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 التربة وتغذية النبات

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" 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

التمهيد

قال تعالى : (سُبْحَانَ الَّذِي خَلَقَ الْأَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنبِتُ الْأَرْضُ وَمِنْ أَنفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا يَعْلَمُونَ)

(سورة يس ..آية ٣٦)

بدأ اهتمام الإنسان بمشاكل الزراعة وخاصة ما يتعلق منها بالنبات منذ بدأت الخليقة . وقد تركز هذا الاهتمام على النواحي التي تتعلق بنمو النبات وإنتاجيته نظرا لأنها تتحكم في غذاء الإنسان والحيوان . وكانت المشاهدة والخبرة العملية هي الوسائل المتاحة في ذلك الوقت للحصول على معلومات عن تلك النواحي .

وقد استمر الاهتمام على ذلك الشكل معتمدا على تلك الوسائل طوال العصور التي كانت فيها مصادر الغذاء متوفرة للإنسان إلى أن بدأت الحاجة إلى زيادة إنتاجية التربة من المحاصيل المختلفة تبرز وتتضح أهميتها في مواجهة الزيادة المضطردة في عدد السكان . وكانت هذه هي بداية سيطرة التفكير العلمي واتخاذ الأسلوب التجريبي وسيلة لفهم ودراسة كل ما يتعلق بهذه المشكلة . وكان ذلك منذ حوالي مائة وخمسين عاما تقريبا. ومع استمرار الزيادة في عدد السكان وتفاقم مشكلة الغذاء تدريجيا خاصة 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.

ومن هنا اتضحت أهمية معرفة ماهية " غذاء النبات " وعناصره المختلفة ومصادره.

من ذلك نستطيع أن نرى مدى أهمية علم تغذية النبات وخصوبة التربة من حيث إنه يتيح – ضمن مجالات وعلوم أخرى – الفرصة للارتفاع بكمية ونوعية الإنتاج النباتي. مع وضع السياسة الصحيحة لتفادي وجود عوامل – داخل النبات أو في التربة – قد تعيق الاستفادة الكاملة من تلك العناصر. واقتراح وسائل جديدة لإمداد النبات بما يلزمه من عناصر غذائية.

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.

خصوبة التربة وتغذية النبات

استصلاح الأراضي

اسم الوحدة :

استصلاح الأراضي

الجدارة :

أن يكون المتدرب قادراً على تحديد مشاكل التربة التي تعيق زراعتها ، والعمل على إصلاحها.

الأهداف :

١- أن يفرق المتدرب بين أنواع الترب المختلفة بدقة.

٢- أن يربط المتدرب بين الظروف السائدة في الحقل ومدى تأثر التربة بها بدقة.

٣- أن يصلح المتدرب التربة غير الصالحة للزراعة باستخدام أحد المصلحات بدقة.

٤- أن يحافظ المتدرب على التربة الزراعية من التدهور باستخدام الأساليب العملية بدقة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٨٥ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

١٢ ساعات

الوسائل المساعدة :

١ -زيارة ميدانية للحقول والأراضي غير الصالحة للزراعة .

٢ - صور فوتوغرافية وعينات للترب غير الصالحة للزراعة.

٣ -أفلام.

متطلبات الجدارة :

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

مقدمة

تولي المملكة قدرا كبيرا من الاهتمام بالتنمية الزراعية وذلك بهدف تحقيق أكبر قدر من الاكتفاء الذاتي في الإنتاج الزراعي ، وقد تكللت هذه الجهود في السنوات الأخيرة بحمد الله بزيادة كبيرة في إنتاج بعض المحاصيل . لذلك فإن استصلاح الأراضي في المملكة يمكن اعتباره بأنه الركيزة الأساسية للاستمرار في طريق زيادة الإنتاج الزراعي .

تقدر المساحة الكلية للأراضي في الوطن العربي بحوالي ١٤٠١,٤ مليون هكتار ،القابل للزراعة فقط ٢٠٠ مليون هكتار. أما على مستوى المملكة والتي تبلغ مساحتها ٢٢٥ مليون هكتار فإن المساحة القابلة للزراعة ٥٢,٦٨٤ مليون هكتار (أي ٢٣,٤١ ٪ من المساحة الكلية) ، بينما يبلغ المزروع منها فعليا حتى عام ١٩٩٠م حوالي ١,٣٤٦ مليون هكتار (أي ٢,٦ ٪ من المساحة القابلة للزراعة).

من هذه الإحصائيات يتبين لنا أهمية دراسة الأراضي وكيفية الاستفادة منها واستصلاحها.

ولنجاح عمليات استصلاح الأراضي يجب توفير بعض المقومات الأساسية أهمها وجود الأراضي القابلة للاستصلاح وتوفير الماء اللازم لعمليات الاستصلاح والاستزراع وتدبير الأموال اللازمة لإقامة المشاريع المتعلقة بعمليات استصلاح الأراضي مثل إنشاء الطرق وحفر الآبار وإقامة السدود ، لذلك فلا بد من توفير الكوادر الفنية اللازمة لمباشرة ومتابعة عمليات الاستصلاح والاستزراع، بهدف تعريف المتدرب بالجانب التطبيقي لعمليات الاستصلاح وأهميته سواء عن طريق التوسع الرأسي أو الأفقي، وتأثير المياه على خواص التربة ، كذلك تعريفه بأنواع الأراضي غير الصالحة للزراعة ومصادر الأملاح.

وسوف ندرس بالتفصيل ما يلي:

١. التوسع الرأسي والتوسع الأفقي.
٢. العوامل التي تؤثر على إنتاجية الأرض
٣. أنواع الأراضي ومميزاتها
٤. استصلاح ا لأراضى: الرملية، الطينية، الجيرية، الملحية، والقلوية.
٥. خدمة الأراضي بعد استصلاحها .

التوسع الرأسي والتوسع الأفقي

أولا : التوسع الرأسي :

المقصود بالتوسع الرأسي هو زيادة إنتاجية وحدة المساحة من الأراضي المنزرعة ويتم تحقيق ذلك باتباع عدة وسائل أهمها :

أ – علاج عيوب التربة ذات الإنتاج المنخفض .

ب – اختيار المحاصيل المناسبة لنوع التربة .

جـ - استخدام التقاوي المنتقاة ذات نسبة الإنبات المرتفعة والخالية من بذور الحشائش .

د – الاهتمام بالعمليات الزراعية المختلفة .

ثانيا : التوسع الأفقي :

المقصود بالتوسع الأفقي هو زيادة المساحة المنزرعة عن طريق استصلاح أراضي جديدة ، ويتم ذلك بإتباع الخطوات التالية :

١ – إجراء عمليات حصر وتصنيف للأراضي التي يمكن استصلاحها حيث يتم تصنيف الأراضي إلى درجات حسب سهولة استصلاحها .

٢ – تحديد مصادر المياه التي ستستخدم للري ومدى توفرها ومدى صلاحيتها .

العوامل التي تؤثر على إنتاجية الأرض :

إن استصلاح الأراضي ليس المقصود به فقط استصلاح أراضي جديدة غير منزرعة ولكن يقصد به أيضا استصلاح الأراضي ذات الإنتاجية الضعيفة ، ويرجع السبب في ضعف إنتاجية التربة أو عدم إنتاجيتها إلى واحد أو أكثر من العوامل التالية :

١ – قد تكون الأرض ذات خواص فيزيائية رديئة .

٢ – ارتفاع مستوى الأملاح الذائبة في التربة .

٣ – ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في التربة .

٤ – شدة انحدار سطح الأرض .

٥ – نقص بعض الكائنات الحية الدقيقة في التربة مثل البكتريا العقدية المثبتة للنتروجين الجوي .

٦ – عدم توفر الماء الكافي للري أو توفر الصرف الكافي .

٧ – تعرض الأرض للرياح الشديدة .

٨ – عدم استواء سطح الأرض مما يؤدي إلى تراكم الأملاح في المناطق المنخفضة بها .

٩ – نقص خصوبة التربة .

١٠– تكوين قشرة صلبة على سطح التربة مما يؤدي إلى انخفاض نسبة الإنبات وتأخيره كما هو الحال في الأراضي الجيرية .

تصنيف وصلاحية الأراضي في المملكة

لتحديد صلاحية مناطق الحصر للزراعة بالمملكة ، تم إجراء تقييم الأراضي من حيث صلاحيتها على حسب قدرتها الكامنة.

يبين الجدول (١) الأنواع المختلفة للعوامل المحددة والوسائل العلاجية لها.

جدول (١) المحددات الرئيسية للزراعة المروية والتدابير العلاجية المقترحة

العوامل المحددة	الجدوى	التدابير العلاجية
عدم وجود حيز كاف بالتربة لنمو جذور النبات.	غيرمجدية	لا توجد
مشاكل متعلقة بتهوية التربة وناتجة عن وجود قشرة سطحية صماء.	مجدية	ري متكرر وإضافة محسنات التربة، عزق الأرض.
مشاكل متعلقة بتهوية التربة وناتجة عن عدم كفاية الصرف.	مجدية محليا	إنشاء المصارف حيثما أمكن.
صعوبات في ميكنة العمليات الزراعية.	مجدية	إزالة الأحجار ميكانيكيا
عدم كفاية التربة قدرة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية.	مجدية	تسميد متكرر، التسميد العضوي
مخاطر ملوحة التربة والناتجة أساسا عن ملوحة مياه الري.	مجدية	زراعة أصناف نباتات ذات تحمل نسبي للملوحة، إضافة الاحتياجات الغسيلية
مخاطر الغمر.	مجدية	الوقاية بإنشاء سدود تحويلية وقنوات لتصريف مياه السيول.
مخاطر التعرية بالرياح وترسب الرمال.	مجدية	زراعة مصدات الرياح، الإبقاء على سطح الأرض مغطي ببقايا المحاصيل
مشاكل تتعلق بإنشاء وصيانة نظم الري نتيجة لارتفاع نسبة الجبس.	مجدية	تسوية دورية لسطح الأرض مع ترميم الإنشاءات التحويلية وقنوات الري.
صعوبات في خدمة وإدارة المياه.	مجدية	تحسين معدل التسرب بإضافة حسنات التربة أو بقايا المحاصيل.

وقد استنبط نظام معدل لتصنيف الأراضي البور بغرض تحديد صلاحيتها للزراعة المروية ، جدول (٢)

خصائص الأراضي	حدود درجات الصلاحية			
	درجة أولى(ص١)	درجة ثانية(ص٢)	درجة ثالثة(ص٣)	غير صالحة(غ ص)
الانحدار	< ٢ ٪	٢ - ٥ ٪	٥ – ١٢ ٪	> ١٢٪
قوام التربة	طينية	طينية	رملية	رمل خشن جدا
عمق التربة	> ٢,٥ متر	١,٥ – ٢,٥ متر	٠,٧٥ - ١,٥متر	< ٠,٧٥ متر
كربونات الكالسيوم	< ١٦ ٪	١٦ – ٤٠ ٪	٤٠ – ٧٥ ٪	> ٧٥ ٪
الجبس	< ٥ ٪	٥ – ٢٥ ٪	٢٥ – ٥٠ ٪	> ٥٠ ٪

جدول (٢) المعايير العامة لتقدير درجة صلاحية الأراضي البور للزراعة بالمحاصيل الحقلية الشائعة في المملكة.

أنواع الأراضي ومميزاتها

التربة الرملية :

التربة الرملية منتشرة في العالم العربي انتشاراً واسعا وهى ذات حبيبات كبيرة غير ملتصقة ببعضها البعض ، وأهم الظروف المناخية التي تساعد على وجودها المناخ الحار والجاف لفترة طويلة من العام مع الرياح الشديدة التي لها القدرة على نقل الرمال من مكان لآخر.

التربة الطينية :

التربة الطينية ذات تركيب معقد جداً لأن حبيباتها تلتصق معاً بواسطة مادة غروية ، ونظرا لصغر حجم هذه الحبيبات الواضح من التحليل الميكانيكي للتربة فإن حجم الفراغات البينية فيها يكون صغيراً جداً فلا يستطيع الماء أو الهواء أن يتحرك بسهولة .

خواص الطين :

مما لا شك فيه بأن التبادل الكاتيوني من أهم الخواص لدى الغرويات ولكن هناك أيضاً بعض الخواص المهمة للغرويات والجديرة بالمناقشة ومنها :

١ - التماسك.

٢ - الليونة : وهي القدرة على التشكل .

٣ - الانكماش والتمدد.

٤ - التفرقة والتخثر : التفرقة هي تباعد حبيبات الطين الغروية ووجودها منفصلة وليست كمجموعات أما التخثر فهو تجمع هذه الحبيبات .

الخواص الفيزيائية للتربة الطينية :

١ - التربة الطينية ذات الحبيبات الدقيقة عادة رديئة التهوية والصرف.

٢ - كثيرة الاحتفاظ بالماء.

٣ - تحتوي على نسبة كبيرة من الحبيبات الصغيرة أي أنها ذات مساحة سطحية كبيرة مما يزيد من قدرتها على حمل الماء.

٤ - نفاذيتها للماء منخفضة ولهذا السبب يضيع الماء الساقط عليها بالانسياب السطحي.

٥ - ذات مقاومة ميكانيكية عالية لتماسك حبيباتها مع بعضها فتقاوم اختراق الجذور النباتية لها.

٦ - نظرا لتماسك حبيباتها وضيق المسامات فيها فإن تهويتها رديئة وحركة الماء بها بطيئة.

٧ - تعتبر التربة الطينية خصبة لوجود محتواها الغروي الذي يعتبر المصدر الأساس للعناصر الغذائية.

التربة الجيرية :

وتنتشر هذه الأراضي في المناطق ذات المناخ الجاف والغنية بالكالسيوم أي تكون المادة السائدة في المنطقة هي الحجر الجيري والكالسايت وغيرها. وندرة الأمطار في مثل هذه المناطق لا تكفي لغسيل كربونات الكالسيوم .

وتتميز هذه الأراضي بعدة خواص مبنية على ما تحتويه من كربونات الكالسيوم وعلى الحالة التي توجد عليها هذه الكربونات فقد توجد على هيئة حبيبات دقيقة لا يمكن تمييزها بالعين المجردة أو توجد في صورة تجمعات أو على هيئة خيوط تملأ فجوات التربة .

الخواص الفيزيائية للتربة الجيرية :

١ - اللون :

يكون لون التربة الجيرية فاتحاً لوجود كربونات الكالسيوم .

٢ - ذات محتوى رطوبي قليل .

٣ - سرعة التوصيل للماء في الأراضي الجيرية لنفايتها العالية .

٤ - إعاقة جذور النباتات وذلك نتيجة للقشرة الصلبة الموجودة على سطحها.

الخواص الكيميائية:

١. ارتفاع درجة الحموضة (pH)

٢. انخفاض السعة التبادلية بصفة عامة.

٣. ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم.

الخواص الحيوية:

١. نظراً لارتفاع درجة الحموضة (pH) بها فإن نشاط الكائنات الحية الدقيقة بها محدود.

٢. لا تلائم نمو معظم النباتات الاقتصادية.

بعض المحاصيل التي يمكن زراعتها في التربة الجيرية:

الأشجار : الصنط والكافور.

الفاكهة : النخيل ، التين ، الزيتون ، الجوافة .

محاصيل الخضر : طماطم ، الباذنجان ، الفلفل ، الكوسة ، البقول عموماً .

محاصيل الحبوب : القمح ، الشعير ، فول الصويا .

محاصيل العلف: البرسيم.

التربة المتملحة

تعرف التربة المتملحة بأنها تلك التي تحتوي على نسبة من الأملاح سهلة الذوبان بحيث تؤثر تأثيراً سلبياً على نمو المحاصيل الاقتصادية كالآتي :

١ - تسبب الأملاح ظهور علامات العطش المبكر على النباتات أي أن علامات العطش مثل الذبول ، تظهر على النبات بالرغم من أن التربة تحتوي على رطوبة مناسبة ويعود ذلك إلى زيادة الضغط الأزموزي مما يصعب على النبات امتصاص الماء من التربة .

٢ - تؤثر بعض الأملاح تأثيراً سميا على النبات مما يؤدي إلى الحد من نموه أو موته ، وذلك عن طريق التأثير على العمليات الفسيولوجية والحيوية ، كما في عنصر البورون الذي يحتاجه النبات بكمية قليلة ، فإذا زاد تركيزه ولو قليلاً عن الحد المطلوب يصبح ساماً لكثير من النباتات .

٣ - تأثر الأملاح سهلة الذوبان (خصوصاً أملاح الصوديوم) على الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة مما قد يؤدي إلى سوء تهوية التربة وحركة الماء وامتصاص العناصر الغذائية.

درجة تحمل النباتات للملوحة

تختلف النباتات في درجة تحملها للأملاح - حيث تتوقف قدرة النبات على النمو في الأراضي الملحية على عدة عوامل مترابطة لا يمكن الفصل بينها وهى:

١ - التركيب الفسيولوجي للنبات.

٢ - طور نمو النبات ـ وعمره.

٣ - حجم المجموع الجذري.

وتقسم النباتات بحسب تأثرها بالأملاح الذائبة في البيئة التي تنمو بها إلى :

١ - نباتات غير ملحية :

وهى التي يزدهر نموها في أراضى غير ملحية ولا تستطيع النمو في تربة ذات تركيزات عالية من الأملاح الذائبة.

٢ - نباتات ملحية ، وهي نوعان :

أ - نباتات مقاومة للأملاح:

وهى نباتات يزدهر نموها أصلا في أراضي غير ملحية ، ولكنها تستطيع أن تقاوم تركيزات معينة من الأملاح .

ب - نباتات محبة للأملاح :

وهى نباتات يزدهر نموها فقط في وجود الأملاح، ولكنها تستطيع أن تنمو في الأراضي العادية. ومثل هذه النباتات يعتمد عليها عند استصلاح الأراضي الملحية.

تقسيم إنتاجية المحاصيل بحسب درجة تحملها للملوحة :

١ - محاصيل حساسة للملوحة.

٢ - محاصيل متوسطة التحمل.

٣ - محاصيل عالية التحمل.

وذلك على أساس درجة التوصيل الكهربي في مستخلص التربة المشبع بالملليموز/ سم.

كما في الجدول رقم (٣) .

المجموعة	حساسية المحصول للملوحة		
	حساسة	متوسطة التحمل	عالية التحمل
	(٤ ملليموز / سم)	(٦ ملليموز / سم)	(١٠ ملليموز / سم)
محاصيل حقلية	فول بلدي	قمح ، ذرة رفيعة وشامية ، دوار الشمس	شعير ، بنجر السكر ، قطن
محاصيل فاكهة	كمثرى ، تفاح ، برتقال ، خوخ ، مشمش	رمان ، تين ، زيتون ، عنب	نخيل ، جوافة
محاصيل خضر	(٣ -٤ ملليموز / سم) فجل ، لوبيا ، بقدونس ، فاصوليا	(٤ -١٠ ملليموز / سم) طماطم ، فلفل ، خس ، بطاطس ، جزر ، بصل ، خيار ، قرع	(١٠ -١٢ ملليموز / سم) سبانخ ، اسبرجس
محاصيل علف	(٢ -٤ ملليموز / سم) برسيم مصري	(٤ -١٢ ملليموز / سم) برسيم حجازي ، شعير(تبن)	(١٢ -١٨ ملليموز / سم) حشيشة برمودا ، نسيلة

جدول (٣) تقسيم إنتاجية المحاصيل بحسب درجة تحملها للملوحة

مصادر الأملاح في التربة :

١ - تجوية المعادن والصخور المكونة لمادة الأصل للتربة.

٢ - نتيجة لسوء صرف التربة لوجود طبقة صماء Hard pan ، أو لكون التربة ثقيلة القوام .

٣ - ارتفاع مستوى الماء الأرضي.

٤ - قد تنتقل الأملاح بالرشح من أرض مرتفعة إلى أرض أخرى منخفضة أو نتيجة عدم التسوية في الأراضي التي تروى صناعياً.

٥ - قد يكون المصدر الأساسي لملوحة التربة في بعض الأحيان هو استخدام مياه ري ذات محتوى عالي من الملوحة.

٦ - الإسراف في استعمال الأسمدة الكيميائية.

أقسام الترب المتأثرة بالأملاح :

تنقسم التربة المتأثرة بالأملاح إلى ثلاثة أقسام هي :

١ - التربة الملحية Saline Soil

وهي التربة التي يكون مقدار التوصيل الكهربائي (Ec) لمستخلص العجينة المشبعة لها أكثر من ٤ مليموز / سم في درجة حرارة ٢٥ م ، وتكون نسبة الصوديوم المتبادل فيها أقل من ١٥ ٪ ، ودرجة حموضتها (pH) أقل من ٨.٥ ، وتظهر قشرة من الأملاح على سطح هذه الأراضي عند جفافها .

وتتحدد الخواص الكيميائية لهذه التربة بنوع وكمية الأملاح الموجودة بها.

٢ - التربة القلوية Alkali Soil

وهي التربة التي يكون التوصيل الكهربائي (Ec) لمستخلص عجينتها أقل من ٤ مليموز / سم ، ونسبة الصوديوم المتبادل أكثر من ١٥ ٪ ، و ودرجة حموضتها (pH) أكثر من ٨,٥ . لذلك فهذه التربة تحتوي على نسبة عالية من الصوديوم المتبادل بالدرجة التي تؤثر على نمو النباتات سلبياً ، ومحتواها من الأملاح الذائبة منخفض .

إن زيادة الصوديوم المتبادل يؤدي إلى تفريق الحبيبات الغروية للتربة مما يؤدي إلى تكوين طبقة صماء وبذلك يتكون بناء رديء للتربة وتقل نفاذيتها وتوجد هذه التربة في المناطق الجافة والشبه جافة.

٣ - التربة الملحية القلوية Saline Alkali Soil

تحتوي هذه التربة على كميات من الأملاح المتعادلة والذائبة وكمية عالية من الصوديوم المتبادل.

وهذه التربة يزيد فيها التوصيل الكهربائي(Ec) لمستخلص العجينة المشبعة لها عن ٤ مليموز / سم ، ونسبة الصوديوم المتبادل أكبر من ١٥ ٪ ، ودرجة حموضتها (pH) عادة أقل من ٨.٥ . ونتيجة لغسيل هذه الأراضي تتحول إلى تربة قلوية وترتفع حموضتها إذا لم يكن هناك مصدر كافٍ من الكالسيوم والمغنسيوم في التربة أثناء الغسيل وهذا يؤدي إلى تكون بناء رديء ، وتصبح التربة غير منفذة وتزداد سمية الصوديوم – لذلك يجب التخلص من الأملاح الزائدة بالغسيل ثم إضافة الجبس الزراعي $Ca\ So4\ .\ 2H_2O$ لكي يحل الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل.

استصلاح ا لأراضى

تطلق كلمة استصلاح على عدة عمليات متتالية - إذ أن عملية إصلاح الأراضي عملية زراعية ـ مدنية ـ ميكانيكية متداخلة ومتكاملة.

ويجب أن نفرق بين عملية الاستصلاح والتحسين ، حيث إن :

الاستصلاح : هو تحسين خواص الأرض لزيادة إنتاجيتها ، أي تحويل الأرض الغير صالحة للزراعة إلى أرض صالحة للزراعة .

أما التحسين : فيقصد به علاج عيب أو أكثر في الأراضي المنزرعة.

استصلاح الأراضي الرملية :

أن أهم عيوب الأراضي الرملية عدم احتفاظها بالماء وفقدها الكبير لأهم العناصر الغذائية وتأثرها الشديد بالرياح ومشاكل تحرك الكثبان الرملية. ونفاذيتها الكبيرة هذه تؤدي إلى فقد الماء والتكاليف الباهظة في عملية الري وفقد العناصر الغذائية مما يؤدي إلى انخفاض المحصول الزراعي ، وعملية الاستصلاح هي عملية إزالة أو تخفيف هذه العيوب مما يجعلها ملائمة للنمو ويتميز استصلاح الأراضي الرملية بعدة نقاط منها :

١ - خفض عملية الفقد في الماء عن طريق استخدام أنظمة الري الحديثة والإدارة الجيدة.
٢ - اختيار الحاصلات المناسبة.
٣ - إضافة الطين أوالطمي لها .
٤ - المحافظة على العناصر الغذائية ورفع خصوبتها.
٥ - إضافة الأسمدة العضوية لتحسين خواصها الفيزيائية مثل تقليل سرعة نفاذية الماء وتحسين القوام.
٦ - تثبيت الكثبان الرملية.

استصلاح الأراضي الطينية :

عند مناقشة الأراضي الطينية تطرقنا إلى بعض خواصها المهمة كسوء التهوية وشدة التماسك والتشقق عند الجفاف وقلة النفاذية ... الخ .

وتكون الأراضي الملحية والقلوية الطينية متماسكة نتيجة لظروف الترسيب وقد يتركز الطين المتماسك في طبقة معينة. وعيب الأراضي الطينية الأساس هو دقة حبيباتها التي أكسبتها هذه الصفات ، لذلك فإنه يجب معالجتها بإضافة مواد عضوية أو غير عضوية مثل مركبات الكالسيوم لتجميع هذه الحبيبات ،

ويجب كذلك اتباع خطوات أخرى مثل:

١ - الحرث في المواعيد المناسبة.

٢ - العزق لمنع التشقق.

٣ - الصرف الجيد للتخلص من الماء.

٤ - إضافة الأسمدة العضوية.

أما الأراضي ذات الطبقات غير المنفذة والتي تكون حبيباتها ملتصقة مع بعضها بواسطة مواد لاصقة مثل هيدروكسيد الحديد أو هيدروكسيد الألمونيوم الجيلاتينية المظهر فإن أضرارها تكون في صعوبة نمو الجذور فيها مع بطء نفاذ الماء خلال طبقاتها، وهذا يؤدي إلى تبخره مخلفا الأملاح على السطح لذا فهي تعالج ميكانيكيا بعملية الحرث العميق تحت التربة، ومع زراعتها تدريجيا تتحسن.

عملية الحرث العميق تحت التربة:

من المعوقات الرئيسية لإنتاج المحاصيل هو انضغاط التربة. والهدف الرئيسي لعملية الحرث تحت التربة هو التغلب على مشكلة انضغاط التربة وتحسين الخواص الطبيعية للتربة، وتحسين الصرف. كما أن عملية الحرث تحت التربة توفر فراغات وتجاويف في التربة تؤدي إلى تحسين التهوية وحركة المياه خلال قطاع التربة وتسهيل تأثير إضافة الجبس الزراعي في معالجة الأراضي القلوية (الصودية).

أما الأراضي الغدقة أي ذات المستوى المائي القريب أو الأراضي المغمورة بالماء فإنها تعاني من سوء التهوية وكثرة الأملاح ومعالجتها تعتمد على التخلص من الماء بطريقة صرف جيدة، أما إذا ازداد عمق الماء كما في المستنقعات أو البحيرات فإنه يجب تجفيفها قبل عملية الاستصلاح.

وعند تواجد قطع من الأحجار الكبيرة على سطح الأرض فإن ذلك سوف يعوق عملية زراعتها وسير الآلات فيها لذلك فإن عملية الاستصلاح تبدأ بتجميع هذه الأحجار وإبعادها.

استصلاح الأراضي الجيرية:

كما ذكرنا سابقاً إن من خواص هذه الأراضي الرئيسية أنها سريعة التوصيل للماء وذات نفاذية عالية يتحرك بها الماء بسرعة وهي غنية بكربونات الكالسيوم وهذه الخواص تنعكس على نمو النباتات.

واستصلاح الأراضي الجيرية يبدأ بعمل الدراسات والحصر اللازم وحساب مكعبات الكشط والردم اللازمة للتسوية ، ذلك أن عدم استواء سطح هذه الأراضي يعتبر أهم المشاكل .

ويجب الأخذ بعين الاعتبار أنه في عملية استصلاح الأراضي الجيرية لا نستطيع أن نعالج ارتفاع نسبة الكالسيوم أو محاولة تخفيضها.

العمليات الإنشائية:

١ -توقيع مسارات القنوات ومسارات الطرق الرئيسة على الأرض.

٢ - إجراء التسوية المناسبة لطريقة الري سواء كانت بالغمر أو بالرش.

٣ - إنشاء القنوات والمصارف والطرق الفرعية.

ب - تحسين الصفات الطبيعية للتربة:

١ - إذا احتوت هذه التربة على نسبة عالية من الأملاح فإنه يجب غسلها، كما هو متبع في إصلاح الأراضي الملحية

٢ - إضافة الأسمدة العضوية.

٣ - إضافة الأسمدة ذات التأثير الحمضي أو مادة الكبريت نفسها (الخفض من د رجة الحموضة) لتحسين بيئة النمو.

٤ - إضافة كمية من الرمل والطين لعمل طبقة سطحيه جديدة ،مع التأكد من خلوها من كربونات الكالسيوم

جـ - الري والخدمة:

١ - يجب العمل على جعل فترات الري متقاربة حتى لا يكون هناك فرصة لجفاف التربة.

٢ - استخدام طرق ري مناسبة على حسب استواء الأرض .

٣ - اتباع طرق خدمة مناسبة.

استصلاح الأراضي الملحية :

وتتم أولا بعملية إزالة الملوحة أي إزالة الأملاح الذائبة والمتراكمة في التربة وذلك بغسلها وإزالة مسبباتها إلى أن تعود الأرض إلى حالتها الطبيعية بوجود أملاح بسيطة تسمح بزراعة الأرض ، وغسل الأملاح بالماء في غياب مركبات الكالسيوم يؤدي إلى تفريق الغرويات وإلى زيادة في الرقم الهيدروجيني للتربة (pH) ، وعند إزالة الملوحة في غياب كربونات الكالسيوم فإن الصوديوم الممتاز على الغرويات يتحلل تحللا مائياً مكونا هيدروكسيد الصوديوم الذي يتفاعل مع ثاني أكسيد الكربون مكونا كربونات الصوديوم ومع غسل هذه الأراضي تزال كربونات الصوديوم وينخفض الرقم الهيدروجيني.

وتتطلب عملية إصلاح الأراضي المالحة بعض الأمور منها :

١ - الصرف الجيد لخفض مستوى الماء في الأرضي وذلك لتحسين إنتاجية الأرض

٢ - غسل الأملاح.

يتم غسل الأملاح المتراكمة والزائدة من الأراضي المالحة بإضافة كمية كبيرة من المياه قليلة الأملاح ، وعملية الغسيل في الأراضي الخشنة تعد أمراً سهلاً لنفاذيتها العالية بعكس ما هو عليه في الأراضي الطينية ذات القوام الناعم حيث تتم عملية الإصلاح ببطء شديد . وأحسن فترة لعملية الإصلاح هي الفترة التي يكون فيها المستوى المائي للتربة عميقاً والرطوبة منخفضة.

استصلاح الأراضي القلوية :

وتتم عملية الاستصلاح هنا بإزالة الأملاح الذائبة الموجودة في التربة وكذلك استبدال عنصر الصوديوم الموجود في التربة بتركيز أكثر من ١٥ ٪ من أجل خفض درجة تفاعل (درجة الحموضة) هذه التربة، وذلك لكون درجة تفاعلها أعلى من ٨,٥ حيث تؤثر تأثيراً سلبياً في جاهزية العناصر الغذائية. ،حيث إن التربة القلوية تعاني من رداءة بنائها وتركيبها حيث يعمل الصوديوم على تفريق حبيبات التربة وجعلها ذات بناء صلد ذات مسامية قليلة فتقل بذلك تهوية التربة ويقل معدل احتفاظها بالماء وينخفض نشاط الكائنات الحية الدقيقة فيها ويضعف نمو النبات النامي فيها. وقد استخدم ماء الري في عملية الاستصلاح حيث يفضل ماء الري المحتوي على كمية قليلة من الصوديوم .

ويستخدم في عملية استصلاح الأراضي القلوية كثير من المركبات الكيميائية مثل كبريتات الكالسيوم (الجبس الزراعي) وكربونات الكالسيوم وكلوريد الكالسيوم و حمض الكبريتيك.

ويتم اختيار المادة الكيميائية حسب طبيعة وظروف التربة المراد استصلاحها .

وتعتبر إضافة الجبس الزراعي هي الطريقة الشائعة الاستخدام في معالجة الأراضي القلوية من خلال إحلال أيونات الكالسيوم محل أيونات الصوديوم على معقد الادمصاص ، وبالتالي تزداد النفاذية ويسهل غسل كبريتات الصوديوم وصرفها خارجاً، مما يؤدى لتحسين الخواص الطبيعية والكيماوية للتربة خاصة في المنطقة المحيطة بنمو الجذور والإنبات بالإضافة لتحسين الخواص الحيوية للتربة .

فمثلا عند إضافة كبريتات الكالسيوم (الجبس الزراعي) يتم التفاعل حسب المعادلة التالية :

$$Ca\ So4 + \begin{matrix} Na \\ Na \end{matrix} \longrightarrow Ca + Na_2\ So4$$

خدمة الأراضي بعد استصلاحها :

يجب أن يؤخذ في الاعتبار أن كفاءة شبكة الصرف عملية مهمة جداً لدوام التخلص من نواتج عملية الإصلاح وإن إهمال الصرف ولو لمدة بسيطة يعيد الأرض إلى حالتها السابقة ولذلك يجب أن لا تتوقف عملية الاستصلاح قبل انتهائها.

ويراعى بعد الانتهاء من عملية الاستصلاح ما يلي :

١ – الإقلال من كميات مياه الري وعدم الإسراف فيها .

٢ – صيانة شبكات المصارف باستمرار .

٣ – زراعة محاصيل تتحمل الأملاح قبل البدء في زراعة المحاصيل التقليدية.

٤ – حيث إن الأملاح تضاف للأرض دائما مع مياه الري فلابد من إجراء عملية غسيل لهذه الأملاح بعيداً عن منطقة الجذور ، ولذلك تضاف كمية إضافية من المياه زيادة عن احتياجات الري للمحصول مع كل رية وتسمى هذه الكمية من المياه الاحتياجات الغسيلية .

٥ – عند زراعة النباتات يراعى وضعها على طرف الخط وليس على قمته حيث إن الأملاح عند صعودها إلى سطح الأرض تتراكم على قمة الخط .

التمارين

س ١ : ما هي الصفات المرغوبة التي سوف نحصل عليها بعد استصلاح الأراضي الآتية :

١ – التربة الجيرية .....

٢ – التربة الملحية .....

٣ – التربة القلوية .....

س ٢ : يمكن زراعة بعض المحاصيل والنباتات المحلية الآتية في التربة الجيرية .

١. .....

٢. .....

٣. .....

س ٣ : التربة المتملحة هي .....

والتربة الملحية هي .....

والتربة الملحية القلوية هي .....

والتربة القلوية هي .....

النباتات المقاومة للأملاح هي..... مثال.....

و النباتات المحبة للأملاح هي..... مثال .....

تختلف المحاصيل على قدرتها على تحمل الأملاح على أساس.....

من مصادر الأملاح .....

عملية الاستصلاح هي.....

والتحسين .....

الاحتياجات الغسيلية هي .....

ومن أهم المصلحات للتربة القلوية .....

خصوبة التربة وتغذية النبات

خصوبة التربة

اسم الوحدة :

خصوبة التربة

الجدارة :

المحافظة على خصوبة التربة بتطبيق الوسائل العلمية والعملية المتوفرة.

الأهداف :

١ - أن يحصل المتدرب على تربة منتجة بتطبيق سياسة زراعية مناسبة ومتوازنة بدقة.

٢ - أن يربط المتدرب بين العوامل المؤثرة على نمو النبات والسائدة في الحقل وزيادة الإنتاج بدقة.

٣ - أن يتنبأ المتدرب بحدوث نقص في النمو والإنتاج بملاحظة بعض العوامل المؤثرة على خصوبة التربة في الحقل بدقة.

٤ - أن يحافظ المتدرب على التربة الزراعية من التدهور باستخدام الأساليب العملية بدقة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٨٥ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

٨ ساعات

الوسائل المساعدة :

١ - زيارات ميدانية للأراضي.

٢ - صور فوتوغرافية.

٣ - أفلام واستخدام الانترنت.

٤ - استخدام الإنترنت .

متطلبات الجدارة :

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

خصوبة التربة

التعرف على خصوبة التربة

لكي نبدأ دراستنا للرحلة التي يقوم بها العنصر الغذائي أثناء حصول النبات عليه ، لابد وأن تشمل هذه الدراسة المكان الذي تبدأ منه هذه الرحلة – وهو التربة .

وسوف نتعرف على خصوبة التربة بالتطرق إلى :

أ - الأرض الخصبة والأرض المنتجة .

ب -العناصر الغذائية في التربة

ج - طرق تقدير الحالة الخصوبية للتربة

د -العوامل المؤثرة في نمو النبات

هـ - قابلية العناصر الغذائية للاستفادة بواسطة النبات (تيسر العناصر الغذائية).

الأرض الخصبة والأرض المنتجة :

كثيرا ما يحدث خلط بين هذين الاصطلاحين ـ الأرض الخصبة ، الأرض المنتجة ـ على أنهما يشتملان على مدلول واحد . والحقيقة أنهما مختلفان وكلا منهما يشير إلى مفهوم خاص به قد يكون فيه تداخل مع الآخر ولكنه لا يعني المقصود من الآخر.

ويمكن تعريف الأرض الخصبة على أنها :

التربة التي تحتوي على كميات كافية من جميع العناصر الغذائية الضرورية للنبات في صور صالحة لاستفادة النبات، وهي في نفس الوقت خالية من أي عنصر سام للنبات . أي أن خصوبة التربة تتعلق أساسا بمدى قدرتها على إمداد النبات بما يلزمه من عناصر غذائية بالكميات والصور الملائمة .

أما الأرض المنتجة:

فهي التي تحتوي على كميات كافية من جميع العناصر الغذائية الضرورية للنبات في صور صالحة لاستفادة النبات وهي خالية من أي عنصر سام للنبات وقادرة في نفس الوقت على إعطاء نمو وبالتالي إنتاج نباتي جيد .

أي أن إنتاجية التربة تتعلق بكل ما يؤثر على نمو النبات من ناحية التربة، مشتملة في هذا على العناصر الغذائية والظروف والعوامل الأخرى التي تؤثر على النمو، مثل مصدر الري وحالة الصرف في التربة وما قد يكون بها من صفات أخرى تؤثر على نمو النبات .

هذا يدل على أن التربة الخصبة قد تكون غير قادرة على إعطاء نمو نباتي جيد بسبب عدم توفر الماء اللازم للنبات مثلا أو بسبب سوء الصرف مثلا أو لأي سبب آخر، لذلك يمكننا أن نستنتج أن الأرض المنتجة لابد وأن تكون خصبة ولكن العكس ليس صحيحا .

ولكي نحافظ على إنتاجية التربة ومستوى خصوبتها ينصح دائما بإتباع سياسة زراعية متوازنة يراعى فيها النقاط الآتية :

١ – الاهتمام بعمليات الخدمة في المواعيد المناسبة وبالطرق الملائمة لصفات التربة وخصائصها . فكثرة عمليات الحرث والعزق للأرض الرملية أو الخفيفة مثلا تؤدي إلى سوء إنتاجيتها .

٢ – إتباع دورة زراعية جيدة .

٣ – إضافة المادة العضوية .

٤ – تجنب زراعة المحاصيل في خطوط باستمرار وتفادي عمليات إثارة التربة المستمرة حتى لا يؤثر هذا على بناء التربة وباقي خصائصها .

٥ – مراعاة عدم تعاقب المحاصيل المتشابهة المجموع الجذري في الدورة الزراعية المتبعة .

٦ – التسميد بالإضافة المناسبة وبالكميات الكافية وفي الوقت المناسب .

٧ – إتباع نظام ري كفء.

٨ – يجب أن يكون الهدف من الزراعة هو الحصول على أكبر قدر من الربح مع المحافظة في نفس الوقت على خصوبة التربة وإنتاجيتها أو تحسينها إن أمكن.

العناصر الغذائية في التربة

هذا ومن المعروف أنه لا يمكن النظر إلى التربة التي ينمو بها النبات على أنها مجرد مخلوط من المواد المعدنية والعضوية والماء والهواء . فبجانب أن هذا المخلوط به مكونات تكون عادة في حالة من التداخل والتعقيد بحيث يصعب الفصل بين كل مكون وآخر تحت الظروف الطبيعية خاصة من حيث تركيبه وتأثيره المتبادل على باقي المكونات وعلى معقد التربة ككل، وكذلك من ناحية تأثره بأي من الظروف المحيطة بالتربة، فإن النبات الذي ينمو فيها يكون عادةً في حالة اتصال مستمر مع التربة يتأثر بها، وتتأثر به.

محتوى التربة من العناصر الغذائية:

تقتصر دراسة محتوى التربة من العناصر الغذائية على تلك الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي تنتشر فيها جذور النبات عادة. ويرجع ذلك إلى أنه الجزء الفعال .

إن الأراضي الموجودة في المناطق الجافة تحتوي بوجه عام على نسب مرتفعة من جميع العناصر عدا المادة العضوية والنيتروجين وذلك لارتفاع درجة الحرارة وقلة الرطوبة . جدول (٤ ، ٥)

جدول رقم (٤) متوسط الكمية الكلية للعناصر الغذائية الكبرى في الأراضي ، معبرا عنها بنسبة مئوية.

العنصر	أراضي المناطق الرطبة	أراضي المناطق الجافة
النيتروجين	٠,١٥	٠,٠٨
الفسفور	٠,٠٤	٠,٠٧
البوتاسيوم	٠,٧	٢,٠
الكالسيوم	٠,٤	١,٠
المغنسيوم	٠,٣	٠,٦
الكبريت	٠,٠٤	٠,٠٨

جدول (٥) متوسط الكمية الكلية للعناصر الغذائية الصغرى في الأراضي معبرا عنها بالجزء في المليون.

العنصر	المدى	المتوسط
الحديد	٥٠٠٠ – ٥٠٠٠٠	٢٥٠٠٠
المنجنيز	٢٠٠ – ١٠٠٠٠	٢٥٠٠
الزنك	١٠ – ٢٥٠	١٠٠
البورون	٥ – ١٥٠	٥٠
النحاس	٥ – ١٥٠	٥٠
الكلوريد	١٠ – ١٠٠٠	٥٠
المولبدنيوم	٠,٢ - ٥	٢

الصور العامة للعناصر الغذائية في التربة:

توجد العناصر الغذائية في التربة على عدة صور تعمل في نفس الوقت كمصادر يحصل منها النبات على احتياجاته من العناصر الغذائية .

وهذه الصور هي : الذائبة ، المتبادلة ، القابلة للتحلل بسرعة ، العضوية .

١ – الصورة الذائبة :

توجد في محلول التربة الذي يتكون من أيونات العناصر (كاتيونات وأنيونات) ذائبة في الماء . وهذا المصدر يحتوي عادة على نسب منخفضة نسبيا من العناصر لا تكفي وحدها لأن تمد النبات باحتياجاته من العناصر الغذائية أثناء فترة نموه وذلك بالرغم من أنه المصدر الأساسي تقريبا وهو أيضا الأسهل الذي يمتص منه النبات هذه العناصر .

٢ – الصورة المتبادلة :

وهي عبارة عن الأيونات المدمصة على سطوح الحبيبات الغروية (الطين أو الدبال) في التربة . ويختلف محتوى التربة من العناصر المتبادله حسب عوامل عدة أهمها :

أ – قوام التربة : فكلما كانت التربة أكثر نعومة (نسبة الطين بها عالية) كلما زاد محتواها من العناصر المتبادلة وعلى العكس .

ب – محتوى التربة من المادة العضوية : نظرا لأن المادة العضوية تتصف بقدرتها على ادمصاص الأيونات شأنها شأن غرويات الطين ، لذلك فمن الملاحظ أن الأراضي الغنية في المادة العضوية تحتوي على كميات كبيرة من الأيونات المتبادلة.

ج – نوع معدن الطين السائد في التربة.

ويتم امتصاص النبات للعناصر المتبادلة بأحد الطريقتين الآتيتين :

أ – خروج جزء من العناصر المدمصة من محلول التربة (لتصبح ضمن الصورة الذائبة) حيث يتم امتصاصها من المحلول بواسطة جذور النبات .

ب – يمكن لجذور النبات أن تمتص العناصر المدمصة مباشرة من على سطح حبيبة الطين . ويتم هذا عن طريق ما يسمى بالتبادل التلامس المباشر .

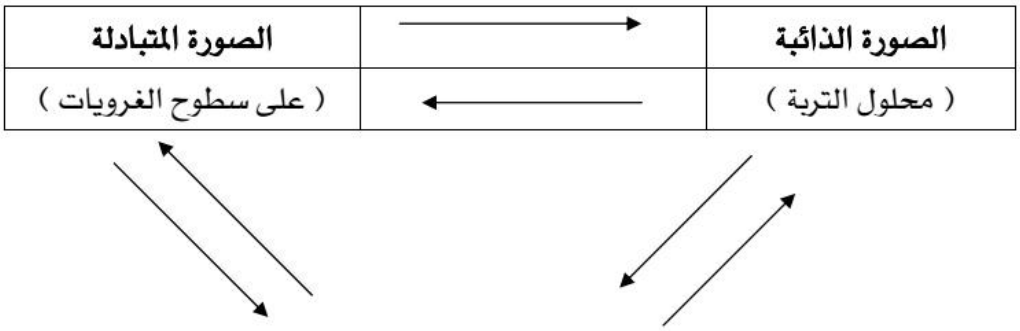
٣ – الصورة القابلة للتحلل بسرعة :

توجد بعض العناصر الغذائية ضمن تركيب معادن معينة في التربة ، وعند تحلل هذه المعادن – تحت الظروف العادية – ينطلق ما بداخلها من عناصر إلى محلول التربة . ويقوم الماء بهذه المهمة في كثير من الأحيان حيث يتحلل المعدن المحتوي على العنصر في وجود الماء وتخرج منه العناصر، وتزداد سرعة

خروجها كلما زاد التحلل . ويعتبر ثاني أكسيد الكربون الموجود بتركيز عال نسبيا في هواء التربة أحد العوامل التي تلعب دورا في هذا التحلل .

وبعد أن يتحلل المعدن بأي من تلك المذيبات فإن محتواه من العناصر يخرج إلى محلول التربة حيث يظل في الصورة الذائبة أو يتحول إلى الصورة المتبادلة .

هذه الصور الثلاثة للعناصر الغذائية في التربة تكون باستمرار في حالة اتزان بحيث يمكن أن تتحول إحداها إلى الأخرى كما في الشكل (١) التالي:



الصورة القابلة للتحلل

(في بعض المعادن)

٤ – الصورة العضوية :

أثناء تحلل المادة العضوية يخرج ما بها من عناصر إلى التربة حيث يصبح في إحدى الصورتين : الذائبة أو المتبادلة أو كليهما . وبحدوث ذلك تتحول تلك العناصر من الصورة العضوية المعقدة إلى صورة يمكن للنبات أن يمتصها .

طرق تقدير الحالة الخصوبية للتربة :

يمكن تقسيم الطرق المختلفة التي يمكن استخدامها في تقدير وتقويم مستوى العناصر الغذائية بالتربة إلى:

١ - أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات.

٣ - التحليل النباتي .

٣ - تحليل التربة.

٤ - الاختبارات البيولوجية.

أولا : أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات :

إن نقص عنصر غذائي أو أكثر يؤدي إلى حصول نمو غير طبيعي للنبات ، وهذا يلاحظ بظهور أعراض وعلامات مرئية على النبات . في الواقع إن سبب نقص العنصر في النبات لا يشترط بالضرورة أن يكون قلته أو عدم وجوده في الوسط الذي ينمو فيه النبات ولكن هناك أسبابا أخرى تؤدي إلى عدم استفادة النبات من العنصر الموجود بالتربة أو الممتص عن طريق الجذور ويمكن بصورة عامة تحديد أسباب النقص الغذائي في النبات بالأسباب الآتية :

١ - عدم احتواء التربة على العنصر الغذائي بصورة كافية وملائمة لنمو النبات، وهذا يعود إلى أسباب كثيرة منها نوعية التربة المكونة لها .

٢ – عدم مقدرة جذور النبات على امتصاص العنصر الغذائي الموجود في وسط النمو وهذا بسبب عوامل موجودة في التربة أو لظروف معينة داخل النبات نفسه .

٣ – عدم انتظام انتقال وتوزيع العنصر الغذائي إلى أجزاء وأنسجة النبات .

هناك أعراض مميزة لنقص كل عنصر من العناصر الغذائية يمكن التعرف عليها من لدن ذوي الخبرة إلى حد ما بسهولة إذا كان النقص في أحد العناصر ، ولكن الأمر يكون أكثر تعقيدا إذا كان النقص لأكثر من عنصر واحد ، في هذا المجال يمكن تقسيم وتصنيف أعراض النقص في العناصر الغذائية إلى:

١ – التوقف أو الفشل الكامل لنمو النبات في طور البادرة .

٢ – البطء الشديد في نمو النبات .

٣ - أعراض خاصة ومميزة على أوراق النبات تظهر في أوقات مختلفة خلال فترة نمو النبات.

٤ - عمليات غير طبيعية داخل النبات مثل توقف عمل الأنسجة الناقلة.

٥ - النضج المتأخر أو غير الطبيعي.

٦ - اختلاف في الحاصل بغض النظر عن ظهور أو عدم ظهور أعراض النقص على أوراق النبات.

٧ - انخفاض في نوعية المحصول نتيجة التغير في المكونات الكيماوية للحاصل مثل البروتين والنشا والزيوت أو انخفاض في صفات الحفظ والخزن.

٨ - الاختلافات في الحاصل يمكن التعرف عليها فقط بإجراء التجارب الخاصة والدقيقة.

٩ - بالإضافة إلى ما ذكر فان نقص العناصر الغذائية يؤثر في طبيعة نمو الجذور وتمددها. وهذه النقطة لم تعر الأهمية الكبيرة وذلك لصعوبة الحصول على ملاحظات مجدية خلال فترة نمو النبات.

إن نقص العنصر الغذائي لا يؤدي مباشرة إلى ظهور أعراض النقص على النبات بل يؤدي إلى اختلال في العمليات الحيوية داخل النبات مما يؤدي إلى تراكم بعض المركبات العضوية الوسطية ونقص في البعض الآخر. وهذا يؤدي بدوره إلى وضع النبات تحت ظروف طبيعية تتميز بظهور أعراض النقص التي لها علاقة وثيقة بنقص عنصر معين من العناصر الغذائية. كل سمة من سمات أعراض النقص لابد أن يكون لها علاقة بالوظائف التي يقوم بها العنصر الغذائي . وهناك بعض العناصر تقوم بأكثر من وظيفة حيوية داخل النبات وهذا مما يزيد من صعوبة تفسير السبب الفسيولوجي لظهور أعراض معينة للنقص. مثال ذلك أنه عند نقص النيتروجين تتلون أوراق معظم النباتات باللون الأخضر الشاحب أو الأصفر الفاتح وذلك بسبب قلة تكون مادة الكلوروفيل، ولذلك فإن نقص أي من العناصر التي تساعد على تكوين مادة الكلوروفيل قد تؤدي إلى ظهور اللون الأخضر الشاحب أو الأصفر الفاتح على أوراق النباتات. وعندئذ لابد أن ترتبط هذه الأعراض بأشياء أخرى مثل شكل الأوراق ونموها وموقعها على النبات.

إن النقص في العنصر الغذائي حالة نسبية، ذلك أن النقص في عنصر ما قد يوجد بوجود كمية كافية أو فائضة من عنصر آخر. ومثال ذلك أنه قد يحدث نقص في عنصر المنغنيز نتيجة إضافة كميات كبيرة من الحديد. كذلك قد يكون العنصر متوفراً بكمية كافية عند تركيزات معينة من عناصر غذائية أخرى على حين تظهر أعراض نقصه في حالة زيادة تركيز عنصر آخر. فمثلا عند إضافة النيتروجين بمعدلات منخفضة فإن نبات الذرة الصفراء قد لا يحتاج إلى كميات كبيرة من الفسفور ولكنه عند إضافة النيتروجين بمعدلات كافية ومناسبة لنمو النبات فإن النبات يحتاج إلى كميات أكبر من الفسفور مما كان عليه في الحالة الأولى. فالكمية المضافة في الحالة الأولى تضع النبات تحت ظروف الحد الحرج للفسفور وبعبارة أخرى إنه عند سد حالة النقص في العنصر الأول المحدد للنمو فإن العنصر الثاني يصبح عاملا محددا للنمو.

والحقل عادة ليس من السهل التمييز بين أعراض نقص العناصر الغذائية داخل الحقل، ذلك أن الأمر كثيرا ما يلتبس ، وذلك بظهور أعراض لمرض معين أو إصابات حشرية مشابهة لأعراض نقص أحد

العناصر الغذائية. مثال ذلك تشابه أعراض نقص عنصر البورون على نبات الجت مع أعراض الإصابة بحشرة . إن أعراض نقص العنصر الغذائي هي تأثير ثانوي قد ينتج عن أكثر من سبب واحد. ومثال ذلك ارتباط تكون السكريات في النبات (الذرة الصفراء) مع صبغ لتكوين المادة الملونة (صبغ اللون الأرجواني، والأحمر والأصفر). تجمع السكريات ربما يعود إلى عدة عوامل وتأثيرات منها التجهيز غير الكافي من عنصر الفسفور. والليل البارد والنهار الدافيء. والأضرار التي تصيب الجذور بواسطة الحشرات، ونقص النيتروجين.

من الملاحظات الأخرى المهمة هو أنه إذا لوحظت أعراض نقص العناصر الغذائية بصورة مبكرة أمكن معالجتها خلال فترة نمو النبات وهذا ينطبق على النيتروجين والبوتاسيوم وعدد من العناصر الصغرى . أما تحديد نقص العناصر الغذائية في فترة متأخرة فيساعد على تلافي النقص في الموسم الزراعي التالي.

ثانيا: التحليل النباتي

إن تحليل النبات هو أسلوب آخر يمكن الاستناد عليه في تقدير حاهزية العناصر الغذائية في التربة. حيث إن تحليل الأنسجة النباتية تبنى على أساس أن كمية عنصر معين في النبات تدل على مستوى تجهيز النبات بهذا العنصر وهذا يكون مؤشراً على محتوى التربة من هذا العنصر.

هناك طريقتان لتحليل النبات يمكن استعمالها في التعرف على مستوى نقص العنصر الغذائي في النبات.

أ - التحليل الكلي للنبات.

ب -التحليل السريع للأنسجة.

وإن للعناصر الغذائية داخل النبات مستويات معينة تفسر محتوى النبات من العنصر الغذائي، يمكن توضيحها في التسلسل الآتي:

١- النقص الشديد .

٢- النقص المتوسط .

٣- المستوى الحرج .

٤- مستوى الإفراط .

٥- مستوى السمية .

وتركيب النبات ومحتواه من العناصر الغذائية يتأثر بكثير من العوامل والظروف المحيطة ولا يعكس فقط بجاهزية العنصر الغذائي في التربة.

ومن العوامل المهمة التي تؤثر في محتوى النبات أو أنسجة النبات من العنصر الغذائي هي:

١ - العوامل البيئية مثل الحرارة والتهوية والضوء.

٢ - العوامل الو راثية للنبات .

٣ - أجزاء النبات: من المعروف بأن الأجزاء النباتية التي يختلف بعضها عن بعض (المرفولوجيا) فإنها تختلف في تركيبها المعدني.

٤ - العمر الفسيولوجي : إن أجزاء النبات (الأوراق) المراد استعمالها في التحليل يجب أن تكون في عمر واحد.

٥ - موقع الجز النباتي المراد تحليله.

٦ – محتوى التربة من العناصر الغذائية .

وهناك بعض النقاط والملاحظات التي يجب تسجيلها عند أخذ العينات النباتية وهي :

أ - الملاحظات النباتية :

١- المظهر الخارجي للنبات.

٢- الجزء المراد تحليله.

٣- موعد أخذ العينات.

٤- لون النبات .

٥- ارتفاع النبات .

٦- أعراض نقص العناصر الغذائية.

٧- الأمراض.

٨- الحشرات.

ب - الظروف المناخية:

١- الأمطار.

٢- الحرارة.

٣- الرياح.

جـ - ملاحظات إدارية :

١ - صنف النبات المراد تحليله .

٣ - طريقة الزراعة ومسافات الزراعة .

٣ - عدد النباتات في الدونم الواحد من الأرض .

٤ - عمليات التسميد .

٥ - إضافة المبيدات .

٦ - تاريخ المنطقة الزراعي .

من هذا يتضح، وبسبب كل هذه العوامل والملاحظات التي تؤثر في محتوى النبات من العناصر الغذائية، أنه يجب أن يكون هناك أسس علمية تتبع في عملية أخذ العينات النباتية للتحليل .

ثالثا: تحليل التربة:

إن تحليل التربة كيمياويا لمعرفة محتواها من العناصر الغذائية هي من أهم الطرق في تقدير خصوبة التربة ومقدرتها الامدادية للنبات بالعناصر الغذائية، وهذه الطريقة تعتمد على استخلاص التربة بمحلول معين أو بالماء وذلك برج عينة التربة لفترة زمنية معينة مع المحلول أو الماء ثم بعد ذلك تقدر العناصر الغذائية بالمستخلص ولكل من العناصر طريقة خاصة بالتقدير ولذلك فإن المحاليل المستعملة بالاستخلاص تختلف باختلاف العنصر الغذائي وكذلك باختلاف نوعية التربة. ونجاح الطرق الكيماوية المستخدمة بتقدير محتوى التربة من العناصر الغذائية يعتمد على إعطاء الصورة الواضحة لحالة العنصر وكميته في التربة. وتجري اختبارات التربة اعتياديا قبل الزراعة من أجل وضع خطة تسميدية للتربة المراد زراعتها.

ومن الطرق المستعملة في تقدير محتوى التربة من العناصر الغذائية وغيرها من الصفات الكيمياوية هي:

- تقدر مادة التربة العضوية وذلك بأكسدتها بدايكرومات البوتاسيوم.

-السعة التبادلية الكاتيونية للتربة تقدر بإشباع التربة بمحلول خلات الصوديوم ثم إزاحة الصوديوم بمحلول خلات الأمونيوم ويقدر الصوديوم Flame Photometer .

.يمكن تقد ير النيتروجين الكلى في التربة بطريقة كلدهال، إذ يستخدم فيها كبريتات البوتاسيوم وكبريتات النحاس والسلينيوم عوامل مساعدة، إضافة إلى حامض الكبريتيك المركز. ويستخدم أيضا حامض البوريك بمثابة مستقبل للأمونيا بوجود دليل المخلوط.

إن محتوى التربة من الكالسيوم والمغنيسيوم يمكن أن يقدر بالتسحيح مع الفرسين، أما البوتاسيوم والصوديوم فإنهما يقدران بجهاز Flame Photometer. وإن الكربونات والبيكربونات يمكن تقديرها باستعمال ٠,١ عياري حامض الهيدروكلوريك . أما الكبريتات فيمكن تقديرها بالمعايرة مع

الفرسين . ويقدر الكلوريد في التربة بالتسحيح مع نترات الفضة. ويمكن تقدير محتوى التربة من الفسفور باستعمال طريقة أولسن.

إن الطرق التي تم ذكرها هي المعتمدة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تسود فيها التربة القاعدية والكلسية. أما أنواع التربة الأخرى فهناك العديد من الطرق لتقدير العناصر الغذائية فيها وهناك أكثر من طريقة لكل من العناصر.

رابعاً: الاختبارات البيولوجية:

إن استخدام النبات طريقة من طرق معرفة مدى الحاجة إلى التسميد يعد من الطرق المهمة لتقدير خصوبة التربة ومعرفة مقدرتها الامدادية للعناصر الغذائية، ومن الاختبارات البيولوجية:

١ - التجارب الحقلية التابعة للهيئات البحثية العلمية.

٢ - التجارب المختبرية وتجارب البيوت الزجاجية وهذه تشمل تجارب متشرلش ونيوباور وغيرها من التجارب

٣ - التجارب في حقول المزارعين .

٤ - تجارب الأحياء الدقيقة، وهذه تشمل استعمال الكائنات الحية الدقيقة، كأن تزرع هذه الكائنات على قرص من التربة أو في دوارق وتغذى بمحلول غذائي. كامل ماعدا العنصر المراد دراسته وتوضع بعد ذلك في حاضنة معينة يقدر بعدها كمية النمو التي تتناسب مع كمية العنصر في التربة.

خامسا: استعمال النظائر المشعة:

بعد أن تمكن العلماء من استخدام النظائر المشعة في الدراسات الخاصة في خصوبة التربة وتغذية النبات وخاصة تقدير وتقييم جاهزية العناصر الغذائية. ونظراً لانتشار النظائر المشعة لعدد من العناصر فقد أصبح من الممكن استخدامها في تقويم خصوبة التربة. وهذا الأسلوب قابل للتطبيق بصورة خاصة للعناصر ذات النظائر المشعة . إن الفكرة الأساس للنظائر المشعة تعتمد على الأشعة الصادرة من النظائر التي تحفز عملية تتبع مصيرها ونهايتها داخل التربة. وهذه النظائر تتوازن مع جزء العنصر الثابت العائد لها داخل التربة الذي يمكن الحصول عليه من لدن النبات، وعلى هذا الأساس يمكن معرفة درجة خصوبة التربة من حيث محتواها من العنصر الغذائي .

العوامل المؤثرة في نمو النبات

التربة هي المهد الذي تعيش فيه النباتات الراقية، حيث تنمو جذور هذه النباتات وتتعمق وتتخلل المسافات البينية للتربة من أجل الحصول على الماء والعناصر الغذائية. ومن هذا فإن نمو النباتات الراقية يتأثر بمكونات وخواص هذا المهد وكذلك بالعوامل المناخية السائدة فوق سطح التربة، وأخيرا تتأثر بالعوامل الوراثية المتعلقة بطبيعة ونوع النبات.

من الصعب تحديد جميع العوامل التي تؤثر في نمو النبات بصورة مباشرة أو غير مباشرة ولكن يمكن تحديد أهم العوامل المؤثرة وهي :

١ - العوامل الوراثية:

إن تحسين النباتات وإنتاج البذور المحسنة وإيجاد أصناف متفوقة في إنتاجها عن الأصناف السائدة، تعد من أفضل الوسائل والطرق لرفع وزيادة الإنتاج الزراعي.

٢ - العوامل البيئية:

والعوامل البيئية هنا تضم معظم العوامل المؤثرة في نمو النبات، وهي العوامل المتوفرة فوق سطح التربة وفي التربة ذاتها، وأهم هذه العوامل:

أ ـ رطوبة التربة:

الماء هو العامل الرئيس لنمو النباتات وتوزيعها، ويعد من أهم العوامل المحددة لنجاح الزراعة في منطقة ما - وتختلف نسبه الماء في النباتات المختلفة، فهو يكوّن أكبر جزء من مكونات النبات. وتقدر نسبة الماء في النباتات بأكثر من ٧٥ ٪.

ويؤثر محتوى التربة الرطوبي في كثير من العمليات الفسيولوجية التي يقوم بها النبات.

ب – الحرارة ، حيث تؤثر على :

١. توزيع النباتات على سطح الكرة الأرضية، وعلى ذلك تم تقسيم النباتات إلى مجموعتين هما: نباتات صيفية وشتوية.
٢. تؤثر في عملية إنبات البذور.
٣. تؤثر في عملية البناء الضوئي.
٤. تؤثر في عملية التنفس.
٥. تؤثر في عملية النتح والبخر.
٦. تؤثر في عملية امتصاص النباتات للماء والعناصر الغذائية.
٧. تأثر الكائنات الحية الدقيقة في التربة.

ج ـ الضوء:

ويقصد به شدة الضوء ومدته. وتم تقسيم النباتات على أساسه إلى:

١. نباتات النهار الطويل.

٢. نباتات النهار القصير.

٣. نباتات النهار المعتدل.

د ـ التهوية.

هـ ـ درجة الحموضة (pH).

و ـ محتوى التربة من العناصر الغذائية.

ز ـ العوامل الحيوية: مثل ما يقوم به الإنسان والحيوان والحشرات والأحياء الدقيقة.

قابلية العناصر الغذائية لاستفادة بواسطة النبات منها(تيسر العناصر الغذائية):

لا تعتبر الكمية الموجودة في التربة من أي عنصر غذائي جميعها في حالة يستطيع أن يمتصها أو يستفيد منها النبات النامي بتلك التربة، بالرغم من أن عنصرا ما قد يوجد في التربة بكمية كبيرة فان جزءاً من تلك الكمية – يختلف على حسب العنصر والظروف المحيطة – يكون في حالة يستطيع النبات أن يستفيد منها . ومن الأمثلة المعروفة لهذا الوضع عنصر الفسفور الذي يوجد في التربة عادة بكميات كبيرة إذا قدر كفسفور كلي ، أما إذا قدر الفسفور الميسر للنبات في نفس هذه التربة نجد أنه لا يشكل إلا نسبة ضئيلة من الفسفور الكلي .

وعلى ذلك ففي العادة يكون العنصر الغذائي موجودا بالتربة على حالتين:

الأولى: قابلة لأن يستفيد منها النبات ـ أي ميسرة ـ.

الثانية: غير قابلة لاستفادة النبات – أي غير ميسرة.

يعرف الجزء الميسر للعنصر الغذائي (جاهزية العنصر) على أنه:

صور العنصر التي قد توجد في حالة مناسبة لاستعمال النبات مباشرة، أو تلك التي توجد في حالة يمكن أن تتحول بسهولة إلى صور مناسبة لاستعمال النبات تحت ظروف التربة العادية.

أما العناصر الغذائية التي توجد في مركبات أو مواد بالتربة في حالة غير قابلة لأن يستفيد منها النبات سواء مباشرة أو بعد تحولها تحت الظروف العادية إلى صور أخرى فيطلق عليها اسم غير ميسرة.

من الخطأ وضع حد فاصل بين الجزء الميسر والجزء غير الميسر لأي عنصر غذائي، لأن كلا من الجزأين يمكن أن يتحول إلى الآخر في أي وقت تحت ظروف معينة تتعلق بالتربة والنبات، ويشار إلى هذا الوضع كالآتي:

الحالة الميسرة	⟷	الحالة غير الميسرة

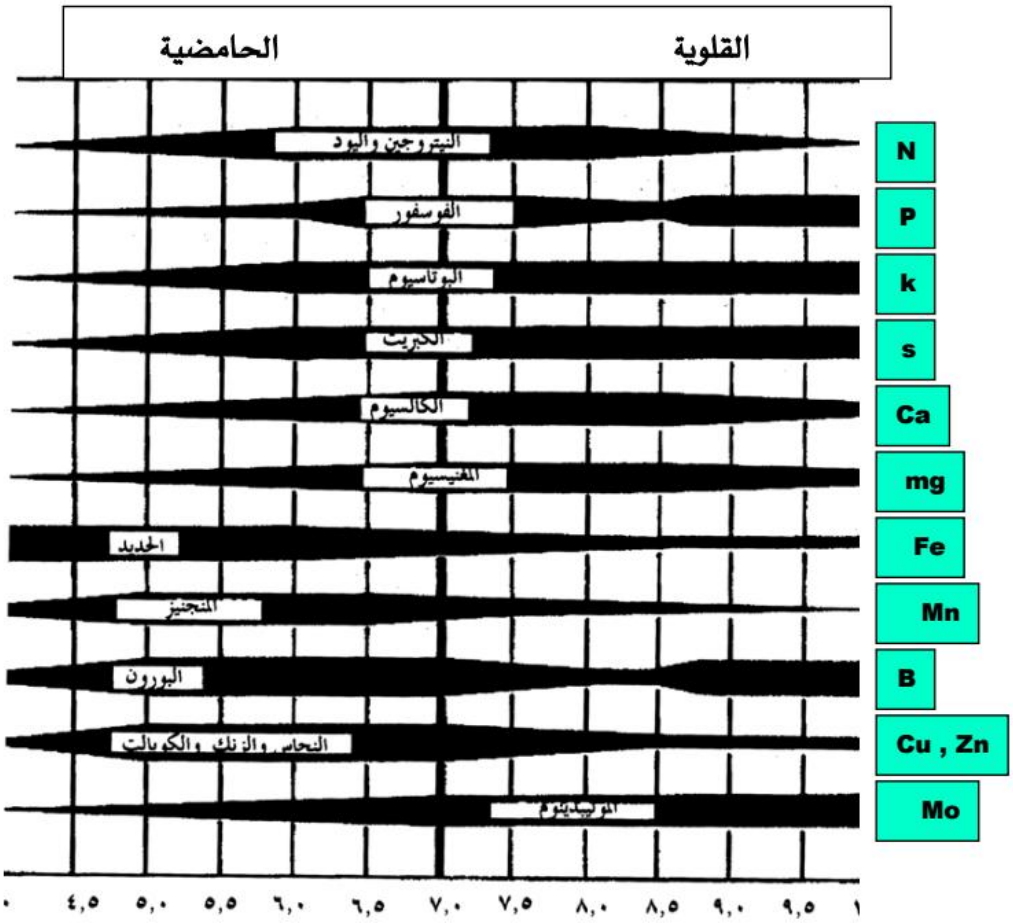
ويتحكم في هذه التحولات ظروف وعوامل عديدة منها:

١ – رقم تفاعل التربة (درجة الحموضة pH):

يختلف هذا التأثير في اتجاهه وفي مقداره باختلاف العناصر الغذائية نفسها. فمن الملاحظ أن كثيرا من العناصر الغذائية تصبح في حالة غير ميسرة إذا ارتفعت قيمة pH التربة من ٥ مثلا إلى ٧,٥ أو ٨ أو أكثر.

ومن ناحية أخرى نجد أنه في حدود قيم الـ pH المنخفضة (الأقل من ٥) تصبح كثير من العناصر ذائبة بكميات كافية لأن تكون سامة لبعض النباتات مثل : الحديد والمنجنيز . الشكل رقم (٢)

شكل (٢) : تأثير درجة تفاعل التربة على تيسر العناصر الغذائية في التربة .



الرقم الهيدروجيني pH

٢ – رطوبة التربة :

تؤثر الرطوبة على تيسر العناصر الغذائية عن طريق :

أ – أن الماء يعمل كمذيب .

ب – تتأثر بعض العناصر من حيث حالة أكسدتها باختلاف مستوى الرطوبة في التربة . فمثلا يكون عنصر الحديد أقل تيسرا إذا ما وجد في حالة مؤكسدة تحت ظروف الجفاف بينما يكون أكثر تيسرا في الحالة المختزلة تحت ظروف الابتلال أو الظروف الغدقة، وينطبق هذا أيضا على عنصر المنجنيز .

ج – إن رطوبة التربة تؤثر على نمو النبات بشكل عام ودرجة تخلل جذوره في التربة بشكل خاص ، ومن ثم تؤثر على قدرته في استخلاص ما يلزمه من العناصر الغذائية الموجودة في التربة .

٣ - الهواء الأرضي :

يحتوي الهواء الأرضي على نسبة منخفضة من الأكسجين ونسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون مقارنة بالهواء الجوي . وتعزى هذه الزيادة في تركيز ثاني أكسيد الكربون إلى عوامل عديدة منها تنفس جذور النباتات والكائنات الحية الدقيقة وعمليات انحلال المواد العضوية بالتربة . وزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في التربة يؤدي إلى ذوبان جزء منه في المحلول الأرضي ثم تكوين حامض الكربونيك الذي يساعد على انحلال المركبات المعدنية في التربة وانفراد بعض العناصر الغذائية في صورة ميسرة مثل الفسفور . ومن ناحية أخرى فإن زيادة تركيز الأكسجين في التربة (عندما تزداد التهوية كما في الأراضي الرملية) تؤدي إلى سيادة ظروف الأكسدة مما يؤثر على صور بعض العناصر الغذائية القابلة للأكسدة مثل الحديد والمنجنيز .

٤ – عمليات الخدمة :

تؤثر خدمة التربة على قابلية العناصر الغذائية للاستفادة بواسطة النبات من خلال عدة طرق منها :

أ – عمليات الحرث والعزق التي تزيد من تفكك التربة مما يشجع على تخلل الهواء الجوي في طبقات التربة المختلفة وهذا يفيد في التخلص من بعض ثاني أكسيد الكربون الموجود في التربة وإحلال جزء من الأكسجين الموجود بالهواء الجوي محله مما يساعد في المحافظة على وجود توازن معقول بين الغازين وهذا يؤثر على تحولات العناصر الغذائية من الصورة الميسرة إلى الأخرى غير الميسرة والعكس .

ب – تفسر الحالة غير الميسرة للعناصر الغذائية في بعض الأحيان على أساس وجود العناصر في مواقع معينة بالتربة لا تستطيع أن تصل إليها جذور النباتات وبالتالي تعتبر في مثل هذه الحالة غير قابلة لأن يستفيد منها النبات أو غيره ميسرة رغم أنها قد تكون في صورة كيميائية صالحة . فمثلا قد تكون جذور النباتات غير قادرة على الوصول إلى جميع أجزاء الطبقة السطحية من التربة ولهذا لا يمكنها أن

تكون في تلامس مع جميع العناصر الصالحة كيميائيا ، حيث تعتبر تلك العناصر في حالة غير ميسرة . ومن الطبيعي أن عمليات الخدمة المختلفة تؤثر إلى درجة كبيرة على مثل تلك الحالات من خلال تفكيك وتقليب التربة خاصة الطبقة السطحية المعروفة بأنها منطقة انتشار الجذور .

٥ – الأحياء الدقيقة :

التي تعيش في التربة وتقوم بعمليات حيوية عديدة منها التنفس حيث يخرج ثاني أكسيد الكربون وكذلك ينتج عنها إفراز بعض المواد كالأحماض العضوية وكلاهما يؤثر على قابلية العناصر الغذائية لاستفادة النبات .

٦ – المادة العضوية :

تؤثر المواد العضوية الموجودة في التربة والتي تضاف إليها خلال عمليات الزراعة على قابلية العناصر الغذائية للاستفادة بواسطة النبات عن طريق مشابه لذلك الذي تؤثر به الكائنات الحية .

٧ – نوع النبات :

أظهرت الأبحاث والمشاهدات أن الأنواع المختلفة من النباتات تختلف في قدرتها على استخلاص العناصر الغذائية من التربة . ويمكن إرجاع هذه الاختلافات إلى الأسباب الآتية :

أ – طبيعة نمو المجموع الجذري للنبات .

ب – الإفرازات الناتجة من جذور النبات .

٨ – درجة حرارة التربة :

ويكون تأثيرها عن طريق تحكمها في الاتزان الموجود بين صور العناصر الغذائية في التربة حيث قد تختلف اتجاهات التحولات من صورة إلى أخرى حسب درجة الحرارة السائدة ونوعية التفاعل . كما أن للحرارة تأثيراً إضافيا على حالة الأكسدة الخاصة ببعض العناصر مثل الحديد والمنجنيز . لذلك فمن الملاحظ أن تيسر بعض العناصر في المناطق الصحراوية الحارة أقل منه في المناطق الباردة .

٩ – تأثير العناصر الغذائية على بعضها :

وجد بالتجارب والتحليلات أن امتصاص بعض العناصر الغذائية بواسطة جذور النبات يتأثر بوجود عناصر أخرى بتركيزات عالية نسبيا . ويحدث هذا التأثير في التربة وأثناء عملية الامتصاص ذاتها في إحدى الصور الآتية :

أ – التضاد :

ويمكن تعريفه على أنه منع أو تقليل امتصاص أيون عنصر معين بواسطة النبات بفعل أيون عنصر آخر موجود في الوسط الغذائي بتركيز عال . ويشترط أن تتشابه أيونات كلا العنصرين في صفاتهما

وطبيعتهما (التكافؤ والحجم وغيرها) . ومن أمثلة هذه الظاهرة : تضاد الحديد مع المنجنيز ، تضاد الكالسيوم مع المغنسيوم . ويحدث هذا التضاد نتيجة التنافس بين الأيونات المتشابهة الصفات على مواقع الامتصاص الموجودة على سطح جذور النبات .

ب – التأثير المتداخل للأيونات :

وهو عبارة عن تأثير أيون معين مدمص على سطح غرويات التربة على انفراد أيون آخر مدمص أيضا على السطح الغروي . وغالبا ما يكون الأيون الأول له قوة ادمصاص كبيرة بالمقارنة بالأيون الثاني . ومن أمثلة هذا النوع من التداخل تأثير الكالسيوم على البوتاسيوم ، فمن المعروف أن قوى ادمصاص أيون الكالسيوم على سطح حبيبات الطين أعلى من تلك الخاصة بأيون البوتاسيوم .

ج – تكوين مركبات غير ذائبة (الترسيب) :

ويحدث هذا نتيجة التفاعل بين بعض العناصر . ومن أمثلة ذلك تفاعل الفسفور مع الكالسيوم . وأيضا اتحاد الفسفور مع الحديد مكونا فوسفات الحديد غير الذائبة . ويحدث هذا في التربة كما أنه يحدث أيضا داخل النبات نفسه أثناء عمليات الانتقال والتمثيل الغذائي .

تمارين

س١ ـ اشرح مع التفسير للأرقام الموجودة في جدول رقم (٤)

س٢ ـ أكمل الفراغ :

١ - الفرق بين الأرض الخصبة والأرض المنتجة .....

٢ - يمكن التعرف على خصوبة التربة عن طريق :

أ - .....

ب - .....

ت - .....

ث - .....

٣ - من اسباب ظهور أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات :

أ - .....

ب - .....

ت - .....

ث - .....

٤ - من العوامل التي تؤثر على نمو النبات والسائدة في المملكة

أ - .....

ب - .....

ت - .....

٥ - تعرف الحالة الميسرة للعنصر بأنها.....

٦ - عملية التضاد هي .....

٧ - تؤثر رطوبة التربة على تيسر العناصر الغذائية عن طريق :

أ - .....

ب - .....

٨ - يمتص النبات العناصر الغذائية بصورة.....

٩ - تقتصر دراسة محتوى التربة من العناصر الغذائية على منطقة الجذور وسبب ذلك.....

١٠ - يمتص النبات العناصر الغذائية من التربة بإحدى الطرق الآتية

أ - .....

ب - .....

س٣ ـ ضع علامة (صح أو خطأ) بين الأقواس

أ - ( ) كثرة عملية الحرث تعتبر جيدة للتربة الزراعية.

ب - ( ) زيادة تركيز الفسفور في التربة يقلل من تيسر الحديد

ج -( ) زيادة تركيز الكالسيوم في التربة يقلل من تيسر المغنسيوم.

د - ( ) تحتوي الصورة الذائبة على كمية أكبر من العناصر الغذائية مقارنتا بالمتبادلة.

هـ - ( ) توجد حالة اتزان بين الصور الثلاث في التربة .

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

خصوبة التربة وتغذية النبات

العناصر الغذائية الضرورية والامتصاص

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

اسم الوحدة:

العناصر الغذائية الضرورية والامتصاص.

الجدارة :

الوصول إلى أفضل إنتاج نباتي عن طريق فهم سلوك العناصر الغذائية في النبات، وإمداده بالكميات المناسبة من العناصر الغذائية.

الأهداف:

١ - أن يعدد المتدرب العناصر الغذائية الضرورية بالرموز الكيميائية بدقة.

٢ - أن يحدد المتدرب الكميات المناسبة من العناصر السمادية لكل نبات بدقة.

٣ - أن يصف المتدرب أعراض نقص العناصر على النبات بالمشاهدة بدقة.

٤ -أن يحافظ المتدرب على تيسر العناصر الغذائية للنبات باستخدام الأساليب العملية بدقة.

٥ - أن يربط المتدرب بين العوامل المؤثرة على امتصاص وانتقال العناصر الغذائية والظروف الواجب توفرها في الحقل بدقة.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل الجدارة عن ٨٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب:

٢٢ ساعات

الوسائل المساعدة:

١ - زيارة ميدانية للحقول.

٢ -صور فوتوغرافية.

٣ -أفلام.

متطلبات الجدارة:

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

مقدمة

يتأثر نمو النبات بالعديد من العوامل البيئية من أهمها: الضوء، الهواء، الماء ، الحرارة والعناصر الغذائية ، كل هذه العوامل ، ما عدا الضوء توفرها التربة للنباتات النامية بها جزئياً أو كلياً ، ولما كان نمو النبات يتوقف على توازن هذه العوامل مع بعضها فإن أي خلل أو عدم توازن في أحد هذه العوامل قد يؤدي إلى أضعاف أو وقف نمو النبات .

عند تحليل النبات نجد أن حوالي ٧٠ – ٩٠ ٪ من وزنه عبارة عن ماء، ١٠ – ٣٠ ٪ مادة جافة وعند حرق هذه المادة الجافة بعد تجفيفها في فرن على درجة ١٠٥° م° تتفحم ويتصاعد بخار الماء وثاني أكسيد الكربون ، وبعض المركبات النيتروجينية مثل النشادر مما يدل على وجود الكربون ، الأكسجين ، الهيدروجين والنيتروجين كمكونات أساسية للمادة الجافة في النبات ، ويتبقى بعد الحرق كمية من الرماد تمثل الجزء المعدني الذي يحتوي على بعض العناصر بكميات كبيرة نسبياً والبعض الآخر بكميات قليلة جداً .

وسوف نتطرق بالتفصيل إلى العناصر الغذائية الضرورية للنبات الستة عشر عنصرا ، ومصادرها ودورها الوظيفي في النبات وأعراض نقصها على النبات. وعملية الامتصاص والانتقال في النبات.

العناصر الغذائية الضرورية
Essential elements

أثبتت الأبحاث العلمية أن هناك ستة عشر عنصرا غذائيا ضرورية يحتاج إليها النبات، ولكي يكون العنصر ضروريا لنمو النبات يجب أن تتوفر فيه الشروط التالية:

١ - في حالة غياب العنصر يعجز النبات عن النمو الطبيعي وإكمال دورة حياته.

٢ - لا يحل محل هذا العنصر عنصر آخر.

٣ - يدخل العنصر في تركيب جزء حيوي له دور فعال في العمليات الحيوية في النبات .

٤ - أن يكون مهماً لمعظم النباتات الراقية .

والطريقة المتبعة في معرفة أن العنصر ضرورياً لنمو النبات هي استعمال المزارع المائية وذلك بزراعة النبات في محلول مغذي يحتوي على جميع العناصر ما عدا العنصر المراد اختباره ومقارنة نمو النبات في محلول يحتوي على جميع العناصر .

لقد قسمت العناصر الغذائية الستة عشر إلى قسمين رئيسيين تبعاً للكمية التي تستهلك من قبل النبات :

العناصر الكبرى Macro nutrients

ويقصد بها العناصر التي يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة نسبياً وهي : الكربون ، الأكسجين ، الهيدروجين ، النيتروجين ، الفسفور ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنسيوم ، والكبريت .

فالعناصر الثلاثة الأولى يحصل عليها النبات من الهواء والماء . أما العناصر الستة الأخرى فتؤخذ من التربة فيما عدا بعض النيتروجين الذي يؤخذ من الجو بواسطة البكتيريا العقدية التي تقوم بتثبيت النيتروجين الجوي.

العناصر الصغرى Micro nutrients

وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات قليلة وتشمل الحديد ، النحاس ، الزنك ، المنجنيز ، البورون ، الموليبدنم ، والكلور .

ولا تعني تسميتها بالعناصر الصغرى أنها أقل أهمية من العناصر الكبرى ولكنها سميت كذلك بسبب احتياج النبات لها بكميات أقل من العناصر الكبرى .

ويحصل النبات على هذه العناصر من التربة وهي تلعب دورا كبيراً في نمو النبات نتيجة لأهميتها في تنشيط الأنظمة الأنزيمية في النبات ودورها كعوامل مساعدة في كثير من التفاعلات الحيوية في النبات . كما تظهر أعراض نقص هذه العناصر على النباتات إما كنتيجة لعدم توفرها في التربة ، أو عدم جاهزيتها للنبات بالرغم من توفرها ، من جهة أخرى ، فإن وجود هذه العناصر بكميات أو بتركيزات كبيرة في التربة قد يؤدي في بعض الأحيان إلى تسمم النبات أو ضعف نموه .

ويمكن تقسيم العناصر الغذائية على حسب مكان ظهور أعراض نقصها على النبات إلى:

١. عناصر متحركة :

حيث تظهر بداية أعراض النقص على الأوراق القديمة (المسنة)، أي أنه لو حدث نقص للعنصر المتحرك في التربة فإنه ينتقل بسهولة من الأجزاء المتقدمة في العمر إلى الأجزاء الحديثة النمو بالنبات ، ونتيجةً لذلك تظهر أعراض النقص على الأوراق المسنة،وهذه العناصر هي: النيتروجين ، الفسفور ، البوتاسيوم والمغنسيوم .

٢. عناصر غير متحركة :

حيث تظهر بداية أعراض النقص على الأوراق الحديثة النمو ،أي انه لو حدث نقص للعنصر المتحرك في التربة فإنه لا ينتقل من الأجزاء المتقدمة في العمر إلى الأجزاء الحديثة النمو ، ونتيجةً لذلك تظهر أعراض النقص على الأوراق الحديثة،وهذه العناصر هي : الكالسيوم ، الكبريت ،الحديد ، المنجنيز والنحاس.

ويمكن تقسيم المجموعة الأولى (العناصر المتحركة)التي تظهر أعراض النقص على الأجزاء النباتية المتقدمة في السن إلى قسمين هما:

القسم الأول:

ويشمل على أعراض النقص التي تظهر عموما على النبات بأكمله أو الأوراق المتقدمة في السن ، وهذه تحدث عند نقص كل من النيتروجين و الفسفور. وفى كلتا الحالتين يتقزم النبات، وتأخذ الأوراق وضعا بزاوية حادة مع الساق.

ففي حالة نقص النيتروجين يظهر النبات بلون أخضر فاتح غير طبيعي وتظهر الأوراق الكبيرة السفلية بلون محترق. أما في حالة نقص الفسفور فيظهر النبات بلون أخضر قاتم غير طبيعي ولا يظهر اللون المحترق إلا بقلة وتكون الأوراق ذات نصل ضيق بالنسبة لطولها.

القسم الثاني:

ويشمل على أعراض النقص التي تظهر على الأوراق المتقدمة في السن، وذلك في حالة نقص كل من البوتاسيوم والمغنيسيوم.

أما المجموعة الثانية، وهى التي تظهر أعراض النقص على الأوراق الحديثة والنمو الطرفي فيمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام فرعية:

القسم الأول:

في حالة نقص الحديد أو الكبريت أو المنجنيز تظهر علامات الاصفرار في الأوراق الصغيرة دون أن يموت البرعم الطرفي.

القسم الثاني:

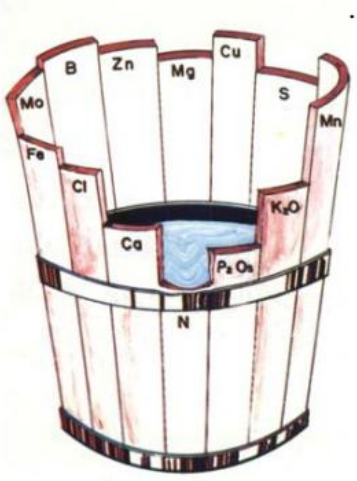
في حالة نقص الكالسيوم أو البورون يحدث أن يموت البرعم الطرفي ويسبق ذلك اختفاء اللون الأخضر في البراعم الورقية.

القسم الثالث:

في حالة نقص النحاس يحدث ذبول مستمر للأوراق العليا

توازن العناصر Nutrient balance

يقصد بها نسبة العناصر الغذائية إلى بعضها ، وهي نقطة مهمة حيث إن وجود زيادة في عنصر ما بصورة جاهزة يؤدي إلى نقص في عنصر آخر ، وهذه الظاهرة يمكن مشاهدتها مع البوتاسيوم إذ أن من أسباب نقص عنصر البوتاسيوم في التربة وجود كمية عالية من الكالسيوم والمغنسيوم الذائبين اللذين يؤثران على امتصاص البوتاسيوم من قبل النبات ، وكذلك الحال مع عنصر الزنك الذي يقل امتصاصه مع وجود كمية كبيرة من الفسفور في التربة .



يمتص النبات العناصر الغذائية الجاهزة من محلول التربة أو سطوح غرويات التربة على شكل أيونات موجبة أو سالبة كما هو موضح في الجدول رقم (٦) التالي :

جدول رقم (٦) :

الرمز الكيميائي والشكل الأيوني للعناصر الغذائية الضرورية التي تمتص من قبل النبات .

العنصر	الرمز الكيميائي	الشكل الأيوني الذي يمتص من قبل النبات
أولاً : العناصر الكبرى		
النيتروجين	N	No_3^- , $NH4^+$
الفسفور	P	$H_2PO_4^-$, $HPO_4^=$
البوتاسيوم	K	K^+
الكالسيوم	Ca	Ca^{++}
المغنيسيوم	Mg	Mg^{++}
الكبريت	S	$So_4^=$
ثانياً : العناصر الصغرى		
الحديد	Fe	Fe^{++} , Fe^{+++}
النحاس	Cu	Cu^{++}
الزنك	Zn	Zn^{++}
المنجنيز	Mn	Mn^{++}
البورون	B	Bo_3
الموليبدنم	Mo	$Moo_4^=$
الكلور	Cl	Cl^-

النيتروجين

النيتروجين أحد العناصر الضرورية الرئيسة لنمو النبات ، إذ يحتاجه النبات بكميات كبيرة وله تأثير على زيادة الإنتاج لمختلف المحاصيل الزراعية. وتختلف كميات النيتروجين الموجودة في التربة باختلاف نوعية التربة وطبيعة تكوينها ودرجة خصوبتها . إذ تصل نسبة النيتروجين الكلي في التربة إلى ١٪ أو أكثر في بعض الترب الغنية بالمادة العضوية . على حين تنخفض كثيراً فتكون حوالي ٠,٠٥٪ أو أقل في بعض الترب الفقيرة غير الخصبة مثل الترب الصحراوية . وبصورة عامة يتراوح متوسط كمية النيتروجين الكلي في التربة ما بين ٠,٠٣ إلى ٠,١ ٪ في الظروف الطبيعية الاعتيادية .

مصادر نيتروجين التربة :

يعد الهواء الجوي المصدر الطبيعي الوحيد للنتروجين ، إذ لا تحتوي صخور ومعادن التربة الزراعية على عنصر النيتروجين بأي صورة من الصور . النيتروجين الجزيئي الذي يشكل ٧٨٪ من الهواء الجوي غير صالح للاستعمال من لدن النبات بصورته الجزئية بل يجب أن يتحول إلى صور أخرى حتى تستطيع النباتات الاستفادة منه .

والطرق الرئيسة التي يتحول بها النتروجين الجزيئي إلى نيتروجين صالح للاستعمال من لدن النبات وسهل الامتصاص هي :

١ – التثبيت البيولوجي للنيتروجين :

هناك أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة تكون قادرة على اختزال النيتروجين الجوي إلى أمونيا . والكائنات الحية الدقيقة القادرة على تثبيت النيتروجين بيولوجيا يمكن تقسيمها إلى :

أ – الكائنات ذات المعيشة الحرة في التربة :

هذه الكائنات تشمل عددا من أنواع البكتريا ومن أهمها أزوتوباكتر Azotobacter . وكذلك تقوم طائفة من فطريات التربة والطحالب الخضراء المزرقة بتثبيت النيتروجين أيضا .

ب – الكائنات ذات المعيشة التكافلية :

هناك أصناف من الكائنات الحية الدقيقة ذات حياة تعايشية (تكافلية) مع النباتات الراقية . ومن خلال هذه العلاقة التعايشية تقوم هذه الكائنات بتجهيز النيتروجين المثبت بواسطتها إلى النبات المضيف الذي بدوره يجهز الكربوهيدرات لها ، ومن أهم الأصناف ذات المعيشة التكافلية مع النباتات البقولية بكتريا الريزوبيم Rhizobium والتي تستطيع أن تثبت بين ٤٠ – ١٠٠ كغم نيتروجين / هكتار / السنة . إن كمية النتروجين المثبت بواسطة الكائنات الحية الدقيقة ذات المعيشة التكافلية أعلى بكثير من كمية النتروجين المثبت بواسطة الكائنات ذات المعيشة الحرة .

٢ – النيتروجين الجوي المثبت بوساطة تفريغ الشحنات الكهربائية في الجو (البرق) :

تؤدي أكسدة النتروجين الجزيئي الجوي إلى نترات تصل إلى التربة مع ماء المطر . وتكون الكمية المثبتة من النتروجين بهذه الطريقة في التربة قليلة جداً .

٣ – النيتروجين الجوي المثبت بالصناعة الكيمأوية :

إن صناعة الأسمدة الكيماوية تعتمد بصورة كبيرة على استغلال النيتروجين الموجود في الجو وتحويله إلى صورة مركبات كيماوية عن طريق التثبيت الصناعي ، ويمكن بعد ذلك للنبات أن يستفيد منه على شكل سماد يضاف إلى التربة مثل سماد اليوريا.

الأقسام الرئيسة للنتروجين في التربة :

١ – النيتروجين العضوي :

تقدر نسبته من النتروجين الكلي للتربة بـ ٩٥٪ ، وهذا النيتروجين موجود على شكل مركبات معروفة التركيب مثل البروتينات والأحماض الأمينية والبروتينات النووية .

٢ – النيتروجين المعدني :

وتقدر نسبة هذا القسم من النتروجين بـ ٥٪ أو أقل من النتروجين الكلي للتربة . ويكون على صورة أمونيوم ، نترات ، نتريت ، أكاسيد النتريت والنيتروجين الجزيئي . إن أكثر هذه الصور أهمية للنبات هو الأمونيوم والنترات .

دور النيتروجين في تغذية ونمو النبات :

يمتص النبات النيتروجين على صورة نترات (No_3) أو أمونيوم (NH_4) بشكلها المعدني وتختزل هذه بدورها داخل النبات وتتحول إلى الشكل العضوي المهم في بناء الخلية النباتية .

إن عنصر النيتروجين هو جزء تركيبي لكثير من المواد والمركبات النباتية . وهذه تضم الأحماض الأمينية والبروتينات . ويدخل النيتروجين في بناء الكلوروفيل النباتي ، ولذلك فإن عنصر النيتروجين يزيد من خضرة النبات ويشجع النمو الخضري بشكل كبير .

الفسفور :

يعد الفسفور من العناصر الغذائية الأساس الضرورية للنبات. ويطلق عليه مفتاح الحياة، وذلك لدوره المباشر في معظم العمليات ، إذ لا يمكن لهذه العمليات داخل الخلايا النباتية أن تجري بدونه . ويوجد الفسفور بالتربة بكميات أقل بكثير من كمية النيتروجين وكذلك كمية البوتاسيوم. حيث يوجد الفسفور في القشرة الأرضية بنسبة ٠,١١٪ . كذلك فإن تربة المناطق الجافة وشبه الجافة يكون محتواها من الفسفور الكلي أعلى من محتوى التربة في المناطق الرطبة.

أشكال الفسفور في التربة ومصادره:

يوجد فسفور التربة بشكلين أساسين هما الفسفور المعدني والفسفور العضوي:

١ - الفسفور المعدني:

معدن الأباتيت هو المعدن الرئيس الذي يحتوي على الفسفور ، وهو يوجد في كل الظروف الجيولوجية (ظروف تكون الصخور النارية، والمتحولة، والمترسبة)، ويعد الأباتيت المترسب المصدر الرئيس للفسفور الصناعي.

٢ - الفسفور العضوي ، والذي يوجد في المادة العضوية ،وتعتبر نسبته قليلة جداً.

إن العمليات التي يتعرض لها فسفور محلول التربة إضافة إلى تفاعلاته الكيماوية بكاتيونات محلول التربة تؤدي إلى تكون مركبات غير ذائبة أو قليلة الذوبان،مما يؤدي ذلك إلى خفض جاهزية وتقليل كمية المتيسر منه للنبات.، والامتصاص من قبل النبات والفقد عن طريق الغسل من محلول التربة إلى خارج محور الامتصاص لجذور النبات والفقد عن طريق التعرية المائية بسبب انجراف التربة السطحية الحاوية على الفسفور: كذلك يتعرض فسفور محلول التربة إلى عملية إدمصاص، إذ تحمل أيونات الفسفور بقوة بواسطة الشحنات الموجبة على سطوح التبادل، وهذا الفسفور المدمص يكون أكثر جاهزية للنبات من الفسفور الموجود في المعادن الأولية مثل الأباتيت وغيرها من المعادن.

إن الفسفور في التربة يمكن أن يقسم إلى ثلاثة أقسام من حيث جاهزيته وتيسره للنبات هي :

القسم الأول :

الفسفور في محلول التربة وهو الفسفور الذائب :

الذي تكون كميته قليلة جدا مقارنة بالأقسام الأخرى للفسفور، إذ تتراوح بين ٠,٣ إلى ٣ أجزاء بالمليون ومن النادر أن تتعدى ١٠ أجزاء بالمليون. يمتص النبات الفسفور المعدني الذائب، وقد يمتص قليلاً من الفسفور العضوي. لذلك فالمحافظة على تركيز الفسفور الذائب في محلول التربة ذات أهمية كبيرة

لنمو النبات والمحافظة على تركيز الفسفور الذائب يكون عن طريق تعويض ما يفقد منه بالامتصاص وخاصة في محور نمو الجذور. إن عنصر الفسفور صعب الحركة داخل التربة، والنبات بنموه يؤدي إلى اندفاع جذوره إلى أعماق التربة وبذلك يصبح النبات على اتصال بالفسفور الذائب أو فسفور محلول التربة، وكذلك يمكن أن تساعد عمليتا الانتشار والجريان الكتلي ولو بكمية قليلة من الفسفور بالتعويض عن الفسفور الذي استنزفه النبات في منطقة نمو الجذور.

القسم الثاني :

هو الفسفور الصلب المحمول على سطوح حبيبات التربة. هذا القسم يكون في حالة توازن مع فسفور محلول التربة، ويعد بذلك مخزنا للفسفور في محلول التربة ويقوم بالتعويض عند استنزاف الفسفور الذائب من قبل النبات. هذا القسم يمكن تقديره باستعمال النظائر المشعة المتتبعة للعنصر داخل التربة.

القسم الثالث :

هو الفسفور غير الذائب أي غير الجاهز للنبات والذي يتحرر ببطء عند تحوله إلى الفسفور الصلب ومصادره هي معدن الأباتيت وفوسفات الحديد والألمنيوم وكذلك الفسفور العضوي داخل التربة. هذه باختصار أقسام فسفور التربة المهمة في خصوبة التربة وتغذية النبات وعلاقة هذه الأقسام بعضها ببعض.

احتفاظ التربة بالفسفور

إن حفظ الفسفور يحدث في معظم الترب تقريبا وتحت مختلف درجات تفاعل التربة.

- احتفاظ وترسيب الترب القاعدية للفسفور .

إن تفاعلات الفسفور الموجود في محلول التربة القاعدية التي تؤدي إلى انخفاض جاهزية الفسفور ودرجة تيسره للنبات هي كما يأتي:

١ - الترسيب على شكل فوسفات الكالسيوم الثنائية:

في التربة القاعدية يزداد نشاط وتركيز أيونات الكالسيوم التي تؤدي إلى تقليل جاهزية الفسفور وذلك عن طريق تحويله من صورة ذائبة إلى صورة غير ذائبة نسبياً.

٢ - الترسيب على سطح حبيبات كربونات الكالسيوم:

في التربة القاعدية التي تحتوي على كربونات الكالسيوم بصورة حرة تقل جاهزية الفسفور وذلك بسبب ترسب أيونات الفسفور التي تكون بحالة اتصال أو قريبة من حبيبات كربونات الكالسيوم الحرة على سطوح هذه الحبيبات وهذا الترسيب يزداد بازدياد مساحة سطوح حبيبات كربونات الكالسيوم وتركيز الفسفور الذائب في محلول التربة.

٣ - احتفاظ معادن الطين بالفسفور:

في التربة القاعدية والمشبعة معادنها الطينية بالكالسيوم قد يحصل احتفاظ للفسفور الذائب في محلول التربة على سطوح معادن الطين.

ففي التربة القاعدية والتربة الكلسية يكون علاج انخفاض تركيز الفسفور الذائب في محلول هذه التربة بسبب التفاعلات التي ذكرت عن طريق إضافة كميات كبيرة من الأسمدة الفوسفاتية أكثر من حاجة النبات لهذه التربة من أجل المحافظة على مستوى نشاط جيد وملائم لنمو النبات .

العوامل التي تؤثر في حفظ فسفور التربة :

نظراً لأهمية عملية حفظ الفسفور من حيث علاقتها بجاهزية عنصر الفسفور في التربة وتأثير ذلك على خصوبة التربة وتغذية النبات من ناحية وضع الخطط التسميدية فإن من المهم جداً التعرف على العوامل التي تؤثر في حفظ الفسفور في التربة.

ومن أهم هذه العوامل :

١ - كمية الطين ونوعيته:

تؤدي ازدياد نسبة الطين في التربة إلى زيادة درجة احتفاظ التربة بالفسفور.

٢ - زمن التفاعل بين الفسفور والتربة:

إن تعرض الفسفور المضاف للتربة لفترة زمنية طويلة يؤدي إلى زيادة درجة احتفاظ التربة بالفسفور وبذلك تزداد الكمية المحتفظ بها من الفسفور. ويمكن من الناحية التطبيقية الاستفادة من هذه النقطة وهى أنه لا ينصح بأن يضاف الفسفور إلى التربة دفعة واحدة قبل أن تكون الجذور قادرة على امتصاص ما يحتاج إليه النبات النامي من هذا العنصر.

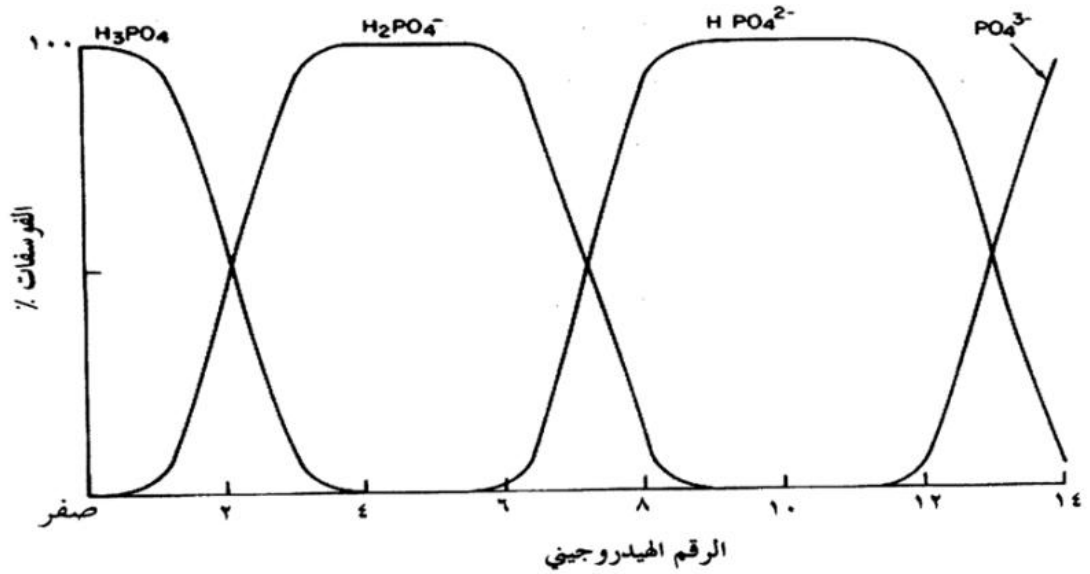
وكذلك يمكن أن تساعدنا هذه النقطة في اختيار طريقة إضافة السماد. إن إضافة السماد الفوسفاتي بطريقة النثر يعرض الفسفور للاتصال بمساحة سطحية كبيرة لحبيبات التربة وهذا يؤدي إلى زيادة الاحتفاظ والتثبيت للفسفور، لذا ينصح بإضافة الفسفور قرب النبات لتقليل سطوح الاتصال بين التربة والفسفور التي بدورها تقلل من درجة احتفاظ التربة بالفسفور وخاصة في التربة التي هي ذات سعة احتفاظ أو تثبيت عالية.

٣ - درجة تفاعل التربة (pH) :

إن الصور التي يستطيع النبات إمتصاصها من الفسفور والتي توجد في محلول التربة هي $H PO^{=}_{4}$ ، $H_2 PO^{-}_{4}$

وإن سيادة أحد هذه الصور في محلول التربة تعتمد اعتمادا كبيرا على د رجة تفاعل التربة أي على تركيز أيون الهيدروجين في محلول التربة (pH).

وتعد درجة حموضة التربة بين ٥,٥ - ٧ أفضل درجة تفاعل لتيسر فسفور التربة للنبات وتقل الجاهزية في حالة انخفاض أو ارتفاع درجة تفاعل التربة عن هذا الحد. شكل (٣)



٤ - درجة الحرارة :

من المعروف أن ارتفاع درجة الحرارة يشجع التفاعلات الكيماوية، ويزيد من معدلها، وبما أن عملية احتفاظ وتثبيت التربة للفسفور هي تفاعل كيماوي لذلك فإن درجة الاحتفاظ بالفسفور من قبل التربة يزداد في أتربة المناطق الحارة أو الدافئة عما هو عليه في أتربة المناطق الباردة لزيادة نشاط التفاعل الكيماوي هذا، وكذلك لارتفاع نسبة أكاسيد الحديد والألمنيوم في أتربة المناطق الحارة والدافئة.

٥ - المادة العضوية:

لقد أثبتت الدراسات بأن زيادة محتوى التربة من المادة العضوية عن طريق إضافتها للتربة يؤدي إلى زيادة جاهزية عنصر الفسفور.

٦ - حالة فسفور التربة:

إذا كانت التربة مشبعة بالفسفور المحتفظ به أو المثبت نتيجة الإضافات المستمرة للفسفور فإنها بذلك تتغلب على كل العوامل التي تساعد على الاحتفاظ والتثبيت. والفسفور الذي يضاف إلى التربة بعد حالة التشبع هذه يكون بحالة متيسرة وجاهزة للنبات، وهذه النقطة مفيدة جداً.

تيسر الفسفور للنبات:

إضافة إلى العوامل المؤثرة في احتفاظ وترسيب الفسفور من التربة التي مر ذكرها ودورها في جاهزية عنصر الفسفور في الترب الحامضية القاعدية، هناك بعض العوامل الخاصة بالتربة والنبات تؤثر في جاهزية عنصر الفسفور للنبات ومن هذه العوامل :

١ - الفسفور في محلول التربة والمقدرة التنظيمية للتربة:

إن حركة العناصر الغذائية داخل التربة وإلى جذور النبات تعتمد بدرجة كبيرة على تركيزه داخل محلول التربة، وإن المحافظة على العنصر الغذائي داخل محلول التربة بتركيز عال يؤدي إلى زيادة جاهز يته للنبات، أي زيادة كميته المتيسرة للامتصاص من لدن النبات، وذلك لكون التركيز العالي للعنصر الغذائي للفسفور مثلا في محلول التربة يؤدي إلى زيادة معدل انتشار عنصر الفسفور نحو جذور النبات. وكما هو معلوم بأن النباتات بحاجة إلى تجهيز بعنصر الفسفور بالكمية التي تحتاجها خلال فترة نموها ولهذا السبب يجب أن يحافظ على تركيز عنصر الفسفور بمستوى ملائم لنمو النبات ولهذا فإن جاهزية عنصر الفسفور لا تعتمد فقط على تركيزه في محلول التربة بل تعتمد أيضا على مقدرة التربة على المحافظة على تركيز العنصر في محلول التربة بالمستوى الملائم لنمو النبات. إن مقاومة التربة لتغيير تركيز الفسفور في المحلول في حالة إضافة الفسفور إلى التربة أو استنزافه من التربة تسمى بالقدرة التنظيمية للتربة لعنصر الفسفور . هذا التنظيم يكون عن طريق وجود توازن بين فسفور محلول التربة والفسفور المدمص أو المحتفظ به.

٢ - توزيع الفسفور في التربة:

ليس فقط تركيز الفسفور في محلول التربة في العادة قليلا بل إن تحرك الفسفور داخل التربة أيضا منخفض مما يؤدي إلى تجمع الفسفور في الطبقة السطحية للتربة، ويؤثر بشكل كبير على توزيع ونمو الجذور داخل التربة حيث تنتشر في الطبقة السطحية، وجزء قليل منها يتغلغل تحت التربة السطحية. هذه العملية تؤثر سلبياً في جاهزية الفسفور وكميته في التربة وذلك عن طريق:

أ - ضعف نمو الجذور تحت الطبقة السطحية للتربة.

ب - التربة السطحية معرضة لعملية جفاف سريع في حالة انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة، وهذا يؤدي إلى انخفاض جاهزية الفسفور.

جـ - التربة السطحية معرضة لعملية انجراف نتيجة التعرية.

ولمعالجة هذه الأمور يجب مراعاة ما يأتي:

- إضافة الفسفور بكمية أكبر من احتياج النبات.
- إضافة الفسفور مباشرة تحت سطح التربة.

- إضافة مركبات الفسفور التي لا تتفاعل بقوة مع التربة.
- المحافظة على التربة السطحية وصيانتها من التعرية .

الوظائف الحيوية للفسفور:

يوزع الفسفور الذي يمتصه النبات على كل خلية حية داخل النبات للمشاركة في العمليات الحيوية للنبات ومن أهم العمليات التي يشارك فيها الفسفور هي تحليل الكربوهيدرات والمواد الأخرى الناتجة عن عملية التركيب الضوئي لتحرير الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية للنبات وفي غياب الفسفور يقل معدل تكوين الكربوهيدرات كالسكريات والنشاء والسليلوز.

يساعد الفسفور أيضاً في عمل تكوين وانقسام الخلايا وكذلك يعمل على المشاركة الفعالة في نقل الصفات الو راثية .

كذلك يشارك الفسفور في تحفيز نمو وتطور الجذور، ونضج النبات وتكوين البذور والثمار.

نظراً للوظائف العديدة والمختلقة التي يقوم بها الفسفور في عمليات البناء الحيوية فإن نقص الفسفور بالتربة أو التجهيز بالكمية غير المناسبة لنمو النبات يؤثر سلبياً في نمو و تطور النبات ، لذا يجب أن تكون في التربة كمية جيدة من الفسفور الجاهز لسد احتياجات النبات من هذا العنصر.

أعراض نقص الفسفور:

بصورة عامة تظهر أعراض نقص الفسفور على الأوراق القديمة التي تكون في كثير من الأحيان ذات لون أخضر داكن (قريب من اللون البنفسجي). بعض النباتات الحولية تتصف سيقانها بلون محمر ناتج عن تكون مادة الانثوسيانين. اللون البني يشوب أوراق أشجار الفاكهة والأوراق تسقط قبل اكتمال نضجها ، وكذلك تظهر على أشجار الفاكهة تناقصاً في معدلات نمو الأغصان الحديثة وأكثر الأحيان يكون تطور وتفتح البراعم غير جيد. وتكون نوعية الثمار والبذور غير جيدة في النباتات التي تعاني من نقص الفسفور. والنباتات بصورة عامة تتصف بنمو بطيء وتكون صغيرة وذات نمو جذري محدود وسيقان رفيعة.

البوتاسيوم

البوتاسيوم عنصر مهم في خصوبة التربة وتغذية النبات وأهميته لا تقل عن أهميه كل من النتروجين والفسفور. إن عنصر البوتاسيوم كثير الانتشار في قشرة الأرض ، وإن معدل احتوائها له يقدر بـ٢,٣٪ ـ ٢,٦٪ وزناً .

إن محتوى التربة المعدنية من البوتاسيوم - في المعتاد - أكبر بكثير من محتواها من النيتروجين أو الفسفور. وان محتوى التربة الناعمة ـ مثل الطين ـ من البوتاسيوم أعلى من محتوى التربة الخشنة . وبصورة عامة يمكن القول إن نسبة البوتاسيوم بالتربة لا تتغير بسرعة ولفترة زمنية طويلة .

أشكال بوتاسيوم التربة ومصادره :

إن مصادر البوتاسيوم هي الصخور الحاوية على معادن البوتاسيوم الأولية مثل الفلدسبار والمسكوفايت والبيوتيت عند تعرضها لعمليات التجوية الكيماوية أو تعرضها لضغط وحرارة عاليين.

واستناداً إلى درجة الجاهزية فإن بوتاسيوم التربة يوجد على ثلاثة أشكال أو ثلاث صور هي:

١ - البوتاسيوم الصعب الجاهزية (غير ميسر):

هذا الشكل لبوتاسيوم التربة يكوّن ٩٠ -٩٨ ٪ من البوتاسيوم الكلي للتربة.

والبوتاسيوم الصعب الجاهزية يشارك بجزء قليل لسد احتياجات النبات خلال موسم النمو.

٢ - البوتاسيوم بطيء الجاهزية (مثبت):

يكوّن البوتاسيوم بهذا الشكل ما يقرب من ٣ - ١٠٪ من البوتاسيوم الكلي ويعد مخزنا ومجهزا لمحلول التربة بالبوتاسيوم الجاهز.

٣ - البوتاسيوم الجاهز(الميسر):

بوتاسيوم هذا الشكل يشكل ما يقرب من ١٪ من البوتاسيوم الكلي للتربة .

ويشكل البوتاسيوم المتبادل على سطوح معادن الطين والمادة العضوية ما يقرب من ٩٠٪ من البوتاسيوم الجاهز، والبوتاسيوم الذائب في محلول التربة الذي يشكل ما يقرب من ١٠٪ يكون جاهزا ومتيسرا للامتصاص من قبل النبات له .

هذه الصور يمكن أن تتحول احداهما إلى الأخرى كالآتي :

الميسرة ⟷ المثبت ⟷ غير ميسر

تثبيت البوتاسيوم:

إن عملية تثبيت البوتاسيوم هي عملية كيماوية ، وهي عملية تحول البوتاسيوم من الصورة الجاهزة إلى الصورة صعبة الجاهزية للنبات.

ونظراً لأهمية عملية التثبيت هذه في الزراعة التطبيقية من حيث تحول السماد المضاف بصورة جاهزة إلى صورة غير جاهزة ،وأهمية ذلك في وضع الخطط التسميدية للتربة، فقد وجب التعرف على العوامل التي تأثر في تثبيت البوتاسيوم في التربة ومن أهم هذه العوامل ما يلي :

١. نوعية معادن الطين .

٢. درجة الحرارة :إن زيادة درجة الحرارة تساعد على زيادة الكمية المثبتة من البوتاسيوم.

٣. رطوبة التربة :إن جفاف التربة الرطبة ذات المحتوى العالي من البوتاسيوم يؤدي إلى انخفاض البوتاسيوم المتبادل ، ولكن عندما يكون المحتوى منخفضاً أو متوسطاً من البوتاسيوم فإن جفاف التربة الرطبة يؤدي إلى زيادة البوتاسيوم المتبادل.

٤. كربونات الكالسيوم: زيادتها تؤدي إلى زيادة تثبيت البوتاسيوم .

العوامل التي تؤدي إلى فقد البوتاسيوم :

١ - امتصاص النبات :

إن الكمية التي يمتصها النبات من بوتاسيوم التربة أكبر من الكميات التي يمتصها من العناصر الأخرى عدا النيتروجين.

٢ - الفقد بواسطة الغسيل.

٣ – الفقد بالتعرية والانجراف .

٤ - كذلك يفقد بوتاسيوم التربة الجاهز بعملية تثبيت البوتاسيوم التي تم توضيحها سابقاً .

إن هذا الفقد للبوتاسيوم يجب أن يعوض عن طريق إضافة الأسمدة الكيماوية أو عن طريق تحول بوتاسيوم بقايا النبات ومخلفات الحيوان وكذلك البوتاسيوم المثبت إلى بوتاسيوم جاهز- ذائب -.

إن وجود توازن بين البوتاسيوم المفقود و البوتاسيوم المضاف يؤدي إلى زيادة الإنتاج في حالة توفر عوامل النمو والإنتاج الأخرى .

أهمية البوتاسيوم للنبات :

يعد البوتاسيوم من العناصر الغذائية المهمة لنمو النبات وذلك لوظائفه الفسيولوجية والكيماوية والحيوية.

ومن أهم هذه الوظائف هي :

١ - انقسام الخلايا الحية للنبات.

٢ - عملية التركيب الضوئي .

٣ - تنشيط الأنظمة الأنزيمية .

٤ - اختزال النترات وتكوين البروتينات .

٥ - وجود البوتاسيوم بكميات جيدة وملائمة لنمو النبات يساعد في عدم تكوين الأمينات السامة .

٦ - زيادة مقاومة المحاصيل للأمراض .

٧ - وجود البوتاسيوم بصورة ملائمة يمنع حصول الرقاد في محاصيل الحبوب .

وبصورة عامة يمكن القول أن المحاصيل الدرنية مثل البنجر السكري، والقصب السكري، والبطاطس لها طلب كبير على البوتاسيوم .

أعراض نقص البوتاسيوم:

لا ينتج عن نقص البوتاسيوم أعراض مرئية بصورة سريعة، إذ يظهر أولاً نقص في معدل نمو النبات ، وبعد ذلك يظهر الاصفرار ومن ثم الموت الموضعي للأنسجة النباتية . فالاصفرار يبتدئ بالظهور عند حافة الأوراق ويمتد إلى الوسط ثم يصبح لون الحافات بنياً . وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم بصورة عامة على الأوراق القديمة للنبات أولاً ومن ثم تنتقل إلى أجزاء النبات الأخرى .

الكالسيوم

كالسيوم التربة ومصادره :

الكالسيوم أحد العناصر الغذائية الضرورية للنبات ومحتوى قشرة الأرض من هذا العنصر عال يقرب من ٣,٦٤ ٪ ، وهذه النسبة تعد أعلى من نسب معظم العناصر الغذائية . إذ أن محتوى التربة من عنصر الكالسيوم يختلف باختلاف نوعية التربة ومادة الأصل والظروف المناخية السائدة.

أشكال الكالسيوم في التربة:

يوجد بعدة أشكال تختلف بصفاتها وجاهزيتها للنبات، هذه الأشكال هي:

١ - الكالسيوم غير الجاهز للامتصاص :

وهو الكالسيوم الذي يوجد في المعادن الأولية، ويعد مخزنا للكالسيوم المتيسر للنبات بعد تحرره من هذه المعادن بفعل عمليات التجوية.

٢ - الكالسيوم المتبادل:

وهو الكالسيوم المدمص إلى غرويات التربة العضوية وغير العضوية . ويلعب هذا الجزء من الكالسيوم دورا مهماً في تركيب التربة . إن وجود الكالسيوم على سطوح التبادل للتربة يؤدي إلى حدوث تجميع لحبيبات التربة . وهذا التجمع لحبيبات التربة يؤدي إلى جعلها محببة ومسامية. وهذا يؤدي إلى حصول تهوية جيدة، وتحسين قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء. يضاف إلى ذلك زيادة معدل نشاط الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن كثير من العمليات الحيوية داخل التربة وبالتالي زيادة نمو النبات والإنتاج .

إن الكالسيوم المتبادل أو المدمص على حبيبات التربة يكون بصورة جاهزة لامتصاص النبات ويعد بذلك مخزنا لكالسيوم محلول التربة في حالة استنزاف ما يحتويه محلولها من الكالسيوم .

٣ - الكالسيوم الذائب في محلول التربة :

وهو الكالسيوم الجاهز لامتصاص النبات ، هذا الشكل للكالسيوم يكون في حالة توازن مع الكالسيوم المتبادل .

العوامل التي تؤثر على تيسر الكالسيوم:

من العوامل التي تؤثر في جاهزية الكالسيوم وتوفر الكمية الملائمة من هذا العنصر في محلول التربة بصورة ذائبة لتزويد النبات بالكمية التي يحتاجها في دورة حياته هي:

١ - السعة التبادلية الكاتيونية للتربة :

يقل تيسره في التربة ذات السعة التبادلية الكاتيونية العالية.

٢ - نوعية معادن الطين

٣ - رطوبة التربة:

يزداد تيسر الكالسيوم في التربة بوجود محتوى جيد من الرطوبة في التربة. ففي الترب الرطبة تقل نسبة الكالسيوم لازدياد عمليات فقد هذا العنصر بالغسيل .

الكالسيوم واستصلاح التربة:

بالنظر إلى الدور الذي يؤديه الكالسيوم في تكوين بناء التربة وتحسين صفاتها من حيث التهوية وتجمع الحبيبات وقابلية التربة على الاحتفاظ بالماء، ودرجة تفاعلها والدور الذي تؤديه في جاهزية العناصر الغذائية، فإن الكالسيوم يستعمل في استصلاح الترب الحامضية والترب القلوية ذات المحتوى العالي من أيون الصوديوم.

وظائف الكالسيوم في النبات:

أن عنصر الكالسيوم من العناصر الغذائية الضرورية لنمو معظم النباتات ويلعب دورا كبيرا في كثير من العمليات الحيوية التي يقوم بها النبات ويمكن تلخيص الدور الذي يقوم به الكالسيوم للنبات بالنقاط الآتية:

١ - يدخل بتركيب الجدر الخلوية على شكل بيكتات الكالسيوم وهو يساعد على نمو الخلايا وزيادة أطوالها ويؤثر بذلك في تطور الخلايا المرستيمية.

٢ - يؤدي الكالسيوم دورا كبيرا وضروريا في الأغشية الحيوية للخلية النباتية .

أعراض نقص الكالسيوم:

إن عنصر الكالسيوم من العناصر الغذائية غير المتحركة داخل النبات وبذلك فإنه لا ينتقل من الأجزاء الناضجة إلى الأجزاء النباتية النامية عند حاجتها له، وهو بذلك عكس البوتاسيوم . لهذا فإن أعراض نقص الكالسيوم يمكن أن تلاحظ أولاً على نهايات النبات والأوراق الحديثة حيث يظهر الاصفرار والتشوه في المراحل الأولى لنقص العنصر وفي المراحل المتقدمة لهذا النقص يظهر تبقع وموت الأنسجة في حافة الأوراق .

المغنيسيوم

يعد عنصر المغنيسيوم من العناصر الغذائية الضرورية والأساس في خصوبة التربة وتغذية النبات، وان محتوى قشرة الأرض من هذا العنصر تقدر بحوالي ١,٩٣ ٪ .

وكما هو الحال بالنسبة للكالسيوم ، فإنه يوجد تباين بين محتوى الترب من هذا العنصر ، إذ يقدر محتوى التربة الرملية من هذا العنصر بما يقارب ٠,٠٥٪ . في حين يقدر محتوى التربة الطينية بما يقارب ٠,٥٪ ، وقد يصل بتربة أخرى إلى ١,١٪ .

إن محتوى الصخور القاعدية من المغنيسيوم عال، في حين يكون محتوى الصخور النارية الحامضية والصخور الرسوبية منخفض.

إن مصادر مغنيسيوم التربة يمكن تقسيمها إلى:

١ - المعادن الأولية: مثل البيوتيت.

٢ - المعادن الثانوية: من أهم المعادن الثانوية التي تحتوي على المغنيسيوم وتعد مصدرا لها هي معادن الطين .

يوجد المغنيسيوم في التربة على ثلاثة أشكال متزنة ، وهذه الأشكال هي :

١ -الذائب في محلول التربة.

٢ -المتبادل على سطوح معادن الطين والمادة العضوية .

٣ - المثبت.

إن كلاً من المغنيسيوم الذائب والمتبادل تكونان جاهزان ومتيسران لامتصاص النبات.

والجزء الأكبر من مغنيسيوم التربة يوجد بشكل غير متبادل (مثبت) في المعادن الأولية والثانوية .

العوامل التي تؤثر في محتوى التربة من المغنيسيوم:

أن العوامل التي تؤثر في محتوى التربة من المغنيسيوم الكلي تؤثر بدورها في محتوى التربة من المغنيسيوم الجاهز لامتصاص النبات . ومن أهم هذه العوامل:

١ - نوعية التربة:

إن لنوعية التربة دورا كبيرا في محتواها من المغنيسيوم حيث وجد بأن محتوى الترب ذات القوام الخشن في المناطق الرطبة من المغنيسيوم عادة يكون قليلاً، بعكس الترب ذات القوام الناعم في نفس المناطق .

٢ - المادة العضوية: يزداد محتوى التربة من المغنيسيوم بزيادة المادة العضوية .

٣ - الفقد بالغسيل .

٤ - عملية التضاد :

إن جاهزية المغنيسيوم لامتصاص النبات تتأثر بتركيز الكاتيونات الأخرى في محلول التربة فمثلاً زيادة تركيز البوتاسيوم والكالسيوم في محلول التربة يقلل من عملية امتصاص المغنيسيوم لحصول عملية التضاد والتزاحم على جهات الامتصاص.

وظائف المغنيسيوم :

يؤدي المغنيسيوم دوراً كبيراً ومباشرا في العديد من العمليات الحيوية للنبات وذلك إما عن طريق اشتراكه في تركيب عدد من المواد النباتية أو اشتراكه أو تحفيزه للوظائف الحيوية. ويمكن تلخيص الدور الذي يؤديه المغنيسيوم بالنقاط الآتية:

١ - يعد جزءا مهما من مادة الكلوروفيل وهو المفتاح المعدني لهذه المادة.

٢ - يعد عنصر المغنيسيوم ضرورياً في تكوين السكريات داخل النبات .

٣ - يعمل هذا العنصر بمثابة ناقل لعنصر فسفور النبات وينشط معظم الأنزيمات المشتركة في تفاعلات الفسفور .

٤ - يحفز تكون الدهون النباتية ويدخل في تركيب البذور .

٥ - يؤدي دورا كبيرا في انتقال وتوزيع النشاء .

٦ - نقص المغنيسيوم يوقف تكون البروتينات النباتية .

أعراض نقص المغنيسيوم :

يمتص النبات المغنيسيوم على شكل أيون المغنيسيوم وهو عنصر سهل الانتقال داخل النبات حيث ينتقل من الأجزاء القديمة الناضجة إلى الأجزاء النامية. ولهذا فإن أعراض نقص العنصر تظهر أولا على الأوراق القديمة وينتقل بعد ذلك إلى الأوراق الحديثة التكوين. وأعراض نقص المغنيسيوم في النباتات ذوات الفلقتين هي أن الورقة تكون صلبة متيبسة سريعة الانكسار والعروق الوسطية تكون ملتوية ويظهر اللون الأصفر، وعند النقص الشديد يظهر موت موضعي للأنسجة. في نباتات ذوات الفلقة الواحدة يظهر أولا على قاعدة الورقة بقع صغيرة ذات لون أخضر داكن وهذا مخالف للون الورقة الأصفر الشاحب. وعند النقص الشديد يعم اللون الأصفر الورقة وتكون مخططة، والموت الموضعي للأنسجة يحصل بصورة خاصة في نهاية الورقة.

المغنيسيوم وعلاقته بمرض ال Grass tetany

إن مرض ال Grass tetany كما هو معروف عند المختصين بأمراض الحيوان نوع من الاضطراب الحيوي في صفات الحيوانات المجترة يحدث في الفصل الربيعي من السنة خلال رعي هذه الحيوانات الحشائش والأعلاف النامية في الجو البارد . إن من أهم الأعراض التي تظهر على الحيوانات عند الإصابة بهذا المرض هو تشنج في العضلات الليفية وسير غير طبيعي وانخفاض في مقدرة الحيوان على إنتاج الحليب ومن أسباب حدوث هذا المرض انخفاض مستوى المغنيسيوم في مصل دم الحيوانات المجترة الناتج عن عدم تغذية الحيوانات على نباتات علفية ذات محتوى متوازن من العناصر الغذائية وهذا بدوره يعود إلى عدم وجود توازن أيوني في الترب التي تزرع أو تنمو فيها النباتات العلفية. هذا المرض يمكن أن يحصل عندما يكون تركيز المغنيسيوم في مصل دم الحيوان أقل من ٠,٢٪ وقيمة النسبة في عليقة الحيوان أكثر من ٢,٢ وكذلك قيمة النسبة في عليقة الحيوان أكثر من ٥,٢ تعتبر مؤشر لحدوث المرض . والترب التي تكون فيها العلاقة بين المغنيسيوم المتبادل والسعة التبادلية الكاتيونية تشارك بإحداث المرض عندما يكون ناتجها أقل من ١٥٪ وذلك بسبب قلة محتواها من المغنيسيوم الجاهز للامتصاص من لدن النبات .

إن ترب المناطق الجافة وشبه الجافة يمكن أن تعاني من هذا المرض في حالة زيادة تركيز الكالسيوم والبوتاسيوم فيها حيث تؤدي هذه العناصر إلى مزاحمة المغنيسيوم على جهات الامتصاص وتؤدي إلى قلة امتصاص النباتات العلفية النامية فيها للمغنيسيوم .

إن الأساليب العلاجية عديدة لمنع إصابة الحيوانات المجترة بهذا المرض ومن هذه الطرق تسميد المراعي العلفية بالمغنيسيوم واختيار سلالات من النباتات البقولية تنمو في بداية موسم الربيع ولها القابلية على تجميع المغنيسيوم وهناك طرق أخرى منها رش أوراق المحاصيل العلفية التي تعاني من نقص المغنيسيوم بمحلول كربونات المغنيسيوم الكلسية أو كبريتات المغنيسيوم أو إضافة المغنيسيوم المركز إلى عليقة الحيوان.

الكبريت

الكبريت في التربة :

يعد الكبريت أحد العناصر الغذائية الهامة الضرورية للنبات . ويقدر محتوى قشرة الأرض من هذا العنصر بحوالي ٠,٠٦٪ ويوجد على شكل عضوي وغير عضوي ولكن في معظم الترب يعد الكبريت المقيد عضويا هو المخزن الرئيس لكبريت التربة ، خاصة تحت الظروف المناخية الرطبة . ولذلك فإن كمية الكبريت تتناسب طرديا مع كمية المادة العضوية للتربة .

يوجد الكبريت العضوي على شكلين في التربة وهما الكبريت المحجوز بالكربون (الكبريت العائد للأحماض الأمينية) والكبريت غير المحجوز بالكربون (يتكون من الكبريتات الفينولية والدهون) .

يوجد الكبريت غير العضوي أي المعدني في التربة على شكل كبريتات تترسب في صورة أملاح ذائبة أو غير ذائبة مثل كبريتات الكالسيوم ، كبريتات المغنيسيوم وكبريتات الصوديوم في ظروف المناطق الجافة وشبه الجافة . وفي ترب المناطق الرطبة أو في الظروف الرطبة إما إن توجد الكبريتات في محلول التربة أو تكون مدمصة إلى غرويات التربة .

من هذا يتضح بأن الكبريت المعدني يوجد بثلاث صور وهي:

الكبريت الذائب في محلول التربة والكبريت في حالة مدمصة والكبريت في الجزء الصلب من التربة وهذه الأشكال تكون في حالة اتزان .

إن مصادر كبريت التربة هي: الصخور الحاوية على الكبريت ، الكبريت الجوي ، الكبريت العضوي والكبريت المضاف على شكل أسمدة .

أدوار ووظائف الكبريت :

إن النباتات الراقية تمتص الكبريت في صورة كبريتات (So_4). وبعد عملية الامتصاص تختزل الكبريتات داخل النبات إلى كبريت عضوي حيث إن أكثر المركبات العضوية الرئيسة الحاوية على الكبريت يوجد الكبريت فيها بصورة مختزلة . وهذه المركبات العضوية تضم الحامض الأميني وكذلك البروتينات التي تحتوي على الأحماض الأمينية.

إن كثيرا من عوامل النمو تؤثر في محتوى النبات من الكبريت. وإن محاصيل الخضراوات مثل اللهانة، واللفت والبصل ذات احتياج عال للكبريت. والنباتات، الذرة الصفراء، والقطن أيضا تحتاج إلى كميات كبيرة من الكبريت في نموها. أما محاصيل الحبوب فتحتاج إلى كميات قليلة، على حين أن البقوليات ذات احتياج متوسط من الكبريت.

إن المحتوى الكلي لأنسجة النبات من الكبريت يقارب ٠,٢ - ٠,٥٪ كبريت في المادة الجافة.
وللكبريت دور كبير في الوظائف والعمليات الحيوية للنبات ونقص هذا العنصر يؤدي إلى عرقلة العديد من هذه العمليات مما يؤثر سلبيا في نمو النبات.
وأهم الوظائف الحيوية التي يقوم بها الكبريت هي:

١ - يشترك في تكوين بر وتينات النبات إذ أنه يختزل داخل النبات لتكوين الأحماض الأمينية مثل الcysteine التي تعد كلبنات في بناء البروتين.

٢ - تكوين روابط من الكبريتيد الثنائي في البر وتينات أو الببتيدات المتعددة. وهذه الروابط تشارك في تكوين الأنزيمات البروتينية.

٣ - الكبريت هو أحد أجزاء الأنزيمات المساعدة ، والفيتامينات .

٤ - يزيد من نسبة الدهون في عدد من المحاصيل مثل فول الصويا.

٥ - يدخل في تركيب البروتوبلازم.

٦ - يزيد من مقاومة النبات للبرودة.

٧ - يعد مسؤولا عن عامل التدمع في البصل ورائحة نبات الثوم.

٨ - يساعد في تثبيت النيتروجين عن طريق النباتات البقولية .

أعراض نقص الكبريت:

الكبريت عنصر متحرك داخل النبات، فهو ينتقل من الأجزاء الناضجة إلى الأجزاء النامية والحديثة التكوين ولهذا فإن أعراض النقص تظهر أولا على الأوراق والأجزاء القديمة للنبات.
إن أعراض نقص الكبريت والنيتروجين متشابهة ولكن الفرق هو أن انتقال الكبريت أقل سرعة من انتقال النيتروجين ولهذا فإنه عند حدوث النقص تظهر أعراض نقص النيتروجين أسرع من ظهور أعراض نقص الكبريت. والنباتات التي تعاني من نقص الكبريت يقل معدل نموها ويكون نمو أجزاء النبات العليا أكثر تأثراً من نمو الجذور. في أكثر الأحيان تكون النباتات صلبة وقابلة للكسر وتبقى سيقان النباتات ضعيفة. تظهر أعراض النقص أولا على الأوراق، حيث يتغير لون الورقة من الأخضر الفاتح إلى الأصفر الفاتح وفي أكثر الأحيان يتبع ذلك اصفرار داكن وبعدها اصفرار شامل على النبات.

الحديد

حديد التربة ومصادره:

إن محتوى قشرة الأرض من عنصر الحديد يقارب ٥٪ من وزن قشرة الأرض . والجزء الأكبر من حديد التربة يوجد في الصفائح البلورية للمعادن الأولية . ومن أهم هذه المعادن التي تحتوي على الحديد هي :

● الأكاسيد ● الكبريتيدات ● الكربونات ● الكبريتات ● السليكات

وربما يوجد الحديد أيضا في صفائح المعادن الثانوية مثل الأليت والكولنيت .

إن الحديد الذائب في محلول التربة الناتج عن عمليات التجوية للمعادن الأولية والثانوية قليل جدا مقارنا بالحديد الكلي للتربة ، والسبب في هذا الانخفاض لحديد محلول التربة الجاهز للامتصاص من لدن النبات هو أن معظم مركبات الحديد السائدة في التربة غير قابلة للذوبان في الماء. - ويضم الحديد المعدني الذائب في محلول التربة : .

العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية الحديد:

إن من أهم العوامل التي تؤدي إلى انخفاض معدل الحديد الجاهز في التربة مما يسبب ظهور أعراض النقص على أجزاء النبات هي:

١ - مادة الأصل:

إن انخفاض محتوى مادة الأصل التي تتكون منها التربة لعنصر الحديد يؤدي إلى انخفاض محتوى محلول هذه التربة من الحديد الجاهز المتحرر نتيجة عمليات التجوية للمعادن الأولية والثانوية المكونة لمادة الأصل والحاوية على الحديد.

٢ - كربونات الكالسيوم الحرة:

إن ارتفاع محتوى التربة من كربونات الكالسيوم الحرة يؤدي إلى ارتفاع درجة تفاعل التربة أي زيادة القاعدية. هذه الظروف تؤدي إلى ترسب الحديد على صورة هيدروكسيد الحديد وتحويله من صورة جاهزة إلى صورة غير جاهزة، قد تعمل كربونات الكالسيوم أيضا على تحسين تهوية التربة وهذه ظروف ملائمة لأكسدة الحديد وهي صورة غير متيسرة للامتصاص لسهولة ترسبه من محلول التربة .

٣ - تعمل المستويات العالية من الفسفور في التربة على ترسيب الحديد في محلول التربة ، على شكل فوسفات الحديد ويصبح بذلك الحديد غير جاهز للامتصاص من لدن النبات. هذه الحالة تحدث بدرجة كبيرة في الترب المتعادلة والترب الجيرية .

كذلك تؤدي التراكيز العالية من الكالسيوم، والمغنيسيوم والبوتاسيوم في محلول التربة إلى تقليل امتصاص النبات للحديد نتيجة التأثير - التزاحمي على جهات الامتصاص.

٤ - المستويات العالية من العناصر الصغرى :

مثل النحاس والزنك في محلول التربة تؤدي إلى انخفاض كمية الحديد الجاهز في التربة وذلك عن طريق إحلال هذه العناصر محل الحديد الموجود في المركبات المغلفة. وهذا بدوره يقلل من كمية الحديد التي تنتقل إلى جذور النبات . إن الحديد المتحرر نتيجة هذا الإحلال يكون معرضا لعمليات الأكسدة والترسيب التي تحول الحديد الجاهز إلى حديد غير جاهز للامتصاص من لدن النبات.

٥ - درجة تفاعل التربة (pH) :

يقل تيسره عند ارتفاع درجة حموضة التربة .

أقل مستوى للحديد الذائب في محلول التربة هو عند درجة التفاعل(pH) ما بين ٦,٥ - ٨ ولهذا فإن التربة الحامضية تحتوي على مستويات من الحديد الذائب أعلى من الترب القاعدية، مما يؤدي إلى ظهور حالة النقص بهذا العنصر في النباتات التي تنمو في الترب القاعدية ـ كما في المملكة ـ . كذلك تؤثر العوامل الوراثية للنبات والأضرار التي تصيب الجذور على امتصاص الحديد.

الوظائف الحيوية للحديد :

أن عنصر الحديد يؤدي دورا كبيرا ومؤثرا في العمليات الحيوية للنبات وذلك إما عن طريق اشتراكه المباشر كجزء تركيبي لمواد النبات أو تنشيطه للعمليات الأنزيمية داخل النبات.

لهذا فإن أهم الوظائف الحيوية للحديد هي :

١- يعد عنصر الحديد جزءا تركيبيا للسايتكرومات النباتية المسؤولة عن نقل الإلكترونات.

٢- يشارك الحديد في عمليات الأكسدة والاختزال في عمليتي التنفس والتركيب الضوئي .

٣ - يدخل الحديد في تركيب المركب الرودوكسي الأول الثابت لسلسلة الانتقال الإلكتروني في التركيب الضوئي .

٤ - يدخل في تركيب الكلوروبلاست ، إذ يحتوي الكلوروبلاست على ٨٠٪ من الحديد الكلي في النبات . كذلك يدخل الحديد في تركيب البلاستيدات الخضر . إن النباتات المجهزة بصورة جيدة بالحديد تكون كمية الكلوروفيل فيها عالية .

٥ - يشارك في تكوين البروتينات النباتية .

٦ - يشارك في تنشيط العديد من الأنزيمات.

احتياج النبات لعنصر الحديد :

إن محتوى التربة الكلي من عنصر الحديد أكثر مما يحتاجه النبات ، وبصورة عامة إن أكثر المحاصيل الزراعية تحتاج إلى ٠,٥ جزء بالمليون من هذا العنصر، على حين يتراوح مستوى الحديد الكلي ٢٠ ألف جزء بالمليون . وتختلف النباتات من حيث احتياجها لعنصر الحديد ، لهذا فإن التحليل النباتي يعد عاملاً مساعداً في وضع الخطة التسميدية ، إذ عن طريقه يمكن معرفة مدى احتياج النبات للعنصر الغذائي .

إن من أهم المحاصيل الزراعية التي تتأثر بنقص الحديد هي الحمضيات ، وكذلك لوحظت أعراض نقص الحديد في الفاصوليا الحقلية، وفول الصويا . والذرة الصفراء والبيضاء ومحاصيل البقول والرز والطماطم.

تختلف أصناف النباتات فيما بينها من حيث حساسيتها لنقص عنصر الحديد ، وهذا يعود إلى وجود أصناف فعالة في امتصاص الحديد.

أما الأصناف الفعالة في امتصاص الحديد للنباتات المختلفة فتستطيع التأقلم تحت مستويات النقص للحديد، وهذا يكون عن طريق زيادة فعاليتها بامتصاص الحديد، ويحصل باختزال على سطوح الجذور، وإفراز المواد العضوية المختزلة والمغلفة من لدن الجذور وغيرها من العمليات التي تساعده على زيادة جاهزية عنصر الحديد .

أعراض نقص الحديد :

إن الحديد عنصر غير سهل الحركة داخل أجزاء النبات لذلك تظهر أعراض النقص أولا على الأجزاء والنموات الحديثة لعدم انتقال وتوزيع الحديد من الأجزاء القديمة إلى الأجزاء الحديثة التكوين.

وتتمثل أعراض نقص عنصر الحديد بظهور الاصفرار ما بين العروق الدقيقة للورقة لأكثر النباتات، وبين العروق ذات اللون الأخضر الداكن. إن الأوراق الحديثة التكوين كثيرا ما تكون ذات لون أبيض عاجي. في أوراق محاصيل الحبوب تظهر أعراض النقص على شكل أشرطة متبادلة من اللون الأصفر والأخضر على امتداد طول الورقة.

المنجنيز

منجنيز التربة ومصادره :

إن المنجنيز من العناصر الصغرى الضرورية لنمو النبات ويوجد في الترب بمعدلات مختلفة تتراوح بين ٢٠٠ - ٣٠٠٠ جزء بالمليون وهذه المستويات الكلية للمنجنيز كثيرة الانتشار بين الترب المختلفة، ويوجد المنجنيز في مختلف الصخور الأولية، ويتحرر من هذه الصخور عن طريق عمليات التجوية على شكل معادن حاوية عليه تعد بدورها مصدرا لمنجنيز التربة.

العوامل التي تقلل من تيسره :

١ -درجة تفاعل التربة (pH) : يقل تيسره عند ارتفاع درجة حموضة التربة .

٢ -الصرف السيئ للتربة.

٣ -زيادة المادة العضوية.

٤ -زيادة تركيز عنصر الحديد والزنك في التربة ـ عملية التضاد ـ

٥ -الظروف الجافة:

في الظروف الجافة لا تتحلل أملاح المنجنيز مائيا وبذلك تكون أقل جاهزية.

٦ - كذلك تؤدي درجات الحرارة المنخفضة: إلى قلة المنجنيز الجاهز في التربة.

الوظائف الحيوية للمنجنيز :

يؤدي المنجنيز دورا كبيرا ومؤثرا في كثير من العمليات الحيوية للنبات ومن أهم الوظائف الحيوية التي يشارك فيها المنجنيز هي:

١ - مشاركته في نظام الانتقال الإلكتروني في عملية التركيب الضوئي.

٢ - نقصه يؤدي إلى تلف تركيب الكلوروبلاست.

٣ - يؤدي إلى زيادة نشاط الأنزيمات .

٥ - يؤثر في تركيز منظم النمو في الأنسجة النباتية، إذ يقل هذا المنظم بوجود المنجنيز بتراكيز عالية.

احتياج النبات لعنصر المنجنيز:

تحتوي معظم الترب على مستويات مناسبة من المنجنيز الجاهز لنمو النبات ولهذا فإن إضافة المنجنيز تكون غير ضرورية في الظروف الاعتيادية. من هذا يتضح بأن هناك حاجة لكمية قليلة من هذا العنصر لمعظم النباتات، ولهذا فإن وجوده بكميات عالية تحدث السمية للنبات.

إن تراكيز عنصر المنجنيز التي هي بين ٢٠ - ١٥٠ جزء بالمليون في أنسجة النبات لمعظم المحاصيل المعروفة عند الطور الخضري تعد مناسبة.

وتختلف النباتات من حيث احتياجاتها لعنصر المنجنيز وكذلك في امتصاصها لهذا العنصر.

البورون

بورون التربة ومصادره :

يعد البورون من العناصر الغذائية الصغرى والضرورية لنمو النبات . يوجد البورون في معظم الترب بكميات قليلة تتراوح ما بين ٧ – ٨٠ جزء بالمليون ولا يوجد بتراكيز عالية سامة في الترب الجافة إلا إذا أضيفت إلى التربة بكميات كبيرة مع الأسمدة الكيمياوية .

يوجد البورون بصورة رئيسة في التربة على شكل حامض البوريك (H_3Bo_3) أو على شكل بورات في محلول التربة أو مدمصة إلى جزئيات .

إن الترب الغنية بالطين يكون محتواها من البورون القابل للذوبان بالماء قليلا وهي بدورها أقل من كمية البورون الموجودة في الترب الخفيفة من حيث المحتوى من البورون الكلي. إن محتوى الترب الجافة وشبه الجافة من البوررن بصورة عامة أعلى من محتوى ترب المناطق الرطبة. في ظروف عمليات الغسل يفقد البورون بسهولة من معقد التربة.

يوجد بورون التربة على شكل ذائب في محلول التربة وشكل مدمص على سطوح الطين ومادة الدبال وأعلى ادمصاص للبورون يحصل عند درجات تفاعل للتربة (pH) ما بين ٧ - ٩. معظم البورون الصالح والجاهز للنبات يوجد في الجزء العضوي من التربة، إذ أنه عند تحلل المادة العضوية يتحرر البورون إلى محلول التربة.

العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية البورون وظهور أعراض النقص على النبات :

بصورة عامة يمكن للعوامل التالية أن تشارك في نقص عنصر البورون في النبات " وهذه العوامل إما خاصة بالتربة أو خاصة بالظروف المناخية:

١ - ترب المناطق ذات المعدلات المتوسطة والغزيرة من الأمطار.

٢ - ترب ذات درجة تفاعل(pH) متعادلة أو قاعدية.

٣ـ الظروف الجافة وخاصة في فصل الصيف حيث فترة الجفاف الطويلة التي تكون فيها حركة البورون معدومة تقريبا، ودرجة ذوبانه منخفظة جدا بسبب قلة الرطوبة .

٤ - الترب ذات المحتوى العالي من الطين تعاني من نقص البورون بسبب زيادة معدل ادمصاص معادن الطين للبورون.

الوظائف الحيوية للبورون

١. يسهل وييسر عملية انتقال السكريات في النبات .
٢. ضروري في تكوين خلايا النبات .
٣. ضروري في تكوين الأحماض النووية في النبات .
٤. نقصه يؤدي إلى تجمع النترات في النبات ، وقلة تكون البروتينات.
٥. تنظيم النشاط الأنزيمي .

أعراض نقص البورون

إن عنصر البورون نسبيا غير متحرك داخل النبات ولهذا فإن أعراض نقصه تظهر أولا في الأجزاء العليا والنموات الحديثة للنبات. وأعراض نقص البوررن بصورة عامة هي ظهور نمو غير طبيعي أو تقزم للأجزاء الهوائية النامية وتكون الأوراق حديثة التكوين في أكثر الأحيان سميكة، ومشوهة ومنكمشة ويغلب عليها اللون الأخضر المزرق والغامق، وربما يظهر أيضا اللون الأصفر غير المنتظم بين العروق. عند تقدم النقص تصبح الأوراق والسيقان ضعيفة وقابلة للكسر، وأيضا يحصل موت للنموات الطرفية أو تأخر تكون الأزهار والثمار وفي بعض الحالات ينعدم تكونها.

الزنك

زنك التربة ومصادره :

يوجد عنصر الزنك (الخارصين) في الترب بمعدلات تتراوح بين ١٠ - ٣٠٠ جزء بالمليون في المعادن المختلفة للتربة. من المعادن الأولية المهمة التي تضم الزنك في صفائحها هي:

١ - الكبريتيدات . ٢ - الكربونات . ٣ - السليكات .

كذلك يوجد الزنك ـ بالإضافة إلى وجوده في المعادن الأولية ـ في معادن الطين الثانوية أو المادة العضوية بصورة متبادلة. أن تحرر الزنك من المعادن الأولية والمعادن الثانوية ومادة التربة العضوية هو الذي يكون زنك محلول التربة. إن كمية الزنك في محلول التربة، أي الزنك الذائب الناتج من عمليات التجوية للمعادن الأولية أو المتحرر من المعادن الثانوية قليلة جدا مقارنة بكمية الزنك الكلي للتربة، وهذا يعود إلى وجود عوامل كثيرة تقلل من كمية الزنك الجاهز للامتصاص من لدن النبات .

العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية الزنك:

من العوامل المهمة التي تؤدي إلى تقليل كمية الزنك الجاهز في التربة والتي تسبب بظهور أعراض النقص على النبات هي :

١ – درجة تفاعل التربة :

يلحظ بصورة عامة أن الزنك أكثر جاهزية في الترب الحامضية منه في الترب القاعدية . وهذا يعود إلى عدد من الأسباب منها : أن ارتفاع درجة تفاعل التربة تؤدي إلى زيادة شدة ادمصاص الزنك إلى المعدن (نوع من أكاسيد الحديد المائية) وهذا يؤدي إلى تقييد حركة الزنك في الترب القاعدية وأحياناً في الترب المتعادلة . كذلك عند ارتفاع درجة تفاعل التربة يقلل معدل ذوبان المركبات الحاوية على الزنك وخاصة عندما تكون كمية كربونات الكالسيوم عالية .

٢ – في الترب المعدنية تكون الطبقة السطحية للتربة أكثر محتوى من الزنك الجاهز من الطبقة تحت السطحية للتربة وهذا يعود إلى العلاقة الواضحة بين الزنك الجاهز والمادة العضوية للتربة السطحية الناتجة من تحلل بقايا النبات . ومن هذا يتضح أن أي عملية تسوية أو قشط للتربة وكذلك عمليات التعرية المائية والريحية تؤدي إلى جرف التربة السطحية . وبذلك يقل محتوى التربة من الزنك الجاهز .

٣ - المستويات العالية من عنصر الفسفور في التربة:

تظهر أعراض نقص الزنك في الترب الغنية بعنصر الفسفور. وهذا يحصل اعتياديا عند الإضافات الكبيرة من الأسمدة الفوسفاتية، وخاصة عندما توضع قرب النبات أو على خطوط.

التراكيز العالية من الفسفور قريبا من المحور الجذري للنبات تعمل على:

- بطء انتقال الزنك من الجذور إلى أجزاء النبات العليا مما يؤدي إلى تجمع الزنك في الجذور .
- التراكيز العالية من الفسفور تتداخل مع الوظائف الحيوية للزنك.

٤ - انخفاض درجة الحرارة و انضغاط التربة يؤدي إلى ظهور أعراض نقص الزنك على النبات في عدد من المناطق وذلك بسبب تأثير هذه الظروف في نمو الجذور. إذ تؤدي إلى ضعف النمو للجذور الذي يؤدي بدوره إلى قلة امتصاص العناصر الغذائية. ويؤدي انخفاض درجة الحرارة أيضا إلى انخفاض معدل تحرر الزنك من المادة العضوية نتيجة قلة نشاط الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن تحلل المادة العضوية.

٥ - الأمطار الغزيرة تؤدي إلى فقدان عنصر الزنك نتيجة عمليات الغسل مما يؤدي إلى ظهور أعراض النقص.

٦ - يقل الزنك الجاهز للامتصاص من لدن النبات في التربة الرملية ذات المحتوى المنخفض من المادة العضوية. إن انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية يؤدي بصورة عامة إلى انخفاض معدل تغليف عنصر الزنك مما يعرضه إلى عمليات تكون المركبات غير الجاهزة للذوبان والامتصاص من لدن النبات.

٧ - إضافة إلى ما ذكر فهناك عامل أساس ورئيس له علاقة بمحتوى التربة من الزنك وهذا العامل هو مادة الأصل للتربة واحتواؤها على المعادن الأولية الحاوية على عنصر الزنك. ففقر مادة الأصل إلى عنصر الزنك يؤدي إلى انخفاض مستويات الزنك في التربة.

الوظائف الحيوية للزنك :

يؤدي الزنك دورا كبيرا في العديد من الوظائف الحيوية. ومن أهم الوظائف التي يقوم بها هذا العنصر الذي يعد من العناصر الضرورية لنمو النبات هي.

١ - أنه يدخل في تركيب وتكوين عدد من الأنزيمات .

٢ - يعمل على تحفيز عدد من الأنزيمات منها أنزيم الذي يوجد في الكلوروبلاست ويعمل منظما للرقم الهيدروجيني للخلية ويمنع بذلك تغيير طبيعة البروتينات.

٣ - يشترك في تكوين النشاء وتنشيط أنزيم النشاء .

٤ - يساعد في استطالة ساق النبات وتحفيز عمل منظم النمو.

٥ - يحفز تكون سايتوكروم C ويحافظ على ثبات أجزاء الرايبوسومات.

احتياج النبات لعنصر الزنك :

إن محتوى معظم الترب من الزنك يزيد عما تحتاجه النباتات منه، ولكن جاهزيته هي العامل المحدد والمهم. والتحليل النباتي لعنصر الزنك يساعد على وضع الخطة التسميدية لمختلف النباتات، ومن الدراسات والبحوث وجدت المستويات الآتية الملائمة لطائفة من المحاصيل الزراعية من عنصر الزنك ومن هذه المحاصيل: الذرة الصفراء والذرة البيضاء، وفول الصويا:

- إن أقل من ٢٠ جزء بالمليون من الزنك في أنسجة النبات ربما يؤدي إلى ظهور أعراض النقص.
- من ٢١ - ٧٠ جزء بالمليون تراكيز ملائمة .
- من ٧١ - ١٥٠ جزء بالمليون تراكيز عالية .
- أعلى من ١٥٠ جزء بالمليون هي تراكيز قد تؤدي إلى السمية.

إن النباتات تختلف فيما بينها من حيث حساسيتها لعنصر الزنك. ولقد وجد أن نباتات الشوفان، والحنطة، والشعير ، وكذلك الأعشاب إنما هي نباتات غير حساسة أما نباتات البطاطا والطماطم، والبنجر السكري فهي نباتات متوسطة الحساسية. أما النباتات الكثيرة الحساسية لنقص الزنك فهي الذرة الصفراء، والكتان والباقلاء.

أعراض نقص الزنك :

إن عنصر الزنك بطيء الحركة داخل الأنسجة النباتية لذلك فإن عملية توزيعه على أجزاء النبات ليست سهلة وغير سريعة، مما يؤدي إلى ظهور أعراض النقص في بداية الأمر على الأجزاء العليا والحديثة للنبات فالنباتات التي تعاني من نقص الزنك يظهر اللون الأصفر في أكثر الأحيان على العروق الوسطية للورقة. وبقية مساحة الورقة تكون ذات لون أخضر شاحب وأصفر وأبيض. في النباتات ذوات الفلقة الواحدة - وخاصة الذرة الصفراء - تتكون حزم صفراء اللون على أي جانب من جوانب العرق الوسطي الرئيس للورقة. وفي أشجار الفاكهة تتكون في نهاية الجزء العلوي للشجرة أوراق صغيرة على شكل مجاميع أو على شكل متورد ، وفي أكثر الأحيان الأجزاء العليا تبدأ بالموت وتتساقط الأوراق قبل اكتمال نموها .

النحاس

النحاس في التربة ومصادره :

يعد عنصر النحاس من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات . ومحتوى التربة من النحاس الكلي يتراوح مابين ٥ - ٥٠ جزء بالمليون وقد يصل في بعض الحالات إلى ١٠٠ جزء بالمليون . ويوجد الجزء الكبير من نحاس التربة في الصفائح البلورية للمعادن الأولية والثانوية. ومن أهم المعادن الحاوية على هذا العنصر :

١ - الكبريتيدات البسيطة والمعقدة. ٢ - الكبريتيدات. ٣ - الأكاسيد .٤ – الكربونات ٥ – السليكات

وفضلا عن وجود النحاس في المعادن الأولية للتربة فإنه يوجد أيضا في المعادن الثانوية ومادة التربة العضوية .

يوجد نحاس التربة على أشكال هي :

١ ــ النحاس الذائب في محلول التربة : وهو أقل كمية من الأشكال الأخرى .

٢ ـ النحاس المتبادل أو المدمص على سطوح معادن الطين والمادة العضوية للتربة وهذا الجزء المتبادل يكون بحالة جاهزة للنبات، وهذا الشكل يكون في حالة اتزان مع نحاس محلول التربة الذائب .

٣ ـ النحاس المثبت في صفائح المعادن البلورية .

إن عنصر النحاس يرتبط بقوة بحبيبات التربة ولذلك فإنه عنصر غير سهل الحركة داخل التربة ويزداد تركيزه بذلك في الآفاق العليا لها ويتناقص بازدياد عمقها .

العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية النحاس وظهور أعراض النقص على النبات:

١ - درجة تفاعل التربة :

إن مستوى النحاس في محلول التربة يقل بارتفاع درجة تفاعل التربة . وهذا يعود إلى تناقص كمية النحاس المتبادلة على أوجه التبادل المعدنية . حيث تؤدي الكاتيونات وخاصة الكالسيوم على الإحلال محل النحاس المتبادل وهذا يؤدي إلى تحول النحاس من الصورة الجاهزة إلى صورة غير جاهزة لامتصاص النبات لها .

٢ - الترب ذات المحتوى المنخفض من النحاس :

إن محتوى التربة الملائم لنمو النبات من هذا العنصر يختلف باختلاف نوعية التربة ومادة الأصل.

وتعاني الترب المعدنية من نقص النحاس عندما يكون محتواها من هذا العنصر أقل من ٦ أجزاء بالمليون، أما في الترب العضوية فإنها تعاني من نقص النحاس عندما يكون محتواها أقل من ٣٠ جزء بالمليون .

٣ - المستويات العالية من عناصر الفسفور . النيتروجين والزنك:

حيث تؤدي إلى حصول تداخل مع عنصر النحاس فتقل بذلك جاهزيته وعملية امتصاصه من قبل النبات .

٤ - الترب الغنية بالمادة العضوية :

تؤدي المادة العضوية إلى التقليل من جاهزية النحاس إلى درجة قد تؤدي إلى ظهور أعراض نقص هذا العنصر على النبات. وسبب ذلك يعود إلى ربط النحاس بقوة من قبل المادة العضوية ولذلك يكون تحرره صعباً جداً فتقل جاهزيته .

الوظائف الحيوية للنحاس :

يؤدي النحاس دورا كبيراً في عدد من العمليات الحيوية للنبات وأهم الوظائف الحيوية لهذا العنصر الضروري لنمو النبات هي :

١ – يدخل النحاس في تركيب الكلوروبلاست ولذلك فإنه يؤثر في عملية التركيب الضوئي للنبات .

٢ – يؤدي النحاس دورا كبيرا في تكوين وثبات الكلوروفيل والمواد الملونة للأنسجة النباتية النامية.

٣ - يدخل في تركيب عدد من الأنزيمات .

٤ - يشترك في العمليات الحيوية للبروتينات حيث يحفز تكوين . وقلة النحاس تؤدي إلى زيادة تكون مركبات النيتروجين الأمينية وقلة تكون البروتينات .

٥ - يشترك في العمليات الحيوية للكربوهيدرات حيث تقل مستويات السكر المختزلة بنقص هذا العنصر.

٦ - يشارك في الانتقال الإلكتروني وفي عملية التركيب الضوئي .

٧ - يؤثر النحاس بصورة غير مباشرة في تكوين العقد الجذرية التي بدورها تؤثر في عملية تثبيت النيتروجين الجوي بوساطة النباتات البقولية. ولقد وجد من الدراسات بأن نقص هذا العنصر يؤدي إلى انخفاض معدل تكوين العقد الجذرية.

احتياج النبات لعنصر النحاس :

إن محتوى النباتات التي لا تعاني من نقص النحاس هو بين ٨ - ٢٠ جزء بالمليون من عنصر النحاس، أما النباتات التي تعاني منه فإنها عادة تحتوي على أقل من ٦ أجزاء بالمليون من النحاس. إن النباتات تختلف فيما بينها من حيث احتياجها لعنصر النحاس. وتختلف النباتات من حيث حساسيتها لنقصان النحاس، وأكثر النباتات استجابة لأسمدة النحاس هي الشوفان، والحنطة، والسبيناغ .

أما النباتات ذات الاستجابة المتوسطة هي اللهانة، والقرنبيط، البنجر السكري والذرة الصفراء،

أما النباتات ذات الاستجابة المنخفضة فهي الباقلاء والبطاطا وفول الصويا والحشائش .

أعراض نقص النحاس :

إن عنصر النحاس من العناصر البطيئة الحركة داخل النبات ولهذا فإن أعراض نقص هذا العنصر تظهر في بداية الأمر على النموات الحديثة وذلك بسبب صعوبة انتقاله وتوزيعه من الأجزاء القديمة إلى الأجزاء النباتية الحديثة التكوين. في محاصيل الحبوب تظهر أعراض النقص أولا في قمة الورقة وفي مرحلة تكوين الأفرع والأعراض هي تلون قمم النبات باللون الأبيض والأوراق تكون رفيعة وتأخذ شكلا لولبيا، ونمو العقد الوسطية على الساق يتناقص، وفي النقص الشديد لا تتكون العناقيد الزهرية. في أشجار الفاكهة يؤثر نقص النحاس على البراعم أو الأغصان الطرفية ويؤدي إلى موت النموات الجديدة .

الموليبدنيوم

موليبدنيوم التربة ومصادره

إن محتوى معظم الترب من الموليبدنيوم الكلي يتراوح بين ٠,٦ ـ ٣,٥ جزء بالمليون أما الموليبدنيوم الجاهز فيقارب ٠,٢ جزء بالمليون

يوجد الموليبدنيوم في المعادن الأولية ،ومعادن الطين الثانوية والمادة العضوية.

أشكال وصور الموليبدنيوم:

١ - الصورة الذائبة في الماء.

٣ - الصورة المدمصة ـ المتبادلة ـ على سطوح المواد الغروية للتربة.

٣ - الصورة العضوية: حيث يكون جزء من المادة العضوية وفي حالة تحلل المادة العضوية يتحول هذا الجزء

من العنصر إلى صورة جاهزة لامتصاص النبات.

٤ - يكون جزء من التركيب البلوري للمعادن الأولية والثانوية، وهذا الجزء غير صالح لامتصاص النبات له.

العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية الموليبدنيوم ، وظهور أعراض النقص على النبات:

١ - درجة تفاعل التربة (pH):

على العكس من العناصر الغذائية الصغرى السابق شرحها ، فإن عنصر الموليبدنيوم تزداد جاهزيته وتيسره بارتفاع درجة تفاعل التربة(pH).

٢ - المستويات العالية من الحديد والألمنيوم

إن زيادة تركيز هذين العنصرين في محلول التربة يؤدي إلى تحول الموليبدنيوم من الصورة الجاهزة إلى الصورة غير الجاهزة، إذ يتفاعل الموليبدنيوم مع كل من الحديد والألمنيوم مكونا موليبدات الحديد ومولبدات الألمنيوم غير الذائبة. ويزداد تركيز الحديد والالمنيوم في الترب الحامضية وهذا سبب آخر لانخفاض جاهزية الموليبدنيوم في الترب الحامضية(درجة الـ pH منخفضة).

٣ - يقل تيسره في التربة الرملية .

٤ ـ انخفاض المادة العضوية في التربة .

الوظائف الحيوية لعنصر الموليبدنيوم :

إن النبات يحتاج لهذا العنصر بكميات قليلة، ولكنه مع ذلك عنصر ضروري ويشارك في العديد من العمليات الحيوية للنبات ومن أهم الوظائف الحيوية لهذا العنصر هي :

١ - جزء ضروري في الأنزيم المسؤول عن تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة البكتريا المتخصصة لذلك .

٢ - جزء ضروري في الأنزيم المسؤول عن عملية اختزال النترات في النبات

٣ - يحفز امتصاص وانتقال عنصر الحديد في النبات .

إن النباتات تختلف من حيث احتياجها لعنصر الموليبدنيوم ولقد وجد أن أكثر النباتات احتياجاً لهذا العنصر هي البقوليات والقرنبيط واللهانة . وبصورة عامة لا تكون النباتات ذوات الفلقة الواحدة حساسة جدا لنقص عنصر الموليبدنيوم . وتكون النباتات في حالة نقص عندما يكون الموليبدنيوم فيها أقل من ٠,٢ جزء بالمليون من المادة الجافة .

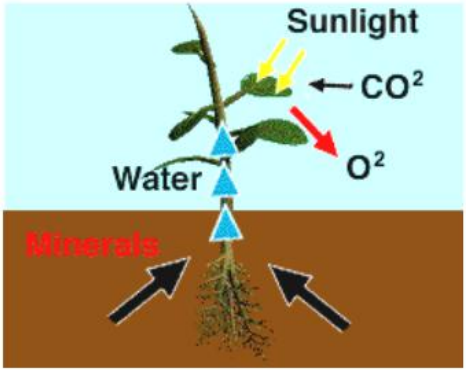
أعراض نقص الموليبدنيوم:

إن أعراض نقص الموليبدنيوم تظهر أولاً على الأوراق الوسطى والقديمة، حيث تتلون بلون أصفر إلى أصفر مخضر، وتلتف حواف الأوراق على نفسها وتكون الأوراق في أكثر الأحيان صغيرة ومغطاة ببقع.

وفي حالة النقص الشديد لا يتكون نصل الورقة ومن المحتمل فقط تكون العرق الوسطي من الورقة ويكون على شكل يشبه السوط **وتسمى** هذه الحالة بالذيل السوطي.

أما في الحمضيات فتظهر بقع صفراء على الأوراق.

الامتصاص



تقوم جذور النبات بامتصاص العناصر الغذائية المختلفة من الوسط الغذائي الخارجي الذي تنمو به في صورة كايونات وأنيونات.

ومن الصفات التي تنفرد بها هذه العملية أنها تتم رغم وجود الأيونات بتركيز أعلى داخل خلايا الجذر عنه خارجها.

وعلى هذا الأساس يمكننا تحديد فارق مهم بين عمليتي الامتصاص والتراكم.

الامتصاص:

هو النتيجة النهائية لحركة الأيونات بصفة عامة من الوسط الخارجي إلى داخل خلايا جذور النبات.

التراكم:

وهي العملية التي من خلالها تتحرك العناصر الغذائية إلى داخل خلايا النبات في وجود طاقة منفردة من النشاط الحيوي للخلايا الحية.

وكما هو واضح فإن عملية امتصاص الأيونات تشتمل على جزأين كل من هما مستقل عن الآخر:

الجزء الأول:

مرور الأيونات خلايا الغشاء الخلوي ثم تراكم تلك الأيونات داخل الخلية. ولا يحتاج الجزء الأول إلى طاقة خاصة، فيما عدا الطاقة الفسيولوجية التي يحتاجها أي نبات حي، لذلك فقد سمي بالامتصاص غير الحيوي.

أما الجزء الثاني:

فيحتاج إلى طاقة خاصة لكي يتغلب على اتجاه فرق التركيز بين داخل وخارج الخلية ولذلك سمي بالامتصاص الحيوي.

وسوف نتطرق إلى دراسة: الامتصاص الحيوي للأيونات، الامتصاص غير الحيوي ،الانتقال، العوامل التي تؤثر على الامتصاص وانتقال العناصر الغذائية في النبات.

الامتصاص غير الحيوي

يحدث بعدة طرق منها:

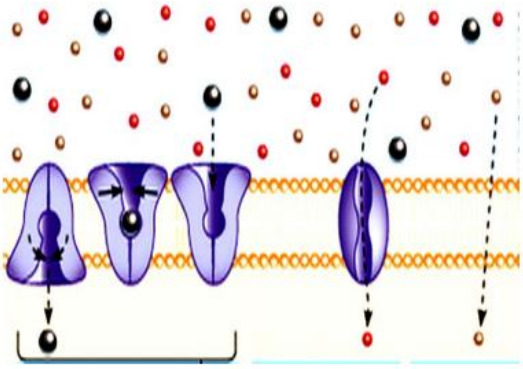
١. الانتشار: وهو مرور المواد الغذائية من الوسط الأكثر تركيزاً إلى الأقل تركيز.

٢. تبادل الأيونات بطريقة الامتصاص والالتصاق.

الامتصاص الحيوي للأيونات

هذه العملية الحيوية الفسيولوجية المهمة تحدث في أغشية الخلايا النباتية، وأهم الأغشية ذات العلاقة، الغشاء الخلوي وغشاء الفجوة Tonoplast

وقد وضعت نظريات عديدة لتفسير ميكانيكية الامتصاص – وكلها تدور حول كيفية امتصاص الأنيونات والكاتيونات في وقت واحد بواسطة جذور النبات، وكيف أنها جميعا تمتص وتتراكم في خلايا الجذر رغما عن زيادة تركيزها في تلك الخلايا عنه في خارجها (في المحلول الخارجي المحيط بها)



نظرية الحامل الحيوي:

وتقترح هذه النظرية وجود جسيمات (في شكل وحدات ثانوية) ضمن تركيب الغشاء البلازمي تسمى حوامل لها القدرة على الارتباط بالأيون على السطح الخارجي للغشاء البلازمي مكونة معقد الحامل – الأيون، وبهذه الطريقة يصبح الأيون ضمن مكونات الغشاء نفسه. يلي ذلك أن يعبر الأيون الذي أصبح داخل سمك الغشاء نفسه ليصبح على حافة السطح الداخلي للغشاء.

ويتم الامتصاص في النبات عن طريق الجذور و الأوراق

العوامل المؤثرة على امتصاص العناصر الغذائية بواسطة الجذور:

١.درجة الحرارة: إن معدل امتصاص العناصر الغذائية يزداد مع زيادة درجة الحرارة من صفر إلى ٤٠م

٢.الفرق في تركيز الأيونات:كلما كان الفرق بين محلول التربة والخلية عالياً كلما ازدادت عملية نفوذ أيونات العناصر الغذائية باتجاه التركيز المنخفض.

٣.درجة حموضة التربة pH: عند pH من ٥ ـ ٧ يكون الامتصاص أكثر.

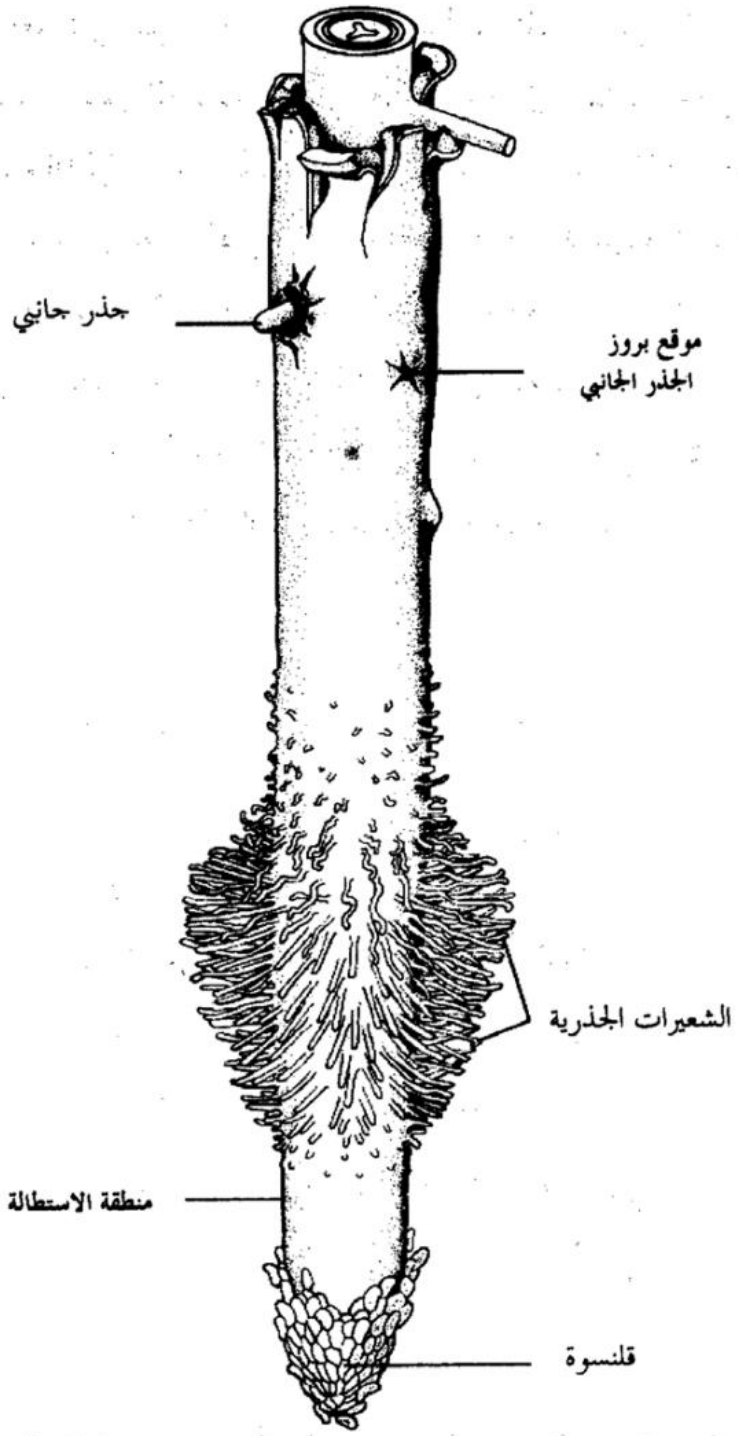
٤.الضوء: النباتات النامية في الضوء أكثر امتصاص من النباتات النامية في الظل.

٥.الأوكسجين أو الهواء:جذور النبات تحتاج إلى الأوكسجين لأجل امتصاص الكميات المناسبة من العناصر الغذائية.

٦.حجم الأيونات المارة:العلاقة عكسية.

٧.الأضرار الميكانيكية:تزداد النفاذية عند حصول أضرار طبيعية كقطع في الجذر، حيث يزداد الامتصاص الحر.

٨.المواد السامة تقلل الامتصاص.



شكل (٤) جزء من جذر نبات من ذوات الفلقتين يبين المواقع الفعالة .

الانتقال

يعرف الانتقال على أنه: حركة العناصر والمركبات خلال النبات ـ داخل النبات ..

تختلف الأنسجة النباتية فيما بينها من حيث الوظيفة التي يقوم بها كل نسيج، فمثلا الأوراق تقوم بعملية التمثيل الضوئي حيث تتكون المواد الكربوهيدراتية التي تلزم لجميع الأعضاء النباتية الأخرى، وبالتالي تنتقل هذه المواد من الورقة إلى باقي الأجزاء، وفي الوقت نفسه يحتاج النبات إلى عناصر غذائية مختلفة يمتصها عن طريق الجذور، وهذه العناصر تستخدم – بعد أن تنتقل خلال النبات – في العمليات الفسيولوجية المتعددة التي تحدث داخل الأنسجة النباتية.

من هذا نرى أن هناك طريقتين لانتقال العناصر

الأولى: انتقال المواد العضوية المتكونة داخل النبات (الكربوهيدرات مثلا) إلى أجزاء النبات الأخرى وعادة يكون هذا النوع انتقال من أعلى إلى أسفل في أوعية اللحاء.

الثانية : انتقال العناصر الممتصة بواسطة الجذور إلى باقي أجزاء النبات وعادة يكون هذا انتقال من أسفل إلى أعلى في أوعية الخشب .

وانتقال العناصر الغذائية من جزء إلى آخر في النبات له أهمية كبيرة حيث إن كلا من المجموع الجذري والمجموع الخضري يعتمد على الآخر كمصدر لمواد أو عناصر يحتاج إليها لاستمرار حياته ونموه وتطوره. هذا بجانب أن الانتقال داخل النبات يتيح الفرصة لإيجاد توزيع متجانس للعناصر والمواد المختلفة في حدود الوظائف التي يقوم بها كل جزء من أجزاء النبات ومدى احتياج تلك الوظائف إلى مواد أو عناصر معينة لكي تتم بالشكل الملائم.

أنواع الانتقال داخل النبات:

يحدث الانتقال داخل النبات بأشكال مختلفة من أهمها :

١ – انتقال إلى أسفل فقط:

ويحدث في أوعية اللحاء ويتكون معظمه من مواد عضوية تم تمثيلها في أجزاء معينة من النبات وتلزم لأجزاء نباتية أخرى.

٢ – انتقال إلى أعلى فقط:

ويتم في أوعية الخشب ويختص بالمواد غير العضوية مثل العناصر الغذائية.

٣ – انتقال إلى أعلى وإلى أسفل معا :

ويحدث في اللحاء فقط أو في الخشب فقط أو فيهما معا ، وهو لا يحدث إلا في حالات خاصة.

٤ – الانتقال الجانبي:

ويحدث عند العقد الموجودة في ساق النبات بين أوعية الخشب وأوعية اللحاء.

٥ – الانتقال المستقطب:

ويحدث في اتجاه معين حتى لو تغير وضع النبات، مثال ذلك انتقال أوكسينات النبات في اتجاه محدد ثابت.

٦ – الانتقال المرافق:

تنتقل بعض المركبات مصاحبة لمواد أخرى مثل انتقال هرمون مرافقا للسكريات من الأوراق الكبيرة السن إلى الأوراق الحديثة وعدم قدرته على هذا الانتقال في غياب السكريات.

٧ – انتقال العناصر في فترة الإنبات:

وفيه تنتقل العناصر الغذائية المخزنة داخل البذرة – بعد ذوبانها بامتصاص البذرة للماء أثناء الإنبات – إلى الأجزاء المختلفة داخل البذرة ومنها محور الجنين الذي يبدأ - بحصوله على العناصر الغذائية اللازمة – في التطور والنمو.

انتقال العناصر الغذائية الممتصة:

تقوم جذور النبات بامتصاص العناصر الغذائية من الوسط الذي تعيش فيه، ويلي ذلك انتقال العناصر الممتصة من الخلايا الامتصاصية في القشرة إلى الخلايا المحيطة بالخشب ثم إلى أوعية الخشب نفسه. بعد ذلك تنتقل إلى الأجزاء العليا في النبات، ويتم هذا بتأثير تيار النتح الذي يحمل معه مختلف العناصر والمواد الموجودة في خشب الجذر ويقوم بتوصيلها إلى الأجزاء النباتية المختلفة حيث يتم توزيع تلك العناصر عليها تحت تأثير عاملين معا هما:

١. عمليات البناء والهدم.
٢. عملية النتح.

وهذان العاملان يؤثران على اتجاه وطريق العناصر المنتقلة في النبات. ويتم انتقال العناصر الغذائية من الجذر إلى باقي أجزاء النبات خلال أوعية الخشب. ورغم ذلك فقد وجد أن هناك انتقال جانبي من الخشب إلى اللحاء يحدث تلقائيا وسريعا في النبات. وإذا حدث هذا فإن العنصر المنتقل من الخشب إلى اللحاء يسير في اتجاه الانتقال العادي للحاء كما لو كان مادة عضوية.

ويتحدد انتقال العناصر الغذائية إلى أعلى خلال الخشب أو خلال اللحاء أو كلاهما بواسطة عدة عوامل من أهمها:

١ – نوع النبات:

ففي النباتات العشبية (الحولية) تنتقل الأملاح خلال الخشب أما في الأشجار (النباتات المعمرة) فإن نسبة من هذه الأملاح تنتقل إلى أعلى خلال اللحاء.

٢ – صورة العنصر:

الصورة الممتص عليها العنصر تحدد ما إذا كان الانتقال خلال الخشب أو خلال اللحاء. فإذا وجد النيتروجين مثلا في صورة النترات فإنه ينتقل خلال الخشب أما إذا حدث اختزال للنترات في جذور النبات إلى صورة الأمونيا فإنها تنتقل خلال اللحاء (وهذا يحدث في بعض النباتات).

٣ – نشاط العمليات الحيوية:

خاصة تلك المرتبطة بتطور النبات أثناء النمو فمثلا الهرمونات والأحماض الأمينية والسكريات كلها تتحرك من الورقة إلى أسفل عن طريق اللحاء إلا في ظروف معينة فإنها تتحرك ف اتجاهات أخرى ـ إلى أعلى مثلا ـ ومن هذه الظروف: مرحلة تكوين الثمار، وعند تجدد البراعم، في عملية تكوين القمم النامية وتفتح الأوراق الحديثة.

٤ – تركيز المحلول الممتص:

فقد يحدث تسرب من وعاء ناقل إلى آخر في النبات عند زيادة تركيز العنصر.

العوامل التي تؤثر على انتقال العناصر الغذائية في النبات:

يتأثر انتقال العناصر الغذائية داخل النبات بعدة عوامل يمكن أن نلخصها في الآتي:

١ – درجة الحرارة:

فيزداد الانتقال بزيادة درجة الحرارة حتى يصل إلى الحد الأقصى عند درجة حرارة مثلى معينة تتناقص بعدها سرعة الانتقال.

٢ – سرعة النتح:

فزيادة النتح تسرع من الانتقال.

٣ – نوع النبات:

تختلف سرعة الانتقال فيما بين أنواع النباتات المختلفة.

٤ – عمر النبات:

فالانتقال يكون سريعا في النباتات الصغيرة السن عنه في النباتات المسنة.

٥ – نوع العنصر المنتقل:

حيث إن بعض العناصر تكون بطبيعتها أسرع في الانتقال من غيرها ، مثال ذلك عنصر البوتاسيوم الذي هو أسرع في انتقاله من عنصر الكالسيوم مثلا.

٦ – النشاط الحيوي للنبات:

فمن الطبيعي أن زيادة النشاط الحيوي في الخلايا النباتية تشجع على سرعة الانتقال وذلك لاحتياج تلك الخلايا إلى العناصر المتنقلة في العمليات الحيوية القائمة داخلها وأيضا لأن النشاط الحيوي يوفر الطاقة اللازمة للإسراع في الانتقال.

٧ – تركيز العنصر المنتقل:

حيث تزداد سرعة انتقال العنصر بزيادة تركيزه.

٨ – وجود عوامل مؤثرة أخرى تؤثر على الصورة الذائبة التي ينتقل بها العنصر ، مثل الفوسفات التي يمكن أن تترسب أثناء انتقالها عند العقد تحت تأثير تركيز عال من الكالسيوم. كذلك يمكن أن تترسب الفوسفات على هيئة فوسفات الحديد في أوعية الخشب بأوراق النبات تحت ظروف معينة. وهذا الترسيب يعيق عملية الانتقال ويؤثر على سرعته.

تمارين

أكمل الفراغات التالية:

١ – تقسم العناصر الغذائية على حسب احتياج النبات لها إلى :

أ – .....

ب – .....

٢ – الرمز الكيميائي لعنصر النيتروجين ..... والفسفور..... والبوتاسيوم..... والحديد..... والزنك..... والمنجنيز .....

٣ – العناصر الغذائية الضرورية الكبرى الرئيسية هي

أ - ..... ب - ..... جـ - .....

٤ – من أعراض نقص النيتروجين اصفرار الأوراق وسبب ذلك .....

٥ – تظهر أعراض نقص الفسفور على الأوراق المسنة وسبب ذلك.....

٦ – من مميزات عنصر النيتروجين أنه سريع.....في التربة بعكس الفسفور الذي يثبت في التربة

٨ – يوجد البوتاسيوم في التربة على ثلاث صور هي

أ - ..... ب - ..... جـ - .....

١٠ – من وظائف عنصر البوتاسيوم في النبات خاصةً على القمح منع .....

١١ - نادراً ما تظهر أعراض نقص عنصر الكالسيوم والموليبدنيوم في المملكة خاصةً في الحقول وسبب ذلك.....

١٢ – يجب أن تحتوى المراعي على نسبة كافية من عنصر المغنيسيوم وسبب ذلك

.....

١٣ – من العوامل التي تعمل على انخفاض تيسر الحديد في المناطق الجافة

أ - .....

ب - .....

جـ - .....

١٤ – من أعراض نقص الحديد .....

١٥– من أعراض نقص المنجنيز .....

١٦ - يؤدي النحاس دورا كبيراً ومهما للمحاصيل البقولية سبب ذلك.....

١٧ - تظهر على أشجار الفاكهة ما يعرف بظاهرة التورد وذلك عند نقص عنصر.....

١٨ - من العوامل التي تشارك في انخفاض جاهزية البورون

أ - .....

ب - .....

١٩ - المستويات العالية من عنصر الفسفور في التربة تقلل من تيسر الزنك وسبب ذلك.....

.....

٢٠ ـ عملية الامتصاص هي.....

٢١ ـ الامتصاص الحيوي هو.....

٢٢ ـ الامتصاص غير الحيوي هو.....

٢٣ ـ الامتصاص غير الحيوي يحدث بعدة طرق منها

أ - .....

ب - .....

٢٤ ـ درجة الحرارة تؤثر على معدل الامتصاص بـ .....

٢٥ ـ يعرف الانتقال على أنه.....

توزيع العناصر الممتصة يتم تحت تأثير عاملين معا هما

أ - .....

ب - .....

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

خصوبة التربة وتغذية النبات

الأسمدة و التسميد

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

اسم الوحدة :

الأسمدة و التسميد

الجدارة :

زيادة الإنتاج الزراعي كما ونوعا بإمداد النبات بأسمدة العناصر الغذائية بالكميات المناسبة والمتوازنة، مع المحافظة على البيئة الزراعية.

الأهداف :

١ - أن يختار المتدرب الأسمدة المناسبة لكل محصول وتربة بعد التحليل بدقة.
٢ - أن يشرح المتدرب الرموز الكيميائية المكتوبة على عبوات الأسمدة ومدلولاتها بدقة.
٣ - أن يتقن المتدرب موعد وطريقة إضافة الأسمدة في الحقل بدقة.
٤ - أن يشرف المتدرب على التربة الزراعية من التدهور باستخدام الأساليب العملية بدقة.
٦ - أن يصف المتدرب الزراعة المائية والعضوية بدقة.
٧ - أن يعدد المتدرب مميزات الأسمدة الخضراء بدقة.
٨ - أن يصمم المتدرب نموذج لمستودع للأسمدة بدقة.
٩ - أن يصف المتدرب الآثار السلبية للأسمدة الكيميائية بدقة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن لا تقل الجدارة عن ٩٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب :

١٢ ساعات

الوسائل المساعدة :

١ - زيارات ميدانية للحقول.
٢ -صور فوتوغرافية وعينات من الأسمدة .
٣ -أفلام واستخدام الانترنت.

متطلبات الجدارة :

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

الأسمدة والتسميد

Fertilizers and Fertilization

عندما يقل العنصر المغذي في التربة يظهر أثره على النبات الذي ينمو بها مما يستدعي إمداد الأرض به بعد التأكد من نتائج التحليل .

فالتربة الزراعية كثيرا ما تفتقر إلى بعض العناصر الغذائية سواء بسبب فقرها في تلك العناصر أو بسبب بعض الظروف أو العوامل التي تعمل على تحولها إلى صورة غير ميسرة أو تؤدي إلى تقليل استفادة النبات مما في التربة من عناصر بشكل عام . لذلك ومن أجل الحصول على أحسن نمو نباتي وبالتالي أقصى محمول ، فإن المزارع يضطر في أغلب الأحيان إلى إضافة بعض العناصر الغذائية في صورة أسمدة .

ولقد ازداد استعمال الأسمدة (الكيميائية والعضوية) وخصوصاً الكيميائية في العالم في الوقت الحاضر لزيادة إنتاج الطعام في العالم لمواكبة الزيادة الكبيرة في سكان العالم.

وسوف نتطرق بالتفصيل لـ: أنواع الأسمدة الكيميائية، والعضوية، وطرق إضافتها، وموعد إضافتها، وطرق التخزين، والمزارع الغذائية والعضوية، والآثار السلبية للأسمدة الكيميائية عند إضافتها بكميات غير مقننة.

الأسمدة والغرض من إضافتها:

يمكن تلخيص الأغراض الأساسية التي من أجلها تضاف الأسمدة إلى التربة في الآتي:

١ – زيادة إنتاجية التربة عن طريق توفير العناصر الغذائية اللازمة للنبات بكميات كافية وفي صور صالحة للامتصاص – أي معالجة فقر التربة في عنصر غذائي أو أكثر.

٢ – تعويض ما يأخذه النبات من التربة من العناصر الغذائية المختلفة.

العناصر السمادية :

يحتوي أي سماد على عناصر كثيرة ضمن تركيبه الكيميائي وبالتالي فإن إضافته للتربة تزيد محتواها من تلك العناصر . ولكن إضافة أي سماد تتم عادة من أجل عنصر معين أو عناصر معينة موجودة في تركيب هذا السماد وبالتالي فإن ما يضيفه من عناصر أخرى لا يكون عن قصد .

وعلى هذا يعرف العنصر السمادي على أنه :

العنصر الموجود في تركيب السماد الذي من أجله يضاف السماد إلى التربة لأجل أن يحقق غرضا أو أكثر من الأغراض السابق ذكرها .

إن كلمة سماد Fertilizer يقصد بها:

أي مادة تضاف إلى التربة لغرض توفير وإمداد النبات بعناصر غذائية ضرورية لنموه وزيادة الإنتاج أو لتحسين نوعيته أو للغرضين معا.

تقسم الأسمدة إلى قسمين رئيسيين هما : الأسمدة العضوية والأسمدة الكيميائية إضافة إلى مصلحات التربة مثل الجبس والكلس والكبريت وغيرها .

الأسمدة الكيميائية Chemical Fertilizers

استعمال الأسمدة الكيميائية في الزراعة يرجع إلى حوالي مائة سنة ، وقد ازداد استعمال هذه الأسمدة الكيميائية بشكل كبير في الوقت الحاضر وخاصة فيما يتعلق بأسمدة العناصر الكبرى وهي النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم خصوصاً بعد معرفة أهميتها في زيادة إنتاجية المساحات المزروعة ولفقر كثير من الترب في العالم لهذه العناصر .

تصنيف الأسمدة الكيميائية :

يمكن تصنيف الأسمدة الكيميائية تبعاً لنوع وعدد العناصر السمادية التي تحتويها إلى :

١ - الأسمدة الأحادية أو البسيطة:

وهي الأسمدة التي تحتوي على عنصر سمادي واحد من العناصر السمادية مثل النيتروجين أو الفسفور أو البوتاسيوم.

٢ - الأسمدة المركبة Compound Fertilizers

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 انها 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.

وهناك أنواع أخرى حديثة من الأسمدة الكيميائية منها:

الأسمدة بطيئة التحلل:

أوجدت في السنين الأخيرة أنواع جديدة من الأسمدة تتصف بأن ما بها من عناصر سمادية لا يصبح ميسرا للنبات إلا ببطيء ومع مرور الوقت. ويتم هذا عن طريق تصنيع مركبات كيميائية لا تذوب في الماء بسرعة ولكنها تذوب شيئا فشيئا مما يتيح انفراد العناصر السمادية الموجودة بها بكميات تسمح بإمداد النبات باستمرار وفي نفس الوقت لا تفقد تلك العناصر أو تتحول إلى صور غير ميسرة ، ومنها:

الأسمدة المغلفة :

تستعمل مواد مختلفة لتغليف حبيبات السماد لا تسمح بدخول الماء إلى حبيبة السماد إلا من خلال ثقوب دقيقة جدا في الغشاء المحيط بالحبيبة من هذه المواد ، وبالتالي لا يكون ذوبان ما بداخل حبيبة السماد إلا بقدر يمكن التحكم فيه عن طريق نوعية مادة الغلاف خاصة سعة الثقوب بها .

المواد (الأسمدة) المخلبية ـ الشيلات ـ ماهيتها وصفاتها وخصائصها وتفاعلاتها:

إن كلمة مخلب، كلمة مشتقة من كلمة إغريقية معناها مخلب. في الكيمياء العضوية تعني الكلمة التركيب الحلقي الناتج عن ارتباط أيون بمجموعتين أو أكثر من المجاميع الموزعة للإلكترونات لتكوين جزيئة واحدة . والعنصر الذي يخلب أو يرتبط بهذا التركيب الحلقي يفقد سيطرته على تفاعلاته الكيمياوية أي يترسب داخل التركيب الحلقي أو بصيغة أخرى يتحول إلى صورة غير جاهزة لامتصا ص النبات لها .

إن معظم الكاتيونات المتعددة التكافؤ تستطيع أن تكون مواد مخلبية ولكنها تختلف من حيث تحررها.

إن المواد المخلبية يمكن أن تستعمل بعدة طرق لتعويض النقص في العناصر الغذائية ومن هذه الطرق:

١ - الرش على النبات.

٢ - الإضافة المباشرة للتربة.

الصفات المهمة للمواد المخلبية عند إضافتها بطريقة الرش على النبات :

- سهلة الامتصاص.
- سهلة الانتقال داخل أجزاء النبات.
- سهلة التحلل داخل النبات.
- لا تحدث المادة المخلبية أي ضرر ميكانيكي أو حرق للنبات.

من المواد المخلبية العضوية الواسعة الانتشار والاستعمال:

EDTA هذه المادة فعالة جدا في الترب الحامضية إلا أنها في الترب الكلسية تكون مضرة للنبات في بعض الظروف وتكون غير ثابتة في ظروف أخرى.

أما المواد المخلبية التالية فلها درجة ثبات عالية في الترب الكلسية وهي :

DTPA , HEEDTA , EDDHA , CDTA

إن المواد المخلبية لا يمكن مزجها بالأسمدة الكيماوية السائلة التي تحتوي على الأمونيا وذلك لأن درجة تفاعل التربة العالية ترسب العنصر المخلوب وذلك لأن الهيدروكسيل ينافس الأيون المخلوب . كذلك لا ينصح بإضافة المواد المخلبية إلى الأسمدة السائلة الحاوية على حامض الفسفوريك الحر . وذلك لأن الهيدروجين ينافس الأيونات المخلوبة .

أنواع الأسمدة الأحادية أو البسيطة:

١ - الأسمدة النيتروجينية Nitrogen Fertilizers

وهذه تشمل الأسمدة التي تحتوي على عنصر النيتروجين كعنصر سمادي فيها ، أما على شكل نترات NO_3 أو أمونيوم NH_4^+ أو خليط منهما أو بشكل أمينات NH_2 كما في اليوريا $CO(NH_2)_2$.

أهم الأسمدة النيتروجينية:

أ) كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2So_4$ Ammonium Sulphate

يصنع هذا السماد عادة من تفاعل الأمونيا مع حمض الكبريتيك ويحتوي على ٢١٪ نيتروجين وحوالي ٢٤٪ كبريت بشكل كبريتات ($SO_4^=$)، يؤثر هذا السماد تأثراً حمضياً لذلك يفضل استعماله مع الترب الكلسية وحيث إن معظم أراضي المملكة كلسية فإنه يمكن استخدامه كسماد نيتروجيني في ترب المملكة العربية السعودية.

ب) كبريتات – نترات الأمونيوم

Ammonium Nitrate- Sulphate (NH_4NO_3) $(NH_4)_2SO_4)$

وهو سماد يحتوي على النيتروجين بشكل نترات ومركبات الأمونيوم وتكون نسبة النيتروجين فيه حوالي ٢٦٪ مناصفة بين النترات والأمونيوم وكذلك على ١٢ ٪ من الكبريت ، ويمتاز هذا السماد بسهولة خزنه واستعماله وهو مفيد للمحاصيل التي تظهر عليها أعراض نقص النيتروجين والكبريت معا ، ويمتاز أيضاً بكونه جاهزا للامتصاص من قبل النبات عند وضعه في التربة بسبب وجود النترات به .

ج) اليوريا Urea $CO(NH_2)_2$

يعتبر أكثر الأسمدة استعمالا في العالم في الوقت الحاضر ويصنع في المملكة العربية السعودية ، ويحتوي على ٤٦٪ نيتروجين ويصنع من تفاعل الأمونيا مع غاز ثاني أكسيد الكربون تحت ضغط وحرارة مرتفعتين ، هذا السماد سهل الذوبان في الماء وذو تأثير حمضي في التربة ، يتحلل اليوريا ببطء في التربة الكلسية الفقيرة بالمادة العضوية وقد يفقد بالتطاير على شكل أمونيا وهذا أحد عيوبه ، عموماً يعتبر هذا السماد من أحسن الأسمدة إذا استعمل بصورة جيدة ويمكن استخدامه في جميع الترب تقريباً ما عدا الترب الواقعة في المناطق الباردة جداً حيث إن هذا السماد يحتاج إلى أن يتحلل بواسطة بعض الكائنات التي تفرز بعض الأنزيمات الخاصة التي تحلل هذا السماد فعندما تكون الحرارة منخفضة جدا لا تنشط هذه الكائنات .

٢ - الأسمدة الفوسفاتية Phosphate Fertilizers

تقاس القيمة السمادية لهذا النوع من الأسمدة بمقدار النسبة المئوية للفسفور على هيئة P_2O_5 وأهم هذه الأسمدة هي :

أ) السوبر فوسفات العادي $Ca(H_2po_4)_2$

يصنع هذا السماد بمزج كميات متساوية من حمض الكبريتيك مع صخر الفوسفات $Ca_3(PO_4)_2$ Rock phosphate منتجا خليطا يتكون من فوسفات الكالسيوم الأحادي والجبس كما في المعادلة :

$Ca_3(Po_4)_2 + 2h_2SO_4$	⟶	$Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$

نسبة الفسفور بهذا السماد حوالي ٢٠٪ p_2o_2 وهو سهل الذوبان بالماء لذا فإن جاهزيته للنبات عالية بالإضافة إلى أنه يحتوي على حوالي ١٠٪ كبريت لذلك يضاف للترب التي تفتقر لعنصر الكبريت مثل الترب الرملية قليلة المادة العضوية .

ب) السوبر فوسفات الثلاثي Triple Superphosphate

يحضر سماد السوبر فوسفات الثلاثي بمعاملة صخر الفوسفات بحمض الفسفوريك كما في المعادلة :

$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4$	⟶	$3Ca(H_2PO_4)_2$

يحتوي عادة على ٤٦٪ فسفور على هيئة p_2o_5 وهو سهل الذوبان بالماء ، وبسبب احتوائه على نسبة عالية من الفسفور فإن كلفة الوحدة السمادية منه أرخص من بقية الأسمدة بسبب قلة تكاليف النقل والتخزين .

سلوك الأسمدة الفوسفاتية في التربة :

يحتاج الفسفور من بداية النمو حتى النضج. ومن المعروف أن الأسمدة الفوسفاتية عادة تضاف قبل الزراعة بفترة قصيرة تجاوزا للأضرار السلبية التي قد تحدث من نواتج تفاعل الأسمدة على البذور أو أي جزء من النبات، وكذلك على أنها غير سريعة الفقد، خاصةً في الترب الثقيلة.

ومعدل احتياج النبات للفسفور بين ٢٠ -٨٠ كجم فسفور / هكتار وهي الكمية التي تضاف وفقا لنوع المحصول.

بعض الاستنتاجات والملاحظات حول الأسمدة الفوسفاتية تحت الظروف المختلفة:

١ – لغرض الحصول على أعلى إنتاج لمحاصيل ذات فترة نمو قصيرة ومجموع جذري محدود يفضل استعمال سماد فوسفاتي ذا كمية عالية من الفوسفات الذائبة في الماء.

٢ – احتواء السماد على كمية عالية من الفوسفات الذائبة في الماء ليست مهمة بالنسبة للنباتات المعمرة.

٣ – يفضل بالنسبة للسماد المسحوق أو ذي الحبيبات الصغيرة خلطه مع التربة خصوصا عندما يكون قليل الذوبان في الماء، وهذا مهم في الأراضي الكلسية.

٤ – يعطى السماد المركب ماب (MAP) في الأراضي الكلسية نتائج أفضل من سماد ـ سماد فوسفات الامونيوم الثنائية ـ الداب (DAP)الذي يحتوي على ٤٦٪ فسفور.

٥ – لا يمكن توقع الحصول على أفضل حاصل بمجرد إضافة السماد الفوسفاتي ما لم يزود النبات بكميات ملائمة من العناصر الغذائية الأخرى، ويمكن زيادة استهلاك الفسفور من قبل النبات بوجود أيونات الكبريتات والأمونيوم في المساحة السمادية.

٦ – بالنسبة لموعد الإضافة فكما عرفنا سابقا أن الفسفور يميل للتثبيت في التربة وحركته بطيئة ولهذا فإن امتصاص الفسفور يعتمد على نمو الجذور وهيئتها وشكلها.

والأسمدة الفوسفاتية يمكن أن تضاف في أي وقت من السنة إذا كانت السعة التثبيتية للتربة قليلة بالنسبة لتثبيت الفسفور ، أما إذا كانت السعة التثبيتية للتربة عالية فإن أفضل وقت لإضافة الفسفور هو الربيع لأن هذا يقلل من كمية الفسفور التي سوف تثبت إلى الحد الأدنى وذلك لأن هذا الوقت يسمح للنباتات بالتنافس مع التربة على استهلاك واستعمال الفسفور .

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 أكسيد الفسفور × ٠,٤٣

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

٣ - الأسمدة البوتاسية Potassium Fertilizers

وهي الأسمدة التي تحتوي على البوتاسيوم، تقاس القيمة السمادية لهذا النوع من الأسمدة بمقدار النسبة المئوية للبوتاسيوم على هيئة K_2O.

وأهم هذه الأسمدة هي:

أ) كلوريد البوتاسيوم KCl:

يعتبر أكثر الأسمدة البوتاسية استعمالاً في العالم. و أرخص الأسمدة البوتاسية ثمناً. يحتوي على حوالي ٦٠ ٪ K_2O.

هذا السماد يعتبر سمادا مركزا سريع الذوبان ويحتوي على عنصر الكلور، لذلك لا ينصح باستعماله في الأراضي التي تعاني من الملوحة أو مع المحاصيل الزراعية الحساسة لعنصر الكلور مثل الموالح.

ب) كبريتات البوتاسيوم K_2So_4

يحتوي هذا السماد على حوالي ٥٠ ٪ k_2o وهذا السماد أكثر ملائمة للترب في المملكة العربية السعودية لأنه يحتوي على الكبريت - لأن تأثيره حامضي - ويمد النباتات بالبوتاسيوم والكبريت ويتحمل التخزين وسهل الذوبان بالماء، ويمكن استعماله مع المحاصيل الحساسة لعنصر الكلور.

كمية البوتاسيوم المضافة:

معدل كمية البوتاسيوم المضافة على هيئة أسمدة للتربة يتحدد وفقا للنقاط التالية:

١ – محتوى التربة من البوتاسيوم الجاهز الميسر.

٢ – نوع المحصول وطول موسم النمو.

٣ – مستوى الإنتاج المطلوب.

٤ – خصائص التربة.

٥ – نوعية المجموع الجذري ومدى انتشاره.

٦ – وقت الزراعة.

وإن من أهم العوامل السابقة هو محتوى التربة من البوتاسيوم الجاهز، فإضافة الأسمدة البوتاسية بشكل اعتباطي للتربة له مردود سلبي على الإنتاج وبالأخص عندما يكون محتوى التربة من البوتاسيوم الجاهز عاليا، وكذلك يجب معرفة كمية البوتاسيوم في ماء الري، والبوتاسيوم في معظم الأراضي عالي

نسبيا ، أما بالنسبة لنوع المحصول فقد بينت التجارب أن محاصيل الحبوب الصغيرة مثل الشعير أقل احتياجا من محاصيل الحبوب الكبيرة مثل الذرة الصفراء.

وضع سماد البوتاسيوم:

يعتبر البوتاسيوم مشابها للفسفور في أنه يميل إلى التثبيت، وقد يفقد بالغسيل في الأراضي الرملية الخشنة، فطريقة الإضافة في التربة الغنية بمعادن الطين المثبتة للبوتاسيوم تكون على شكل حزم (تكبيش) أفضل من خلطها أو نثرها في التربة، وخاصة عند استعمال كميات محددة منه، وكما سبق يجب أن يكون الوضع مناسبا بحيث لا يسبب ضررا للنبات إذا استخدمنا طريقة الحزم(التكبيش)

عدد من الملاحظات المهمة حول الأسمدة البوتاسية:

١ – الأسمدة البوتاسية تكون متشابهة من حيث جاهزيتها للنبات ولكن تكون مختلفة بالأنيون المرافق للبوتاسيوم.

٢ – يفضل إضافة كبريتات البوتاسيوم إلى محاصيل القطن، والقصب السكري وأشجار الفاكهة وذلك لحساسية هذه المحاصيل للكلوريد.

٣ – تستعمل نترات البوتاسيوم بصورة رئيسية في أشجار الفاكهة والمحاصيل البستانية وذلك برشها على الأشجار.

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

النسبة المئوية البوتاسيوم $(\%k)$ = نسبة أكسيد البوتاسيوم × ٠,٨٣

النسبة المئوية لاكسيد البوتاسيوم $(\%K2O)$ = النسبة المئوية للبوتاسيوم × ١,٢

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

أسمدة الكالسيوم:

١ - الجير (كربونات الكالسيوم) نسبة الكالسيوم فيه ٣٦٪

٢ - الدولومايت نسبة الكالسيوم فيه ١٧٪

٣ - الجبس الزراعي $CaSo_4.2H_2O$ نسبة الكالسيوم فيه ٢٢٪

٤ - نترات الكالسيوم $Ca(No_3)_2.2H_2O$ نسبة الكالسيوم فيه ٢٠٪

٥ - كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ نسبة الكالسيوم فيه ٣٦٪

٦ - السوبر فوسفات العادي نسبة الكالسيوم فيه ٢٠٪

٧ - السوبر فوسفات الثلاثي نسبة الكالسيوم فيه ١٣٪

ملاحظات حول استعمال أسمدة الكالسيوم:

١ - في الترب التي تعاني من نقص عنصر الكالسيوم ولا يراد رفع درجة حموضتها ، بل هناك حاجة لتحسين تركيبها ، فإنه ينصح بإضافة أسمدة الكالسيوم المتعادلة إلى مثل هذه الترب (الترب المتأثرة بالملوحة والحاوية على كميات عالية من الصوديوم) ومن هذه الأسمدة المتعادلة الجبس الزراعي ($CaSo_4$) الذي يضاف لإزاحة الصوديوم وإحلال الكالسيوم محله على سطوح التبادل.

٢ - ينصح بإضافة مادة الدولومايت إلى الترب الحامضية التي تعاني من نقص المغنسيوم إضافة إلى نقص الكالسيوم لاحتواء هذه المادة على عنصري الكالسيوم والماغنسيوم.

٣ - أسمدة الكالسيوم ذات تأثير سريع مقارنة بكربونات الكالسيوم بسبب درجة ذوبانها العالية.

٤ - أسمدة الكالسيوم الناعمة تتفاعل بدرجة أسرع من المواد الخشنة بسبب كبر مساحتها السطحية.

٣ - الترب الناعمة القوام، أي الغنية بمعادن الطين تحتاج إلى كميات أكبر من أسمدة الكالسيوم مقارنة بالترب ذات القوام الخشن وذلك عندما يراد تصحيح درجة حموضة التربة.

٦ - لا ينصح بإضافة أسمدة الكالسيوم مع أسمدة النيتروجين الحاوية على الأمونيوم لأن التغير بدرجة حموضة التربة(pH) نتيجة إضافة عنصر الكالسيوم يؤدي إلى تحول الأمونيوم إلى أمونيا ، لا تلبث أن يفقد جزء منها بعملية التطاير.

٧ - يمكن إضافة أسمدة الكالسيوم في أي وقت من السنة بشرط توفر محتوى رطوبي جيد للتربة.

أسمدة المغنيسيوم:

من أسمدة المغنيسيوم المهمة والواسعة الانتشار لمعالجة نقص المغنيسيوم في التربة إضافة إلى معالجة نقص الكالسيوم ودرجة تفاعل التربة هو سماد الدولومايت الذي يعد أكثر الأسمدة استعمالا وأرخصها ثمنا. وفيما يأتي أهم أسمدة المغنيسيوم:

- الدولومايت $CaCO_3.MgCO_3$ نسبة المغنيسيوم فيه ١٢٪
- أوكسيد المغنيسيوم MgO نسبة المغنيسيوم فيه ٤٥٪
- كبريتات المغنيسيوم $MgSo_4.7H2O$ نسبة المغنيسيوم فيه ١٠,٥٪
- كربونات المغنيسيوم $MgCo_3$ نسبة المغنيسيوم فيه ٢٧٪
- فوسفات الامونيوم ـ المغنسيوم $MgNH4Po_4.H_2O$ نسبة المغنيسيوم فيه ١٤,٨٪

هناك عدد من الملاحظات المهمة عن أسمدة المغنيسيوم يجب ملاحظتها والعمل بها وهي:

١ - تعد أسمدة المغنيسيوم الحاوية على الكبريتات أسرع تأثيرا من أسمدة المغنيسيوم الحاوية على الكربونات ولكنها أعلى سعرا.

٢ - في الترب الحامضية ينصح بإضافة الدولومايت، في حين الترب المتعادلة ينصح بإضافة كبريتات المغنيسيوم لها .

٣ - فوسفات الأمونيوم - المغنيسيوم ينصح باستعمالها للنباتات البستانية وخاصة النباتات صغيرة العمر والحساسة لأشكال المغنيسيوم الأخرى .

الأسمدة الكبريتية

١ -الكبريت S مادة صفراء يحتوي على ٥٠ ـ ٩٠ ٪ من الكبريت على حسب نقاوته.

٢ -حمض الكبريتيك H_2So_4 يحتوي على ٩٨٪ من الكبريت، يستعمل عن طريق اضافته إلى ماء الري

٣ -الجبس الزراعي $CaSo_4.2H_2O$ يحتوي على ٢٣,٥٪ من الكبريت

٤ -كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 So_4$ يحتوي على ٢٤٪ من الكبريت

٥ -كبريتات البوتاسيوم K_2So_4 يحتوي على ١٨٪ من الكبريت

٦ -كبريتات المغنيسيوم $MgSo_4.7H2O$ يحتوي على ١٨,٢٪ من الكبريت

٧ -كبريتات النحاس يحتوي على ١٢,٨٪ من الكبريت

٨ -كبريتات الحد يديك: يحتوي على ١١,٥٪ من الكبريت

ويوجد العديد من الأسمدة الكبريتية الأخرى.

أسمدة الحديد :

إن من أهم أسمدة عنصر الحديد هي :

١ - كبريتات الحديدوز:

إن سماد كبريتات الحديدوز $FeSo_4.7H_2O$ هو أكثر أسمدة الحديد انتشارا واستعمالا في خصوبة التربة وتغذية النبات ودرجة ذوبانه أعلى من بقية الأسمدة الحديدية وأكثر جاهزية لامتصاص النبات له . يحتوي هذا السماد على ٢٠٪ حديد .

٢ – أوكزالات الحديدوز :

إن هذا السماد $FeC_2O_4.2H_2O$ يصنع بتفاعل أملاح الحديد الذائبة مع حامض الأوكزاليك ويحتوى هذا السماد على ٣٠٪ حديد ، نصف هذه النسبة تكون ذات صفات مخلبية. هذا السماد قليل الذوبان بالماء، ويكون جاهزا ومتيسرا للنبات من خلال إضافته عن طريق الرش أو إضافته إلى الجذور. وبصورة عامة يستعمل هذا السماد إما عن طريق إضافته بالرش أو بالتعفير.

٢ - كبريتات الحد يديك:

إن سماد كبريتات الحديديك $[Fe_2(So_4)_3]$ أقل ذوبانا وجاهزية من سماد كبريتات الحديدوز ويحتوي على ٢٨٪ حديد .

٣ ـ فوسفات أمونيوم الحديدوز ويحتوي على ٢٩٪ حد يد.

٤ - أسمدة الحديد المخلبية :

- Fe-EDTA درجة ثباته حتى pH = ٦ للتربة.
- Fe-EDDHA درجة ثباته عالية حتى pH = ٤ ـ ١٠ للتربة، مناسب لترب المملكة.
- Fe-DTPA درجة ثباته حتى pH = ٧ للتربة

إن أسعار هذه المركبات عالية جدا .

ويشمل الحديد العضوي إضافة إلى أسمدة الحديد المخلبية المصنعة ، مركبات حديد عضوية معقدة ذائبة لها دور مهم في تجهيز النبات بعنصر الحديد وهذه المركبات ربما يكون مصدرها .

١ – المادة العضوية التي تفرزها جذور النبات.

٢ – مركبات ناتجة من المادة العضوية للتربة متحدة بالعناصر الغذائية.

ملاحظات مهمة حول عنصر الحديد :

١ – في الترب المغمورة بالماء يحصل اختزال للحديد وهذا يؤدي إلى زيادة صورة الحديد الأكثر جاهزية لامتصاص النبات له والأكثر ذوباناً .

وقد تؤدي عملية الاختزال هذه عن طريق الكائنات الحية غير الهوائية إلى زيادة تركيز الحديد الذائب في محلول التربة إلى حد السمية للنبات . هذه الحالة أكثر انتشارا في حقول الأرز . بصورة عامة يمكن القول في الترب الرديئة التهوية أن تركيز Fe^{2+} يزداد على حساب تركيز Fe^{3+} .

٢ – الأسمدة المخلبية والمركبات العضوية الحاوية على الحديد، تحرر الحديد ببطء وتكون مهمة في تجهيز الحديد لجذور النبات . إضافة إلى أن التحرر البطيء لعنصر الحديد من هذه المركبات يقلل من نسبة الحديد الذي يفقد عن طريق الترسيب أو عمليات الأكسدة داخل التربة .

٣ – إضافة أملاح الحديد المعدنية كثيرا ما تكون بدون تأثير في معالجة الاصفرار الناتج عن نقص عنصر الحديد بسبب تحولها السريع إلى أوكسيدات غير ذائبة . وحتى معاملة الرش في عدد من الحالات تكون نتائجها غير مرضية وناجحة دائما، لذلك ينصح في مثل هذه الحالة إضافة الأسمدة المغلفة الحاوية على الحديد إلى التربة أو بالرش .

٤ – إن استعمال الأسمدة الكيماوية غير الحاوية على الحديد قد تؤدي في بعض الأحيان وبصورة غير مباشرة إلى التقليل من أعراض نقص الحديد مثال ذلك أسمدة النيتروجين الحاوية على الأمونيوم والأسمدة الأخرى المولدة للحموضة. فهي تؤدي إلى زيادة جاهزية الحديد نتيجة انخفاض درجة تفاعل التربة. كذلك

الأسمدة العضوية تؤدي في الأحيان إلى تقليل أعراض نقص الحديد نتيجة تكون مركبات معقدة من الحديد والمادة العضوية التي تحرر الحديد بدورها ببطء.

أسمدة المنجنيز :

١. كبريتات المنجنيز $MnSo4$ تحتوي على ٢٦ ـ ٢٨ ٪ منجنيز .
٢. أوكسيد المنجنيز MnO تحتوي على ٤١ ـ ٦٨ ٪ منجنيز .
٣. سماد مغلف $MnEDTA$ تحتوي على ١٢ ٪ منجنيز .

أسمدة الزنك:

إن من أهم الأسمدة الحاوية على عنصر الزنك والواسع الاستعمال:

- $ZnEDTA$ وهذا السماد يحتوي على ٦٪ زنك.
- $Na_2ZnEDTA$ وهذا السماد يحتوي على ١٤٪ زنك .
- كبريتات الزنك $ZnSo_4 . H_2O$ يحتوي على ٣٥٪ زنك
- أوكسيد الزنكZnO يحتوي على ٨٠٪ زنك قليل الذوبان بالماء .
- فوسفات الأمونيوم الحاوية على الزنك بنسبة ٣٣,٥٪.
- فوسفات الزنك يحتوي على ٥١٪ زنك.

ملاحظات مهمة حول عنصر الزنك :

١ - يضاف اعتياديا ٠,٢٣ كغم لكل شجرة حول الجذع من سماد كبريتات الزنك.

٢ - في الترب القاعدية والترب المزيجية الرملية ينصح بإضافة ٤٤,٨ - ٧٨,٤ كغم/ هكتار من سماد كبريتات الزنك وذلك للمحاصيل الحولية والأشجار المثمرة وينصح بطريقة الرش بإضافة ١١,٤ كغم من نفس السماد لكل ١٠٠ جالون (٣٧٩ لتر) تضاف قبل تفتح البراعم للأشجار المثمرة في الترب القاعدية.

٣ - في الترب القاعدية التي لها القابلية على تثبيت الزنك يفضل إضافة أسمدة الزنك المغلفة .

أسمدة النحاس :

إن من أهم أسمدة النحاس الواسعة الانتشار هي:

١ - الأسمدة المخلبية ومن أهمها $CuEDTA$.

٢ - أوكسيد النحاس CuO ويحتوي هذا السماد على ٦٠ - ٨٠٪ نحاس وهو من أسمدة النحاس المهمة والأكثر استعمالا وتأثيرا.

٣ - كبريتات النحاس ($CuSo_4.5H_2O$)

يسمى هذا السماد الحجر الأزرق ويحتوي على ٢٤,٨٪ نحاس و ١٢,٨ كبريت. ويوجد على صورة مادة صلبة أو مادة للرش.

٤ - فوسفات الألمنيوم الحاوية على النحاس، ويحتوي على ٣٠٪ نحاس.

ملاحظات مهمة حول عنصر النحاس :

١ - في أكثر الأحيان تضاف كبريتات النحاس مرة واحدة وبمقدار ١ - ١٠ كغم نحاس/ هكتار للترب المعدنية التي تعاني من نقص النحاس. أما الترب العضوية فتحتاج إلى كميات أكبر من الكميات التي تحتاجها الترب المعدنية.

٢ - وجد بأن إضافة كبريتات النحاس بطريقة الرش كانت اقل نجاحا من بقية الأسمدة وذلك لحساسية الأوراق للكبريتات التي تؤدي إلى زيادة نسبة احتراقها .

أسمدة البورون

١- بورات الكالسيوم Ca2B6O11.5H2O صعب الذوبان في الماء يحتوي على ١٠٪ بورون.

٢- بورات المغنسيوم صعب الذوبان في الماء يحتوي على ٢١٪ بورون.

٣- بورات الصوديوم، يسمى بالبوراكس يحتوي على ١١٪ بورون.

٤- حامض البوريك يحتوي على ١٧٪ بورون.

٥- والعديد من الأسمدة مثل سماد بورات ٤٦ يحتوي على ١٤٪ بورون، سماد بورات ٦٥ يحتوي على ٢٠,٢٪ بورون

أسمدة الموليبدنيوم

إن من أهم الأسمدة الحاوية على عنصر الموليبدنيوم:

١ - موليبدات الصوديوم: وهو مسحوق أبيض اللون قابل للذوبان بالماء يحتوي على ٤٦٪ موليبدنيوم.

٢ - موليبدات الامونيوم: وهو مسحوق أبيض اللون قابل للذوبان بالماء يحتوي على ٥٤٪ موليبدنيوم.

٣ - موليبدات الفسفور - الامونيوم: وهو مسحوق اصفر اللون غير قابل للذوبان بالماء يحتوي على ٦١٪

أما الأسمدة الكيميائية المركبة فهي كثيرة ومتعددة، ويتحدد استخدامها على نسبة وسعر العناصر السمادية فيها.

الأسمدة الحيوية :

ويقصد بها المواد التي تضاف للتربة لرفع خصوبتها عن طريق تشجيع النشاط الحيوي بالتربة . وأهم هذه الأسمدة هي اللقاحات التي تحتوي على الكائنات الحية الدقيقة ذات القدرة على تثبيت النيتروجين الجوي .

الأسمدة العضوية Organic Fertilizers

يقصد بها المواد التي تضاف إلى التربة وتحتوي على مركبات من أصل نباتي أو حيواني.

لقد عرفت الأسمدة العضوية الحيوانية واستعملت في الزراعة منذ عهد بعيد وأهمها السماد الحيواني Animal Manure وكذلك سماد مخلفات المدن والسماد الناتج من معالجة مياه الصرف الصحي Sludge بالإضافة إلى دم وفضلات المجازر والمسالخ ، وكذلك كل ما يتبقى من المحاصيل بعد الحصاد ، وهناك صنف آخر من الأسمدة العضوية يسمى بالأسمدة الخضراء Gteen Manure وهي المحاصيل الزراعية التي تزرع ثم تقلب في التربة قبيل موعد إزهارها لتكون سمادا عضويا ومن أهم هذه المحاصيل نباتات العائلة البقولية مثل البرسيم .

وتتلخص فوائد التسميد الأخضر بما يلي :

١ - يمد التربة بالمادة العضوية خصوصاً عند عدم توفر السماد الحيواني.

٢ - يزيد من كمية النيتروجين في التربة لما تحتويه النباتات البقولية من مركبات نيتروجينية وبكتيريا عقدية تثبت النيتروجين من الهواء الجوي.

٣ - يشجع التفاعلات الحيوية في التربة بدرجة كبيرة وخصوصاً تأثيره على بكتيريا التربة.

٤ - زيادة كمية العناصر الميسرة للنبات خصوصاً البوتاسيوم والفسفور والذي تمتصه هذه النباتات بواسطة جذورها والذي يعود للتربة بحالة أكثر تيسرا للنبات .

أنواع الأسمدة العضوية

أولا ـ السماد البلدي (سماد الإسطبل)، يحضر من روث وبول حيوانات المزرعة.

جدول (٧) تركيب روث بعض حيوانات المزرعة

المكون ٪	غنم	خيل	بقر
ماء	٥٨	٧٦	٨٤
رماد	٦	٣	٢,٤
مادة عضوية	٠,٣٦	٢١	١٣,٦

نيتروجين (ازوت)	٠,٧٥	٠,٥	٠,٣
فسفور(P_2O_5)	٠,٦	٠,٣٥	٠,٢٥
بوتاسيوم وصوديوم	٠,٣	٠,٣	٠,٣

ثانيا - السماد البلدي الصناعي :

إنتاج السماد البلدي الصناعي يعتبر وسيلة مهمة في استغلال مخلفات المزرعة من بقايا المحاصيل ويتميز هذا السماد بعدم رائحته الكريهة لخلوه من الروث فضلاً عن ارتفاع قيمته السمادية .

ثالثا - سماد القمامة:

وهي عبارة عن مخلفات المنازل والمطاعم والمتاجر. وتوجد عدة طرق لتحويل القمامة إلى سماد حيث تتبع أساليب مختلفة في فرزها وطحنها وتقليبها ثم تخميرها.

رابعا - سما د البودريت :

يحضر هذا السماد من مخلفات مراحيض المنازل بالريف.

خامسا - سماد المجارى:

سادسا - أسمدة متخلفات المجازر:

وهى عبارة عن أسمدة من الدم المجفف ومسحوق اللحم من جثث الحيوانات ومسحوق العظام والقرون والحوا فر.

سابعا - البيت والدبال:

هي مواد تكونت أصلا من مترسبات عضوية نباتية .

ويستخدم على نطاق واسع في زراعات الخضر والزينة والمحاصيل التي تزرع تحت الصوب وكذلك في المشاتل.

ثامنا - الأسمدة الخضراء.

طرق إضافة الأسمدة

تقسم الأسمدة الكيميائية إلى قسمين :

١- الأسمدة الصلبة.

٢- الأسمدة السائلة.

طرق إضافة الأسمدة الصلبة:

أ - الإضافة نثرا ـ إما نثر سطحي أو خلطه بالتربة.

ب -الإضافة سرسبة.

ج -طريقة التكبيش أو الشريط الجانبي.

طرق إضافة الأسمدة السائلة:

أ - الإضافة مباشره للتربة.

ب -مع ماء الري: ويطلق عليها مصطلح الرسمدة.

ج -نقع البذور في محلول السماد.

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 تؤدى 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 جميع أنواع الأسمدة ، 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 .

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 الرئيسي 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.

طرق تخزين الأسمدة الكيميائية :

إن عملية تخزين الأسمدة المعدنية مهمة جدا للحفاظ على العناصر السمادية فيها. وهناك شروط عديدة يجب مراعاتها عند تخزين الأسمدة أهمها:

١ – يجب أن تكون أرضية المخزن صلبة من الأسمنت أو الخشب.

٢ – العمل على أن يكون المخزن جاف بارد.

٣ – وضع أجولة (أكياس) السماد منبطحة على ألواح خشبية.

٤ – وضع كل نوع من الأسمدة في مكان خاص كل على حدة.

٥ – عدم فتح الأسمدة التي تتأثر بثاني أكسيد الكربون إلا عند الاستعمال.

٦ – منع التدخين داخل مخزن الأسمدة.

٧ – يجب أن يكون المبنى محكما يمنع تسرب المياه إلى الداخل.

الزراعات غير التقليدية

المزارع الغذائية
Nutricultures

تعرف أوساط تغذية ونمو النبات باسم المزارع الغذائية.

والمزرعة الغذائية هي عبارة عن بيئة تنمو فيها النباتات غير وسط التربة الطبيعية ، وتستمد النباتات النامية فيها غذائها من محلول يحتوي على جميع العناصر الغذائية الضرورية لحياة النبات بنسب معلومة وفي حالة اتزان،ويتم تحضير المحلول المغذي باستعمال كيماويات نقية كاملة الذوبان في الماء النقي.

الأغراض التي تستخدم فيها المزارع الغذائية:

١ - دراسة ضرورة العناصر الغذائية للنبات.

٢ - دراسة أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات.

٣ - دراسة العلاقة بين العناصر الغذائية سواء خارج أو داخل النبات.

٤ - دراسة عملية امتصاص النباتات للعناصر الغذائية المختلفة عند درجات تركيز مختلفة وبنسب مختلفة عن بعضها.

٥ - دراسة معدل امتصاص النباتات للعناصر الغذائية المختلفة وتراكم هذه العناصر داخل النبات.

٦ - استخدام المزارع الغذائية في الإنتاج التجاري لبعض أنواع الزهور أو الخضراوات، بحيث تحقق مثل هذا النوع من المزارع ربحا تجاريا.

أنواع المزارع الغذائية:

يمكن تقسيم المزارع الغذائية من حيث طبيعة وسط النمو إلى الأنواع الآتية:

أ - المزارع المائية Water cultures

وفيها يكون وسط النمو هو المحلول المغذي الذي يوضع في أوعية أو أحواض خاصة.شكل (٥)

ب ـ مزارع الوسط الصلب الحبيب Aggregate cultures

وفيها يكون وسط النمو مادة صلبة نقية خالية من العناصر الغذائية الضرورية وعلى شكل حبيبات توضع في أوعية ويضاف إليها المحلول الغذائي بصفة مستمرة.

وتنقسم مزارع الوسط الصلب الحبيبي إلى:

(١) المزارع الرملية Sand cultures

ويكون وسط النمو هو الرمل الخشن الذي لا يزيد قطر حبيباته المكافئة على ٢ ملم. شكل (٦)

(ب) مزارع الحصى Gravel cultures

وفيه يستعمل الحصى الذي يزيد قطر حبيباته المكافئة على ٢ ملم.

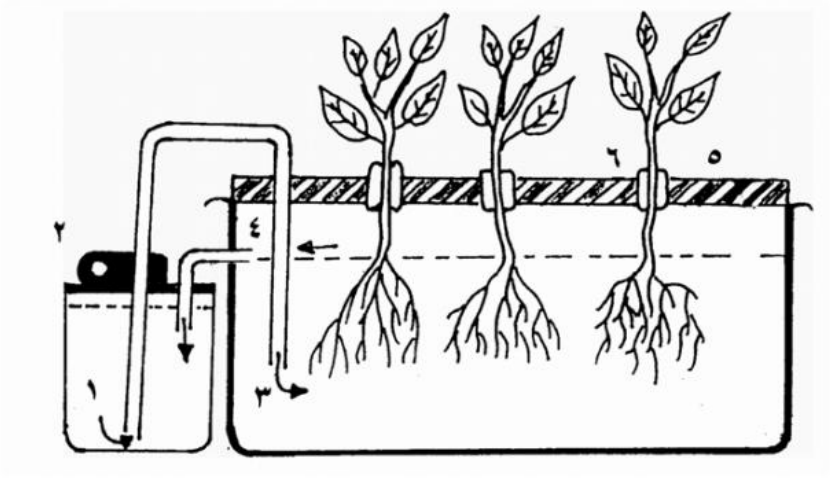
(ج) مزارع مواد التبادل Exchange materials cultures

وتتميز حبيبات الوسط الصلب لهذه المزارع بأن سطوحها ذات طبيعة فعالة يتم عليها تبادل الكاتيونات أو الأنيونات ، وهذه المزارع تمتاز بأن العناصر الغذائية توجد فيها على شكل متبادل على أسطح الحبيبات، وكذا في المحلول في حالة اتزان.

ويوجد نوعان في مزارع مواد التبادل هما :

١ - مواد راتنجية مخلقة.

٢ - معدن الطين الطبيعي ، ويعتبر هذا النوع أقرب أنواع المزارع المغذية إلى الأرض العادية. ومنها ما يعرف تجاريا باسم البيرليت perlite



الشكل رقم (٥) تصميم يبين الأجزاء الرئيسية في المزرعة المائية النموذجية

١ - خزان التعويض (التجديد) للمحلول المغذي.

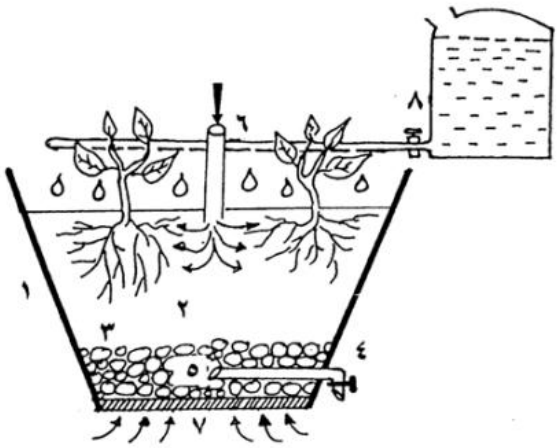
٢ - مضخة رفع للمحلول المغذي.

٣ - المحلول المغذي في المزرعة المائية .

٤ - فتحة صرف المحلول الزائد .

٥ - غطاء مثقب لحمل النباتات .

٦ - قطع إسفنج لدعم النباتات .



الشكل رقم (٦) تصميم يبين مكونات المزرعة الرملية.

١ - وعاء زراعة من البولي إيثيلين.

٢ - رمل كوارتز مغسول بالأحماض ونظيف

٣ - حصى بقطر ٣ -٤ ملم مغسول بالأحماض ونظيف .

٤ - أنبوب صرف مزوّد بصنبور.

٥ - صوف زجاجي أو قطعة من الموسلين .

٦ - فتحة للري العلوي .

٧ - قاع الوعاء ويكون مثقبا في حالة الري التحت سطحي .

٨ - خزان لتنقيط المحلول المغذي في حالة الري بالتنقيط .

الزراعة العضوية

تعرف الزراعة العضوية بأنها نظام إنتاجي يتحاشى ـ أو يستبعد إلى حد كبير ـ المخصبات المركبة صناعيا والمبيدات الحشرية ومنظمات النمو وإضافات العلف الحيواني. وتعتمد نظم الزراعة العضوية إلى أقصى حد ممكن على نظام الدورات الزراعية (تعاقب المحاصيل) ومخلفات المحاصيل والسماد الحيواني والبقول والأسمدة الخضراء والمخلفات العضوية للمزرعة والأساليب البيولوجية -كمكافحة الآفات - للمحافظة على إنتاجية التربة الزراعية وطبيعتها وتوفير العناصر الغذائية للنبات ومكافحة الحشرات والآفات الأخرى.

ويؤخذ من هذا التعريف أن على المزارع الالتزام بما يلي:

- تجنب استخدام المخصبات والكيماويات المركبة صناعيا ،من أسمدة ومبيدات كيميائية.
- تجنب استخدام النباتات المعدلة وراثيا.
- إتباع نهج المحاصيل المتعاقبة أو الدورات الزراعية.
- اعتبار التربة الزراعية نظاما حيا يجب المحافظة عليه وتنميته.

أي أن المواد المستخدمة في تغذية النبات، وقاية النبات، الإنتاج الحيواني، والمعاملات ما بعد الحصاد للمنتجات العضوية تكون طبيعية

على مستوى الإنتاجية تبين بعض الدراسات أن الإنتاجية الزراعية تتراجع بنسبة ٢٤٪ عند استخدام الزراعة العضوية بدل الزراعة التقليدية المعتمدة بالأساس على المخصبات المركبة صناعيا. أما فيما يتعلق بالمنتَج الغذائي فإن الزراعة العضوية تعتبر أقل احتواء على المبيدات الحيوية والنترات من الزراعة التقليدية، كما تعتبر أغنى بالبروتينات والفيتامينات والسكريات والحديد والبوتاسيوم والكالسيوم والفسفور.

دور المدخلات الكيميائية الزراعية في تلوث التربة و النبات

مع الزيادة الهائلة في عدد السكان يتزايد الطلب على الغذاء مما دفع المزارعين إلى الاتجاه نحو استخدام الأسمدة الكيميائية، تحت مظلة الزراعة المكثفة والاستنزاف المستمر للعناصر الغذائية الموجودة بالتربة، مع عدم قدرة التسميد العضوي على الوفاء بهذه المساحات الهائلة من الأراضي الزراعية.

فقد حقن العالم في البيئة الزراعية خلال النصف الأخير من القرن العشرين أكثر من ٣ بليون طن من الأسمدة النيتروجينية و ١,٥ بليون طن أسمدة فوسفاتية.

والجدير بالذكر أنه عند استخدام الأسمدة الزراعية بمعدلات عالية، فإن جزءا كبيرا من هذه الأسمدة يذوب في مياه الري، ويتم غسله ويصل في نهاية الأمر إلى المياه الجوفية في باطن الأرض وترتفع بذلك نسبة كل من مركبات الفوسفات والنترات في هذه المياه. وتشترك كل من مياه الصرف الزراعية ومياه الأمطار في نقل هذه الأسمدة من التربة إلى المجاري المائية.

والمشكلة الكبرى احتواء الأسمدة على العناصر الثقيلة مثل الكوبلت والكادميوم والكروم والنحاس والمنجنيز والنيكل والرصاص والزنك.

ففي الوقت الذي فقدت فيه المجاعات والأوبئة كثيراً من قسوتها وضراوتها في إرعاب البشرية نجد أن تلوث البيئة قد حل محل هذه الأوبئة، وخطورة التلوث هو أنه من صنع الإنسان وأن آثاره السيئة تعود عليه وعلى زراعته وصناعته، بحيث تؤدي في النهاية إلى قتل النفس التي حرم الله قتلها إلا بالحق، وإلى تغيير شكل الحياة على الأرض، قال الله تعالى: (من قتل نفسا بغير نفس أو فساد في الأرض فكأنما قتل الناس جميعاً ومن أحياها فكأنما أحيا الناس جميعاً) المائدة ٢٢.

المدخلات الكيميائية الزراعية

هي التي يصنعها الإنسان من مركبات كيميائية ـ ومنها الأسمدة والمحسنات ـ فهي تؤدي إلى تلوث التربة بالرغم من أن الغرض منها هو زيادة إنتاج الأراضي الزراعية.

وسوف نتطرق إلى أثر هذه المركبات الكيميائية على التربة و النبات، من حيث تأثيرها على خواص وتلوث التربة و النبات.

الأثر المتراكم للأسمدة:

إضافة أي سماد للتربة يتلوها زيادة في امتصاص النبات للعنصر السمادي المضاف وتستمر هذه الزيادة حتى يستكفي النبات بما يلزمه من هذا العنصر، وفي نفس الوقت يتناسب مع توازنه العنصري وبعد ذلك تتوقف الزيادة في الامتصاص ويتبقى جزء من العنصر المضاف للتربة. وبمرور الوقت واستمرار إضافة السماد سنة بعد أخرى يحدث تراكم للعنصر المضاف في التربة.

ولظاهرة تراكم الأسمدة في التربة أهمية تطبيقية نظرا لأنها تؤدي إلى حدوث تغيرات في بعض صفات التربة الكيميائية والفيزيائية بجانب ما قد يحدث من تأثيرات على النبات نفسه.

ويمكننا أن نجمل تلك التغيرات والتأثيرات في الآتي:

١ – تعتبر أهم الصفات الكيميائية للتربة التي تتأثر بمثل هذا التراكم هي حموضة التربة (pH).

٢ – استعمال بعض الأسمدة المتكرر وبمعدلات مرتفعة قد يؤثر بطريق مباشر أو غير مباشر على درجة تيسر بعض العناصر الغذائية في التربة.

٣ – قد يؤدي التراكم المستمر لبعض العناصر المضافة في شكل أسمدة إلى إيجاد حالة سمية لتلك العناصر مما يؤثر على نمو النبات أو إنتاجيته.

٤ – قد يؤدي التراكم لبعض العناصر المضافة في شكل أسمدة إلى حدوث مشاكل لعناصر أخرى نتيجة لعوامل التداخل بينها.

٥ – تدهور بعض الخواص الفيزيائية للتربة مثل البناء.

دور الأسمدة في التلوث البيئي

أولاً - مركبات الفوسفات:

وتعد من أهم المركبات الملوثة للمياه، وتؤدي زيادة نسبتها إلى الإضرار بحياة كثير من الكائنات الحية التي تعيش في البيئة المائية. إذ تؤدي زيادة مستوى مركبات الفوسفات في مياه البحيرات إلى زيادة نمو وانتشار الطحالب وبعض النباتات المائية الأخرى، ويساعد ذلك على وصول البحيرات إلى حالة إضطراد النمو البيولوجى أو حالة التشبع الغذائي، وهي ظاهره تحدث لكثير من البحيرات التي تلقى فيها مياه الصرف الصحي، حيث تتحول هذه البحيرات مع مرور الوقت إلى مستنقعات خالية من الأوكسجين، وتخلو تماما من الأسماك وغيرها من الكائنات المائية.

وتزيد معدلات هذه المركبات في مياه الصرف الزراعي ومياه الصرف الصناعي، ولذلك فإن زيادة هذه الأسمدة (المركبات) في المسطحات المائية أو في المياه الجوفية التي تستخدم للشرب أمر غير مرغوب فيه، وله أثار سامة لمن يتناولون هذه المياه، ولذا يلزم أن لا تتجاوز مستوى هذه المركبات في مياه الشرب الحدود المسموح بها.

ومركبات الفسفور مركبات ثابتة من الناحية الكيميائية لذلك تبقى مخلفاتها في التربة فترة طويلة، ولا يمكن التخلص منها بسهولة.

ثانيا - مركبات النترات:

تعتبر النترات ذات أهمية كأحد صور النيتروجين المستخدمة في تغذية النبات، حيث تقوم النباتات باستخدام عنصر النيتروجين الموجود في أيون النترات وفي تركيب كثير من المواد التي تحتاجها لبناء خلاياها والقيام بعملياتها الحيوية المختلفة. والإسراف في استخدام الأسمدة النيتروجينية وزيادة مستوى النترات في التربة يؤدى إلى زيادة مستواها في المياه، حيث تتسرب النترات رأسيا إلى الماء الأرضي مما يزيد من تركيزها في الآبار المستخدمة لشرب الإنسان والحيوان، كما تتحرك أفقيا مع ماء الصرف وتصل إلى الأنهار والبحيرات. ولا توجد النترات في التربة الزراعية أو في المجاري المائية فقط، ولكنها تتجمع بمستوى ملحوظ في أنسجة بعض النباتات. ويحدث في بعض الأحيان أن تكون سرعة امتصاص النبات لأيون النترات من التربة أعلى من السرعة التي يحول بها النبات النترات إلى المركبات الحيوية مما يؤدي إلى وجود فائض من مركبات النترات يخزن في مناطق خاصة بالنبات. وبالتالي تصل إلى جسم الإنسان عن طريق التغذية على هذه النباتات. كما أن الإفراط في تسميد التربة بالأسمدة النيتروجينية وحدها يخل

بالاتزان بين العناصر الغذائية داخل النبات مما يؤدي إلى تراكم النترات في الأوراق والجذور والثمار ويغير من الطعم.

وأكثر المشاكل الصحية تبدأ عندما تتحول النترات إلى نيتريت بفعل الأحياء الدقيقة.

ثالثا - المعادن الثقيلة في الأسمدة:

المشكلة الرئيسية في استخدام الأسمدة الكيميائية ترجع في المقام الأول إلى كونها تلوث التربة بكميات هائلة من العناصر الثقيلة الموجودة في الأسمدة كشوائب. حيث تحتوي بعض الأسمدة الكيميائية على الشوائب وفي مقدمتهما الكادميوم والكوبلت والكروم والنيكل والنحاس والحديد والزنك والرصاص والمنجنيز وغيرها. وتتضح من ذلك أن هذه الأسمدة تضيف إلى التربة الزراعية كمية من العناصر الثقيلة التي أصبحت تجد طريقها إلى المنتجات الزراعية مسببة أخطارا صحية وتأثيرا ضارا بعملية تصدير الخضر والفاكهة. كما تجد طريقها إلى الصرف الزراعي ومنه إلى المياه العذبة أو المالحة مما يسبب تلوث الأسماك ومن ثم تجد طريقها إلى الإنسان.

لذلك نجد أنه من الضروري أن يكون هناك اتزان دقيق مابين الأسمدة الزراعية المضاف وحاجة النبات لها حتى لا تؤدي الكميات الزائدة فيها إلى إحداث أضرار في البيئة المحيطة.

تمارين

س١ ـ أكمل الفراغات التالية:

١ - الأسمدة هي .....

٢ - العنصر السمادي هو.....

٣ - المدخلات الزراعية تعني.....

٤ - من الأسمدة النيتروجينية الشائع استخدامها في المملكة..... ويحتوي على.....٪ نيتروجين

٥ - من مميزات الأسمدة النيتروجينية أنها سريعة..... بعكس الأسمدة.....
التي تثبت في التربة.

٦ - يجب وضع السماد أسفل البذور عند إضافتهما معاً وذلك.....

٧ - أسمدة الكالسيوم غير منتشرة وقليل استخدامها في المناطق الجافة مثل المملكة وسبب ذلك.....

٨ - من الأسمدة الكبريتية

أ –.....

ب –.....

٩ - المواد المخلبية هي..... وتتميز بـ .....
..... ولهذا فإن معظم أسمدة العناصر تكون على صورة مخلبية.

١٠ - طرق إضافة الأسمدة السائلة تفضل في الحالات الآتية:

أ - .....

ب - .....

ج -.....

١١ـ طريقة النثر السطحي تفضل في الحالات الآتية:

أ - .....

ب - .....

ج -.....

١٢ ـ طرق إضافة الأسمدة الصلبة:

أ - .....

ب -.....

ج -.....

١٣ ـ من فوائد التسميد الأخضر

أ - .....

ب -.....

ج -.....

١٤ ـ الأسمدة الحيوية هي.....

١٥ ـ إضافة كبريتات النحاس بطريقة الرش كانت أقل نجاحا وسبب ذلك.....

١٦ ـ Fe-EDDHA درجة ثباته عالية حتى pH = ... ـ..... للتربة وهو مناسب لترب .....

١٧ ـ الدولومايت $CaCO_3.MgCO_3$ نسبة المغنيسيوم فيه .....٪

١٨ ـ كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 So_4$ يحتوي على .....٪ من الكبريت

١٩ ـ الجبس الزراعي $CaSo_4.2H_2O$ نسبة الكالسيوم فيه .....٪ ونسبة الكبريت .....٪

٢٠ ـ يعتبر البوتاسيوم مشابها للفسفور في أنه يميل إلى.....

٢١ ـ تقاس القيمة السمادية للأسمدة الفوسفاتية بمقدار النسبة المئوية ..... على هيئة .....

٢٢ ـ كبريتات الأمونيوم تحتوي على....٪ نيتروجين وحوالي ....٪ كبريت ويفضل استعماله في الترب.....

٢٣ ـ الأسمدة المركبة هي الأسمدة التي تحتوي على أكثر من ..... واحد.

٢٤ ـ من الأسمدة الأحادية أو البسيطة:

أ - .....

ب -.....

ج -.....

٢٥ ـ السماد المركب ١٠ – ٣٥ – ١٢ يحتوي على ....٪ (N)، ....٪ فسفور(P_2O_5).....٪ بوتاسيوم

٢٦ ـ الأغراض الأساسية التي من أجلها تضاف الأسمدة إلى التربة

أ - .....

ب -.....

٢٧ ـ يمكن أن نجمل بعض تأثير تراكم الأسمدة على خواص التربة في الآتي:

أ - .....

ب - .....

ج -.....

د -.....

س٢ ـ تكلم عن تأثير الأسمدة على تلوث البيئة ؟

المراجع العربية

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

ك. مينكل وي ، ترجمة النعيمي، سعدالله نجم عبدالله (١٩٨٤م) مبادىء 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 الطالب –جامعة الملك سعود.

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

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.

حسان، حسن احمد حسن (١٤٢٠ هـ) التلوث البيئي وأثره على النظام الحيوي– دار الفكر للطباعة والنشر.

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الوحدة الأولى	
استصلاح الأراضي	١
التوسع الرأسي والأفقي	٣
العوامل التي تؤثر على إنتاجية الأرض	٣
أنواع الأراضي ومميزاتها	٦
الأراضي الرملية	٦
الأراضي الطينية	٦
الأراضي الجيرية	٧
التربة المتملحة	٩
استصلاح الأراضي الرملية	١٤
استصلاح الأراضي الطينية	١٤
استصلاح الأراضي الجيرية	١٥
استصلاح الأراضي الملحية	١٦
استصلاح الأراضي القلوية	١٧
خدمة الأراضي بعد استصلاحها	١٨
تمارين	١٩
الوحدة الثانية	
خصوبة التربة	٢١
الأرض الخصبة والأرض المنتجة	٢٢
العناصر الغذائية في التربة	٢٣
محتوى التربة من العناصر الغذائية	٢٤
الصور العامة للعناصر الغذائية في التربة	٢٦
العوامل المؤثرة في نمو النبات	٣٢
تيسر العناصر الغذائية	٣٤
تمارين	٣٩

الوحدة الثالثة

العناصر الغذائية الضرورية والامتصاص ٤١
العناصر الغذائية الضرورية ٤٣
العناصر الكبرى ٤٣
النيتروجين ٤٧
الفسفور ٤٩
البوتاسيوم ٥٥
الكالسيوم ٥٨
المغنيسيوم ٦٠
الكبريت ٦٣
العناصر الصغرى ٦٤
الحديد ٦٥
المنجنيز ٦٨
البورون ٧٠
الزنك ٧٢
النحاس ٧٥
الموليبدنيوم ٧٦
امتصاص العناصر الغذائية ٨٠
الانتقال ٨٤
تمارين ٨٨

الوحدة الرابعة

الأسمدة والتسميد ٩١
الأسمدة الكيميائية ٩٢
أنواع الأسمدة الأحادية أو البسيطة ٩٤
الأسمدة النيتروجينية ٩٤
الأسمدة الفوسفاتية ٩٥
الأسمدة البوتاسية ٩٨

أسمدة المغنيسيوم	٩٩
الأسمدة الكبريتية	١٠٢
أسمدة الحديد	١٠٣
أسمدة المنجنيز	١٠٤
أسمدة الزنك	١٠٤
أسمدة النحاس	١٠٤
أسمدة البورون	١٠٥
أسمدة الموليبدنيوم	١٠٥
الأسمدة الحيوية	١٠٦
الأسمدة العضوية	١٠٦
طرق إضافة الأسمدة	١٠٨
موعد إضافة الأسمدة	١٠٩
طرق تخزين الأسمدة الكيميائية	١١٠
الزراعات الغير تقليدية	١١١
المزارع الغذائية	١١٢
الزراعة العضوية	١١٣
دور المدخلات الكيميائية الزراعية في تلوث التربة و النبات	١١٥
تمارين	١١٩
المراجع	١٢٢