

**مقدمة :**

لقد اجريت بعض الدراسات المتعلقة بتغذية النبات في القرن 16 و 17 من قبل العلماء البارزين Van Helmont وغيره وكانت خلاصة دراساتهم تشير الى اهمية الماء والمعادن لنمو النبات وفي القرن 19 صنعت الاسمدة في المصانع ثم اجري بعض الباحثين دراسات حول تاثير الاسمدة على نمو النباتات ثم تلتها دراسات متعلقة بالمحاليل الغذائية

اما علم تغذية النبات Plant Nutrition فيختص بدراسة جميع العمليات التي لها علاقة بكيفية حصول النبات على ما يحتاج اليه من العناصر المعدنية المختلفة وطريقة امتصاصها وتتبع دخولها من اوساط نمو النبات حتى تصل الساييتوبلازم والفجوة العصارية . وتعتبر المعادن والصخور والمحيطات والبحار والهواء الجوي هي المصادر الاولية للعناصر المعدنية على الارض وقد قسمت الكائنات الحية بالنسبة الى نوع غذائها الى قسمين :

1-غير ذاتية التغذية Heterotrophic : وهي الكائنات التي تحتاج للمواد العضوية مثل الكربوهيدرات او البروتينات والدهون وكذلك تحتاج العناصر المعدنية وهذه الكائنات لاتستطيع ان تعتمد على نفسها في بناء غذائها العضوي مثال ذلك بعض النباتات عديمة الكلوروفيل وبعض الفطريات والبكتريا

2-ذاتية التغذية Autotrophic : هي الكائنات التي تستطيع تكوين غذائها العضوي بنفسها بعد حصولها على الغذاء المعدني وقد تستخدم الطاقة الضوئية لاجل اختزال ثنائي اوكسيد الكربون الى مركبات عضوية كما في النباتات الخضراء او الطاقة الناتجة من اكسدة المواد المعدنية لغرض بناء المواد العضوية . ان تغذية النباتات الخضراء هي غير عضوية (معدنية) وتسمى العناصر التي تحصل عليها النباتات باستثناء -الكربون-الهيدروجين-الاوكسجين بالعناصر الغذائية المعدنية ويحصل النبات على هذه العناصر من الاملاح الذائبة في التربة

**تعريف وتقسيم العناصر المعدنية**

يقال للعنصر المعدني بانه ضروري اذا ماتوفرت فيه الشروط الاتية :

- 1-يجب ان يكون العنصر اساسيا للنمو الطبيعي والتكاثري للنباتات وان اي من الظاهرتين لايمكن ان تحدث عند غياب العنصر
- 2-ان حاجة النبات الى ذلك تكون نوعية ولايمكن تعويضه بعنصر اخر
- 3-يعتبر العنصر ضروريا اذا ظهر بانه احد مكونات الجزيئات الداخلة في العمليات الفسيولوجية المهمة في النبات

ويمكن تقسيم العناصر الغذائية الضرورية حسب الكميات التي يحتاجها النبات للنمو الى

## اولا: العناصر الغذائية الكبرى Macronutrients

وهي العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكمية كبيرة نسبيا بكمية اكثر من 10 جزء بالمليون لغرض حدوث النمو الطبيعي وتشمل :

الكاربون-الهيدروجين-الاوكسجين-النتروجين-الفسفور-البوتاسيوم-الكبريت-الكالسيوم-المغنيسيوم

## ثانيا:العناصر الغذائية الصغرى Micronutrients

وهي العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات قليلة نسبيا (اقل من 10 جزء بالمليون)وتشمل الحديد – المنغنيز-الكور-البورون-الزنك-النحاس -الكوبلت ويجب ان يلاحظ ان تقسيم العناصر الغذائية الى عناصر غذائية كبرى وصغرى ليس مبينا على اهميتها للنبات ولكن فقط حسب الكمية التي تحتاج اليها في هذه العناصر فجميع العناصر الغذائية سواء كانت عناصر كبرى او صغرى تتساوى من حيث الاهمية بالنسبة للنبات ومما تجدر الاشارة اليه تعبير العناصر النادرة او الاثرية والذي يطلقه البعض على العناصر الغذائية الصغرى ليس صائبا فالعناصر النادرة تشمل عددا كبيرا من العناصر التي يقع من ضمنها مجموعة العناصر الغذائية الصغرى والتي سبق وان اشرنا اليها مثل عناصر اليود – الفلور – الرصاص –الباريوم وغيرها هي عناصر نادرة ولكنها ليست عناصر غذائية صغرى بل على العكس فهي عناصر سامة وضارة جدا للنباتات حتر في التراكيز المنخفضة

ومن الجدير بالذكر ان هناك عناصر اخرى تسمى العناصر النافعة او المفيدة Beneficial elements

وهي العناصر التي تكون مفيدة لنبات معين ولايكون لها اي تاثير نافع او مفيد لنبات اخر فعلى سبيل المثال

فان عنصر الكوبلت مفيد للنباتات البقولية حيث انه ضروري لتكوين فيتامين(B12) والضروري لهذه

النباتات لدخوله مباشرة في تكوين العقد الجذرية على جذور النباتات البقولية في حين لا يوجد لعنصر الكوبلت اي تاثير نافع او مفيد بالنسبة للنباتات الاخرى كالنجليات مثل الحنطة والشعير .

## مكونات النباتات غير العضوية Organic components of plant

يدخل الماء بنسبة 80-90% من وزن النبات Fresf weigh في حين تكون المادة الجافة Dry weight

10-20% من وزن النبات الطري .

وجد ان مركبات الكاربون والاوكسجين تكون 80-90% من المادة الجافة , وعند حرق المواد النباتية الجافة في فرن بدرجة 600-700م بعد ان توضع في جفنة مخصصة لذلك فان المواد الجافة تتأكسد

وتحترق بصورة كاملة المواد العضوية ويتخلف عن ذلك الرماد النباتي (plant ash) الحاوي على المعادن والتي يمكن التعرف عليها من تحليلها بطرق كيميائية وفيزيائية وغيرها اما المواد العضوية فتنتقل على شكل غازات  $CO_2$ - $SO_2$  - الماء - الكبريت .... ويمكن القول بان الرماد يتكون بصفة اساسية من الكلوريدات

والكبريتات والكاربونات حيث تحدث لهذه المركبات تغيرات كيميائية اثناء الحرق ولذلك تختلف الصور التي توجد عليها الرماد عن الصور التي كانت عليها اصلا في النبات الحي وبالرغم من ان تحليل الرماد يعتبر الوسيلة لتقدير كميات العناصر في النبات الا انه يمكن ملاحظة حصول فقدان بعض العناصر اثناء الحرق وكذلك لايمكن الحصول على المعادن بصورة نقية كما ان العديد من المكونات لا توجد في الرماد النباتي لذلك توجد طريقة اخرى غير الحرق تحت 600م وهي ما يطلق عليها بطريقة الحرق الرطب

Wet ashing والتي تشمل هضم المادة الجافة بواسطة حامض البركلوريك والهيدكلوريك وتحت درجة محددة وذلك لتجنب فقدان بعض العناصر على شكل غازات ويمكن القول ان المواد المعدنية التي تظهر عند الحرق بشكل رماد فتكون 5-15% المادة الجافة وتختلف النباتات بعضها عن البعض (وكذلك الانسجة المختلفة لنبات الواحد) في كمية الرماد الناتجة عند حرق المادة الجافة

1-نسبة الرماد في الانسجة المرستيمية الفعالة والاوراق تكون عالية وتصل 15% من الوزن الجاف

2-جذور وسوق النباتات النجيلية فيصل فيها الرماد 4-5% من الوزن الجاف

3-تحتوي البذور على رماد نسبته 3%

4-تحتوي الانسجة الخشبية على رماد نسبته 1% من الوزن الجاف

ويمكن تقسيم العناصر الغذائية طبقا لوظائفها الفسلجية والحيوية الى المجاميع الاتية :

**المجموعة الاولى:** وتشمل عناصر الكربون-الهيدروجين-الاكسجين-النتروجين-الكبريت حيث تدخل هذه العناصر في تركيب مادة النبات العضوي كما وتقوم بتنشيط الانزيمات

**المجموعة الثانية:** وتشمل عناصر الفسفور-البورون-السليكون-وتشارك هذه العناصر في انتقال الطاقة وتكون مجاميع الاسترات

**المجموعة الثالثة:** وتشمل عناصر البوتاسيوم-الصوديوم-المغنيسيوم-الكالسيوم-والنغنيز-الكلور حيث تلعب هذه العناصر دورا مهما في تنظيم الجهد الازموزي للنبات كما تساهم في عملية تكوين البروتينات والانزيمات

**المجموعة الرابعة:** وتشمل عناصر الحديد-النحاس-الزنك-المولبدنم حيث تعمل هذه العناصر على انتقال الالكترونات اي انها تتدخل في عمليات الاكسدة والاختزال التي تحدث بداخل النبات

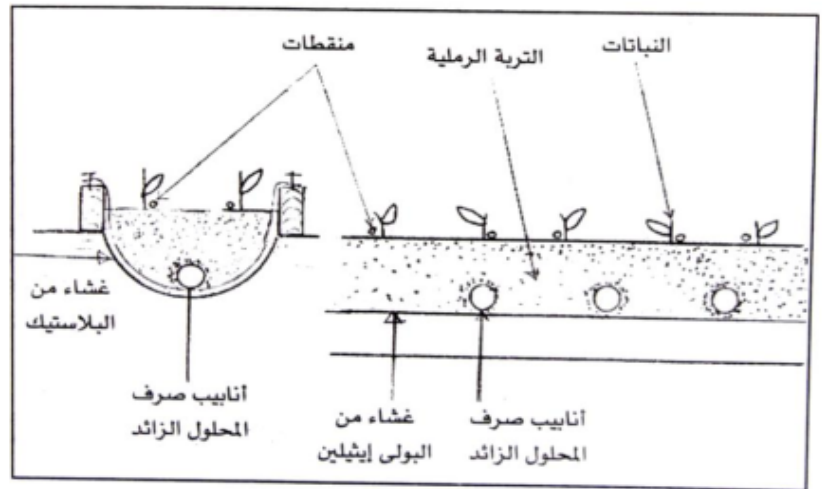
## طرق دراسة تغذية النبات Methods of studing plant nutritin

لقد ادرك الباحثون في تغذية النبات بان التربة هي وسط معقد وغير متجانس ولا يصلح لاجراء تجارب دقيقة بشأن تعيين العناصر الضرورية الداخلة في تغذية النبات ولهذا فقد ابتكروا طريقة خاصة لزراعة نباتاتهم في اوساط غذائية غير التربة كالمحلول المغذي الذي يمكن السيطرة على كمية ونوعية العناصر الداخلة في تركيبه واهم الطرق المستخدمة لدراسة تغذية النبات هي :

**اولا تحليل الرماد:** هي طريقة لمعرفة نوعية وكمية العناصر الغذائية في انسجة النبات وذلك بتعريض المادة الجافة للنبات الى درجة الحرارة العالية (600)م لمدة من الزمن لتحويلها الى رماد ثم تحليل الرماد كيميائيا لمعرفة نوعية العناصر الغذائية والكشف عنها

### ثانية المزرعة الرملية Sand culture :

وفيها يزرع النبات في الرمل النظيف (الكوارتز)المغسول عدة مرات بحامض الهيدكلوريك المخفف ثم بالماء المقطر حتى يزول كل الحامض (خلو الرمل من الحامض) ويجب ان يكون الرمل ذو درجة معينة من النعومة للمحافظة على الماء كما في الشكل(1) ادناه وتزود المزرعة الرملية بالمحلول المغذي المناسب من وقت لآخر ويمكن اضافة المحلول المغذي اما بصبه على الرمل مباشرة ثم السماح له بالترشيح من ثقب جانبية في اسفل الوعاء المستعمل او تنقيته قطرة قطرة وهذا وتستعمل سنادين خاصة لهذا الغرض اما مصنوعة من البولي ايثيلين الخالية تماما من اية عناصر غذائية او الفخار المطلي ذات فتحات جانبية يركب عليها انبوية زجاجية لصريف المحلول المغذي الزائد واعادته الى السنادين حتى لا يفقد اي شي من العناصر المضافة



شكل(1) رسم تخطيطي لمزرعة رملية

## ومن محاسن المزرعة الرملية

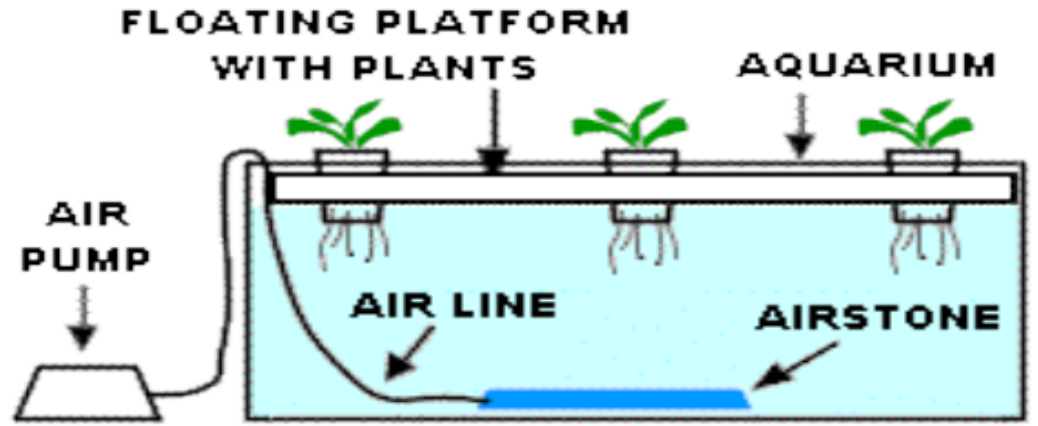
- 1-سهولة الزراعة وعدم الحاجة الى سنادين مضلمة لمساعدة النباتات على الوقوف
- 2-النباتات غير معرضة للتكسير حيث ان جذورها مثبتة بطريقة تشبه الزراعة في التربة
- 3-تهئ المزرعة الرملية الظلام الكافي للجذر
- 4-اقل كلفة حتى لانحتاج الى ضخ هواء او تبديل المحلول المغذي

## اما عيوب المزرعة الرملية

- 1-صعوبة الحصول على رمل نقي وخالي من بعض العناصر المغذية
- 2-لايمكن مراقبة نمو الجذور والحصول عليها كاملة حيث تكون عرضة للتقطيع
- 3-عدم امكانية الحصول على المجموعة الجذرية بصورة كاملة لغرض دراستها حيث تكون الجذور متشابكة

## ثالثا : المزرعة المائية Water culture or solution culture

- يزرع النبات في محلول مغذي يحتوي على المغذيات الكبرى والصغرى يسمى المحلول المغذي Nutrient solution اما العنصر المراد دراسته فيحدث من المحلول المغذي اما التراكيب الكيماوي للمحلول المغذي فيجب ان يحتوي :
- أ-ثلاثة عناصر غذائية كبرى بصورة ايونات موجبة -بوتاسيوم-كالسيوم-مغنيسيوم
  - ب-ثلاثة مغذيات كبرى بشكل ايونات سالبة كالنترات-فوسفات-الكبريتات
  - ج-يجب ان تضاف المغذيات الصغرى بتراكيز واطئة
- تذاب الاملاح عادة في الماء المقطر وتوضع المحاليل في اواني من زجاج البايركس كما تضاف بعض مبيدات الاعشاب والمضادات الحيوية Antibiotics لمنع نمو الاحياء المجهرية الضارة والاعشاب ويجب ان تحاط الاوعية بمواد مانعة لاختزان الضوء والذي يشجع نمو الطحالب كما يجب تهوية المحلول المغذي لتنفس الجذور وان يغير المحلول المغذي من وقت لآخر لمنع حدوث تغيرات كيماوية ويجب المحافظة على رقم الPH في المحلول (شكل رقم 2)



شكل (2) رسم تخطيطي للمزرعة المائية

## محاسن المزرعة المائية

- 1-التحكم في كمية العناصر الغذائية المراد اجراء البحوث عليها
- 2-يمكن الحصول على المجموعة اجذرية بصورة كاملة دون تعرضها للقطع
- 3-يمكن تتبع نمو الجذور في اي وقت نشاء من مراحل النمو المختلفة

## مساوئ المزرعة المائية

- 1-مكلفة من الناحية الاقتصادية
- 2-تتعرض النباتات النامية للكسر والاضطجاع لعدم ثبات جذرها
- 3-يجب تهنية الظلام الكافي للمحلول المغذي

## الوظائف الفسلجية للعناصر المعدنية

### 1-وظائف النتروجين (N)

- أ-يشكل النتروجين الجزء المهم في تركيب الاحماض الامينية وبالتالي البروتينات
- ب-يوجد في تركيب مركبات مهمة مثل الاحماض النووية RNA, DNA
- ج-يدخل في تركيب جزئيات الكلوروفيل والساييتوكرومات

- د-يدخل في تركيب الهرمونات النباتية مثل IAA والسايبتوكينييات
- ه-تحتوي الفيتامينات على النتروجين

### 2-الفسفور (P) Phosphorus

- أ-تحليل الكربوهيدرات والمواد الاخرى الناتجة من عملية البناء الضوئي وتزويد الطاقة للعمليات الحيوية
- ب-يدخل في تركيب الاحماض النووية RNA,DNA
- ج-له اهمية كبيرة في عملية التكوين وانقسام الخلايا
- د-يشترك في تركيب المرافقات الانزيمية مثل NAD,NADP
- ه-مركبات الفوسفات العضوية مثل ATP,ADP تلعب دورا اساسيا في العديد من العمليات الايضية

### 3-الكالسيوم (Ca) Calcium

- أ-احد المكونات الاساسية في تركيب جدار الخلية حيث يدخل في تركيب الصحيفة الوسطى بشكل بكتات الكالسيوم
- ب-يساعد الكالسيوم في تكوين مادة الكروماتين حيث يؤثر على تركيب الكروموسومات وخيوط المغزل
- ج-يقوم الكالسيوم بتنشيط انزيم الاميليز وعدد من الانزيمات الاخرى
- د-يدخل في تركيب الاغشية الخلوية
- ه-عنصر ضروري لعمليتي الانقسام الخلوي والانتساع الخلوي

### 4-المغنيسيوم (Mg) Magnesium

- أ-يعتبر من العناصر الكبرى الضرورية لبناء الكلوروفيل وبروتين النبات
- ب-يلعب دورا اساسيا في عمليتي البناء الضوئي وايض الكربوهيدرات
- ج-له دور في التفاعلات الخاصة ببناء الاحماض النووية
- د-يساعد في نقل حامض الفوسفوريك وتراكم الفوسفات في البذور واجزاء نباتية اخرى

### 5-البوتاسيوم (K) Potassium

- أ-يلعب دورا اساسيا في التنظيم الازموزي ولايمكن الاستعاضة عنه باي عنصر اخر
- ب-منشط لعديد من العمليات الحيوية مثل التنفس والبناء الضوئي وتكوين الكلوروفيك

ج-حفظ التوازن المائيحيث له دور مهم في عملية فتح و غلق الثغور

د-ينشط البوتاسيوم عدد كبير من الانزيمات

ه-يساعد البوتاسيوم في بناء اللبيدات Lipids

### 6-الكبريت (Sulfar(S)

أ-يوجد في مرافقات انزيمية مثل البيورين Purine والمرافق الانزيمي Coenzyme A

ب-يوجد احد المكونات في تركيب الاحماض الامينية كالسستين والميثيونين التي توجد في البروتينات

ج-الجسور الكبريتية (S-S) لها دور في تعيين تركيب البروتين

د-يساهم في الانشطة الايضية للفيتامينات

### 7-الحديد (Iron (Fe)

أ-الفيروكسين بروتين يحتوي على الحديد ويعمل كحامل للالكترونات في الفسفرة الضوئية

ب-يدخل في تركيب وبناء البلاستيدات الخضراء وله دور في بناء الكلوروفيل

ج-له دور في تنشيط بعض الانزيمات

### 8-المنغنيز (Mn) Manganes

أ-ينشط عدد من الانزيمات الناقلة للفوسفات

ب-يوجد بكميات كبيرة في الاجزاء النشطة من النبات وخاصة الاوراق

ج-يعتبر ضروري للتنفس والتحول الغذائي في النبات

د-له دور في عملية الاكسدة والاختزال

ه-يلعب دور في عملية البناء الضوئي

### 9-النحاس (Copper(Ca)

أ-النحاس له دور في عملية البناء الضوئي حيث يعمل بطريقة ما في بناء الكلوروفيل

ب-يعتبر احد مكونات عديد من الانزيمات



**10-الزنك (Zn)**

أ-للزنك علاقة في تخفيف الهرمون IAA وذلك من خلال دوره في بناء التربتوفان

ب-يحضر عدد من الانزيمات نقل الفوسفات

د-يؤدي دور في عملية البناء البروتينات وتكوين النشا

**11-البورون (B)**

أ-يعتقد ان له دور في عملية نقل الكربوهيدرات داخل النبات

ب-له دور في تكوين الاحماض النووية ونشاط الهرمونات النباتية

ج-له دور في عملية الاخصاب حيث انه ضروري لانبات ونمو حبوب اللقاح

**12-المولبدينوم (Mo)**

أ-يعد جزء مهما في تركيب انزيم Nitrogenase الذي ضروري لتثبيت النتروجين

ب-يؤثر في مستوى حامض الاسكوريك فيتامين(C) وبالتالي البلاستيدات الخضراء

ج-يلعب دورا في تفاعلات الفسفرة

**13-الصوديوم Na**

أ-منشط لانزيمات ATP

ب-يستعاض جزئيا عن الصوديوم بالبوتاسيوم في بعض العمليات الفسلجية

**العوامل الاساسية التي تؤثر على النباتات من العناصر المعدنية**

1-عوامل البيئة حيث اثبتت العديد من الدراسات على انها تتحكم الى حد معين في المحتوى المعدني للنبات

2-للوراثة اثر كبير في تكيف النباتات مع البيئة والذي يؤثر على كمية ونوع العناصر المعدنية في النباتات

3-لتركيب التربة وغيرها من العوامل البيئية تأثيرا على نسب العناصر المختلفة التي يمتصها النبات