مقرر خصوبة التربة و التسميد
لطلاب السنة الثالثة – كلية الزراعة الثانية في السويداء

المحاضرة الاولى

الفصل الأول

الاحتياجات الأساسية لنمو النبات وتطوّره

مقدمة:

يتطلب زيادة إنتاجية المحاصيل الاهتمام بخصوبة التربة بما تحويه من عناصر مغذية أساسية ومدى قابليتها لإفادة النبات، فضلاً عن صفاتها الفيزيائية والكيميائية المناسبة للنمو. ولن نستطيع زيادة المردود في وحدة المساحة إلا بالبحث الجاد لمعرفة الكفاية الإنتاجية ودرجة الخصوبة، وما يجب أن يقدم إلى كل من التربة ومختلف الحاصلات الزراعية من مواد مغذية بغية الوصول إلى تقدير الاحتياجات السمادية الفعلية المناسبة لكل تربة ولكل محصول. يحتاج النبات في نموه وتطوره إلى توافر عوامل أساسية تجمل بالتالي:

- المناخ: (حرارة، رطوبة وضوء).
- غاز ثاني أكسيد الكربون: (يأخذه النبات من الجو).
- العناصر المغذية الكبرى:Mg,Ca,S,K,P,N (يحصل عليها النبات من التربة).
- العناصر المغذية الصغرى Mo,B,Cu,Zn,Mn,Fe (يحصل عليها النبات من التربة).

وتشكل العوامل السابقة الوسط الطبيعي للنمو والتطور. إضافة إلى العناصر آنفة الذكر فإن النبات يمتص اختيارياً أو سيبياً جملة من العناصر الأخرى هي:

Li,As,Ti,Cr,Va,Br,F,Al,Si,Co,Cl,Na

تصنف الأبحاث الخاصة بالتغذية المعدنية العناصر التي يمتصها النبات قي مجموعتين:

1- مجموعة العناصر التي تدخل في تركيب النبات بنسبة مئوية أكبر من الواحد:Cl,Na Mg,Ca,S,K,P,N,H,C,O

2- مجموعة العناصر الصغرى التي تدخل في تركيب النبات بنسبة مئوية أقل من الواحد (PPM) ويمكن أن تقسم إلى مجموعتين:

أ-عناصر نافعة: ,Co,Mo,B,Cu,Zn,Mn,Fe

ب- عناصر غير نافعة: , Li,As,Ti,Cr,Va,Br,F,Al,Ni

1-خصوبة التربة وإنتاجيتها:

التربة الخصبة والتربة الخصبة المنتجة: تعدّ التربة خصبة عندما تحتوي على كافة العناصر المغذية الأساسية للنبات بأشكال متاحة، وبكميات كافية وضمن توازن مناسب، على أن تتمتع بصفات فيزيائية (قوام، وبناء، ونفاذية..) مناسبة تسمح بتغلغل الجذور وانتشارها فيها وبحركة طبيعية للماء والهواء، وأن تكون خالية من المواد السامة والمثبطة للنمو. وحتى تكون التربة **خصبة منتجة** لا بد من أن تكون العوامل البيئية من درجة حرارة ورطوبة نسبية وضوء وهواء مناسبة أيضاً للنمو النباتي.

2-علاقة الخصوبة بالصفات الأساسية للتربة:

أ-الخصوبة والصفات الفيزيائية للتربة:

تتميز التربة ذات الصفات الفيزيائية الجيدة (بناء محبب) باحتوائها على نسب متوازنة من الرمل والسلت والطين مما ينعكس على بناء التربة من خلال توازن هذه المكونات في تحسين نفاذية التربة ومساميتها وحركة الهواء وانتشار الجذور. إضافة إلى 2-5% دبالاً و 1-5% كلساً.

ب-الخصوبة والصفات الكيميائية للتربة:

تؤثر كل من الصخور الأم والظروف المناخية في كمية العناصر المغذية القابلة للإفادة في التربة، فالترب الناشئة من صخور تحتوي كثيراً من الفلزات وتكون قادرة على إمداد النبات بالعناصر الغذائية أكثرمن الترب المتولدة فوق صخور مكونة من فلز أو اثنين كما في حالة الصخور الكلسية التي يسود عنصر الكلسيوم وأحياناً المغنزيوم فيها، وقد تنشأ الترب من صخور لا تحتوي فلزاتها على عناصر مغذية كما في حالة الصخور الرملية. أما الظروف المناخية فيتمثل تأثيرها من خلال معدلات الأمطار حيث تتعرض العناصر المغذية خاصة الـــCa^{++}، Mg^{++}،Na+، K^{+} إلى الفقد عن طريق الغسل والرشح، وبذلك تصبح التربة فقيرة وهنا لا بد من تعويض النقص بهذه العناصر عن طريق إضافة الأسمدة التي تحتويها. وبالمقابل تنخفض الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة ما يؤدي إلى تراكم هذه العناصر آنفة الذكر فتتحول التربة إلى مالحة وتصبح غير منتجة، حيث تحتاج إلى عمليات غسل وصرف لماء الغسل، أما في حالة الترب الصودية فيجب إضافة مركبات كلسية كالجبس $CaSO_4.2H_2O$ ثم الغسل لأملاح الصوديوم. يعدّ pH التربة عاملاً مؤثراً في تيسر العناصر المغذية، ففي الأوساط القلوية تصبح التربة فقيرة بالعناصر المغذية خاصة الفوسفور والعناصر الصغرى، وإن أفضل pH تكون فيه العناصر المغذية بصورة متوازنة وميسرة هو المتعادل أو الميال قليلاً للحموضة. أما بالنسبة للآزوت فكميته دائماً منخفضة في الترب الجافة ونصف الجافة لذلك ينبغي إضافته للتربة إما عن طريق الأسمدة العضوية أو المعدنية وذلك للحفاظ على إنتاجية التربة.

جـ-الخصوبة والصفات الحيوية للتربة:

تؤدي الأحياء الدقيقة للتربة بأنواعها الخمسة الرئيسة، البكتريا والاكتينوميسيت والفطريات والطحالب والبرتوزوا، دورا مهما في تحديد خصوبتها وجاهزية العناصر الغذائية فيها مما يؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في نمو النبات وإنتاجيته وذلك من تثبيت الآزوت الجوي وتحويله

إلى أشكال قابلة لإفادة النبات. وتعمل كذلك على تحلل المادة العضوية إلى مكوناتها الأساسية محررة كثيراً من العناصر المغذية ومن ثمّ تسهم في تحسين خصوبة التربة، ويلعب الدبال دوراً في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة وخفض pH التربة مما يجعل العناصر المغذية بصورة أكثر إفادة للنبات. يمكن لبعض الكائنات الحية الدقيقة أن تقوم بإرجاع النترات والكبريتات وتحويلها إلى أشكال غير مفيدة وذلك في ظروف لا هوائية. أخيراً يتوقف نشاط الكائنات الحية الدقيقة على كل من المناخ السائد والعناصر المغذية وكمية المادة العضوية في التربة.

3- العوامل الأساسية لنمو النبات

يعبر عن النمو النباتي بمؤشرات عدة تتمثل بالوزن الجاف أو الرطب للنبات أو بقياس الطول أو القطر أو الغلة. ويتأثر النمو النباتي بعدد كبير من العوامل المتداخلة نجملها بالجدول (1)

الجدول (1) العوامل المؤثرة في نمو النبات وإنتاجيته

العوامل المناخية	عوامل التربة	العوامل المتعلقة بالنبات
الأمطار درجة الحرارة الرطوبة النسبية الإضاءة الارتفاع عن سطح البحر الهواء الجوي تركيز غاز CO2	القوام، البناء، الماء المتاح المادة العضوية، تفاعل التربة السعة التبادلية، درجة التشبع بالقواعد، العناصر المغذية عمق التربة، درجة حرارة التربة إدارة التربة، الحراثة، الصرف الانحدار والطبوغرافيا	النوع النباتي، الصنف معدل البذار، نوعية البذار النتح، التغذية (امتصاص العناصر المغذية)، الآفات (حشرات أمراض اعشاب)، كفاءة الحصاد

عن (Tisdale *et al*,1993)

3-1- العوامل الوراثية: Genetic Factors:

تتحكم العوامل الوراثية في التفاعلات الحيوية الفيزيولوجية للنبات، حيث تسيطر جينات الكرموسمات (الصبغيات)على تفاعلات الأنزيمات وسلوكها وتحفيز آليات الاستقلاب ومن ثم زيادة كبيرة في نمو المجموع الجذري مما ينعكس زيادة في امتصاص كميات إضافية من الماء والعناصر المغذية، وبالنتيجة زيادة كبيرة في إنتاجية النبات، وهذا يعني أن تفوق بعض النباتات في إنتاجها يعود إلى عمل نظامها الإنزيمي وإلى نظامها الجذري المتكيف لأخذ كميات كبيرة من العناصر المغذية والماء. وأهم هذه العوامل:

الأصناف عالية الغلة:High Yielding Varieties

تنتج هذه الأنواع عن طريق التربية الوراثية حيث يمكن إدخال صفات مرغوبة معينة تتعلق بنوعية الإنتاج وكميته، إضافة إلى صفات خاصة تتعلق بمقامة المحصول للحشرات والأمراض وتحمل الجفاف وكذلك تحمل انخفاض درجات الحرارة. مثلاً: أنواع من الحمضيات مطعمة على أصل Trifoliatc تقاوم الإصابة بالنماتودا أكثر من أنواع أخرى من الحمضيات خاصة الكريب فروت المطعم على أصل النارنج Sour Orange ، إضافة لأصناف لمحاصيل أخرى كالرزوالقمح.

3-2-العوامل البيئية:

3-2-1 الماء:

يعد الماء عاملاً رئيساً في نمو النبات واستمرار حياته وذلك لأدواره التالية:

- يحافظ على بنية الخلية وتعضيها خاصة فيما يتعلق بالبنية الغروية للسيتوبلازم والتي تساهم في حصول مختلف أشكال النشاط الحيوي في الخلية.
- يسمح بحدوث التفاعلات الاستقلابية والتي تؤدي إلى اصطناع السكريات ويمكن أن يدخل مباشرة في هذه التفاعلات عند تأينه إلى H^+ و OH^-.
- ينقل المواد الغذائية والهرمونات والفضلات ما بين الوسط والنبات من جهة ومن عضو إلى آخر داخل النبات نفسه من جهة أخرى.
- يحافظ على انتباج الخلية Turgidity مما يسهل للخلية القيام بفعاليتها الحيوية المختلفة.
- يساهم في التوازن الحراري الداخلي للنباتات وذلك نتيجة امتصاصه من قبل النبات ثم خروجه بعملية النتح.

يختلف محتوى النبات من الماء باختلاف النوع النباتي والصنف والعضو النباتي. فالأوراق تحتوي عادة على الماء بنسبة أعلى مما تحتويه الأعضاء البالغة وأعضاء التخزين كالبذور والحبوب.الجدول (2).

الجدول (2) محتوى بعض النباتات من الماء

النبات	الجزء النباتي	المحتوى من الماء (%)
قمح	أوراق، سوق	90-75
	حبوب	15-12
بقوليات	أوراق، سوق	90-75
	حبوب	13-12
شوندر سكري	أوراق، جذور	80-75
شوندر علفي	أوراق، جذور	90-88
ذرة صفراء	حبوب	25-15
خيار	ثمار	95-85
بندورة	ثمار	85-80
بطاطا	أوراق، سوق	85-75
	درنات	75-70
كرمة	ثمار	85-80
برتقال	ثمار	90-86
تفاح	ثمار	81-74

(في عودة وشمشم، 2008)

يلعب ماء التربة (محلول التربة) دوراً في درجة إذابة العناصر المغذية، حيث تزداد درجة الإذابة بزيادة رطوبة التربة ولكن في الوقت ذاته ينخفض تركيزها في محلول التربة، ويزداد التركيز بانخفاض الرطوبة نتيجة عملية البخر حتى تترسب أو تتثبت العناصر كالفوسفات والبوتاسيوم بينما تبقى بعض الأملاح بحالة ذائبة على الرغم من انخفاض الرطوبة كما في النترات والكلور، وفي كلتا الحالتين تستطيع النباتات التي تتمتع بمجموع جذري متطور الاستفادة من الشوارد الموجودة في محلول التربة عند زيادة أو انخفاض تركيز العناصر المغذية في المحلول الأرضي.

3-2-2- الحرارة:

تعدّ الحرارة عنصرا مناخيا مؤثرا في النمو وانتظام التطور عند النباتات، فكل صنف من النباتات يحتاج إلى درجة حرارة معينة ليتم دورة نموه ووظائفه كالتركيب الضوئي وتكوين الإزهار ...الخ.

تختلف الاحتياجات الحرارية للنباتات باختلاف النوع وكذلك الصنف وطور النمو للنبات ذاته، ويعتقد أن مجال درجة الحرارة المناسب لنمو النبات يتراوح بين حد أدنى 10 Minimum درجة مئوية وحد أعلى 45 Maximum درجة مئوية. ويلاحظ أن لكل نبات درجة حرارة ملائمة لنموه فإذا انخفضت درجة الحرارة ستؤدي إلى توقف نمو النبات وفي هذه الحالة يتوقف تكون أنسجة جديدة ولن يكون هناك زيادة في وزن النبات أو حجمه أي أن معدل النمو يصبح صفراً وهو ما يطلق عليه صفر النمو. ويبين الجدول (3) درجات صفر النمو بالنسبة لبعض المحاصيل.

الجدول (3) درجات صفر النمو لبعض المحاصيل

المحصول	صفر النمو (مْ)	المحصول	صفر النمو(مْ)
قمح	صفر	الذرة الصفراء	9
ذرة بيضاء	8	بازلاء	صفر
الصويا	10	البطاطا	10
القطن	14		

(في ديب، 1994)

تؤثر حرارة التربة بصورة مباشرة وغير مباشرة في ظاهرة النمو النباتي وذلك من خلال تأثيرها على نشاط الأحياء الدقيقة مما ينعكس على تفكيك المادة العضوية، وكذلك تثبيت الآزوت الجوي سواء كان تكافلياً أو غير تكافلي، فعند كون الحرارة مناسبة مع توافر الرطوبة الملائمة يزداد تفكك المادة العضوية ومعدنتها، كما تقوم الأحياء الدقيقة بتثبيت الآزوت الجوي وتحويله إلى آزوت عضوي يتحول إلى آزوت معدني عند موت هذه الأحياء وتفسخها، ولكن نشاط هذه الأحياء الدقيقة (المثبتة للآزوت الجوي) يتوافق مع نشاط نمو النباتات المضيفة لها، وقد يستمر نمو هذه الأحياء عند درجة تجمد ماء التربة حيث تستمر في تشكيل العقد الجذرية على الرغم من توقف نشاط جذور النباتات المضيفة. وجد أن أفضل درجة حرارة مناسبة

لتفسخ المادة العضوية الطازجة وتحللها هي في حدود 27 درجة مئوية. كما وجد أيضاً أن عملية تكوين الأمونيوم Ammonification أقل تأثراً بدرجات الحرارة من عملية النترجة Nitrification.

تؤثر الحرارة في ذوبان المركبات المعدنية وامتصاص العناصر الذائبة من قبل الجذور وكذلك في إنبات البذور ونمو المجموع الجذري، وبشكل عام يرتفع معدل ذوبان العناصر المغذية بارتفاع درجة حرارة محلول التربة.

أما فيما يتعلق بتأثير الحرارة في امتصاص النباتات للماء، يزداد امتصاص النبات للماء مع ارتفاع درجة الحرارة عن درجة الحرارة الدنيا نظراً لزيادة معدل تنفس الجذور التي توفر مزيداً من الطاقة يستهلك بعضاً منها في امتصاص كميات إضافية من الماء. يترافق ارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة المثلى مع انخفاض في امتصاص النبات للماء موت بعض الشعيرات الجذرية الفاعلة في الامتصاص.

تؤثرالحرارة في العمليات الفسيولوجية للنبات من خلال تأثيرها في كل من عملية التنفس والنتح والاصطناع الضوئي، فزيادة درجة حرارة الجو تعمل على زيادة التنفس لدى النبات الأمر الذي يرافقه، أولاً: زيادة في استهلاك السكريات المصنعة ومن ثم فقدها وثانياً إنتاج كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون، مما يؤدي إلى تجمعه في الأمكنة المغلقة. كما تتأثر عمليات الاصطناع الضوئي بارتفاع درجات الحرارة، حيث تتوقف هذه العمليات عند ارتفاع درجات الحرارة فوق 45 درجة مئوية.

3-2-3 الإضاءة:

تعدّ الإضاءة إحدى العوامل الأساسية في نمو النبات وتطوره، وتعدّ الشمس المصدر الأساس للضوء الذي يتيح للنبات تفكيك غاز ثاني أكسيد الكربون الموجودفي الهواء الجوي وتمثيله لاصطناع المواد الكربوهيدراتية بعملية الاصطناع الضوئيphotosynthesis وفق التفاعل التالي:

$$nCO_2+nH_2O+light \longrightarrow 2(CH_2O)n+nO_2$$

ويتجسد دور الإضاءة من خلال شدة الضوء ونوعيتة والفترة التي يتعرض لها النبات للضوء، فشدة الإضاءة لا تشكل عادة عاملاً محدداً للنمو النباتي، أما نوعية الضوء والتي يقصد بها الطيف المرئي spectrum الذي يمتصه النبات، فمن المؤكد أن الخلايا النباتية تحتوي على نوعين من الكلوروفيل هما كلوروفيل(A)، وكلوروفيل (B) و كلا النوعين يمتصان بقوة اللون

البنفسجي والأزرق وكذلك البرتقالي والأحمر(390- 490 nm) بينما لا يمتصان سوى كميات ضئيلة جداً من اللونين الأخضر والأصفر (500- 600nm)، وعكس النبات لمعظم اللون الأخضر يجعله يبدو أخضر اللون. وحسب فترة الضوء يمكن تقسيم النباتات إلى ثلاث مجموعات: نباتات ذات نهار طويل، ونباتات ذات نهار قصير، وأخرى ذات نهار متوسط.

3-2-4- تركيب الهواء الجوي والأرضي:

يشكل كل من غازي الآزوت والأكسجين 79% و 21 %من الهواء الجوي على الترتيب، بينما يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون 0.03% ، ويحتوي الهواء الجوي أيضاًعلى بخار الماء وبعض الغازات النادرة. يلاحظ أن هناك اختلافاً في محتوى هواء التربة من الغازات مقارنة بالهواء الجوي، ويظهر هذا الاختلاف في المحتوى من غازي ثاني أكسيد الكربون والأكسجين حيث تبلغ نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الطبقة السطحية للتربة (0.2-1%) أي أنه أكبر بـــ 6- 33 مرة تقريباً من نسبته في الهواء الجوي، وهذا ما ينعكس انخفاضاً في نسبة الأكسجين من 21% في الهواء الجوي إلى 20.2% في هواء التربة. ويعزى هذا الاختلاف إلى تنفس جذور النباتات وكذلك الأحياء الدقيقة واستهلاكها للأكسجين من جهة وإطلاقها لـــ CO_2 من جهة أخرى. ومما يفسر تراكم CO_2 في التربة إلى عدم استهلاكه من قبل الجذور ولذلك لعدم قيامها بعملية التركيب الضوئي. وهذا ما يستدعي فلاحة التربة وتحسين تهويتها. يلعب غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء دوراً مهماً في عملية الاصطناع الضوئي حيث يثبت بصورة كيميائية في مركبات عضوية. أما بالنسبة لدور الهواء الأرضي فيتمثل بمحتواه من الأكسجين حيث يؤثر نقص الأكسجين في التربة على استقلاب المواد الكربوهيدراتية في الجذور.كما ينخفض اصطناع بعض الهرمونات كا Giberelins و Cytokinins.

3-2-5- تفاعل التربة pH:

يتحكم pH التربة في جاهزية العناصر المغذية وتثبيتها fixation في التربة، لكل عنصر مغذي رقم pH ملائم suitable يكون عندها العنصر متاحاً available للنبات. وبصورة عامة تتعلق جودة زراعة النباتات بـــpH التربة، فالترب ذات الـــ pH الحامضي (5.5-6.5) تجود فيها البطاطا، بينما في pH متعادل (6.5-7) الذرة والقمح والشعير وفول الصويا والبندورة. أما في ظروف ترب تميل إلى القلوية (pH 7-8) فيناسب الفصة.

أما الترب ذات الـــ pH الحامضي الشديد فتسبب نقصاً في جاهزية الفوسفور والبوتاسيوم والمولبدنم وتسبب أيضاً مرض جرب البطاطا. كما أن الترب ذات الـــ pH القلوي تسبب

نقصاً في جاهزية عنصر الفوسفور نتيجة وجود كميات كبيرة من الكلسيوم والمغنزيوم كما تصاب جذور نبات التبغ بمرض تعفن جذور التبغ الأسود.

إضافة إلى كل ما تقدم فإن تفاعل التربة يؤثر على نشاط الأحياء الدقيقة وتحديد نوعها، فالفطريات تنشط في pH أقل من 6 بينما تنشط البكتريا في الوسط المتعادل والمائل للقلوية.

3-2-6- العناصر المغذية الأساسية:Essential Nutrients

التغذيةNutrition: هي عملية تزويد النبات بالمركبات الكيميائية اللازمة للنمو و الاستقلاب.

المغذيات Nutrients: هي العناصر المغذية التي يحتاجها النبات.

الاستقلاب Metabolisme: هي الآليات التي تتحول من خلالها المغذيات إلى مادة عضوية داخل النبات.

3-2-6-1-مفهوم العنصر المغذي الأساسي Concept of Essential Nutrient

يحتاج النبات إلى العناصر المغذية الأساسية والتي لا يتجاوز عددها 22 عنصراً غذائياً، على الرغم من أن التحليل الكيميائي للنبات أظهر احتوائه على أكثر من 50 عنصراً من البيئة المحيطة. وحتى يعدّ العنصر المغذي ضرورياً وأساسياً ينبغي أن يتمتع بشروط عدة أهمها:

أن يكون له دور مباشر في تغذية النبات وأيضاً في وظائف النبات وتفاعلاته الاستقلابية(Metabolism).

2-إن نقص هذا العنصر في النبات يجعله غير قادر على إكمال دورة حياته الخضرية والثمرية بصورة مثلى، وعندئذ تظهر أعراض نقصه على النبات.

3-إذا أضيف العنصر المغذي الذي يعاني النبات من نقصه عن طريق الجذور أو الأوراق تزول أعراض النقص وينمو النبات بصورة طبيعية.

4- غير قابل للاستبدال أو الاستعاضة عنه بأي عنصر آخر.

إن توفر العناصر المغذية بكميات كافية ومتوازنة وحسب حاجة النبات هي العامل المحدد للحصول على أقصى عائد أو ربح متوقع. وإن أي خلل أو نقص بكمية أحد العناصر المغذية التي يحتاجها النبات تسبب تدهوراً في نموه وإنتاجه. صيغ قانون للتعبير عن ذلك سمي قانون الحد الأدنى للعناصر المغذية Liebig law of minimum نسبة للعالم الكيميائي الألماني ليبيج. ينص هذا القانون على أن نمو النبات وإنتاجه يتحدد بكمية العنصر الموجود بكميات قليلة على الرغم من توفر العناصر المغذية الأخرى بكميات كافية، ويمكن توضيح ذلك من

خلال المثال التالي: يوجد في التربة كمية من الآزوت تكفي لإنتاج طنٍ من القمح(حبوب) ومن الفوسفور لإنتاج 1.5 طناً ومن البوتاسيوم لإنتاج 2 طناً، فإن إنتاج القمح الفعلي من الحبوب سيتحدد بكميات الآزوت الموجودة بكميات أدنى أي أن إنتاج القمح سيكون طناً واحداً فقط. وإذا ما أضيفت كمية زائدة من الآزوت لتكون كافية لإنتاج 2 طناً من حبوب القمح فإن الإنتاج يكون 1.5 طناً فقط لأن العنصر المغذي التالي الموجود بكمية قليلة أصبح الفوسفور وقد حدد الإنتاج بموجب هذا القانون. ولدى مناقشة النمو والإنتاج الأقصى للنبات Maximum possible yield ، ينبغي أن تكون كافة الظروف والعوامل متوفرة بحدودها المناسبة والتي يمكن إيجادها بوساطة المعادلات الرياضية الخصوبية وفق ما اقترحه علماء الخصوبة أمثال متشرلج Mitscherlich و سبيل مان Spill man و ويلكوكسWilcox و براي Bray وغيرهم.

3-2-6-2- تصنيف العناصر المغذية الأساسية لنمو النبات

هناك عديد من الطرائق المتبعة في تصنيف العناصر المغذية استناداً إلى نوعية العنصر المغذي أو حسب طبيعة وجوده (المصدر الذي ينشأ منه)، ولكن التصنيف التالي أكثر تطبيقاً وأكثر شيوعاً: (الجدول 4).

أ- عناصر مغذية أساسية من الهواء:

وتشمل الكربون والهيدروجين والأكسجين، وتشكل هذه العناصر الثلاثة حوالي 97% من وزن النبات الكلي على شكل كربوهيدرات، بروتين، لجنين، دهون، وزيوت وماء وكميات قليلة من الأنزيمات والهرمونات والصبغيات. ويمكن أن يأخذ النبات العناصر الثلاثة آنفة الذكر من التربة بشكل ماء وثاني أكسيد الكربون ومركبات عضوية معقدة.

ب- العناصر المغذية الكبرى: Macronutrients

عبارة عن العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة، ويكون تركيزها في النبات أكبر بمئات المرات من تركيز العناصر الصغرى. وتشمل:الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت والكلسيوم والمغنزيوم. وتعدّ العناصر المغذية الثلاثة الأولى عناصر مغذية رئيسية وأساسية، حيث تشكل حوالي 2% من وزن النبات الكلي.

جـ - العناصر المغذية الصغرى: Micronutrients

هي العناصر التي يحتاجها النبات بتراكيز منخفضة جداً من رتبة بضع مليغرامات أو جزء من الميليغرام في الليتر، أي من بضعة أجزاء بالمليون إلى أقل من جزء بالمليون PPM، وتشمل العناصر التالية: Mo,B,Cu,Zn,Mn,Fe

الجدول (4) العناصر المغذية الأساسية للنبات

العنصر	الرمز	الوزن الذري
الكربون Carbon	C	12
الهيدروجين Hydrogen	H	1
الأكسجين Oxegen	O	16
الآزوت Nitrogen	N	14
الفوسفور Phosphorous	P	31
البوتاسيوم Potassium	K	39
الكبريت Sulphur	S	32
الكلسيوم Calcium	Ca	40
المغنزيوم Magnesium	Mg	24
الحديد Iron	Fe	56
المنغنيز Manganese	Mn	55
الزنك Zinc	Zn	65
النحاس Copper	Cu	64
البورون Boron	B	11
الموليبدنم Molybdenum	Mo	96
الكلور Chlorine	Cl	35.5
الصوديوم Sodium	Na	23
السيليكون Silicon	Si	28
الكوبالت Cobalt	Co	59

الجدول (5) محتوى التربة والنبات من العناصر الكبرى والصغرى

العنصر	الرمز	محتوى التربة		محتوى النبات %
		قابل للإفادة (ppm)	كلي %	
العناصر الكبرى				
الآزوت	N	25-15	0.1	3-1.5
الفوسفور	P	15-10	0.08	0.7
البوتاسيوم	K	400-300	1.3	3
الكبريت	S	10-5	0.085	0.5
الكلسيوم	Ca	2000-1200	1.2	1
المغنزيوم	Mg	180-140	0.6	0.5
العناصر الصغرى (ppm)				
الحديد	Fe	4.5-2.5	28000	200
المنغنيز	Mn	4-2	2500-10	50-10
الزنك	Zn	1-0.5	100-25	40-10
النحاس	Cu	1.5-0.5	60-5	20-7
البورون	B	2-1	55 -1.5	94-1
الموليبدنم	Mo	0.3-0.05	7.5 -0.2	8 - 0.2

(عودة وشمشم،2008)

(Parts Per Million :PPM)

الجدول (6) محتوى المادة النباتية الجافة لبعض الأنواع النباتية من العناصر المغذية

النبات		N	P	S	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
		%						Ppm					
قمح	حبوب	2	0.4	0.02	0.5	0.05	0.15	100	40	30	5	5	0.5
	قش	0.5	0.1	0.07	1	0.3	0.1	50	40	30	5	5	0.2
بطاطا	درنات	1.5	0.2	0.1	2	0.05	0.1	40	10	15	5	7	0.3
شوندر سكري	جذور	0.8	0.2	0.06	1.5	0.2	0.2	25	20	25	7	30	0.6
ذرة صفراء	أوراق	3	0.3	0.3	3	2	1	100	60	50	10	50	1

(في عودة وشمشم، 2008)

3-2-6-3- أشكال العناصر المغذية الممتصة من النبات ودورها

الفيزيولوجي:

يوجد العنصر المغذي في التربة بأشكال مختلفة، منها ما هو ذائب و منها ما هو مدمصّ(متبادلّ) أي قابلاً لإفادة النبات، ومنها ماهو مرتبطٌ ضمن مركبات غير قابلة للإفادة. ويستفيد النبات مباشرة من كلا الشكلين الذائب والممتز، ويقصد بالشكل الذائب الأيونات الموجودة في محلول التربة، ويقصد بالشكل الممتز الأيونات الممتزة على السطوح الداخلية والسطوح الخارجية لغرويات التربة، وفي هذه الحالة تشكل الكاتيونات الجزء الأكبر من الأيونات المدمصة الادمصاص وهنا ما يدعى بالادمصاص الموجب، بينما لا تشكل الأنيونات سوى 5%من عملية التبادل الأيوني في التربة، إلا أن بعض الكاتيونات تلعب جسر ربط بين الأنيونات وسطح التربة، ولكن غالباً ما توجد الأنيونات في محلول التربة. يبين الجدول (7) أشكال االعناصر المغذية الممتصة. يلاحظ من الجدول(7) أن الآزوت يمتص على شكل نترات NO^-_3 وعلى شكل أمونيوم NH_4^+ أما النتريتNO^-_2 فإنها تتحول إلى نترات وإن لم يتم تحولها بسرعة أو بقي تراكيز بسيطة منها فإنها تؤدي إلى ضرر النبات وسميته، وتشير بعض الأبحاث إلى أن النبات يمكن أن يمتص النتريت دون ضرر إذا كانت هي المصدر الوحيد لعنصر الآزوت بشرط ألّا يزيد تركيزها على ppm25. أما بالنسبة للفوسفور، يلعب pH التربة دوراً مهماً في تحديد نوع شاردة الفوسفات، حيث تكون ثنائية HPO_4^{--} عندما يكون الـــ pH قلوياً، وأحادية وثنائية $H_2PO_4^-$ و HPO_4^{--} عندما تميل التربة إلى الحامضية،

بينما تسود الشاردة الأحادية $H_2PO_4^-$ عندما يكون الـ pH حامضياً. أما الشكل العضوي من الفوسفور ينبغي تحوله إلى معدني حتى يستطيع النبات امتصاصه، إلا أن بعض الدراسات أشارت إلى قدرة النبات على امتصاص الفايتين phytin والأحماض النووية مباشرة.

الجدول (7)- أشكال العناصر الممتصة ودورها الفيزيولوجي

العنصر	الشكل الممتص	الدور الفيزيولوجي الرئيس
C	CO_2 غازي و HCO_3	بناء هيكل النبات
H	H من الماء	
O	O2 غازي ومن الماء	
N	NO_3^- و NH_4^+ و حمض أميني	تركيب البروتينات واليخضور
P	HPO_4^{--} و $H_2PO_4^-$ و فايتين فوسفوليبدات	تركيب الفايتين والأحماض النووية ومركبات الطاقة واستقلاب السكريات وتشكل الثمار
K	K^+	انتقال الكربوهيدرات وتخزينها في الثمار والجذور
S	SO_4^{--}	تركيب بعض الأحماض الأمينية، والفيتامينات، وبناء اليخضور.
Ca	Ca^{++}	تركيب الجدر الخلوية
Mg	Mg^{++}	تركيب اليخضور
Fe	Fe^{3+} و Fe^{2+} و على شكل معقدات عضوية	تركيب اليخضور،وأنزيمات الأكسدة والإرجاع وكذلك بعض أنزيمات التنفس
Mn	Mn^{2+} و على شكل معقدات عضوية	تركيب اليخضور،وأنزيمات الأكسدة والإرجاع وكذلك بعض أنزيمات التنفس
Zn	Zn^{2+} و على شكل معقدات عضوية	يساهم في تكوين هرمونات نمو الخلايا
Cu	Cu^{2+} و على شكل معقدات عضوية	تركيب الكثير من الأنزيمات وخاصة التنفس
B	وسط حامضي H_3BO_3 وفي الوسط القلوي $[B(OH)_4]^-$	تأثير مهم في الإزهار والثمار وانتقال السكريات
Mo	MoO_4^{2-}، $HMoO_4^-$،	تشكل العقد الجذرية

3-2-6-4-العلاقة بين تركيز العنصر في النبات ومستوى الأداء الوظيفي له:

يمكن أن توجد العناصر المغذية في النبات بالتراكيز التالية:

أ- تراكيز غير كافية: Low Insufficient Concentrations

يمكن أن نميز نوعين من النقص: 1- نقص ظاهر للعين تظهر فيه علامات النقص على النبات، 2- نقص مستتر يكون نقص في تركيز العنصر ولكن لا تظهر علامات النقص على النبات.

ب- تراكيز مثالية: Optimal Concentration

في هذه الحالة، يكون الإنتاج أفضل ما يمكن، ويطلق عليه المحصول الأمثل.

جـ- تراكيز سامة: Toxic Concentrations

يمكن أن نميز نوعين من السمية، 1- سمية خفية أو مستترة، ناتجة عن زيادة تركيز العنصر في النبات، ولكن لا تظهر علامات الزيادة عليه. 2- سمية شديدة أو ظاهرة، حيث تظهر علامات زيادة العنصر على النبات. ويبين الشكل (1) العلاقة بين تركيز العنصر في النبات ومستوى الأداء الوظيفي له.