٠ × ٢٢٠ / ٤٨	= ٤٥٨ كجم

الكمية الواجب إضافتها من السماد البوتاسي =	١٠٠ × ٨٠ / ٥٠	= ١٦٠ كجم

الأسمدة المركبة والخليطة

وهي الأسمدة التي تحتوي على أكثر من عنصر سمادي واحد من العناصر الغذائية مثل سماد KNO_3 حيث يحتوي هذا السماد على عنصرين هما النيتروجين والبوتاسيوم. من مميزاتها أنها تخفض التكاليف والجهد عند نقلها وإضافتها.

السماد المركب هو مركب كيميائي يحضر صناعياً، أما السماد الخليط فيحضر من خلط الأسمدة البسيطة مع بعضها ميكانيكياً.

عادةً يكتب تحليل السماد المركب أو الخليط في شكل أرقام متتالية تمثل نسب كل من النيتروجين، الفسفور، البوتاسيوم (N – P – k) بهذا الترتيب، مثل سماد ١٢ – ٣٥ – ٨ يحتوي على ١٢٪ نيتروجين (N)، ٣٥٪ فسفور (P_2O_5) ، ٨٪ بوتاسيوم (K_2O). وقد توجد خانة رابعة لباقي العناصر السمادية خاصةً الصغرى.

خلط الأسمدة:

يقصد بخلط الأسمدة ، الخلط الميكانيكي وليس الكيميائي، ويحصل هذا عن طريق اختيار مواد سماديه مناسبة من العناصر السمادية الثلاثة النيتروجين، والفسفور والبوتاسيوم (N P K) عادةً، وخلط بعضها ببعض بالنسب والكميات المناسبة في أجهزة خلط ميكانيكية من أجل التجانس التام، ويمكن خلطها في الحقل.

كيف يمكن حساب النسب المئوية والكميات اللازمة من الأسمدة الأساس لصنع أسمدة مخلوطة ؟

مثال (١):

حضر طناً واحداً من السماد الخليط يحتوي على النسب الآتية: ٥ – ١٠ – ١٠، إذا توفرة لديك الأسمدة التالية:

١. كبريتات الأمونيوم ٢١٪ N
٢. سماد السوبر فوسفات ٢٠ ٪ P_2O_5
٣. سماد كلوريد البوتاسيوم ٦٠ ٪ K_2O

طريقة الحساب

الطن الواحد من السماد المراد تحضيره يحتوي على :

٥٠ كجم من النيتروجين (٥ ٪ أي ٥٠ كجم من ١٠٠٠ كجم)

١٠٠ كجم من الفسفور

١٠٠ كجم من البوتاسيوم

الكمية من السماد النيتروجيني (كبريتات الأمونيوم) للحصول على ٥٠ كجم نيتروجين =

١٠٠ ـــــ ٢١	=	١٠٠ × ٥٠ / ٢١	= ٢٣٨,١ كجم
؟ ـــــ ٥٠			

الكمية من السماد الفوسفاتي (السوبر فوسفات) للحصول على ١٠٠ كجم فسفور - P_2O_5 - =

١٠٠ ـــ ٢٠	=	١٠٠ × ١٠٠ / ٢٠	= ٥٠٠ كجم
؟ ـــ ١٠٠			

الكمية من السماد البوتاسي (كلوريد البوتاسيوم) للحصول على ١٠٠ كجم بوتاسيوم - K_2O - =

١٠٠ ـــــ ٦٠	=	١٠٠ × ١٠٠ / ٦٠	= ١٦٦,٧ كجم
؟ ـــــ ١٠٠			

مجموع الأسمدة = ٢٣٨,١ + ٥٠٠ + ١٦٦,٧ = ٩٠٤,٨ كجم

يكمل للحصول على وزن طن بمادة مالئة مثل الرمل = ١٠٠٠ – ٩٠٤,٨ = ٩٥,٢ كجم

مثال ٢:

حضر طناً واحداً من السماد الخليط يحتوي على النسب الآتية: ٢٠ – ١٠ – ٨، إذا توفرة لديك الأسمدة التالية:

١. اليوريا ٤٦٪ N
٢. سماد فوسفات الامونيوم الثنائية(داب) ١٨٪ (N) - ٤٦ ٪ (P_2O_5)
٣. سماد كلوريد البوتاسيوم ٦٠ ٪ K_2O

طريقة الحساب

الطن الواحد من السماد المراد تحضيره يحتوي على :

٢٠٠ كجم من النيتروجين .

١٠٠ كجم من الفسفور

٨٠ كجم من البوتاسيوم

نبدأ بحساب الكمية من السماد فوسفات الامونيوم الثنائية لأنه سماد مركب يحتوي على النيتروجين و الفسفور، للحصول على ١٠٠ كجم فسفور - P_2O_5 - =

١٠٠ ـــــ ٤٦	=	١٠٠ × ١٠٠	= ٢١٧,٤ كجم
؟ ـــــ ١٠٠		٤٦	

الكمية ٢١٧,٤كجم من السماد فوسفات الامونيوم الثنائية للحصول على ١٠٠ كجم فسفور يوجد بها كمية من النيتروجين =

١٠٠ ـــــ ١٨	=	١٨ × ٢١٧,٤	= ٣٩,٠٦ كجم
٢١٧,٤ ـــــ ؟		١٠٠	

كمية النيتروجين في ٢١٧,٤ كجم = ٣٩,٠٦ كجم

نحتاج في الطن من السماد الخليط إلى ٢٠٠ كجم نيتروجين

٢٠٠ – ٣٩,٠٦ = ١٦١ كجم نحتاج من سماد اليوريا =

١٠٠ ـــــ ٤٦	=	١٠٠ × ١٦١	= ٣٥٠ كجم
؟ ـــــ ١٦١		٤٦	

الكمية من السماد البوتاسي (كلوريد البوتاسيوم) للحصول على ٥٠ كجم بوتاسيوم - K_2O - =

١٠٠ ـــــ ٦٠	=	٨٠ × ١٠٠ / ٦٠	= ١٣٣,٣ كجم
؟ ـــــ ٨٠			

مجموع الأسمدة = ٢١٧,٤ + ٣٥٠ + ١٣٣,٣ = ٧٠٠,٧ كجم

يكمل للحصول على وزن طن بمادة مالئة مثل الرمل = ١٠٠٠ – ٧٠٠,٧ = ٢٩٩,٣ كجم

التحليل الوصفي للأسمدة

لا تخرج الأسمدة الشائعة الاستعمال عن أن تكون مركبات آزوتية أو فوسفاتية أو بوتاسية أو خليط منها أو قد تكون مركبات تشتمل على النيتروجين ، الفوسفور ، البوتاسيوم كما في حالة الأسمدة المركبة . ولهذا يجرى التحليل الوصفي للأسمدة للأغراض الآتية :

١ – تمييز السماد ومعرفة نوعه (آزوتي – فوسفاتي – بوتاسي – مركب أو خليط)

٢ – التعرف على مدى نقاوة السماد واحتمال وجود غش به .

ويمكن إجراء الاختبارات الوصفية للأسمدة على : الجسم الصلب للسماد ، المستخلص المائي للسماد ، المستخلص الحامضي للسماد .

أولا : اختبارات تجرى على الجسم الصلب للسماد :

وتجرى للتعرف على خصائص عديدة للسماد منها :

١ – الرائحة والشكل البلوري واللون – وهذا كله يعطي فكرة أولية عن السماد .

٢ – الذوبان في الماء ، حيث إن هناك أسمدة تذوب كلها وأخرى تذوب جزئيا وبعضها غير ذائب .

٣ – الفوران مع حامض HCL ، الذي يدل على وجود الكربونات التي تتفاعل مع الحامض ويخرج غاز ثاني أكسيد الكربون Co_2

٤ – خروج الكبريتيد مع حامض HCL الذي يدل على وجود الكبريت ، وهو غاز يمكن تمييزه برائحته الكريهة .

٥ – خروج النشادر مع الصودا الكاوية المركزة يدل على وجود النيتروجين النشادري .

٦ – خروج النشادر مع الصودا الكاوية الجيرية بالتسخين الشديد في أنبوبة احتراق .

٧ – اختبار اللهب للكشف عن الصوديوم والبوتاسيوم .

٨ – تصاعد رائحة الشعر المحروق عند حرق السماد الذي يدل على وجود مادة عضوية .

ثانيا : اختبارات تجرى على المستخلص المائي للسماد :

يحضر المستخلص المائي للسماد بإذابة ٢ – ٣ جم من السماد في ٥٠ سم^3 من الماء المقطر ثم الترشيح بعد التسخين الخفيف للمساعدة على الذوبان .

وتجرى الاختبارات الآتية على الراشح الناتج مع الاحتفاظ بالراسب المتبقي على ورقة الترشيح، إن وجد :

١ – تأثير الـ pH :

حامض – قلوي – متعادل باستخدام ورق الدلائل (ورق دوار الشمس مثلا) .

٢ – النترات :

يؤخذ ١ سم^{٣} من المستخلص في أنبوبة اختبار ويضاف إليه ٣ سم^{٣} من محلول كبريتات الحديدوز ثم يضاف ١ سم^{٣} حامض كبريتيك مركز على جدار الأنبوبة فتتكون عند سطح السائل في الأنبوبة حلقة بنية سمراء تزول عند الرج وتدل هذه الحلقة على وجود النترات ويدل سمك الحلقة على تركيز النترات في المستخلص .

٣ – الكلوريد :

يؤخذ ٥ سم^{٣} من المستخلص في أنبوبة اختبار ويضاف إليها ١ سم^{٣} حامض نيتريك مخفف ثم يضاف ٣ سم^{٣} محلول نترات الفضة فيتكون راسب أبيض يدل على وجود الكلوريد . ويستدل على تركيز الكلوريد من كمية الراسب المتكونة .

٤ – الكبريتات :

يؤخذ حوالي ٥ سم^{٣} من المستخلص في أنبوبة اختبار ويضاف إليه ١ سم^{٣} من حامض النيتريك المخفف ويرج ثم يضاف ٥ سم^{٣} من محلول كلوريد الباريوم حيث يتكون راسب أبيض يدل على وجود الكبريتات . وتعتمد كمية الراسب على تركيز الكبريتات في المستخلص .

٥ – الفوسفات :

يؤخذ حوالي ٥ سم^{٣} من المستخلص في أنبوبة اختبار ويضاف إليه ١ سم^{٣} حامض النيتريك المخفف ثم يضاف ٥ سم^{٣} من محلول موليبدات الأمونيوم ويسخن فيتكون راسب أصفر اللون يدل على وجود الفوسفات .

٦ – الكالسيوم :

يؤخذ ٥ سم^{٣} من المستخلص في أنبوبة اختبار ويضاف إليه ١ سم^{٣} من حامض الخليك المخفف ويسخن ثم يضاف ٥ سم^{٣} من محلول أكسالات الأمونيوم الساخن فيتكون راسب أبيض يدل على وجود الكالسيوم بكمية تختلف باختلاف كمية الراسب المتكون .

٧ – الصوديوم والبوتاسيوم : يكشف عنهما باللهب .

ثالثا : اختبارات تجرى على المستخلص الحامضي للسماد :

يغسل المتبقي على ورقة الترشيح بعد عمل المستخلص المائي كما سبق بيانه عدة مرات بالماء المقطر مع إهمال الراشح . يؤخذ الراسب المتبقي ويقسم إلى قسمين :

أ– قسم صغير يذاب في ١٠ سم^3 من حامض النيتريك المخفف ويسخن ثم يرشح ويختبر في الراشح للفوسفات كما سبق ذكره .

ب – قسم كبير يذاب في حوالي ٢٥ سم^3 حامض أيدروكلوريك مخفف مع التسخين ثم الترشيح ويعرف هذا الراشح باسم مستخلص HCL ويختبر فيه الآتي :

١ – الحديدوز :

يؤخذ ١ سم^3 من المستخلص في أنبوبة اختبار ويضاف إليه ٥ سم^3 من محلول حديدي سبانور البوتاسيوم فإذا تكون راسب أو لون أزرق دل ذلك على وجود الحديدوز .

٢ – الحديديك :

يؤخذ ١ سم^3 من المستخلص في أنبوبة اختبار ويضاف إليه ٥ سم^3 من محلول ثيوسيانات البوتاسيوم فإذا تكون لون أحمر دموي دل ذلك على وجود الحديديك .

٣ – الكالسيوم :

يرسب الحديد والألومونيوم أولا في قليل من المستخلص ويرشح ثم يختبر في الراشح الجديد للكالسيوم كما هو مبين سابقا .

٤ – الكبريتات و الفوسفات سبق ذكر الطريقة.

ويمكن الاستدلال على نوع السماد من معرفة نتائج الاختبارات على كل من الجسم الصلب ، المستخلص المائي ، المستخلص الحامضي كالآتي :

أ – الاستدلال من اختبارات الجسم الصلب :

١ – إذا ظهرت رائحة الشعر المحروق عند حرق العينة فالسماد عضوي .

٢ – إذا حدث فوران عند إضافة HCL للعينة فهي تحتوي على سيانواميد الجير أو نترات النشادر الجيري أو الفوسفات المعدنية ، فإذا ظهرت رائحة كريهة مع الفوران وتصاعد غاز H_2S فالسماد هو سيانواميد الجير .

٣ – إذا ظهر نشادر مع الصودا الكاوية بصورة واضحة فالسماد من الأسمدة النشادرية (نترات نشادر أو سلفات نشادر أو نترات النشادر الجيري) أما إذا كانت رائحة النشادر قليلة دل ذلك على سماد نترات الجير .

٤ – إذا تصاعدت رائحة النشادر مع إضافة الصودا الجيرية بالتسخين الشديد فالسماد عبارة عن سيانواميد الجير .

٥ – إذا ظهر الصوديوم بكثرة في اللهب (لون اللهب يكون برتقالي) كانت العينة عبارة عن سماد نترات الصودا .

٦ – إذا ظهر البوتاسيوم بكثرة في اللهب (لون اللهب أحمر طوبي) كانت العينة عبارة عن سماد سلفات البوتاسيوم أو كلوريد البوتاسيوم .

ب ـ الاستدلال من اختبارات المستخلص المائي :

١ – ظهور الحلقة البنية للنترات يدل على أن السماد نتراتي (نترات الصودا أو نترات الجير أو نترات النشادر أو نترات النشادر الجيري) .

٢ – وجود راسب الفوسفات بوضوح يدل على وجود السوبر فوسفات .

٣ – وجود راسب الكبريتات بكثرة يدل على وجود سلفات النشادر أو سلفات البوتاسيوم .

٤ – وجود الكالسيوم بكثرة يدل على أن السماد هو نترات الجير أو السينواميد .

٥ – إذا كان الـ pH حامضيا فالسماد سلفات نشادر أو سوبر نشادر أو سوبر فوسفات . أما إذا كان قاعديا فالسماد سيانواميد الجير .

جـ ـ الاستدلال من الاختبارات على المستخلص الحامضي :

١ – وجود الكالسيوم بكثرة في مستخلص HCL يدل على وجود السوبر فوسفات العادي أو نترات النشادر الجيري أو سينواميد الجير أو الفوسفات المعدنية .

٢ – ظهور راسب الكبريتات في مستخلص HCL يدل على أن العينة بها سوبر فوسفات .

٣ – ظهور الحديد بقلة في مستخلص HCL يدل على وجود السوبر فوسفات .

٤ – ظهور راسب الفوسفات بكثرة في مستخلص HNO_3 يدل على أن السماد هو السوبر فوسفات أو الفوسفات المعدنية .

التسميد الحيوي

بواسطة بكتريا العقد الجذرية

يعتبر عنصر النيتروجين من أهم العناصر المحددة لإنتاج المحاصيل الزراعية بصفة عامة والبقوليات بصفة خاصة وذلك لكونه أساس تكوين البروتين النباتي.

يشكل النيتروجين في الجو حوالي ٨٠٪، وعلى الرغم من هذه الوفرة في الجو فنادرا مايوجد هذا العنصر في التربة على صورة صالحة لامتصاص النباتات الخضراء.

لذلك كان لابد من تثبيته من الجو وتحويله إلى صورة صالحة لامتصاص النباتات. وهناك طرق عديدة لتثبيت النتروجين الجوي، من أهم هذه الطرق ما يسمى بالتثبيت الحيوي التكافلي

ويتم هذا التثبيت بواسطة عدة أنواع من البكتريا التابعة لجنس ريزوبيم (*Rhizobium*) في أنسجة بعض النباتات البقولية التابعة للعائلة البقولية، وكل نوع متخصص على محصول بقولي معين أو مجموعة من المحاصيل البقولية. حيث تقوم البكتريا بغزو جذور النباتات وتكوين عقد جذرية عليها، وبداخل العقد تثبت البكتريا النيتروجين الجوي وتحوله إلى أمونيا (بواسطة إنزيم النيتروجينيز) ثم مواد نيتروجينية تمد البكتريا بها النبات وتستمد منه مصدر طاقتها في صورة مواد كربوهيدراتية (سكرية) والتي يكونها النبات في عملية التمثيل الضوئي، وبذلك تتم صورة التعاون أو التكافل بين النبات والبكتريا حيث يمد كل منهما الآخر بما يعجز عن تثبيته من الجو. وهذه الصورة التعاونية لها أهمية كبيرة من الناحية التطبيقية الزراعية.

تتميز المحاصيل البقولية عن غيرها بأنها غنية في البروتين النباتي وتتميز بعض هذه المحاصيل بتكوين عقد بكتيرية على مجموعها الجذري.

أهمية التسميد الحيوي بواسطة بكتريا العقد الجذرية في المملكة:

١- إن تربة المملكة فقيرة جدا في المادة العضوية، لذلك فهي فقيرة في عنصر النتروجين اللازم لزيادة الإنتاج وتحسين نوعيته.

٢- إن الأسمدة النتروجينية تشكل عبئا كبيرا على المزارع سواء من حيث التكلفة الاقتصادية أو صعوبة الاستخدام. أما تلقيح النباتات ببكتريا العقد الجذرية فيعتبر من أفضل الطرق لتثبيت النيتروجين الجوى.

٣- إن العبوة الواحدة من مستحضر هذه البكتريا والتي تقل في وزنها عن ربع كيلوجرام يثبت من النتروجين الجوي للهكتار ما يزيد عن ٢٥٠ كجم من سماد اليوريا.

كيف تتكون العقد الجذرية.؟

عندما تنبت بذرة النبات البقولي ترسل جذرا وتديا في الأرض سرعان ما يتفرع منه جذور جانبية وتغطى بالشعيرات الجذرية التي تغزوها البكتريا العقدية المتخصصة، وتتكاثر عليها مسببة انتفاخ الطبقات الخارجية لقشرة الجذر وتكون حزما وعائية تتصل بالجهاز الوعائي للجذر، تتبادل من خلالها المنفعة مع النبات البقولي.

المستحضرات البكتيرية ، كيفية تجهيزها والحصول عليها

هناك طرق مختلفة للتلقيح أهمها هو تلقيح البذور. يوجد بالسوق المحلي بكتريا عقدية محملة على حوامل جافة.

البكتريا العقدية الخاصة بالبرسيم الحجازي:

طريقة استخدام هذا اللقاح

يحتاج كل ٢٥ كيلوجراما من البرسيم إلى عبوة واحدة (ربع كيلو جرام) من اللقاح، حيث تضاف العبوة إلى ٢,٥ لتر ماء وتخلط حتى يتجانس الخليط وتضاف بذور البرسيم (٢٥ كجم) ويتم تقليبه في الظل مع الخليط، تترك البذور بعض الوقت حتى تجف ثم تبذر فورا.

ومن المهم جدا أن يراعى ما يلي:

١. أن هذه البكتريا حساسة لدرجة الحرارة العالية لذلك لا يجب تخزينها في درجات حرارة تزيد عن ٢٥ درجة مئوية.
٢. يجب بذر البذور المخلوطة بالبكتريا قبل مضي أربع ساعات على عملية الخلط.
٣. أن أشعة الشمس المباشرة وحرارتها تقتل البكتريا وتؤثر على نسبة الإنبات. لذلك يجب عدم تعريض البذور والبادرات لأشعة الشمس.

علاوة على ما سبق تجب ملاحظة الآتي:

أ - التأكد من تاريخ انتهاء حيوية البكتريا.

ب - إذا كانت البذور المراد تلقيحها معاملة بالمبيدات الفطرية أو غيرها من المبيدات فلابد من تجزئة اللقاح بحيث تتم زراعة البذور الملقحة في مدى ساعة على الأكثر من تلقيحها.

جـ - أن نسبة حجم الماء الذي تضاف إليه البكتريا تقل كلما كبر حجم البذور، كما هو موضح بالجدول التالي :

جدول (٥) حجم الماء المناسب لحجم البذور

كمية الماء لكل ١٠ كجم بذور	البذور المعاملة
١ لتر	البذور الصغيرة (البرسيم الحجازي)
٠,٦ لتر	البذور المتوسطة (اللوبيا وفول الصويا)
٠,٥ لتر	البذور الكبيرة (الفول البلدي والفاصوليا)

وتجب مراعاة بعض الظروف أثناء وبعد زراعة البذور الملقحة، وهي:

أولا: الرطوبة:

١. تفضل زراعة البذور الملقحة في أرض سبق ريها قبل الزراعة بفترة مناسبة.
٢. إذا زرعت البذور الملقحة في أرض جافة، فيجب الري بعد الزراعة مباشرة.
٣. تجب المحافظة على الرطوبة المناسبة بعد الزراعة وخلال حياة النبات وأنسب درجة رطوبة لتكوين العقد الجذرية وتثبيت النتروجين الجوي تقدر بما يتراوح بين ٥٠ إلى ٧٥٪ من السعة الحقلية.
٤. يؤدي عدم وجود الرطوبة المناسبة بعد الزراعة مباشرة إلى موت البكتريا وعدم تكوين العقد الجذرية كما يؤدي الجفاف أثناء حياة النبات وبعد تكوين العقد الجذرية إلى سقوط العقد.

وتؤدي زيادة الرطوبة عن ٧٥٪ من السعة الحقلية إلى التقليل من ظروف التهوية الجيدة في التربة وبالتالي تقلل من عملية التثبيت النتروجيني. لذلك فإن إعطاء ريات متوسطة على فترات متقاربة يكون أفضل من الري الغزير على فترات طويلة.

٥. هناك علاقة وثيقة بين الرطوبة وحرارة التربة حيث إن رطوبة التربة تقلل من حدة تأثير ارتفاع الحرارة على تثبيت النتروجين.

ثانيا. الحرارة

١. تؤثر الحرارة المرتفعة على حيوية البكتريا وعلى تكوين العقد وكفاءتها في تثبيت النتروجين.
٢. الحرارة المناسبة للتثبيت النتروجيني يجب أن تكون في حدود ٢٨ درجة مئوية للتربة..ولا تتوفر هذه الدرجة المناسبة للمحاصيل الصيفية في معظم مناطق المملكة إلا بالتبكير في الزراعة التي تؤدي إلى تكوين غطاء نباتي يمنع حرارة الشمس المباشرة عن التربة

ثالثا. العناصر المغذية بالتربة:

وجد أن الفوسفات يزيد من نمو المحاصيل البقولية، كما يزيد من قدرتها على تثبيت الآزوت. ويساعد عنصر البوتاسيوم على تثبيت الآزوت عن طريق تأثيره على زيادة تكوين الكربوهيدرات في النبات. كما

يلعب عنصر المنجنيز دورا مهما في تكوين العقد الجذرية. ولبعض العناصر النادرة تأثير واضح فعنصر الموليبدنيوم له أهمية خاصة لأنه يدخل في تركيب إنزيم النتروجينيز لذلك فإن غيابه يؤثر على قدرة العقد الجذرية على تثبيت الآزوت. أما البورون فقد ظهر أن وجوده ضروري لتكوين العقد الجذرية. وبالنسبة للمخصبات الأزوتية كالنترات فإن وجودها بكميات كبيرة في التربة يؤثر على تكوين العقد الجذرية ويقلل من قدرتها على تثبيت الأزوت الجوي، حيث تؤدي الزيادة إلى كسل وخمول البكتريا في التثبيت. ولكن وجود كمية قليلة من المخصبات الآزوتية قد يكون مفيدا عند بدء النمو وخاصة في الأراضي الفقيرة في النتروجين كدفعة تنشيطية لحين تكوين العقد الجذرية وبدئها في تثبيت النتروجين الجوي.

رابعا: المبيدات:

تؤثر المبيدات بأنواعها المختلفة على تكوين العقد الجذرية وتثبيت النتروجين الجوى وأكثرها تأثيرا هي المبيدات الفطرية التي تستخدم مع البذور. كما إن لمبيدات الحشائش دور كبير في إحباط العقد وهي تستعمل بكثرة خاصة مع بعض البقوليات.

خامسا: النيماتودا:

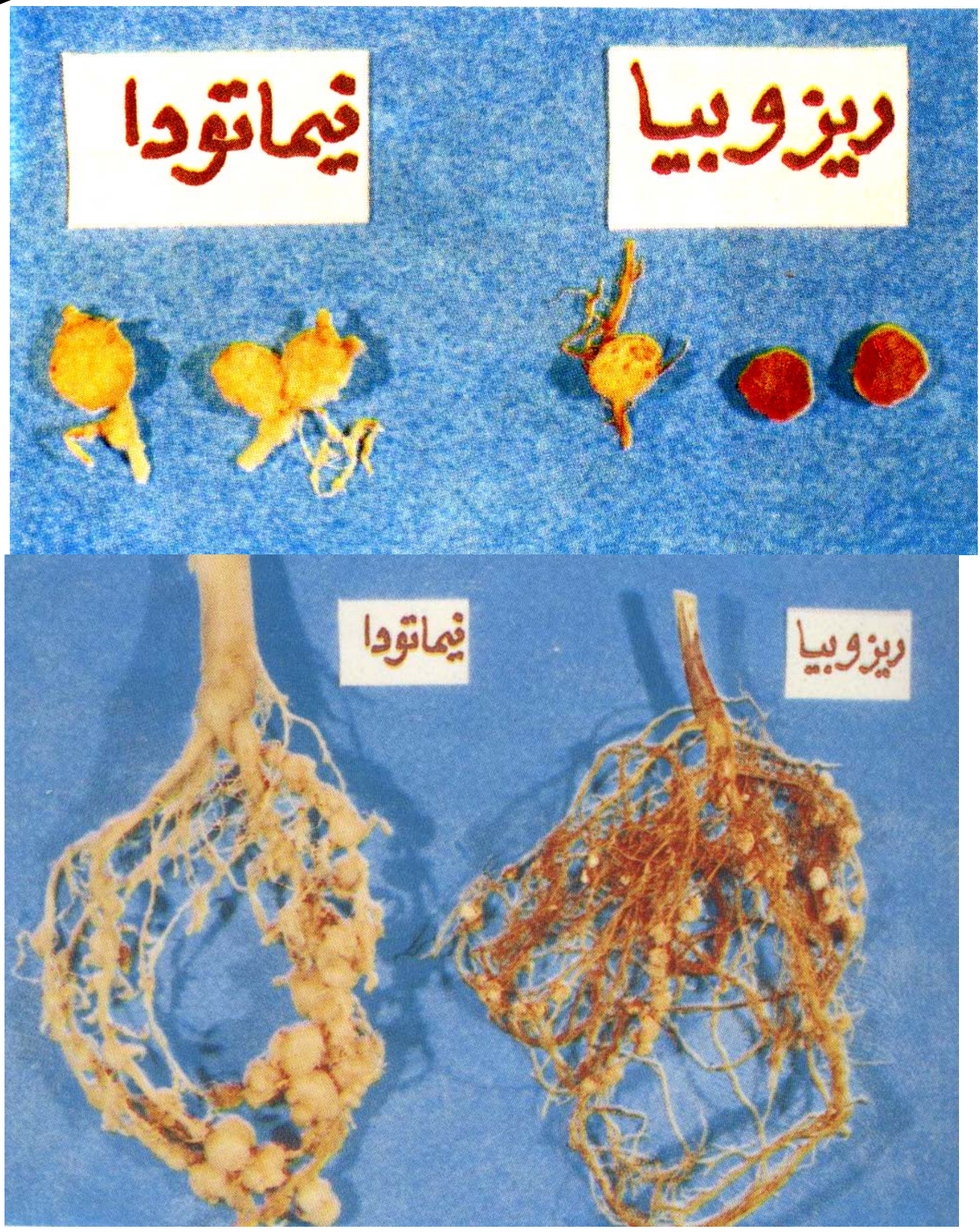
إذا كانت الأرض موبوءة بالنيماتودا فتجب مقاومتها، لأن النيماتودا وبكتريا العقد الجذرية تتنافسان على نفس المواقع من الجذور فتشغل النيماتودا الحيز الأكبر منها كما إنها تحول العقد البكترية الفعالة إلى عقد بكتيرية غير فعالة.

الفرق بين العقد النيماتودية والبكتيرية (انظر الشكل ١٨)

أ - العقد النيماتودية عبارة عن تدرنات على الجذور تصعب إزالتها من على الجذور إلا بتقطيعها بينما العقد البكتيرية تكون متصلة بالجذور برقبة رفيعة تسهل إزالتها من على الجذور.

ب - العقد النيماتودية الكبيرة تكون بيضاء من الداخل بينما العقد البكتيرية الكبيرة تكون حمراء من الداخل لاحتوائها على مادة الهيموجلوبين الحمراء المهمة في عملية تثبيت النتروجين الجوي.

والشكلان التاليان يوضحان ما سبق ذكره من فروق بين العقد البكتيرية ــ الريزوبيا ــ والعقد النيماتودية.



شكل (١٨) الفروقات بين العقد النيماتودية والبكتيرية

السماد البلدي الصناعي

في كثير من الحالات نجد أن السماد البلدي الطبيعي لا يكفي لاحتياجات الزراعة لذا لابد من تحويل المخلفات العضوية الموجودة في المزرعة إلى سماد يمكن الاستعاضة فيه عن السماد البلدي الطبيعي.

عملية التخمر

هي تحلل ميكروبي لكومة من المواد العضوية إلى بقايا محللة جزئية يطلق عليها الدبال humus.

وتتلخص طريقة تحويل المخلفات العضوية إلى سماد بلدي صناعي في فرش طبقات رقيقة من المخلفات ثم إضافة مواد معدنية بكميات تكفي احتياجات البكتريا ، وإضافة الماء اللازم لعمليات التخمر، وتوفير الشروط اللازمة لاستمرار عملية التخمر بحيث تتحول المركبات العضوية المعقدة إلى مركبات أبسط يمكن للنباتات الاستفادة منها إما مباشرة أو بعد فترة بسيطة.

السماد الناتج من هذه المعاملة يشبه السماد البلدي في كثير من خواصه ويتميز عنه أحيانا بغياب الرائحة الكريهة. وفي محتواه العالي من الآزوت والمواد العضوية حيث يحتوي ضعف الكمية من الآزوت ولذا يستعمل منه ٠,٥ الكمية التي تلزم من السماد البلدي .

تجب إضافة الآزوت للمخلفات بنسبة تتراوح من ٠,٢٥ – ٠,٧٠ حسب طبيعة المخلفات. ويمكن استعمال السماد البلدي أو سماد الغنم أو المجاري أو البودريت كمصدر للآزوت.

ويجب عند عمل كومة السماد البلدي الصناعي أن يكون قاعها على أرض مدكوكة جيدا وأن ينخفض القاع عن مستوى الأرض بنحو ١٠ سم وفيما يلي جدول يوضح أبعاد الكومة وكذا كمية الماء اللازمة.

جدول (٦) : أبعاد كومة السماد البلدي الصناعي وكمية المياه اللازمة

وزن المادة الأصلية الجافة طن	أبعاد الكومة متر	الماء اللازم لتر
١	٢,٥ × ٢,٥	٨٠٠ لتر أولا ثم ٨٠٠ بعد أسبوع ثم ٧٠٠ بعد أسبوع آخر ثم ٧٠٠ بعد أسبوع ثالث.
٥	٥,٦ × ٥,٦	الكميات اللازمة للطن × ٥
١٠	٧,٩ × ٧,٩	الكميات اللازمة للطن× ١٠
٢٠	١١,٢ × ١١,٢	الكميات اللازمة للطن× ٢٠

تحضير السماد العضوي الصناعي

السماد العضوي الصناعي هو عبارة عن متخلفات المزرعة النباتية (بقايا النباتات بعد الحصاد ، الأوراق المتساقطة من الأشجار، متخلفات خف النباتات، متخلفات تقليم الأشجار، غير ذلك) التي توضع في شكل طبقات في مكان يختار بالمزرعة لهذا الغرض. ويضاف إلى كل طبقة كميات محددة من المواد المنظمة والمواد المنشطة مثل سيانواميد الجير أو السوبر فوسفات ثم ترش بالماء قبل أن تضاف الطبقة التالية. ويتكرر ذلك حتى يصبح عدد الطبقات عشر، ثم تغطى الكومة الناتجة بعد ذلك وتترك لمدة ٦ أسابيع. بعد مرور هذه الفترة تقلب الكومة تقليبا جيدا حتى تتم تهويتها مما يعمل على تنشيط الفعل الكيميائي والبيولوجي داخل الكومة. تضغط الكومة مرة أخرى وتغطى وتترك لمدة ٣ أسابيع بعدها يعاد التقليب ثانية ثم تترك بعد ضغطها لمدة أسبوعين آخرين حيث يصبح السماد ناضجا وصالحا للاستعمال.

وتستعمل المواد المنظمة والمواد المنشطة بكميات تحدد على حسب نوع بقايا النباتات المستعملة في تحضير السماد. **فمثلا:**

أ – الحشائش الخضراء، ورق الشجر، نباتات الخضروات... تحتاج إلى ١٤ كجم سيانواميد جير (أو ١٢ كجم كبريتات نشادر) + ٢ كجم سوبر فوسفات عادي لكل طن من المتخلفات.

ب – تبن البرسيم، تبن القمح، تبن الشعير... تحتاج إلى مخلوط من ٢٦ كجم سيانواميد جير (أو ٢٣ كجم كبريتات نشادر) + ٣ كجم سوبر فوسفات عادي، لكل طن من البقايا.

جـ – تبن الفول أو تبن اللوبيا، عروش الطماطم أو البطيخ أو الفول السوداني أو البطاطس تحتاج إلى: ٢٩ كجم كبريتات نشادر) + ٤ كجم سوبر فوسفات عادي، لكل طن من المتخلفات.

ويضاف لأي من تلك المخاليط كمية من التراب تتراوح بين ٧٥ – ٩٥ كجم لكل طن مخلفات. أما الغطاء الذي يستعمل لتغطية الكومة فيمكن استغلال أي مواد بالمزرعة تصلح لهذا الغرض (مثل أكياس الأسمدة البلاستيك، أو فروع الأشجار الناتجة من عمليات التقليم أو أي مواد أخرى).

تمارين

س١ أكمل الفراغات التالية

١ -طرق إضافة الأسمدة الصلبة

أ - .....

ب - .....

ت - .....

٢ -طرق إضافة الأسمدة السائلة

أ - .....

ب - .....

ت - .....

٣ -عند زراعة المحاصيل على أسطر أو خطوط.تفضل طريقة.....

٤ -لسرعة معالجة أعراض نقص العناصر الصغرى على الأشجار نستخدم طريقة.....

٥ -موعد إضافة الأسمدة العضوية.....

٦ -السماد المركب هو .....

أما السماد الخليط فهو.....

٧ -يجرى التحليل الوصفي للأسمدة للأغراض الآتية

أ - .....

ب - .....

8- من الاختبارات التي تجرى على الجسم الصلب للسماد.....

٩ -يتم حساب محتوى السماد من العناصر السمادية

.....

١٠ - أهمية التسميد الحيوي بواسطة بكتريا العقد الجذرية في المملكة ترجع للأسباب التالية

أ - .....

ب - .....

ت - .....

١١ - الفرق بين العقد النيماتودية والبكتيرية .....

.....

١٢ - السماد العضوي الصناعي هو عبارة عن.....

س٢:

أصدر المعهد الزراعي التوصية السمادية التالية لمحصول القمح، ١٨٠ كجم نيتروجين، ٢٠٠ كجم فسفور(P_2O_5)، ٦٠ كجم بوتاسيوم (K_2O)، والأسمدة المتوفرة هي:

اليوريا ، فوسفات الأمونيوم الثنائية ،كبريتات البوتاسيوم .

ما هي الكميات الواجب إضافتها من تلك الأسمدة عند تطبيق التوصية السمادية السابقة ؟

س٣:

حضر طناً واحداً من السماد الخليط يحتوي على النسب الآتية: ٨ – ١٥ – ١٠، إذا توفرة لديك الأسمدة التالية:

١. كبريتات الأمونيوم ٢١٪ N
٢. سماد السوبر فوسفات ٢٠ ٪ P_2O_5
٣. سماد كلوريد البوتاسيوم ٦٠ ٪ K_2O

ملحق (أ): معلومات مهمة في مجال الحساب الكيميائي

أ - الوزن الذري للعنصر: يساوي مجموع أعداد كل من البروتونات والنيوترونات في نواة ذرة العنصر.

ب - تكافؤ العنصر: هو عدد ذرات الهيدروجين التي يتحد معها أو يحل محلها ذرة واحدة من العنصر.

ت - الوزن الجزيئي للمركب: هو مجموع الأوزان الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء الواحد من المركب.

ث - الوزن المكافئ للمركب: هو الوزن الجزيئي له مقسوما على التكافؤ.

وحدات التعبير عن تراكيز المواد الكيميائية

١. ا لتركيز العياري: هو الوزن المكافئ الجرامي للمركب مذابا في لترمن الماء المقطر=١٠٠٠ ملليمكافئ.

٢. المول Mole: هو الوزن الجزيئي الجرامي للمركب مذابا في لترمن الماء المقطر= ١٠٠٠ ملليمول.
التركيز المولي: عدد المولات المذابة في اللتر.

٣. طريقة التحويل من تركيز إلى آخر:
التركيز المكافئ = التركيز المولي × التكافؤ
التركيز المولي = التركيز المكافئ ÷ التكافؤ
ملليمكافئ/ لتر = (التركيز المولي/ لتر)× التكافؤ × ١٠٠٠
ملليمول = (التركيز المكافئ ÷ التكافؤ) × ١٠٠٠
ملليمول/ لتر = (ملليمكافئ/ لتر) ÷ التكافؤ

٤. جزء في المليون ppm

يعبر عن التركيز الوزني، وهو يعادل ميكروجرام/ جرام أو ملليجرام/ كيلوجرام أو ملليجرام/ لترمن الماء أو جرام/ طن.

ويحسب من التراكيز السابقة كالآتي:

جزء في المليون (ppm) = (ملليمكافئ/ **لتر**) × **الوزن** المكافئ
= ملليمول/ لتر × الوزن الجزيئي

٥. جزء في البليون (ppb)

تعبير للتركيز الوزني وهو يعادل ميكروجرام/ كيلوجرام ويحسب كالتالي:

جزء في البليون (ppb) = ppm × ١٠٠٠

ملحق (ب)

جدول يبين حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر النيتروجين في المادة الجافة لأوراق النباتات (N%)

النبات	تركيز العنصر	تركيز الكفاية	تركيز الزيادة
المحاصيل الحقلية			
البرسيم	< ٣,٠	٣,٠ - ٤,٥	> ٤,٥
الحبوب الصغيرة	< ٢,٢	٢,٢ - ٣,٥	> ٣,٥
الذرة	< ٢,٨	٢,٨ - ٣,٥	> ٣,٥
القمح	< ٤,٠	٤,٠ - ٥,٠	> ٥,٠
فول الصويا	< ٤,٠	٤,٠ - ٥,٥	> ٥,٥
الفول البلدي	< ٣,٦	٣,٦ - ٦,٠	> ٦,٠
محاصيل الخضر			
الكوسة	< ٣,٥	٣,٥ - ٥,٥	> ٥,٥
الملفوف (الكرنب)	< ٢,٥	٢,٥ - ٤,٥	> ٤,٥
خضروات ورقية	< ٣,٥	٣,٥ - ٦,٠	> ٦,٠
بطاطس	< ٤,٠	٤,٠ - ٦,٠	> ٦,٠
طماطم	< ٣,٠	٣,٠ - ٦,٠	> ٦,٠
أشجار الفاكهة			
تفاح	< ١,٧٥	١,٧٥ - ٢,٧٥	> ٢,٧٥
حمضيات	< ٢,٤٠	٢,٤ - ٣,٠	> ٣,٠
زيتون	< ١,٥	١,٥ - ٢,٢	> ٢,٢
مانجو	< ١,٠	١,٠٠ - ٢,٠	> ٢,٠

ملحق (ج)

جدول يبين حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر الفسفور في المادة الجافة لأوراق النباتات ($P_2O_5\%$)

النبات	تركيز العنصر	تركيز الكفاية	تركيز الزيادة
المحاصيل الحقلية			
البرسيم	<٠,٢٥	٠,٢٥ - ٠,٤٥	> ٠,٤٥
الحبوب الصغيرة	< ٠,٣٠	٠,٣٠ - ٠,٥٠	> ٠,٥٠
الذرة	< ٠,٢٥	٠,٢٥ - ٠,٤٠	> ٠,٤٠
القمح	< ٠,٢٤	٠,٢٤ - ٠,٣٦	> ٠,٣٦
فول الصويا	< ٠,٢٥	٠,٢٥ - ٠,٥٠	> ٠,٥٠
الفول البلدي	< ٠,٣٠	٠,٣٠ - ٠,٧٠	> ٠,٧٠
محاصيل الخضر			
الكوسة	< ٠,٣٠	٠,٣٠ - ٠,٧٠	> ٠,٧٠
الملفوف (الكرنب)	< ٠,٤٠	٠,٤٠ - ١,٠	> ١,٠
خضروات ورقية	< ٠,٤	٠,٤٠ - ١,٠	> ١,٠
بطاطس	< ٠,٣٠	٠,٣٠ - ٠,٧٠	> ٠,٧٠
طماطم	< ٠,٣٠	٠,٣٠ - ٠,٨٠	> ٠,٨٠
أشجار الفاكهة			
تفاح	< ٠,١٥	٠,١٥ - ٠,٤٠	> ٠,٤٠
حمضيات	< ٠,١٥	٠,١٥ - ٠,٣٠	> ٠,٣٠
زيتون	< ٠,١٠	٠,١٠ - ٠,٢٠	> ٠,٢٠
مانجو	< ٠,١٠	٠,١٠ - ٠,٣٥	> ٠,٣٥

ملحق (د)

جدول يبين حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر البوتاسيوم في المادة الجافة لأوراق النباتات ($K_2O\%$)

النبات	تركيز العنصر	تركيز الكفاية	تركيز الزيادة
المحاصيل الحقلية			
البرسيم	< ٢,٥٠	٢,٥ - ٣,٨	> ٣,٨٠
الحبوب الصغيرة	< ١,٨٠	١,٨ - ٣,٠	> ٣,٠٠
الذرة	< ١,٨٠	١,٨ - ٣,٠	> ٣,٠٠
القمح	< ٢,٠٠	٢,٠ - ٣,٠	> ٣,٠٠
فول الصويا	< ١,٧٥	١,٧٥ - ٣,٠	> ٣,٠٠
الفول البلدي	< ٢,٠٠	٢,٠ - ٤,٠	> ٤,٠٠
محاصيل الخضر			
الكوسة	< ٢,٥	٢,٥٠ - ٦,٠	> ٦,٠٠
الملفوف (الكرنب)	< ٣,٥٠	٣,٥٠ - ٥,٠	> ٥,٠٠
خضروات ورقية	< ٣,٥٠	٣,٥٠ - ٨,٠	> ٨,٠٠
بطاطس	< ٣,٥٠	٣,٥٠ - ٦,٥	> ٦,٥
طماطم	< ٢,٥٠	٢,٥ - ٥,٠	> ٥,٠٠
أشجار الفاكهة			
تفاح	< ١,٢٠	١,٥ - ٢,٠	> ٢,٠٠
حمضيات	< ١,٠٠	١,٠ - ٢,٠	> ٢,٠٠
زيتون	< ٠,٧٥	٠,٧٥ - ١,٥٠	> ١,٥٠
مانجو	< ٠,٨٠	٠,٨٠ - ١,٥	> ١,٥٠

ملحق (هـ)

جدول يبين المعدلات السمادية المقترحة لمحاصيل الخضر ، منسوبة للنيتروجين

مجاميع الخضر	آزوت	فسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	مغنسيوم
الخضروات عامة	١	٠,٤٢	١,٢٥	٠,٨٨	٠,٣٠
مجموعة الخضر الكرنبية	١	٠,٣٠	١,١٣	٠,٨٥	٠,٢٠
مجموعة الخضر الثمرية	١	٠,٦٠	١,٢٠	٠,٧٥	٠,٣٠
مجموعة الخضر الجذرية	١	٠,٣٧	١,٦٦	٠,٨١	٠,٢٧
مجموعة الخضر الورقية	١	٠,٢٢	١,٤٠	٠,٥٨	٠,٣٠
مجموعة الخضر البقولية	١	٠,٣٠	١,٩٢	١,٢٠	٠,١٦

ملحق (و)

جدول يبين برنامج تسميدي لبعض أشجار الفاكهة بعد عمر ٤ سنوات للسماد العضوي وأسمدة العناصر الصغرى.

نوع السماد	كمية السماد/سنة من عمر الشجرة	الملحوظات
سماد عضوي	٥ كجم	يضاف السماد العضوي المتحلل بشكل كامل على سطح التربة حول الشجرة ويخلط مع التربة بعمق ٥ -١٠سم أو أكثر حسب طبيعة النظام الجذري للشجرة وهذه هي الطريقة الصحيحة لإضافة السماد العضوي لأن الهدف الرئيس هو تحسين ظروف المحيط الجذري وحفظ الماء والعناصر الغذائية وتجهيز جزء بسيط من متطلبات النبات من العناصر الغذائية وهذا يعتمد على نوع ومصدر المواد العضوية المضافة ٠ أما الطريقة المتبعة حالياً وهي وضع السماد في خندق بعرض ١٥ -٢٥سم وبعمق ٣٠سم بعيد عن الشجرة فهذا لا يحقق هدف استعمال هذا النوع من الأسمدة. موعد الإضافة من بداية ديسمبر وحتى منتصف يناير بمعدل ٢٠كجم/الشجرة.
عناصر صغرى		يحضر محلول مغذى من العناصر الصغرى المذكورة من خلال إذابة ١٠٠جم سلفات المغنسيوم و٤٦غم في شيلات الحديد (نسبة الحديد فيها ٦،٥٪) و٤جم من شيلات الزنك (نسبة الزنك فيها ١٥٪) و٤,٣غم من شيلات النحاس (نسبة الزنك ١٤٪)، ٧,٤غم سلفات المنغنيز المائية ($MnSo4.7H2O$) في لتر من الماء (من خلال وضع جميع المواد المذكورة في إناء مدرج سعة لتر وإكمال الحجم بالماء تدريجيا مع التحريك حتى تذوب جميع المواد). أو تضاف الكميات المذكورة مع مياه الري أو تخلط مع التربة قبل الري

ملحق (ز)

جدول يبين الرموز الكيميائية والأوزان الذرية والتكافؤات لأهم العناصر الغذائية الضرورية.

العنصر	الرمز	الوزن الذري	تكافؤ الصورة الميسرة	الوزن المكافئ
بورون	B	١٠,٨٢	٣	٣,٦٠
كالسيوم	Ca	٤٠,٠٨	٢	٢٠,٠٠
كربون	C	١٢,٠١	٤	٣,٠٠
كلورين	Cl	٣٥,٤٦	-١	٣٥,٤٦
نحاس	Cu	٦٣,٥٤	٢	٣١,٧٧
أيدروجين	H	١,٠١	١	١,٠١
حديد	Fe	٥٥,٨٥	٢	٢٧,٩٣
مغنسيوم	Mg	٢٤,٣١	٢	١٢,١٦
منجنيز	Mn	٥٤,٩٤	٢	٢٧,٤٧
موليبدنيوم	Mo	٩٥,٩٤	٦	١٥,٩٩
نيتروجين	N	١٤,٠١	٥	٢,٨٠
أوكسجين	O	١٦,٠٠	-٢	٨,٠
فوسفور	P	٣٠,٩٨	٥	٦,٢
بوتاسيوم	K	٣٩,١	١	٣٩,١٠
كبريت	S	٣٢,٠٦	٦	٥,٣٤
زنك	Zn	٦٥,٣٧	٢	٣٢,٧٠

ملحق (ح)

جدول يبين الرمز الكيميائي والوزن الذري والتكافؤ للمجموعات الذرية.

المجموعات الذرية	الرمز	الوزن الذري	تكافؤ الصورة الميسرة	الوزن المكافئ
نترات	NO_3^-	٦٢,٠	١-	٦٢
أمونيوم	NH_4^+	١٧,٠	١	١٧
كبريتات	SO_4^{--}	٩٦,٠	٢-	٤٨
فوسفات أحادية	$H_2PO_4^-$	٩٧	١-	٩٧
فوسفات ثنائية	HPO_4^{--}	٩٦	٢-	٤٨
بورات	BO_3^{---}	٥٨,٨	٣-	١٩,٦
موليبدات	$MoO_4^{=}$	١٥٩,٩	٢-	٧٨
كربونات	$CO_3^{=}$	٦٠	٢-	٣٠
بيكربونات	HCO_3^-	٦١	١-	٦١

المراجع

النعيمي، سعدالله نجم عبدالله (١٩٨٧م) الأسمدة وخصوبة التربة – وزارة التعليم العالي – جامعة الموصل – بغداد.

ك. مينكل وي ،ترجمة النعيمي، سعدالله نجم عبدالله (١٩٨٤م) مبادئ تغذية النبات – وزارة التعليم العالي – جامعة الموصل – بغداد.

الوهيبي، محمد بن حمد(١٤٢٢ هـ) التغذية المعدنية في النبات – كلية الزراعة – جامعة الملك سعود – الرياض.

شاهين، رضا رجب وخالد الرضيمان (١٤٢٢ هـ) التدريبات العملية في تغذية النبات– كلية الزراعة – جامعة الملك سعود – القصيم.

الزامل ،إبراهيم ، وآخرون (١٤١٠هـ) تقنية المياه و التربة كتاب المتدرب –جامعة الملك سعود.

السكري، إبراهيم وكريمان فواز. أساسيات خصوبة الأراضي وتغذية النبات – كلية الزراعة – جامعة الإسكندرية.

عبده المشهدي و عبد الحليم الدماطي (١٤٠٣ هـ) التربة والتسميد نشرة فنية إرشادية رقم (٧) - مركز البحوث الزراعية كلية الزراعة - جامعة الملك سعود.

عبدالله المديهش ، عصام بشور (١٤١٦ هـ) الأراضي الزراعية، مجلة العلوم والتقنية السنة التاسعة العدد ٣٦ مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

هومرد.شابمان ،ترجمة الدومي، فوزي محمد ،وآخرين (١٩٩٦م) طرق تحليل التربة والنباتات والمياه – كلية الزراعة – جامعة عمر المختار – البيضاء.

المحتويات

المحتوى	الصفحة
المقدمة	أ
قائمة الجداول	ب
قائمة الأشكال	جـ
الوحدة الأولى	
استصلاح الأراضي	٢
استصلاح الأراضي الملحية	٢
تدريب	٣
الطريقة الحيوية في الاستصلاح	٨
استصلاح الأراضي القلوية	٩
تدريب	١١
استصلاح الأراضي الرملية الخشنة	١٦
تمارين	١٧
الوحدة الثانية	
تحليل النبات و التربة	١٩
الاختبارات السريعة على التربة	٢٠
تحليل النبات	٢٣
الاختبارات السريعة على النبات	٢٣
اختبارات الأنسجة النباتية	٢٤
طرق أخذ وتحضير العينات النباتية المناسبة لاختبارات الأنسجة	٢٧
تدريب عملي	٣٠
التقديرات الوصفية لاختبارات الأنسجة	٣١
تدريب عملي	٣٤
التحليل الورقي	٣٥
تدريب عملي	٤٦
تقدير الرطوبة والمادة الجافة للعينات النباتية	٤٧
تدريب عملي	

طرق هضم العينات النباتية ٤٩
تدريب عملي ٥٠
٥٣

الوحدة الثالثة
أعراض نقص العناصر الغذائية
دراسة الأعراض الظاهرية لنقص العناصر الغذائية على النباتات .....
تدريب ٥٥
الوحدة الرابعة
٧٩
الأسمدة والتسميد .....
طرق إضافة الأسمدة .....
٨١
موعد إضافة الأسمدة .....
٨١
حساب محتوى السماد من العناصر السمادية .....
٨٦
الأسمدة المركبة والخليطة .....
٨٨
التحليل الوصفي للأسمدة .....
٨٩
التسميد الحيوي .....
٩٣
السماد البلدي الصناعي .....
٩٧
تمارين .....
الملاحق ١٠٢
ملحق (أ): معلومات مهمة في مجال الحساب الكيميائي ١٠٥
ملحق (ب)جدول يبين حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر النيتروجين
في المادة الجافة لأوراق النباتات (N%) ١٠٧
ملحق (ج)جدول يبين حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر الفسفور
في المادة الجافة لأوراق النباتات (P_2O_5%) ١٠٨
ملحق (د)جدول يبين حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر البوتاسيوم
في المادة الجافة لأوراق النباتات (K_2O%) ١٠٩
ملحق (هـ)جدول يبين المعدلات السمادية المقترحة لمحاصيل الخضر ، منسوبة للنيتروجين.....
ملحق (و)جدول يبين برنامج تسميدي لبعض أشجار الفاكهة ١١٠
بعد عمر ٤ سنوات للسماد العضوي وأسمدة العناصر الصغرى. ١١١

ملحق (ز) الرموز الكيميائية والأوزان الذرية والتكافؤات لأهم العناصر الغذائية الضرورية..... ١١٢
ملحق (ح) الرمز الكيميائي والوزن الذري والتكافؤ للمجموعات الذرية ١١٣
المراجع ١١٤
١١٥

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم
المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة
GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS