جامعة قاصدي مرباح -ورقلة-
كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الكيمياء

مذكرة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

تخصص: كيمياء تحليلية

من إعداد الطلبة: شاشة راضية – بوعزيز نجلاء

بعنوان

التحسينات الكيميائية المرتبطة بالمتطلبات الاساسية للتربة الزراعية

نوقشت يوم 2022/06/07

لجنة المناقشة:

دقموش مسعودة	استاذ تعليم عال	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	رئيس اللجنة
بالفار محمد الاخضر	استاذ محاضر–أ–	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مناقش
سماره ونيسة	استاذ تعليم عال	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مشرف و مقرر
ميلودي محمد	طالب دكتوراه	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مدعو

السنة الجامعية: 2021 / 2022

الملخص :

تهدف هذه الدراسة النظرية الى معرفة التحسينات الزراعية التي تساعد النباتات على النمو الجيد، حيث اوضحت العديد من الدراسات السابقة ان انواع التحسينات الزراعية لها القدرة على تحسين جودة المحاصيل. في الآونة الاخيرة ظهرت التحسينات الزراعية الصناعية (كالأسمدة الكيميائية) كسمة بارزة من سمات الزراعة الحديثة لزيادة الإنتاج الزراعي و نوعيته وكذلك تعويض نقص العناصر المغذية في التربة التي تخضع لزراعات مكثفة على مدار العام أو في أعوام متتالية. ولتحقيق الفائدة المرجوة من هذه الأسمدة، يتم إضافتها وفقاً لبرامج مدروسة من حيث الكمية و النوعية و توقيت إضافة هذه الأسمدة بما يتناسب مع طور نمو النبات و كذلك حاجته. ولكن الإسراف والاستخدام العشوائي لهذه الأسمدة الكيميائية يسبب أضراراً ونتائج كارثية أحياناً على التربة نفسها وعلى المحيط الحيوي والبيئي والتي تؤكد على ضرورة الاستخدام العقلاني والمتوازن لهذه الأسمدة لتجنب كل الأضرار. لذلك تركزت دراستنا على أنواع معينة من الأسمدة المستخدمة لتلافي نقص بعض العناصر في التربة ولزيادة الإنتاج. لقد تناولنا أيضًا في هذه الدراسة تكوين التربة والعناصر الموجودة هناك وكذلك أهمية هذه العناصر للنباتات.

الكلمات المفتاحية : التحسينات الزراعية ، الاسمدة الكميائية، الاسمد العضوية، النباتات، التربة،العناصر الغذائية.

Résumé:

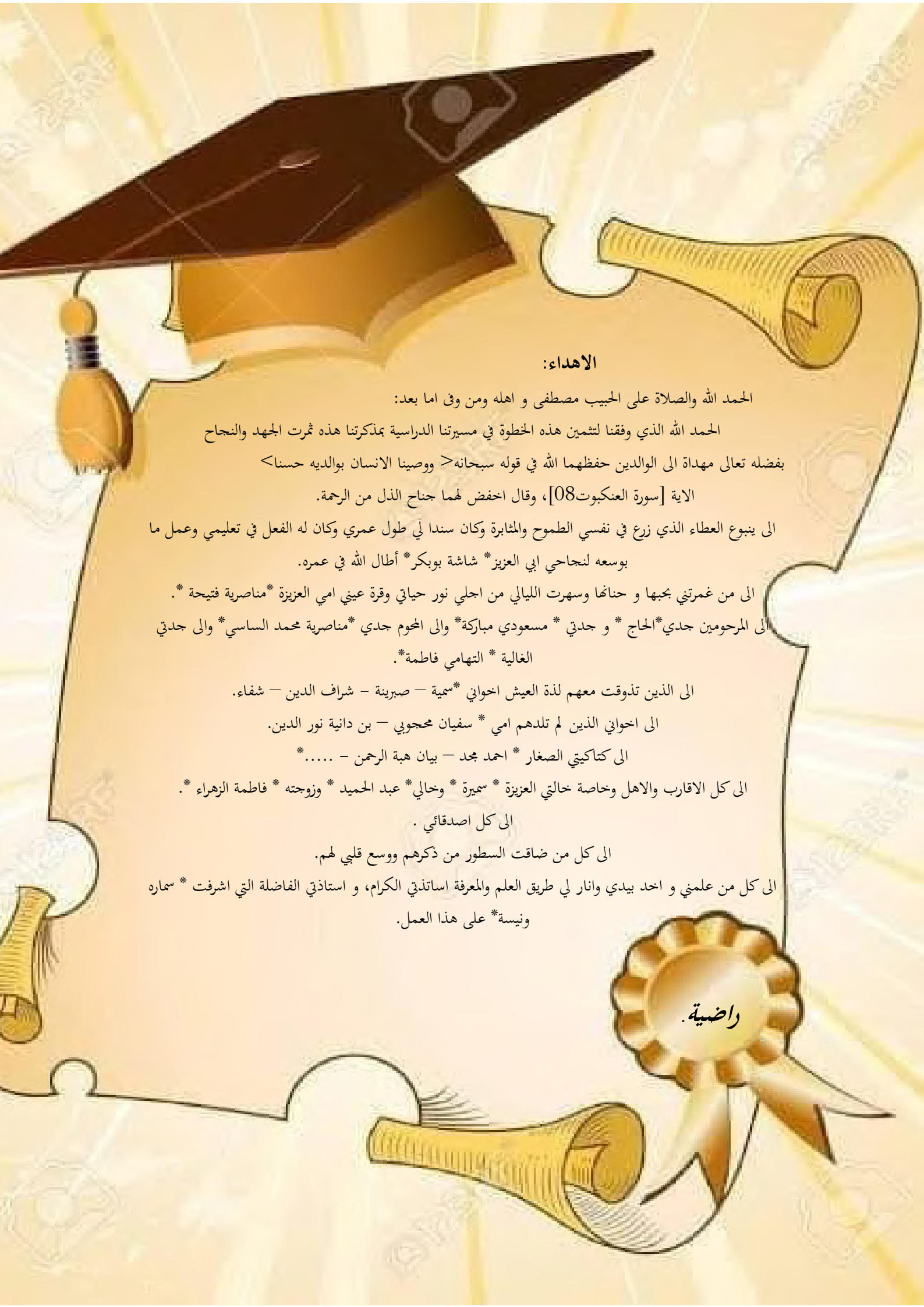
Cette étude théorique vise la connaissance des améliorations agricoles qui aident les plantes à bien pousser, car nombreuse études antérieures ont montré que les types d'améliorations agricoles ont la capacité d'améliorer la qualité de la récolte. Récemmen, les améliorations agicoles industrielles (comme les engrais chimiques) sont apparus en tant que caractéristique importante de l'agicultue moderne, pour augmenter la production et la qualité agricole et aussi pour compenser le manque d'éléments nutritifs dans le sol qui est soumis à une culture intensive tout au long de l'année ou au cours des années successives. Pour obtenir le bénéfice souhaité de ces engais, ils sont ajoutés selon des progammes étudiés en termes de quantité, de qualité et le moment d'ajout de ces engrais en proportion de la phase de croissance de la plante et aussi de ses besoins. Mais le gaspillage et l'utilisation indiscriminée de ces engrais chimiues causent des dommages et parfois des résultats catastrophiques du sol lui-méme ainsi qu'à la biosphére et à l'environnement, ce qui souligne la nécessité d'une utiliation ratinnelle et équilibrée de ces engrais pour éviter les dommages. Par conséquent, notre étude est concentrée sur certains types d'engrais utilisés pour éviter le monque de certains éléments dans le sol et pour augmenter la production. Nous avons également abordé ans cette étude la comopsition du sol et les éléments qui y sont présents et aussi l'importance de ces éléments pour les plantes.

Les mots clés: les améliorations agricoles, engrais chimiques, engrais organique, les plantes, le sol, nutriments.

Summary:

This theoretical study aims to know agricultural improvements that help plants grow well, as many previous studies have shown that types of agricultural improvements have the ability to improve the quality of the harvest. Recently, industrial agricultural improvements (such as chemical fertilizers) have emerged as an important feature of modern agriculture, to increase production and agricultural quality and also to compensate for the lack of nutrients in the soil which is subjected to intensive cultivation throughout the year or in successive years. To obtain the desired benefit from these fertilizers, they are added according to programs studied in terms of quantity, quality and the moment of addition of these fertilizers in proportion to the growth phase of the plant and also to its needs. But the waste and indiscriminate use of these chemical fertilizers cause damage and sometimes catastrophic results to the soil itself as well as to the biosphere and the environment, which underlines the need for a rational and balanced use of these fertilizers to avoid damage. Therefore, our study is focused on certain types of fertilizers used to avoid the lack of certain elements in the soil and to increase production. We also approached in this study the comopsition of the soil and the elements which are present there and also the importance of these elements for the plants.

key words: agricultural improvements , chemical fertilizers, organic fertilizers, plants, te soil, nutrients.



الاهداء:

الحمد الله والصلاة على الحبيب مصطفى و اهله ومن وفى اما بعد:

الحمد الله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرت الجهد والنجاح بفضله تعالى مهداة الى الوالدين حفظهما الله في قوله سبحانه< ووصينا الانسان بوالديه حسنا> الاية [سورة العنكبوت08]، وقال اخفض لهما جناح الذل من الرحمة.

الى ينبوع العطاء الذي زرع في نفسي الطموح والمثابرة وكان سندا لي طول عمري وكان له الفعل في تعليمي وعمل ما بوسعه لنجاحي ابي العزيز* شاشة بوبكر* أطال الله في عمره.

الى من غمرتني بحبها و حنانها وسهرت الليالي من اجلي نور حياتي وقرة عيني امي العزيزة *مناصرية فتيحة *.

الى المرحومين جدي*الحاج * و جدتي * مسعودي مباركة* والى المحوم جدي *مناصرية محمد الساسي* والى جدتي الغالية * التهامي فاطمة*.

الى الذين تذوقت معهم لذة العيش اخواني *سمية – صبرينة - شراف الدين – شفاء.

الى اخواني الذين لم تلدهم امي * سفيان محجوبي – بن دانية نور الدين.

الى كتاكيتي الصغار * احمد مجد – بيان هبة الرحمن - .....*

الى كل الاقارب والاهل وخاصة خالتي العزيزة * سميرة * وخالي* عبد الحميد * وزوجته * فاطمة الزهراء *.

الى كل اصدقائي .

الى كل من ضاقت السطور من ذكرهم ووسع قلبي لهم.

الى كل من علمني و اخد بيدي وانار لي طريق العلم والمعرفة اساتذتي الكرام، و استاذتي الفاضلة التي اشرفت * سماره ونيسة* على هذا العمل.

راضية.

الاهداء :

اولا لك الحمد ربي على كثير فضلك وجميل عطائك وجودك ،الحمد لله ربي ومهما حمدنا فلن نستوفي حمدك والصلاة والسلام على من لا نبي بعده ،الى ذلك الحرف اللامتناهي من الحب والرقة والحنان ،الى التي بحنانها ارتويت وبدفئها احتميت وبنورها اهتديت وببصرها اقتديت ولحقها ما وفيت الى من يشتهي اللسان نطقها ،وترفرفت العين من وحشتها ،والتي كانت تتمنى رؤيتي وانا احقق هدا النجاح ،وشاء الله ا نياتي هدا اليوم ،اهدي هدا العمل الى امي

الى درعي الذي به احتميت وفي الحياة به اقتديت والذي شق لي بحر العلم والتعلم ،الى من احترقت شموعه ليضى لنا درب النجاح ،ابي اطال الله في عمره

الى ركيزة عمري ،وصدر اماني وكبريائي وكرامتي زوجي الغالي بارك الله لي فيه

الى من قاسوفي حلو الحياة ومرها ،تحت السقف الواحد ...اخواتي واخواني ..الى من تحييني بسمتها وتميتني دمعتها الى مسك البيت جدتي اطال الله عمرها

واخيرا اهدي هدا العمل المتواضع الى احسن من عرفني بهم القدر ،اصدقاء الدراسة واساتدتي واهل الفضل على الذين غمرونا بالحب والتقدير والنصيحة والتوجيه الى كل من لم يدركهم قلمي ،سائلا الله العلي القدير ان ينفعنا به ويمدنا بتوفيقه .

*نجلاء *

شكر و عرفان

قال الله تعالى :"ولئن شكرتم لازيدنكم "صدق الله العظيم

الحمد لله الذي وهبنا التوفيق و السداد و منحنا الثبات و اعاننا على اتمام

هذا العمل بعد ان سافرنا لنضع النقاط على الحروف ونكتشف ما وراء ستار العلم

و المعرفة فها هي ثمار علمنا قد اينعت وحان قطافها.

هذه الكلمات المبعثرة نهمس بها في اذن كل من سيفتح هذه المذكرة لينهل معها

ما يشاء ويشتهي وينقد ما يرفض ويبتغي.

هي ايضا كلمات شكر و عرفان الى كل من حثنا وغرس فينا الامل و الارادة

نتقدم باشكر الجزيل الى كل من انهلنا علما ومعرفة الى الاستاذة المشرفة * سماره ونيسة *

كما اشكر جزيل الشكر رئيسة اللجنة الاستاذة * دقموش مسعودة *على ترأسها اللجنة.

كل الشكر الى أعضاء اللجنة الاستاذ *بالفار محمد* و الاستاذ * ميلودي محمد * على

اسهامهم في هذا العمل

كما لا ننسى كل من ساهم و ساعدنا في هذا العمل من قريب او بعيد لكم منا كل الشكر التقدير

شاشة راضية.

و

بوعزيز نجلاء.

الفـــــــــــهرس:

العنوان.....الصفحة

i..... الاهداء

iii..... شكر و عرفان

iv..... الفـــــــهرس

vii..... قائمة الاشكال

vii..... قائمة الجداول

ix..... قائمة المختصرات

2..... المقدمـــة العـــامـــة

الفصـــل الأول: دراسة عامة حول التحسينات الزراعية و أنـــواعها.

2..... 1.I. تعريف الزراعة

2..... 2.I. تعريف التحسينات

2..... 3.I. تعريف التحسينات الزراعية

2..... 1.3.I. أنواع التحسينات الزراعية

3..... 1.1.3.I.محسنات التربة الزراعية

10..... 2.1.3.I. الأسمدة

26..... 4.I. تصنيف التحسينات الزراعية

27..... 5.I.اهم العوامل المؤثرة على الانتاج الزراعي

27..... 6.I. طرق التحسينات الزراعية

الفصـــل الثـــاني: التربة و اهمية العناصر الغذائية ودورها في حياة النبات –NPK–.

- 32..... 1.II. تمهيـــد

32..... 2.II.الشبكة الغذائية للتربة

32..... 1.2.II. تعريف التربة

33..... 2.2.II. الطبقات الاساسية للتربة

II.3.2. مكونات التربة 33
II.4.2. انواع التربة 34
II.5.2. خصائص التربة 35
II.6.2. الصفات الفيزيوكيمائية للتربة الزراعية 35
II.7.2. خصوبة التربة 36
II. 8.2. اهمية التربة 37
II 9.2 التحليل الفيزيائي والكيميائي للتربة 37
II.10.2.الخصائص التي يجب توفرها في بيئة النمو 37
II.3. تغذية الخاصيل 38
II.3. 1.تحسين تغذية الخاصيل تعزيزا لقدرتها على الصمود 38
II.3. 2.المساهمة التي تقدّمها التقنيات النووية و النظيرية 38
II.3.3. دور التقنيات النووية والنظائر 39
II .3. 4.إدارة المغذيات 39
II.3. 4. 1.المغذيات 40
II. 3.4.2.مفهوم العنصر الغذائي 41
II.3.4.3. مصادر العناصر الغذائية للنبات 41
II.3.4.4. العناصر الغذائية الضرورية للنباتات 41
II.3. 4. 5. شروط توفر العنصر الضروري 45
II.3. 4 . 6.العوامل المؤثرة على تيسير العناصر الغذائية 45
II.3. 5 .أهمية العناصر الغذائية في النبات 46
II . 6.3 اعراض نقص العناصر المغذية 47
II.3.7. علاج نقص العناصرالغذائية 51
II. 3 .8. اعراض متزتبة عن الزيادة في بعض العناصر الغذائية 52
II . 3 .9. تاثير الزيادة في بعض العناصر الغذائية 52
II . 3 . 10.الاسباب الناتجة عن الزيادة في بعض العناصر الغذائية 52
II. 3 .11.الأمراض الناتجة عن نقص بعض العناصر المغذية 54

II.4.المادة العضوية **56**
II5.الدبال..... **57**
6.العناصر الغذائية الخاصة : N ,P,K..... **59**
II. 6 . 1.أهم العناصر الغذائية 59
الفصـــل الثـــالث: طرق واستخدمات مياه الري للحفاظ على التربة و تغذية النبات.
III1.الري **81**
III1.1.تعريف الري..... 81
III1.2.انواع الري..... 81
III1.3طرق الري 81
III.1.طرق الري القديمة..... **82**
III1.4.اقسام ماء الري 82
III1.5.فوائد مياه الري..... 83
III1.6.اهمية عملية الري 83
III1.7. مصادر المياه..... 84
III.3. العوامل المقررة للاحتياجات المائية..... **85**
III.4. أهم العناصر المكونة للماء **86**
III.5. دراسات سابقة..... **87**
خلاصة عامة **93**
قائمة المصادر و المراجع: **95**

قائمة الاشكال:

الشكل العنوان	الصفحة
الشكل(I-1): تمثل صورة لمصحح العضوي- المعدني السائل.	05
الشكل(I-2): تمثل صورة لمكيف التربة و المادة العضوية.	05
الشكل(I-3): تمثل صورة لمكيف التربة المالحة والتربة السويدية.	08
الشكل(I-4) : يوضح اعمدة بيانية لدرجة الحرارة خلال الدراسة.	11
الشكل(I-5) : يوضح صيغة الكلوروفيل.	12
الشكل(I-6): يوضح صورة لي فطر عش الغراب.	12
الشكل(I-7) : يوضح احواض تربية الاسماك المدمجة في الفلاحة.	15
الشكليم(I-8): ثل السماد العضوي كمبوست.	18
الشكل (I-9): يوضح سماد NPK 20-20-20.	23
الشكل (I-10): يوضح سماد NPK 20-20-20 + ET .	23
الشكل(II -11): توضح تحدد دوران النيتروجين عبر اشكال مختلفة في التربة.	66
الشكل (II -12): يوضح نتائج التسميد الفوسفوري	75
الشكل (II -13): يبين ديناميكية واشكال البوتاسيوم في التربة.	79
الشكل(II -14): يوضح التسميد البوتاسيوم.	82
الشكل(III - 15): اعمدة بيانية توضح تاثير اضافة محسينات الكمبوست والبوليمر في ارتفاع النبات.	92
الشكل(III - 16): اعمدة بيانية تيبين مقارنة في استعمال معاملات مياه الري في ارتفاع النبات.	92

قائمة الجداول:

الجدول العنـــوان	الصفحـــة
جدول(I-1):يبين مكونات الفيناس.	06
جدول (I-2):يبين مكونات كل حوض.	6
جدول (I-3):يمثل نسبة الرطوبة المقاسة في خمسة اسابيع.	10
جدول (I-4) : يبين محتوى 1طن من سماد عضوي من عناصر كيميائية.	16
جدول(I-5): يوضح مكونات الكيلوغرام الواحد من الاسمدة العضوية التقلدية	16
جدول(I-6): يوضح بعض الاسمدة الكميائية وتركيبتها الكيميائية مع محتواها من العناصر الاخرى.	24
جدول(I-7): يوضح الدليل الملحي لبعض الاسمدة الشائعة.	27
جدول(I-8):يوضح كميات الاسمدة المستهلكة في العالم خلال الاعوام.	29
جدول(II -9):يوضح متوسط الكمية الكلية للعناصر الكبرى في الاراضي.	42
جدول(II -10):يوضح المدى والمتوسط للكمية الكلية للعناصر الصغرى في الاراضي.	44
جدول(II -11):يوضح الصورة التي تمتص عليها العناصر ومد انتقاله والدور المميز في حياة النبات.	48
جدول(II -12):يوضح اعراض تسمم خلال زيادة في الامتصاص لبعض العناصر.	56
جدول(II -13):يوضح تاثيرات لبعض العناصر جراء الامتصاص الزائد.	57
جدول(II -14):يوضح تركيز النيتروجين في الاسمدة العضوية والكيميائية الشائعة وفي مواد اخرى.	70
جدول(II -15):يوضح المركبات الفوسفاتية الشائعة الانتشار في الارض.	72
جدول(II -16):يوضح تراكيز الفوسفور في الاسمدة الشائعة.	75
جدول(II -17):يوضح تفاعلات الحديد والالمنيوم في التربة الحمضية(أ)من دون اضافة المواد العضوية(ب).	77
جدول(II -18): يوضح تراكيز البوتايسوم في بعض الاسمدة الشائعة.	81

قائمة الاختصارات:

الاختصار	الاسم
MSP	سوبر فوسفات ثنائي.
$Ca(H_2PO_4)$	فوسفات احادي الكالسيوم.
DCPD	ثنائي فوسفات الكالسيوم المائي.
EDDHT	الصورة المخلبية.
EDTA	ثنائي أمين الايثلين رباعي حمض الاستيك
Ppm	جزء من المليون.
SI	الدليل الملحي.
SSP	سوبر فوسفات احادي.
TSP	سوبر فوسفات ثلاثي.
TE	العناصر الصغرى.
$Ca_{55}H_{72}O_5Mg$	الكلوروفيل
$Ca_5(PO_4)_3OH$	الاباتايت.
P	رمز المعاملات.
الفيناس	هو عبارة عن السائل المتبقي من عمليات انتاج الكحول من المولاص بعد زيادة تركيزه وبتقليل محتواه من الرطوبة.

المقدمـــــة العامة

المقدمـــة العـــامـــة :

تعتبر الزراعة من أهم مقومات الحياة على وجه الأرض. فهي من المصادر الأساسية التي يحصل من خلالها الإنسان على الموارد الغذائية الخاصة به لذلك تعرف الزراعة بأنها عملية إنتاج الغذاء، العلف، والألياف ومواد أخرى و كلمة زراعة تأتي من « زَرَعَ الحَب زرْعًا » أي بَذَرهُ، وحرَثَ الأَرْضَ للزراعة أي هيَّئَهَا لبَذْرِ الحَب. قديمًا الزراعة كانت تعني « علْمُ فلاحة الأراضي » فقط، ولكن كلمة زراعة الآن تغطي كل الأنشطة الأساسية لإنتاج الغذاء والعلف والألياف شاملة في ذلك كل التقنيات المطلوبة، وهذا وفق التربة الصالحة للزراعة لأنه توجد عدة أنواع للزراعة فمنها الغنية بالمواد العضوية والمواد الكيميائية التي تكون مشبعة بالعناصر الغذائية لتستمد منها القوة و النمو الجيد، وبالتالي تكون حسنة القوام ، و ذلك بفضل مياه السقي المتدفقة لديها على عكس التربة الفقيرة مثل التربة الرملية والطينية وغيرها ... فهي تحتاج إلى بعض التحسينات والمغذيات لتستعيد قوتها وخصوبتها.

شهد القرن العشرون تغييرات ضخمة في الممارسات الزراعية ، خصوصاً في مجال الكيمياء الزراعية . التي تتضمن تطبيقات الأسمدة الكيميائية، المبيدات الحشرية الكيميائية.

محسنات التربة هي مُنتجات تُضاف إلى التربة لتحسين آليتها وخصوبتها وخصائصها الفيزيائية، مُصطلح محسنات التربة غالباً ما يُمكن أن تشمل على مجموعة واسعة من الأسمدة والمواد غير العضوية . ويمكن استخدام المحسنات لتحسين التربة الفقيرة، أو إعادة بناء التربة التي تضررت من جراء إدارتها الغير سليمة، وهي مواد مصنعة.

تطورت الزراعة التقليدية و تنوعت في وقتنا الحاضر و أصبحت متوفرة على مدار السنة و هذا راجع إلى استخدام المحسنات الزراعية، لذا أردنا من خلال بحثنا هذا التوصل إلى أنواع المحسنات الزراعية وفوائدها و إضرارها بصفة عامة و الى بعض العناصر الضرورية للتربة بصفة خاصة، لهذا قمنا بهذا العمل حيث ان في بدايته قمنا بمقدمة عامة، وقسمنا عملنا الذي كان نظريا الى الفصول التالية:

- ✓ **الفصل الأول**: تمحور حول دراسة عامة حول التحسينات الزراعية و أنواعها.
- ✓ **الفصل الثاني**: تطرق الى التربة واهمية بعض العناصر الغذائية ودورها في حياة النبات بصفة عامة وتطرق الى العناصر الكيميائية و خاصة NPK.
- ✓ **الفصل الثالث**: كان على طرق و استخدمات مياه الري للحفاظ على التربة وتغذية النبات.

وفي الاخير ختمنا مذكرتنا بخلاصة عامة.

الفصـــل الأول:

دراسة عامة حول التحسينات الزراعية و أنـــواعها.

I. 1. **تعريف الزراعة**: هي علم فلاحة الأرض و تشمل جميع الأعمال المتعلقة بمعالجة التربة وزراعتها، و كمثال عن معالجة التربة عملية استخدام الموارد الطبيعية كأوراق الأشجار والأخشاب وغيرها لتحسين نوعيتها، كما يمكن استخدام مواد الخام الصناعية و أيضا مصادر الطاقة المتنوعة. تعتمد الزراعة أحيانا على استعمال الأسمدة والمبيدات، ...**[01]** حيث تتعلق المزارع بالناحية البيئية و الحيوانية كتربية المواشي إضافة إلى زراعة المحاصيل وتسويقها وتجهيز المنتجات الزراعية من حيث التعبئة والتخزين. و تنقسم الزراعة إلى عدة أنواع نأخذ منها**[02]**:

- **الزراعة المكثفة**: في هذا النوع من الزراعة يتم استخدام عدد كبير من اليد العاملة ورؤوس أموال كبيرة لتوفير المستحقات الزراعية مثل الأسمدة وغيرها من مواد أخرى**[02]**.
- **الزراعة الموسعة**: هي عكس الزراعة المكثفة فهي تعتمد على عدد لبأس به من اليد العاملة ورؤوس أموال قليلة **[02]**.
- **الزراعة العضوية**: يتم في هذا النوع من الزراعة الحفاظ على البنية العضوية لتربة الزراعية وتحميها من التآكل**[02]**.
- **الزراعة المائية**: هذا النوع من الزراعة يتم في وسط مائي، حيث نجد أن الماء يلعب دور التربة لإمداد النبات بالعناصر الضرورية لتغذيته**[02]**.
- **زراعة الكفاف**: بحيث يتم فيها تقسيم المحاصيل المنتجة على قسمين الأول يستهلكه من قبل أفراد الأسرة والثاني يتم بيعه من طرف المزارع ليستفيد من ثمنه**[02]**.
- **زراعة القطع والحرق**: من خلال هذا النوع يتم قطع الأشجار وزرع مكانها نوع آخر، بعد أن تجف هذه الأشجار يتم حرقها لاستعمالها كسماد طبيعي، فهي مفيدة للتربة الزراعية**[02]**.

I. **2. تعريف التحسينات**: هي جمع لكلمة تحسين، وتعني إصلاح أو صيانة لممتلكات تزيد من قيمتها**[03]**.

I. 3. تعريف التحسينات الزراعية: هو مصطلح يطلق على المواد التي تقوم بإصلاح وتطوير الزراعة وتزيد من قيمتها من خلال إدخال بعض الإضافات إليها . كما يطلق عليها محسنات أو مخصبات زراعية**[03]**.

I. **1.3 أنواع التحسينات الزراعية**: تنقسم إلى قسمين **[04]**:

- محسنات التربة الزراعية**[04]**.
- الأسمدة**[04]**.

II. 1.1.3محسنات التربة الزراعية[05]:

هي المركبات أو المنتوجات التي تضاف إلى التربة لتحسين خصائصها الفيزيائية و الكيميائية من خلال زيادة التبادل الكتيوني للعناصر، ورفع قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، كما أنها تلعب دور مهم في زيادة الخصوبة عن طريق توفير المناخ الملائم للبكتيريا النافعة التي تعمل على تثبيت العناصر العضوية المغذية. تشمل محسنات التربة الزراعية المحسنات العضوية وغير العضوية ، و الكائنات الحية الدقيقة . ندرس منها ما يلي**[05]**:

1. المحسنات العضوية[05]:

أ) مصحح عضوي – معدني سائل (Boiterra) :

هو محسن عضوية يتكون من 25% من الجزيئات العضوية الطبيعية وبعض المعادن المغذية التي تحسن من نمو النبات وإعطاء محاصيل زراعية جيدة (شكل 1) **[05]**.

شكل(I-1) : تمثل صورة للمصحح العضوي– المعدني السائل.

ب) مكيف للتربة (مادة عضوية) [05](Vigoral Mol) :

هو مادة عضوية طبيعية تحسن من الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة، من خلال التبادل الكاتيوني للعناصر وإفراز الفوسفور و البوتاسيوم وغيرها من العناصر، وذلك يحسن ويطور من نظام الجذور, فمصدر هذه المادة هو الفيناس المتواجد في البنجر السكري المخمر(شكل 2). هذه المادة تحتوي على نسب عالية من المواد الكيميائية التي تحتاجها التربة لتصبح خصبة **[05]** (جدول 1).

شكل (I-2): تمثل صورة مكيف التربة والمادة العضوية (Vigoral Mol)

الجدول(I-1): يبين مكونات الفيناس[06].

العنصر	نسبة % w/v
N	5
البروتين	33
Na	0,081
Mg	1,2
Ca	4
K	791
P	0 ,0135
***Phosphate (H_2RPO_4)**	4137

2. محسنات غير عضوية:

هي مواد كيميائية تسمح بتحسين خواص التربة، حيث أن في كل عبوة من هذه المحسنات يجب أن تحوي بعض شهادة التحليل، النشرة الفنية، الرمز الكيميائي، المادة الفعالة ونسبتها أن وجدت ونوعية التربة التي تصلح لها، و هذه المحسنات تشمل الانواع التالية**[05]**:

أ) مكيف التربة المالحة والتربة السويدية (Ecosalt):

هو مادة لا عضوية تسمح بتقليل نسبة الملح والصوديوم في التربة، كذلك تسهل من عملية السقي من خلال الكفاءة العالية لسرعة وصول مياه الري والمغذيات إلى التربة، فهو يعطى استقرار لدرجة حموضة التربة و يعمل على تحسين الجذور بفضل المسامية الجيدة له (شكل 3) **[05]**.

شكل (I-3) :يمثل مكيف التربة المالحة والتربة السويدية (Ecosalt)

ب) الجبس الزراعي:

تعريفه: هو مخصب نقي طبيعي للتربة, وهو الاسم الشائع للمركب الكيميائي كبريتات الكالسيوم، من افضل الوسائل للتخلص من الاملاح، وخالي من المعادن الثقيلة، كما انه يعيد بناء التربة واستصلاحها للزراعة**[33]**.

فوائد الجبس الزراعي[33]:

- يجعل التربة صالحة للزراعة ويزيد من نمو النتباتات.
- مصدر جيد للكالسيوم والكبريت.
- يعمل على تقليل من الاملاح.
- من ارخص محسنات التربة.
- لا يسبب اي ضرر و لا اي مشاكل جانبية**[33]**.

ت) الكبريت الزراعي: يجب ان لا تقل نسبة الكبريت عن 85%**[04]**.

تعريفه: هو عنصر سمادي هام، يعتبر من عناصر الكبرى الضرورية للنباتات، و يعتبر ضروريا لتشكيل البروتينات و الاحماض الامنية وبعض الفيتامينات و الانزيمات، وهو عبارة عن بودرة ذات اللون الاصفر ، تستخدم كمحسن لخصوبة التربة، يضاف دائما مع التسميد الاساسي قبل الحرث لانه لا يصلح للرش لعدم ذوبانه في الماء**[34][35]**.

فوائد الكبريت[34]:

- يعالج انواع التربة الملحية، ويعالج بعض الامراض الفطرية .

اهمية الكبريت:

- يحسن من قوام التربة، ويستخدم في اصلاح الاراضي القلوية، كذلك يسهل على الجذور لامتصاص العناصر الغذائية الاخرى كالفوسفور والحديد، الزنك، النحاس...**[34]**.

ث) بوليمر (هيدروجل) [36]:

1. **تعريف الهيدروجيل:**

هو مادة بوليمر ثلاثية الابعاد مترابطة ذات مظهر صلب، يمكنها امتصاص كمية كبيرة من الماء و الاحتفاظ بها نتيجة لوجود البوليمرات المحبة للماء في تكوينها، يطلق على هذا البوليمر اسم الجل او الشبكة، حيث انه يتكون عن طريق ربط لسلاسل الجزيئات الكبيرة**[36]**.

2. **انواعه[36]:**

يتكون من ثلاثة انواع اساسية وهي:

1) **يتم تصنيفه حسب المواد المكونة له:** الى هيدروجيل طبيعي مثل الجيلاتين او صناعي مثل بولى اثلين اكسيد.

2) **يتم تصنيفه حسب نوع الروابط المكونة له:** الى هيدروجيل كيميائي و فيزيائي.

3) **يتم تصنيفه حسب عدد البوليمرات المكونة له:** اذا كان بوليمر واحد فهو متجانس و اذا كان اكثر من واحد فهو متعدد البوليمرات.

3. خصائص البوليمرات[36]:

- القدرة على الاحتفاظ بالماء لوجود البوليمرات المحبة للماء.
- الهيدروجيل متوافق بيولوجيا وغير سام.
- قابل للتحلل فسيولوجيا او كيميائيا.

4. تطبيقات الهيدروجيل[36]:

يدخل الهيدروجيل في الكثير من التطبيقات منها التطبيقات الصيدلية والطبية كالكريمات ومواد التجميل،او تطبيقات صناعية كالمواد التي تستخدم في تغليف الاطعمة والمشروبات، وكذلك تدخل في الزراعة لتطبيقها كسماد يحفز نمو النباتات وتساعد على الاحتفاظ بالرطوبة في التربة**[36]**.

لقد استعمل هذا السماد في مزرعة واد سوف، حيث اجريت الدراسة على نبات البصل وهي أكثر الأصناف المزروعة في الأراضي الرملية، حيث ان هذا النبات ينمو في مناخ رطب يتحمل البرودة والصقيع. تختلف احتياجات الماء لزراعة البصل بين 400 و 600 ملم حسب المناخ ونوع التربة، و يحتاج إلى الضوء خاصة في مرحلة الإنبات، ومن **خصائصه[07]**:

- هو نوع من النباتات العشبية.
- نبات معمر طوله من 20-50 سم.
- كروي مع بصيلات مستطيلة الشكل.
- له أزهار بيضاء مزرقة.
- كما له نكهة و رائحة قوية.
- ينمو في 3 فصول (في الشتاء (رئيسي)، خريف و في صيف.
- يتم احصاده كالخضروات.

ث) **1. تقنية زراعة البصل :**

ث) 1.1.تحضير النبات:

بعد مرور8 أسابيع من إنبات البذور تكون الشتلات جاهزة للزراعة في هذه الحالة نجد أن النبات اكتمل ثلث نموه، كل مجموعة من هذه الشتلات مكونة من 100 أو 200 شتلة معا في حزام ووضعها عموديا في منطقة جافة، يتم الاحتفاظ بها لمدة أسبوعين إلى ثلاثة اسابيع. العملية الأخيرة قبل الزراعة مهمة للغاية لأنها تهدف إلى تحسين خصائص المحصول وزيادة المنتوج والنضج السريع **[07]**.

ث) 2.1.تحضير الأرض[07]:

تحرث الأرض في صفوف على الأقل مرتين يضاف لها روث الدجاج العضوي الطبيعي الصلب بحيث نضع 1 كلغ في 1متر من كل خط.

ث) 3.1.تحضير الهيدروجيل[07]:

مزج بذور الهيدروجيل مع 25 لتر من الماء.

شملت الدراسة ثلاث معاملات من اثنين من كميات الهيدروجيل مع الشاهد، نرمز للمعاملات بـ P وهي كالتالي:

- P_0 مزروعة بدون هيدروجيل (الشاهد).
- P_1 قبل زراعة كل بصل نضع 65غرام من الهيدروجيل.
- P_2 قبل زراعة كل بصلة نضع 130 غرام من الهيدروجيل.

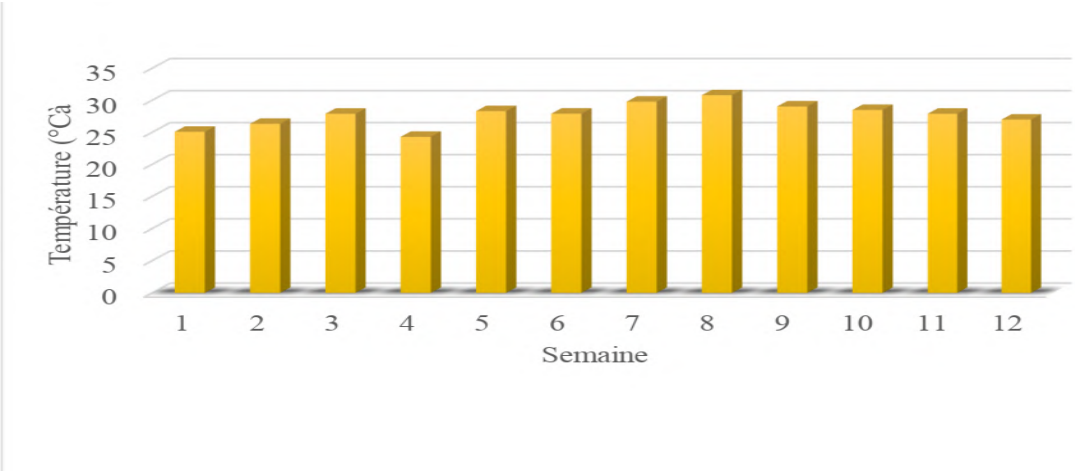
ث) 4.1.نتائج رطوبة التربة[07]:

بعد تتبع قياس رطوبة التربة خلال ثلاث الأشهر للدراسة أظهرت النتائج أن قياس رطوبة التربة أمر جد مهم في الزراعة البصل، حيث كانت نسبة الرطوبة تقرأ مرتين في اليوم. بدأً من الأسبوع الثاني يعطي الهيدروجيل تأثيره وذلك بتغير قيم الرطوبة في التربة، اما الأسبوع الخامس يتميز بأعلى قيم للرطوبة، و نلخص نسبة الرطوبة المقاسة لكل الأسابيع في الجدول 3:

جدول:(I-3) يمثل نسبة الرطوبة المقاسة في خمسة اسابيع[07].

الاسابيع	P_0	P_1	P_2
الأسبوع الأول	40	50.85	58.7
لاالأسبوع الثاني	60.14	65.14	70
الأسبوع الثالث	65.14	70	80
الأسبوع الرابع	70.26	70.47	80
الأسبوع الخامس	70.49	80	80.83

لوحظ ابتداءَ من الأسبوع السادس إلى الأسبوع التاسع استقرار في نسبة الرطوبة و درجة الحرارة للمعاملات الثلاثة (P_0، P_1، P_2) ، وخلال الأسابيع 10و11 و12 نلاحظ انخفاض في نسبة الرطوبة للمعاملات الثلاثة بسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء. والرسم البياني التالي (الأعمدة البيانية) يوضح درجة الحرارة خلال الدراسة التي دامت 12 أسبوع، والذي إتضح من خلاله ان العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة علاقة طردية**[07]**.



شكل(I-4): أعمدة البيانية لدرجة الحرارة خلال الدراسة التي دامت 12 أسبوع.

عند حصاد النبات المدروس تبين لنا في P_2 يحتوي على اكبر وزن من المعاملات الاخرى P_0 و P_1 الأخرى كما يحتوي النبات على الماء والمغذيات بوفرة لأنه يحتوي على أعلى قيمة من الهيدروجيل الذي يعطي للنبات وسط مناسب ويسمح للجذور بامتصاص الماء والمغذيات أكثر من حالتها في P_0 و P_1 **[07]**.

ث) 2. فوائد الهيدروجيل[07]:

- توفيرة استهلاك مياه الري بنسبة 50%.
- تحسين خواص التربة.
- يزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماءأي المحافظة على الرطوبة.
- زيادة الإنتاج . **[07]**.

ج) **الرمل**: يمكن استعماله لتحسين خواص التربة الطينية، بحيث يجب أن لا تزيد ملوحته عن4 ميليموز/سم وكربونات الكالسيوم عن 10%**[04]**.

ح) **البنتنايت**: أو أي نوع من المعادن الطينية الأخرى مثل الايليت، يمكن إضافتها إلى التربة الرملية و الجبسية لتحسين خواصها، و يجب أن لا تزيد نسبة كلوريد الصوديوم عن 2%**[04]**.

خ) **أحماض كيميائية**: مثل حمض الكبريتيك و الفوسفوريك والنيتريك و...، تستعمل هذه الأحماض في إصلاح التربة القلوية والملحية وكذلك الكلسية**[04]**.

د) **التربة الطينية**: تستعمل في إصلاح التربة الرملية و الجبسية، حيث أن لا تزيد ملوحتها عن 4ميليموز/سم وكربونات الكالسيوم لا تزيد عن 10%**[04]**.

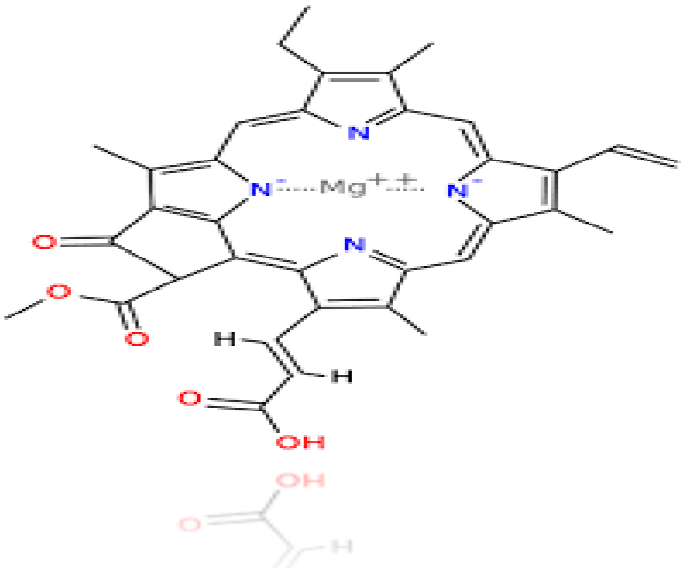
ذ) **البيرلايت الزراعي**: يشترط فيه أن لا تقل السعة التشبعية له بالماء عن300 (**WHC**) **[04]**.

تعريفه: هو عبارة عن حجر بركاني يتدرج لونه من اللون الرمادي الى اللون الابيض ويتركب من عدة مواد منها صوديوم و البوتاسيوم. يستخدم البيرلايت في مجال الزراعي في جميع انحاء العالم كجزء من خلطات التربة الزراعية، وذلك لزيادة معدل التهوية و الاحتفاظ بالرطوبة المناسبة لنمو النبات**[37]**.

3. كائنات حية دقيقة[08]:

هي اصغر الكائنات الحية التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ويمكن رؤيتها بالمجهر، حيث تنتشر هذه الكائنات بكميات هائلة في جميع بقاع الأرض فلها القدرة على العيش في كل الأماكن مثل التربة، الإنسان، الحيوان، .... هذه الكائنات تعمل على تثبيت الآزوت الجوي في جذور النباتات أو تعمل على تحلل المواد الموجودة في التربة لتحسين خواصها. و تتضمن هذه الكائنات عدة أنواع منها:

- **البكتيريا:** كائنات أكثر انتشارا في جمع البيئات حيث تشمل أحادية الخلية و ذلك لعدم احتوائها على غشاء النواة حيث لها التغذية ذاتية وغير ذاتية. في التغذية الذاتية تعتمد على بكتيريا المواد العضوية مثل صبغة الكلوروفيل($C_{55}H_{72}O_5Mg$) وهناك بكتيريا تقوم بأكسدة المواد الغير عضوية مثل النتروجين والحديد وغيرها. أما التغذية الغير ذاتية تعتمد على الكائنات التي يتم الحصول عليها من خلال الغذاء العضوي**[08]**.

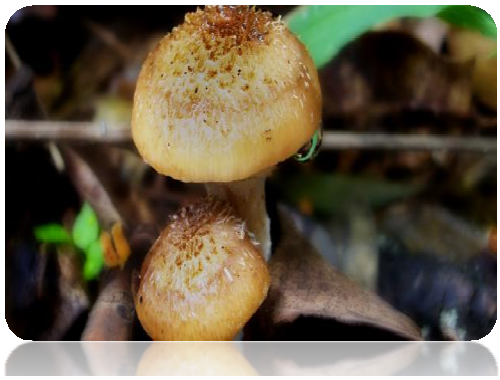


الشكل(I-5): يمثل الصيغة الكيميائية لصبغة الكلوروفيل.

تنشط البكتيريا وتتجمع بشكل كبير في التربة، فتعمل على تثبيت النيتروجين و على تحليل المواد العضوية المعقدة، وتزيد من الكربون العضوي، فهي تنافس الميكروبات المرضية التي توقف نمو النبات، كذلك تفرز الأحماض التي تذيب المعادن الموجودة في التربة مثل عنصر البوتاسيوم وأملاح الفوسفور **[08]**.

- **الفطريات:**

تعرف بأنها أكثر الكائنات الحية انتشارا على الأرض، تتكون من عدة خلايا ماعدا فطريات الخميرة فهي وحيدة الخلية، أما تغذيتها غير ذاتية وتستخلص غذاؤها من المواد العضوية كالحيوانات وغيرها...للفطريات أنواع ومن أهمها عش الغراب (شكل6) الذي يتميز بعدم امتلاكه لأي من الجذور أو الساق، وفطريات عفن الخبز وغيرها **[08]**.



شكل(I-6): يوضح صورة لي فطر عش الغراب.

- **الطلائعيات:**

هي نوع من الكائنات الحية الدقيقة وحيدة الخلية حقيقية النواة، فهي مستهلكة وتتغذى على الكائنات الأخرى مثل النباتات و الحيوانات. فالطلائعيات لها أنواع كثيرة ومن أبرزها الطلائيات البراميسيوم الذي يتحرّك بواسطة الأهداب، و الأميبا التي تتحرّك من خلال الأرجل الكاذبة (الأرجل مؤقتة تستعمل لالتقاط الغذاء وبلعه)، والتريبانوسوما من خلال السّوط، وتتكاثر الطلائعيات من خلال الانشطار الخلوي إلى خليتين**[08]**.

- **الطحالب:**

يتميز هذا النوع من الكائنات بان له خلية واحدة وحقيقية النواة ، ويميل لونها إلى اللون الأخضر بسبب صبغة الكلوروفيل، للطحالب أنواع كثيرة مثل الطحالب البنّية والحمراء والمذهبة، كل الطحالب تقوم بعملية التركيب الضوئي لذلك تعتبر ذاتية التغذية، كم تقوم أيضا بإنتاج الأوكسجين الذي ينطلق في الهواء الجوي والذي يذوب في الماء، و تستخدم الطحالب كسماد عضوي للتربة لاحتوائها على البوتاسيوم**[08]**.

I. 2.1.3الأسمدة:

تعريفها : هي المواد التي تعمل على إصلاح النبات من خلال إضافتها إلى التربة الزراعية قصد تحسين النمو و جودة النبات، وكذلك تحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. فهي تزود النبات بما يحتاجه من التغذية الضرورية لإنتاج النبات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، و تنقسم الأسمدة إلى ما يلي**[09]**:

1) الأسمدة العضوية :

هي تلك الأسمدة التي تضم المخلفات الحيوانية والنباتية المتكونة من المغذيات الضرورية للمزروعات بحيث تصنف هذه الأسمدة العضوية إلى**[09]**:

a) الأسمدة العضوية التقليدية[09]:

هي المواد الناتجة من مخلفات حيوانية ونباتية التي يتم إضافتها إلى التربة بعد أن تصل إلى مرحلة النضج التام (بعد التخمر) لتحسين خواصها الفيزيولوجية، بحيث تستخدم هذه الأسمدة العضوية بكثرة خاصة في تسميد الخضر لاحتوائها على نسبة عالية من المادة العضوية، فهي من المواد المشجعة لنمو النبات، وكذلك تحتوي على أهم العناصر الرئيسية التي يحتاجها النبات مثل عنصر النيتروجين و الفوسفور و البوتاسيوم.

ويعتمد استخدام أحد الأسمدة العضوية في تسميد محاصيل الخُضر على مدى تحلله ومحتواه من المادة الجافة. فالتركيب الكيميائي للأسمدة الحيوانية معقد ويختلف باختلاف نوع الحيوان وعمره وتغذيته ونوع فرشه (التبن الفحم النباتي، نشارة الخشب...الخ) و طرق جمع السماد وتخزينه**[09]**، و من أنواع الأسمدة الحيوانية ندرس:

- **الفضلات (روث الحيوانات) [10]:**

هي المواد الناتجة من مخلفات الحيوانات التي تكون غنية بالعديد من العناصر الأساسية والثانوية التي تحتاجها التربة الزراعية مثل فضلات الدجاج التي تحتوي على نسبة عالية من النيتروجين، لكن توجد انواع من فضلات الحيوانات ليست غنية بالعناصر المغذية للتربة. ومن أهم أنواع روث الحيوانات مايلي**[10]**:

- ✓ **سماد روث البقر(Fumier de Bovins):**

هو سماد طبيعي من مخلفات الأبقار ذو طبيعة صلبة الذي يحتوي على نسبة عالية من المادة الجافة 94.67 % و 0.93 % من النيتروجين، يحتوي أيضا على P_2O_5 و K_2O بنسب على التوالي 0.88 % و 1.19 % ،حيث تقدر درجة الحموضة pH=8.38 **[10]**.

- ✓ **سماد روث الدجاج[10]:**

هو سماد عضوي طبيعي، مصدره مخلفات الدجاج يتميز بعدة خصائص مميز له منها:

ذو طبيعة صلبة، يحتل المرتبة الأولى لأنه يحتوي على نسبة عالية من النيتروجين حيث يقدر بـ 2.07 % هذه القيمة اكبر من النسبة المتواجدة في سماد الغنم والبقر. كما أن سماد الدجاج غني بـ K_2O و فقير من P_2O_5 **[10]**.

- ✓ **سماد روث الغنم[10]:**

هو سماد عضوي طبيعي يأتي من مخلفات الأغنام يكون على شكل مادة صلبة، فهو غني بالمادة الجافة و من النيتروجين كذلك أيضا من العنصر K_2O ، يعتبر فقير من العنصر P_2O_5 وله درجة حموضة معتدلة **[10]**.

- **فضلات طائر البحر:**

من أفضل أنواع الأسمدة العضوية الحيوانية البحرية حيث تحتوي على نسبة عالية من النيتروجين، ينتج هذا النوع من السماد من مخلفات طيور البحر و يستخدم على شكل مسحوق، يوفر هذا السماد نسبة 2% من عنصر الفسفور ولا يوفر عنصر البوتاسيوم لكن على العموم فهو غني بالعناصر الأخرى المغذية للنبات لذلك الكثير من المزارعين ينصحون باستخدام هذا النوع من السماد الذي يساعد الجذور على نموها و يحول دون تلفها**[11]**.

- **سماد الدماء:**

هوعبارة عن المواد الناتجة من مخلفات دماء الحيوانات المذبوحة التي تستخدم بعد جفافها وسحقها، تحتوي على 14% من عنصر النيتروجين الذي ينتمي إلى العناصر الأساسية المغذية للنبات بحيث يعتبر أفضل سماد للنباتات الورقية مثل الخس، وعناصر اخرى ثانوية**[11]**.

- **سماد العظام:**

هو سماد عضوي يحتوي على عنصر النيتروجين بنسبة 2 % والفوسفور بنسبة 11 % أما نسبة الكالسيوم هي 22 %، كما توجد الكثير من العناصر الثانوية التي تحسن وتغذي النبات، فيستخلص هذا السماد من بقايا عظام الحيوانات و الأسماك**[11]**.

- **الأسمدة السمكية:**

هو من أفضل أنواع الأسمدة العضوية الحيوانية لأنه غني بالعنصرين النيتروجين و الفوسفور و ينقسم إلى نوعين النوع الأول يأتي على شكل سائل يسمى مستحلب الأسماك و ينتج من بقايا الأسماك المختمرة فعند مزجه بالماء وإضافته الى التربة يعطي العناصر الأساسية التي يحتاجها النبات كما يقوم بتحفيز النباتات الصغيرة على النمو بشكل أسرع. أما النوع الثاني يأتي على شكل مسحوق يسمى بالأسمدة المتحللة، حيث يتكون من 12 % من عنصر النيتروجين و يستعمل بعد مزجه بالماء**[11]**.

تستخدم فضلات الأسماك في سقي المنتوجاته الزراعية التي تعتبر أسمدة طبيعية للأشجار والنبات، فهي تزيد من الإنتاج الزراعي بنسبة من 20الى 30% **[12]**.

شكل (I-7): يوضح صور أحواض تربية الأسماك و احتوائها على فضلات الاسماك.

➢ أما الأسمدة الأخرى فهي من بقايا الطعام، ديدان التربة، الريش، الجلود وغيرها....**[11]**

الأسمدة العضوية ومحتواها من عناصر غذائية كيميائية التي تمنحها للنبات:

يبين الجدول 4 محتوى واحد طن من السماد العضوي من العناصر الكيميائية الثلاث NPK**[13]**:

جدول(I-4): يبين محتوى واحد طن سماد عضوي من عناصر كيميائية[13]

انواع الروث(1طن)	(Kg) N	(Kg)P	(Kg)K
روث بلدي خليط متخمر	4	2	5
روث بقر	3	2.5	1
روث غنم	8	6	3
روث خيول	5	3.5	3
روث الدجاج	20	40	20
قمامة المدن	10	40	40
سماد المجاري	24	10	10
الدم المجفف	100	20	7
مسحوق اللحم المجفف	70	60	3
مسحوق العظام	20	300	7
مخلفات المذابح و المسالخ	90	10	4
قرون وحوافر	120	5	3
شعر وريش	90	3	5
قش الحبوب	40	20	50
سماد اخضر	50	15	50

➢ **مكونات الأسمدة العضوية التقليدية (الحيوانية):**

يتكون الكيلوغرام الواحد من الأسمدة العضوية التقليدية التي تحتوي على الفرش(التبن، فحم نباتي، نشارة الخشب) على المكونات التالية**[14]**:

جدول (I-5): يوضح مكونات الكيلوغرام الواحد من الاسمدة العضوية التقليدية [14].

المكونات	الكتلة(غرام)	المكونات	الكتلة(غرام)
الماء H_2O	773 -670	البوتاسيوم K	6.7-4.8
مواد عضوية	318 -2.3	الكلس	4.5 -1.8

النيترجين N	8 – 4.5	المغنزيوم Mg	1.8 -0.9
الفوسفور P	2.8 -1.9	الكبريت S	I.5 -0.6

b) الأسمدة العضوية الخضراء:

تعريف: هي تلك النباتات الخضراء التي تزرع وتنمو في الحقول والغابات وغيرها من المناطق التي تملك تربة رملية فقيرة من المواد العضوية، بحيث تستخدم هذه الأسمدة بدون تخمر، كما تستخدم غالبا في تسميد البقوليات حيث يثبت النيتروجين الذي يسهل عملية تحليل بقايا النباتات و يثبت الازوت الموجود في الجذور و تزرع هذه النباتات لاستخدامها في عملية التسميد بحيث يتم إضافتها بعد حرث وتقليب جزيئات التربة**[09]** .

c)الكمبوست:

تعريفه: هو السماد المحضر من تحلل نواتج المواد العضوية التي تتم من خلال إعادة تدوير ومعالجة المخلفات العضوية كأوراق الأشجار، قمامة الخشب ... باستخدام تأثير النشاط الحيوي للمكروبات في محيط رطب، يحتوي على العناصر المغذية للنبات مثل النتروجين والفسفور وغيرها من المواد الغذائية التي يسهل امتصاصها من طرف النبات**[15]**.

أنواع الكمبوست[14]:

يستخدم في مجال زراعة الأشجار مختلف انواع أسمدة الكمبوست الآتية:

- ✓ فحم نباتي + سماد حيواني بنسبة (4:1) مع إضافة 20-30كغ من الفسفور المطحون ونفس الكمية من الكلس لخليط لواحد طن.
- ✓ فحم نباتي+مخلفات صلبة بنسبة (1.5:1) أما في حالة الفحم النباتي الجاف يستخدم بكمية لحدود 2 طن.
- ✓ فحم نباتي + معادن بنسبة (1طن فحم نباتي + 15كغ سوبر فوسفات + 5 كلغ نترات الأمونيوم أو من 15-20 لتر من الأمونيا+ 6 كلغ كلوريد البوتاسيوم).
- ✓ فحم نباتي + تربة مفعمة بالنباتات والجذور بنسبة (1طن فحم نباتي+ 100كلغ تربة مفعمة بالنباتات والجذور+ 160كلغ رمل و سماد معدني كما في سماد الكمبوست المحضر من الفحم النباتي+ المعدن).
- ✓ سماد حيواني+ فوسفور(1طن سماد حيواني+15-20كلغم فوسفور مطحون ناعم.
- ✓ سماد حيواني+ سوبر فوسفات(1طن سماد حيواني+ 20كلغم سوبر فوسفات)**[14]**.

فوائد استخدام الكمبوست[10][9]:

- ➢ ينشط الشبكة الغذائية بداخل التربة.
- ➢ يدعم البكتيريا المجهرية والفطريات.
- ➢ يزيد من عدد الديدان الأرض والصراصير.
- ➢ يقي من أمراض المحاصيل.

- يعمل على زيادة الإنتاجية.
- كما يزيد من حجم الثمار.
- يعمل على تحسين نمو النبات.
- يقي من أضرار الأسمدة الكيميائية.
- تكلفته منخفضة.
- الحفاظ على البيئة باستخدام نسبة كبيرة من المخلفات الزراعية.

مميزات الكمبوست:

السماد العضوي كمبوست يعمل على تغذية التربة أما الأسمدة الأخرى فهي تغذي النبات **[10][9]**.

شكل (I-8): تمثل صورة السماد العضوي كمبوست.

تاثير الكمبوست على خصائص التربة:

الهدف الاساسي من الكمبوست هو تحويل المخلفات العضوية القابلة للتغيير الى مواد عضوية**[16]**.

❖ **فوائد الأسمدة العضوية :**

تحسن من بنية التربة من خلال المادة الغروية و تساعد على امتصاص الأسمدة الكيميائية كما تزود النبات بما يحتاج إليه من تغذية**[15]**.

❖ **تأثير الأسمدة العضوية على التربة:**

يتميز تأثير الأسمدة على التربة ببقائها خصبة لمئات السنين، حيث أن الأراضي الواقعة في أماكن الحضارات القديمة كالصين والهند لا تزال خصبة إلى يومنا هذا، ويرجع الى استخدام الأسمدة العضوية بشكل دائم في الماضي مع زيادة استخدام الأسمدة الكيميائية في وقتنا الحاضر **[17]**.

❖ **استعمال الأسمدة العضوية:**

تستعمل الأسمدة العضوية في فصل الخريف أو الشتاء قبل وقوع الصقيع لتكون لها الوقت الكافي لتحلل وذلك من خلال نثرها على التربة الزراعية**[14]**.

2) الأسمدة الكيميائية:

هو من أنواع الأسمدة الزراعية التي تحسن من خصائص التربة، فهي المركبات التي يتم تصنيعها من خلال عناصر أو مركبات كيميائية مغذية للنبات و تصنف هذه الأسمدة على صنفين هما كالتالي**[18]** :

a) الأسمدة الكيميائية البسيطة:

هي الأسمدة التي تتكون من عنصر مغذي واحد من العناصر الأساسية (النيتروجينN أو الفوسفورP او البوتاسيومK).

b) **الأسمدة الكيميائية المركبة:**

هي الأسمدة التي تشمل على أكثر من عنصر سمادي مثل سماد (NPK) و بنسب مختلفة**[19]**.

- **بعض خصائص الأسمدة[20]:**

- **درجة السماد:** وهي كمية العناصر الغذائية كنسبة مئوية في السماد المركب على هيئة نيتروجين كلي و أكسيد الفوسفور(P_2O_5) و أكسيد البوتاسيوم (K_2O) بكميات مختلفة**[20]**.
- **نسبة السماد:** تمثل نسبة النيتروجين الكلي إلى خامس أكسيد الفوسفور(P_2O_5) إلى أكسيد البوتاسيوم (K_2O)في السماد المركب، وكمثال على ذلك:سماد مركب 20-20-20 نسبة السماد هي 1-1-1 **[20]**.
- **السماد المخلوط:** يدعى أيضا بالسماد المتكامل، و هو سماد كيميائي مصنع يحتوي على عنصرين أو أكثر من العناصر الغذائية الأساسية (النيتروجينN، الفوسفورP و البوتاسيومK) للنبات، ويمكن مزجه مع العناصر غذائية ضرورية الأخرى تساعد في زيادة الإنتاج وتحسين النمو**[20]**.
- **حشوة السماد:** هي المواد الخاملة التي تضاف إلى الأسمدة الكيميائية المركبة لتحافظ عليها من الجفاف والتي تتكتل و تتصلب مثل الطين، الرمل، و الحجر الحبيبي وغيرها من المواد الرخيصة و غير الضارة للنبات أو البيئة، مثل سماد 12-10-20 يحتوي على 20% من النيتروجين و 10% من خامس أكسيد الفوسفور و12% من أكسيد البوتاسيوم والمتبقي هو حشوة السماد**[20]**.
- **الأسمدة المعلقة:** هي أسمدة تحتوي على أجسام صلبة معلقة في السائل، حيث أن لهذه الأجسام قابلة أو غير قابلة لذوبان في الماء **[20]**.
- **الأسمدة السائلة:** هي أسمدة ذائبة كليا أو جزئيا في المحلول مثل سماد الأمونيا المائية**[20]**.

- **أنواع الأسمدة الكيميائية:**

تنقسم الأسمدة الكيميائية من حيث حالة السماد الى:

✓ **الأسمدة الآزوتية (النيتروجينية) [21] [17][04]:**

تعتبر من أنواع الأسمدة البسيطة التي يكون فيها النيتروجين أو الأمونيا عنصر فعال، فهو يعتبر بديل السماد الحيواني حيث أن هذه الأسمدة تستخدم بكثرة لأهميتها في مساعدة النبات على النمو الخضري، وتنتج بشكل أساسي من غاز النشادر على شكل سماد سائل مثل النشادر المائية أو اللامائية، أو على شكل سماد صلب مثل:

- سماد الأمونيا مثل نترات الأمونيا و فوسفات الأمونيا، و كبريتات الأمونيوم الذي يعتبر ذو تأثير حامضي، وتشمل الأمونيا على 82% من النيتروجين.
- سماد اليوريا هو سماد نيتروجين يشمل 46% من النيتروجين الذائب في الماء، حيث ينتج هذا السماد من تفاعل محلول النشادر وغاز ثاني اكسيد الكاربون CO_2 في درجة حرارة تتجاوز 14.30درجة مئوية، و يشمل أيضا نسبة البيوريت ($[H_2NC(O)]_2NH$) لا تزيد عن 1%.

هذا السماد له مميزات عدة فمثلا عند رشه على الأوراق يمتص عن طريق الثغور، لذلك تعتبر اليوريا من أهم أنواع النيتروجين الجيدة للإضافة الورقية للنباتات فلها القدرة على سرعة امتصاصها وانتقالها، كما تمتاز أيضا بأنها عديمة القطبية وقليلة السمية **[21] [17][04]**.

✓ **الأسمدة الفوسفاتية[21] [17][04]**:

هو أحد العناصر الأساسية في التسميد بحيث يتم تصنيعها من معدن الأباتايت ($Ca_5(PO_4)_3(OH)$) الذي يشمل عنصر الفسفور، فهي تساعد النبات على تكوين الجذور وتساعده على خروج أزهار النبات و يشمل :

- **الفوسفات الاحادي الممتاز (Single Super Phosphate)**:بحيث يكون العنصر الفعال به 18% ، بحيث يفضل أن يكون على شكل صورة حبيبات و نسبة رطوبتها لا تقل عن 1%.
- **فوسفات ثلاثي الممتاز (TSP)**: يشمل نسبة من الفوسفور الذائب في الماء التي لا تقل عن 42%، يفضل أن يكون بشكل حبيبات بحيث تمر 95% منها في المنخل 5 ملم، تكون نسبة رطوبته لا تزيد على 4%.
- **فوسفات خام(صخر الفوسفات)**: هو مسحوق الأباتايت الناعم الذي نضيفه إلى التربة على شكل سماد صلب، بحيث تكون نسبة الفوسفور فيه لا تقل عن 32% **[21] [17][04]**.

A. تفاعلات الاسمدة الفوسفاتية في التربة:

1. سماد السوبر فوسفات المركز[32]:

الوحدة الاساسية لسماد السوبرفوسفات هي فوسفات احادي الكالسيوم ($Ca(H_2PO_4)$، فعند اضاف السماد على شكل حبيبات للتربة فان معادلة التفاعل كالتالي:

$$Ca(HPO_4)_2.2H_2O \xrightarrow{H_2O} CaHPO_4.2H_2O + MTP$$

حيث ان MTP هو H_3PO4 و $CaHPO_4.2H_2O$ هو DCPD ثنائي فسفات الكالسيوم المائية (Di Calcium Phosphate Dihydrate)

يتكون هذا التفاعل من 24 ساعة بعد اضافة هذا السماد ومن ثم يسود هذا التفاعل التالي:

حيث ان($CaHPO_4.2H_2O$) هو) ثنائي فوسفات الكالسيوم (DCP)

ATP هذا المحلول حامضي يبقى في التربة مدة 17 يوم.

2. تفاعل أسمدة فوسفات الامونيوم[32]:

$(NH$

- وجد علاقة سالبة بين تركيز الفوسفور الذائب و الامونيا المتطايرة.
- PH المحلول المشبع (DCPD)=7.98 لذا لا تكون رواسب كثيرة عند إضافة السماد.
- **أقسام أسمدة فوسفات الامونيوم من حيث الجاهزية[32]**:

فوسفات أحادي الامونيوم < ثنائي الامونيوم < أحادي الكالسيوم < ثنائي الكالسيوم .

- فوسفات أحادي الامونيوم أفضل من سماد فوسفات ثنائي الامونيوم للترب الكلسية.

B. طريقة إضافة الأسمدة الفوسفاتية[32]:

- تنقسم إلى ثلاثة مجموعات وفق لطبيعة إذابتها وهي كالتالي:
  - الأسمدة الذائبة في الماء.
  - الأسمدة بطيئة الذوبان في الماء ولكنها تذوب بالسترات الأسمدة بطيئة الذوبان في الماء والسترات (Sitrate sol).
- الأسمدة الذائبة في الماء والذائبة في السترات($C_6H_8O_7$) تمثل بالأسمدة ذات صورة صالحة للاستعمال من قبل النبات و بالرغم من ذلك فان موعد وطريقة إضافة السماد تعتمد على:
  - احتياج النبات وطول موسم النمو.
  - طبيعة إذابة السماد و حجم حبيبة السماد.
  - الايون المرافق للفوسفور وخصائص التربة الكيميائية والفيزيائية.
  - غالبا ما تضاف الأسمدة الفوسفاتية في موسم النمو.

طرق إضافة الأسمدة : أن طرق أضافة الاسمدة متعدد نذكر من أهمها ما يلي**[32]**:

1. **الإضافة الأرضية**: تتم عبر الأسمدة مع التربة، حيث أن هذه الطريقة لا يحبذ أن تستعمل في التربة الكلسية لأنها تسبب في تثبيت الفوسفور بكمية كبيرة من الفوسفور نتيجة تفاعل بين الفوسفور مع كاربونات الكالسيوم، أو عبر التقليم أو الإضافة بجوار النبات**[32]**.
2. **الرش** على الجزء الخضري**[32]**.
3. **الإضافة** مع منظومة مياه الري**[32]**.
4. **الخلط** بين الإضافة الأرضية والرش**[32]**.

✓ **الأسمدة البوتاسيوم :**

بحيث يكون المركز الفعال فيها هو البوتاسيوم بطبيعة الحال، يقدر على أساس أكسيد البوتاسيوم (K_2O)من أهمها كلوريد البوتاسيوم (KCl) الذي يحتوي على 48-61 % من K_2O ، و كبريتات البوتاسيوم () التي تحتوي على 48-50% منK_2O **[04] [09] [21]** .

✓ **أسمدةالكالسيوم** :

هي الأسمدة التي تستخدم فيها أكاسيد الكالسيوم CaO ، وتعتبر من الأسمدة التي تركيبها منفرد.

✓ **أسمدة المغنزيوم :**

هي الأسمدة التي تحتوي على عنصر المغنزيوم Mg وتشمل سلفات المغنزيوم**[04] [09] [21]**.

✓ **أسمدة الكبريت :**

هي الأسمدة التي تحتوي على الكبريتات، والكبريتات تنتج من المواد الكيميائية المغذية لذلك النباتات تمتصها بسهولة**[04] [09] [21]**.

توجد أسمدة أخرى تكون بنسب قليلة كالحديد (Fe) و الزنك (Zn)، النحاس (Cu) ، الكلور (Cl)، المنجنيز(Mn)، البور (B)،المولبيدان(Mo) و النيكل(Ni). يضاف احيانا الى تلك العناصر عنصر الكوبالت لانه يستعمل في تثبيت النيتروجين. **[22]**.

✓ **أسمدة مركبة NPK[15]:**

A. **تعريفه:** هي كلمة مختصرة تعني N نيتروجين و P للفوسفور(يسمى بالفوسفات) و K للبوتاسيوم، وهي ثلاثة عناصر غذائية مهمة و كل عنصر له أهمية أساسية لكل من التربة والنبات. تتوفر الأسمدة NPK في صورة صلبة (حبيبات دقيقة) و أخرى سائلة. بالنسبة للنباتات ليس من مهم الصورة التي يتواجد عليها السماد الذي يتم اختياره طالما ان التركيب نفسه. سنذكر أهمية هذه العناصر**[15]**:

أهمية النيتروجين لنمو النبات:

النيتروجين جزء مهم للغاية من النظام الغذائي لزراعة المحاصيل او النباتات، حيث يضمن تراكم الحمض النووي والبروتينات ويحتاج النبات إلى النيتروجين لينمو بشكل صحيح، و بالإضافة إلى انه يعطي أوراق و سيقان لونها أخضر، ويوجد في الأسمدة العضوية في شكلين احدهما معدني و مرتبط عضويا**[15]**..

أهمية الفوسفور لتنمية الجذور:

تنمو جذور النبات بشكل أفضل عندما يتلقى النبات الفوسفات، حيث أن الفوسفات يلعب دورا مهم في نمو وتطور النبات خاصة في المراحل الأولى من النمو**[15]**.

أهمية البوتاسيوم في تحسين جودة النبات:

يضمن البوتاسيوم صلابة النبات ويقاوم الفطريات و الأمراض، وهو عنصر مهم جدًا لنقل النيتروجين إلى النبات،كما يكسب النبات مقاومة للبرد والجفاف، وكذلك يضمن تكوين الثمار و الأزهار بشكل أفضل، كما يؤثر البوتاسيوم على جودة المحصول النهائي **[15]**.

أنواع الأسمدة المركبة NPK:

- **NPK 40-10-10 و NPK40-10-4 وNPK 28-14-14 :**

هذه المجموعة تسمح للمزارع بعدة خيارات سمادية في علم الزراعة، حيث أن نلاحظ في هذه التركيبات تبدأ بأعلى رقم أي أن أعلى نسبة هي نسبة النيتروجين N من نسبة الفوسفورP والبوتاسيومK . يتم استخدام هذه المجموعة في بداية عمر النبات بهدف الحصول على مجموع خضري قوي ونبات صحي و سليم (أي ان في المراحل الاولى من النمو يحتاج النبات الى كمية كبيرة من الفوسفور الذي يدخل في انقسام الخلايا لنمو الجذور الاوراق) **[22] [23].**

NPK 20-20-20:

هذه التركيبة تسمى بالسماد المتوازن لاحتواها على نفس النسبة لكل من العناصر الثلاثة، وتستخدم في في بداية مرحلة التزهير الى نهاية عمر النبات**[22] [23]**.

الشكل(I-9): توضح السماد NPK 20-20-20

- **NPK 20-20-20+TE**: هذه التركيبة نفسهاالتركيبة السابقة لكن مضافة لها العناصر الصغرىTE ما يسمى ((Trace Elements **[22] [23]**.

الشكل(I-10): توضح السماد NPK 20-20-20+TE

- **NPK12-12-36**:

هذه التركيبة من أحسن و أهم التركيبات السمادية ، بحيث تتميز عن غيرها من التركيبات الأخرى بأنها تحل محل عنصر البوتاسيوم K إضافة إلى نسبة النيتروجين N و نسبة الفوسفورP الموجودة فيها، فهي تساعد في عملية النمو الخضري وعملية التزهير وتساعد كذلك في إنتاج ثمار ذات جودة عالية**[22] [23]**.

- **NPK12-12-36+ TE**:

هذه التركيبة نفسها التركيبة السابقة لكن مضافة لها العناصر الصغرى**[22] [23]** TE .

- يشير الرمز TE إلى إضافة العناصر الصغرى(Trace Elements(ppm في السماد تختلف صيغة العناصر الصغرى من ناحية الاستخدام وذلك حسب صيغتين كالتالي**[22] [23]**:
  - الصيغة الأولى: تكون في صيغة EDDHT يتم إضافتها عن طريق مياه الري.
  - الصيغة الثانية: تكون في صيغة EDTA يتم اضافتها عن ريق الاوراق بالرش كسماد ورقي**[22] [23]**.

✓ **أسمدة سائلة:**

الكثير من المزارعين يفضلون الأسمدة السائلة لكونها توفر الجهد وتسهل عملية الخلط وتحسن توزيع الأسمدة في التربة، ومن الأسمدة السائلة توجد NPK و ما هو مركب من حمض الفوسفوريك**[24]**.

الجدول التالي يوضح بعض الاسمدة الكيميائية وتركيبتهاالكيميائية مع محتواها من العناصر الاخرى**[24]**:

جدول (I-6): يوضح التركيب الكيميائي لبعض الأسمدة الكيميائية مع نسب العناصر الأخرى[24]

السماد	التركيب الكيميائي	محتوى العناصر الاخرى
كبريتات الالومنيوم	$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$	%14S
كلوريد الامونيوم	NH_4Cl	/
نترات الامونيوم	NH_4NO_3	/
كبريتات الامنيوم	$(NH_4)_3SO_4$	%24S
كربونات الكالسيوم	$CaCO_3$	%40Ca
نترات الكالسيوم	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	%17Ca
كبريتات الكالسيوم	$CaSO_4.2H_2O$	%19S 23Ca.
حامض النتريك	HNO_3	/
كربونات البوتاسيوم	K_2CO_3	/
كلريد البوتاسيوم	KCl	/

➢ **فوائد الأسمدة الكيميائية:**

تزيد من جودة ومعدل نمو النبات تسهل من عملية التركيب الضوئي، وتؤدي إلى التوازن بين الماء و الأملاح في الخلية النباتية كذلك تعدل من نسبة الحموضة للتربة**[25]**.

➢ **سلبيات وايجابيات الأسمدة الكيميائية:**

✎ **سلبيات الأسمدة الكيميائية:**

- أثبتت العديد من الدراسات ان الإفراط في إلاضافات العشوائية الغير مدروسة للأسمدة الكيميائية يكون لها تأثيرات سلبية بصفة مباشرة أو غير مباشرة، هذه التأثيرات تكون بالنسبة للمكونات الحية للنظام البيئي، بما فيها صحة الإنسان والحيوان والنبات**[09]**.
- استخدام الأسمدة الكيميائية بجرعات زائدة تؤدي إلى تلوث المياه الجوفية. **[26]**
- الاستخدام المفرط لهده الأسمدة يؤدي إلى النمو المفرط في النباتات وزيادة درجة الحموضة في التربة التي تؤدي إلى تدهورها**[26]**.

✎ **ايجابيات الأسمدة الكيميائية[26]:**

- استخدام الأسمدة الكيميائية تؤدي إلى الحصول على نتائج سريعة.
- تحسن من خصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة.
- تتحكم في كمية كل عنصر غذائي على حسب احتياج النبات لتغذيتة.
- تتوفر الأسمدة الكيمائية بأسعار معقولة**[26]**.

➢ **مقارنة بين الأسمدة البسيطة و الأسمدة المركبة:**

الأسمدة المركبة سريعة الذوبان وصالحة للاستخدام في جميع أنظمة الري سواء كانت الغمر أو الرش أو التنقيط، كذلك قابلة للتخزين لمدة طويلة، على عكس الأسمدة البسيطة**[18]**.

➢ **شروط يجب أن تتوفر في الأسمدة المركبة:**

يجب أن تتوفر على رمز ما بحيث تحتوي على عناصر غذائية في صورة نيتروجين فوسفور بوتاسيوم, وان لا تحتوي على اقل من 3% من النيتروجين و 5% من الفوسفور و5% من البوتاسيوم، وان تكون نسبة حمض الفوسفوريك اقل من 2%. و لابد أن لا يدخل في تركيب السماد المركب صخر الفوسفات أو مخلفات المجاري أو أي مادة غير ذائبة في الماء، وان لا يحتوي أيضا على مبيدات حشرية أو فطرية أو حشائش.كذلك يجب ذكر التركيب الكيميائي للعناصر النادرة الموجودة ، وطريقة استخدام المنتج. و تاريخ الإنتاج والتعبئة و تاريخ انتهاء الصلاحية**[18]**.

➢ **الطرق الحديثة لإضافة الأسمدة الكيميائية مع الري[28]:**

➢ نظرا لتعدد الأراضي الزراعية حيث أن معظمها أراضي رملية أو جيرية أو ملحية فقد تعددت طرق إضافة الأسمدة و تطورت للحفاظ على العناصر السمادية في التربة عن طريق الغسيل أو التثبيت على حبيبات التربة، يتم الاستعانة بهذه الطرق نظرا لاحتوائها على عدة مزايا ومن أهمها استخدام الأسمدة ومياه الري بالطريقة مناسبة لطبيعة وخواص التربة الزراعية، إلا أنها تحتاج إلى نظم إدارة خاصة و أهم وأكثر نظامين متبعين في الأراضي، هما كالتالي**[28]**:

1. نظام التسميد مع الري.
2. نظام التسميد الورقي.

1. إضافة الأسمدة الكيميائية خلال نظام الري[28]:

تسميد النباتات من خلال مياه الري يعبر عن كميات الأسمدة وأنواعها التي تضاف في وقت معين من المراحل المختلفة لنمو النبات والحصول على جودة ووفرة لإنتاج. وذلك يجب مراعاة الشروط التالية:

✓ إضافة الأسمدة بطريقة والكميات ا تناسب طريقة الري المستخدمة.

✓ لتقليل من تفاعلات الترسيب الأسمدة ومكونات التربة يجب اختبار أنواع الأسمدة والتحكم في درجة حموضة مياه الري بما تحتويه من كربونات الكالسيوم.

✓ استخدام الطرق المناسبة لإذابة الأسمدة المضافة وفصل الرواسب للحد من انسداد شبكة الري ودفع رائق الأسمدة.

✓ إضافة الاحتياجات السمادية في التوقيت المناسب والكمية والنسبة السمادية التي تتناسب معا للقدرة الإنتاجية للأرض، ومرحلة النمو وعمر النبات وكذلك درجة الملوحة.

ولنجاح استخدام السماد من خلال مياه الري يجب الاخذ بالاعتبار العوامل التالية:

✓ التركيب الكيميائي لمياه الري.

✓ نوعية السماد وخصائصه (نسبة العنصر السمادي، نسبة النقاوة و الشوائب، إمكانية الخلط).

✓ نوعية التربة (الخواص الكيميائية و الطبيعية، درجة الحموضة، الخصوبة ونسبة المادة العضوية، العناصر الغذائية التي تحتويها، نسبة الجبس والجير النشط).

✓ العوامل المناخية (درجة لحرارة، نسبة الرطوبة، شدة الاضاءة).

✓ النبات (النوع، الصنف، العمر، تحمل الملوحة، توزيع الجذور، معدل الاستهلاك للمياه خلال النمو).

✓ العوامل الاقتصادية.

➢ **قياس تركيز العناصر الغذائية في الأسمدة ومياه الري[28]:**

توجد عدة طرق لقياس تركيز العناصر الغذائية في الاسمدة ومياه الري ونذكر منها:

- **كنسبة مئوية%=** وزن 1كلغ سماد،أو عنصر في 100سم^3 في الماء.

- **بالمليغرام/لتر، أو بالجزء في المليون PPM**: حيث يتم تحضير محلول تركيزه جزء في المليون وذلك بإذابة 1 غرام في 1000لتر من الماء، ولتحويله من نسبة مئوية إلى مليغرام /لتر نستخدم المعادلة التالية:

التركيز بالمليغرام/لتر(PPM)= التركيز بالنسبة المئوية% x 10000 **[28]**.

2. إضافة الأسمدة مع مياه الري[28]:

هي إحدى طرق النظم الحديثة في استعمال الأسمدة عن طريق خلطها مع مياه الري، حيث أنها تحتوي على معظم العناصر الغذائية التي تحتاجها النباتات وذلك حسب بعض الشروط التي أن تتوفر كنوعية وخصائص وتركيز السماد المستخدم و مدى صلاحيته و يجب أن تتوفر فيه مواصفات من أهمها درجة ذوبان العالية و معامل الملوحة ودرجة الحموضة.

أهم الخصائص التي يجب أن تتوفر في الأسمدة المستخدمة في نظام الري مع الأسمدة[28]:

- لا تسمح بحدوث ترسيبات داخل شبكات الري.
- ليس لها تأثيرات جانبية على الأرض والنبات.
- لها درجة ذوبان عالية(ذوبان كلي).
- درجة الحموضة ومعامل الملوحة كلاهما منخفض فيها.
- لا تتفاعل مع الأسمدة الأخرى المضافة معها خلال مياه الري**[28]**.

خصائص الأسمدة الكيميائية[20] [24] [28]:

يتم استخدام هذه الأسمدة حسب خصائص كل سماد، وذلك من حيث محتواها من العناصر الغذائية ودرجة ذوبان الأسمدة في الماء، وتأثيرها في ملوحة وحموضة التربة.

الدليل الملحي SALT INDEX(SI)[20] [24] [28]:

معظم الأسمدة الكيميائية عبارة عن أملاح ذائبة في الماء، فعند إذابتها تزيد من تركيز الأملاح في محلول التربة، وترفع من ضغطها الازموزي وتؤثر على إنبات البذور وامتصاص الماء والمغذيات و...تختلف الأسمدة من حيث محتواها من الأملاح التي اعتمدت على المواد الأولية لصناعة السماد و المواد المضافة اليه. الدليل الملحي هو مفهوم لقيمة عددية تعبر عن النسبة بين الضغط الازموزي لملح نترات الصوديوم($NaNO_3$)، وقد اختير ملح نترات الصوديوم باعتباره ذائب في الماء 100% استعمل سابقا كسماد كيميائي نيتروجيني.

$$\text{الدليل الملحي(SI)} = 100 \times \frac{\text{الضغط الاسموزي للسماد}}{\text{الضغط الاسموزي NaNO3}}$$

جدول(I-7): يوضح الدليل الملحي لبعض الأسمدة الشائعة[20] [24] [28].

مصدر النيتروجين	الصيغة الجزئية	%N	SI
نترات الصوديوم	$NaNO_3$	16	100

اليوريا	$(NH_2)_2CO$	46	75
كبريتات الأمونيوم	$(NH_4)_2SO_4$	21	69
يوريا مثيلين	$C_2H_6N_2O_2$	38	4
مصدر الفوسفور	الصيغة الجزئية	%P	SI
فوسفات ثنائي الامونيي (DAP)	$(NH_4)_2HPO_4$	46	30
فوسفات أحادي الامونيوم	$NH_4H_2PO_4$	50	25
سوبر فوسفات مركز	$Ca(H_2PO_4)_2.2H_2O$	20	8
مصدر البوتاسيوم	**الصيغة الجزئية**	**%K**	**SI**
كلوريد البوتاسيوم	KCl	60	116
نترات البوتاسيوم	KNO_3	44	70
كبريتات الكالسيوم	K_2SO_4	50	46
كربونات الكالسيوم	K_2CO_3	25	6

تأثير الأسمدة على درجة حموضة التربة pH[20] [24] [28]:

وتنقسم الأسمدة من حيث تأثيرها على pH التربة إلى ثلاثة أقسام وهي كالتالي:

1. **أسمدة معتدلة:** هي الأسمدة التي لا تؤثر على pH التربة، ومنها نترات الأمونيوم، كبريتات الكالسيوم (الجبس)، بريتات البوتاسيوم، فوسفات العادي الممتاز و المزدوج**[20] [24] [28]**.
2. **أسمدة ذات تأثير حامضي:** وهي الأسمدة المفضلة في الأراضي القاعدية، تسمى بأسمدة حامضية ذات تأثير الحامض في الوسط التربة، الماء، مثل نترتة أملاح الأمونيوم بواسطة بكتيريا التربة. سماد كبريتات الأمونيوم ملح ذو تأثير متعادل ولكنه في التربة يتأكسد بواسطة بكتيريا إلى نتريت (NO_2^-) ثم إلى نترات (NO_3^-)، وذلك وفق التفاعل التالي**[20] [24] [28]**:

$$(NH_4)_2SO_4 + 4O_2 \rightarrow 4H^+ + 2NO_3^- + SO_4^{2-} + 2H_2O$$

مول واجد من كبريتات الأمونيوم ينتج أربعة مولات من الهدرجين وهي التي تسبب في خفض في قيمة pH الوسط**[20] [24] [28]**.

3. **أسمدة ذات تأثير قاعدي:** هي أسمدة قاعدية ذات تأثير قاعدي في الوسط مثل نترات الصوديوم، نترات البوتاسيوم، نترات الكالسيوم **[20] [24] [28]**.

3) الأسمدة البيولوجية:

تسمى بالأسمدة الحيوية حيث أنها توجد بهدف تحسين خصوبة التربة وتقليل التلوث الناتج من استخدام الأسمدة الكيميائية بكميات كبيرة. تشمل هذه الاسمدة على الميكروبات النافعة التي تقوم بتثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي، و من هذه الاسمدة الحيوية**[29]**:

- **النيتروبين:** هو مخصب حيوي يقوم بتثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي لجميع المحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة**[29]**.
- **الريزوباكترين:** هو مخصب حيوي يقوم بتثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي لجميع المحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة**[29]**.
- **السريالين:** مخصب ومنشط حيوي يقوم بتثبيت الازوت الجوي وزيادة نمو الجذري لجميع المحاصيل النجلية ومحصول القطن والمحاصيل الزيتية**[29]**.
- **الميكروبين:** هو مخصب حيوي يتكون من مجموعة كبيرة من الميكروبات والكائنات الحية التي تعمل على تثبيت الازوت وتذيب الفوسفور والعناصر الصغرى**[29]**.
- **الفوسفورين:** هو مخصب حيوي يذيب الفوسفور المثبت في التربة **[29]**.
- **بلوجرين:** هو مخصب حيوي يجهز خصيصا لنبات الأرز ، و البلوجرين على الطحالب الخضراء المزرقة القادرة على تثبيت النيتروجين الجوي في أجسامها **[29]**.

عوامل إضافة الأسمدة: [30]

- تركيز العنصر في التربة.
- طبيعة التربة ونوع وفترة نمو النبات المحصول.
- الظروف المناخية **[30]**.

I. 4. تصنيف التحسينات الزراعية:

تصنف التحسينات الزراعية ضمن التكنولوجيات الزراعة الحديثة حيث يستخدم في الزراعة لتحسين إنتاج المحاصيل و ذلك خلال معدات متطورة وغيرها من التقنيات الحديثة مع اختيار الطرق المناسبة للري واستعمال جميع أنواع الأسمدة و المبيدات الضرورية التي يحتاجها النبات لتغذية و النمو. تتعلق الأساليب الحديثة للزراعة على اليد العاملة ورؤوس الأموال الكبيرة وكذلك الخبرة في استعمال المعدات والآلات الزراعية الحديثة**[01]**.

لقد ساهم التقدم العلمي والتقني في المجالات الزراعية و التقنية المرتبطة بها في إحداث قفزة نوعية وكمية هائلة في الأساليب الزراعية المتبعة في الزراعة و تحويلها من عمل يدوي فردي لإنتاج الكفاف إلى نشاط تجاري و صناعي منتظم ومدروس، كما أصبحت الزراعة حقلاً علمياً بامتياز يخضع لشروط التجربة و الاستقصاء والمقارنة. لأن الزراعة هي أساس الحضارة، فغالباً ما يرابط التقدم الزراعي بالتقدم في المجالات الأخرى الأمر الذي يجعل

الدول المتقدمة صناعياً تحتل المراكز الأولى من حيث المردود العالي والاستخدام المنتظم للأسمدة الزراعية. و يقدر استخدام الأسمدة الزراعية في العالم اليوم من العناصر الثلاثة الرئيسية (نتروجين، فوسفات، بوتاس) بحوالي 180مليون طن (جدول8)**[19]**.

جدول(I-8): يوضح كميات الأسمدة المستهلكة في العالم (مليون طن) خلال الأعوام 2017 ،2013،2012 [19]

نوع السماد	2012	2013	2017
نيتروجين	107.8	109.4	115.8
فوسفات	41.3	40.7	45.0
بوتاسيوم	28.9	29.0	33.2
المجموع	178.0	179.1	194.0

I. 5.اهم العوامل المؤثرة على الانتاج الزراعي:

التربة، المناخ، وسائل الري، اشعة الشمس، الاسمدة، التكنولوجيا، الهواء، نوع المحصول، توقيت الزراعة، نوع التربة**[01]**.

I. 6. طرق التحسينات الزراعية[31]:

- استخدام الأسمدة الزراعية بطرق حديثة لبناء تربة غنية.
- استخدام الطرق و الوسائل المناسبة للري.
- توفير استخدام عنصر النيتروجين لأنه من أهم العناصر المغذية للتربة .
- المحافظة على تنظيف المحيط البيئي للزراعية.
- الزرع النباتات في مواسمها**[31]**.

الفصـــــل الثـــــــاني:

التربة و اهمية العناصر الغذائية ودورها في حياة النبات – NPK-

II. تمهيـــــــــــد:

مفهوم النظام البيئي هو مساحة الأرض التي تحتوي على مكونات حية وغير حية. فتتفاعل هذه المكونات مع بعضها البعض وتنتقل العناصر الكيميائية من المكونات غير الحية إلى المكونات الحية والعكس **[38]**.

تتكون الكائنات الحية من عنصرين اساسين

الماء	التراب

وحبيبات التربة هي مكون غير حي يحفظ الماء، ويحمل كثيرا من العناصر الغذائية اللازمة للمكونات الحية.

ان اختلاط الماء بالتربة – وخاصة غرويات الطين – يعطي مظهرا لبداية نشاط الكائنات الحية بها على مختلف صورها، مثلما يحدث بحبيبات التربة ذاتها.

II. 2.الشبكة الغذائية للتربة :

يقصد بالشبكة الغذائية للتربة مجتمع الكائنات الحية التي تعيش حياتها كلها أو جزء منها في التربة ويتم تحويل المغذيات وتبديلها على مدار الشبكة الغذائية حيث يتغذى كائن حي ما على كائن حي آخر، وبهذه الطريقة تعد النظم البيئية للتربة مكانا مهما لتدوير المغذيات. تخزن التربة المغذيات المعروفة وتجددها مثل : النيتروجين، البوتاسيوم، و الفسفور، و الكالسيوم، و المغنزيوم والكبريت. تحلل الكائنات الحية الموجودة في التربة والتي تعيش النظام البيئي لها هذه المغذيات لكي توفرها للكائنات الحية الأخرى وتنشرها في جميع أنحاء التربة للمحاصيل ونمو النباتات.

II. 1.2. تعريف التربة :

التربة ثروة طبيعية ضرورية مهمة للحياة لانها تغطي جل سطح الارض، فهي توفر المغذيات والماء والمعادن للنباتات والأشجار، وتعد موطنا للحشرات والبكتيريا والحيوانات الصغيرة. فبدون التربة لايمكن زرع اية محصول كان، لان التربة تعتبر على انها مانحة للحياة حقا فهي تعمل على تخزين المياه وتنقيتها، وتعيد تدوير المغذيات وتساعدنا على كيفية التعامل مع التاثيرات السلبية المترتبة عن التغير المناخي وذلك عن طريق تخزين كمية معتبرة للكربون لديها **[39]**. فالتربة تحتوي على ربع التنوع البيولوجي المتواجد في كوكبنا الذي نعيشه، ملعقة كبيرة وواحدة من التربة الصحية تعد مجتمع معقد من اشكال الحياة وهي في الحقيقة اغنى الانظمة البيئية بالتنوع الحيوي على وجه هذا الكوكب لان التربة بدورها غنية بمجموعة من الكائنات الحية التي تعمل على بناءها وانتاج مواد مغذية لوقايتها من الامراض وتحسين مستوى الزراعة والمحصول**[40]**.

II. 2.2. الطبقات الاساسية للتربة :

وتنقسم الى 3طبقات رئيسة وهي:

1-**الطبقة السطحية العليا** :وهي السطح العلوي من التربة بحيث يمتد من عمق 10الى 15 سم فقط، وفيه تتم معظم العمليات الحيوي، بحيث تؤثر جل التغيرات التي تحدث للتربة بشكل رسمي عليها.

2-الطبقة المتوسطة او الدنيا :وهي التي تاتي بعد الطبقة السطحية بحيث تمتد من عدة سنتمترات الى اكثر من من عدة امتار وهذا حسب طبيعة وقوام التربة.

3-الطبقة الصخرية او الطبقة الاساس: وهي الصخور التي تنتج التربة وتشكل الحاضنة التي تحجز المياه والعناصر الغذائية وهذا مايعمل على تحديد خصوبة التربة**[41]** .

II. 3.2. مكونات التربة :تتكون التربة من5 مكونات اساسية منها:

a) **الحبيبات المعدنية** : تشكل هذه الحبيبات نسبة كبيرة من مكونات التربة المعدنية تقدر 80%، فهي تزود النباتات بالغذاء، تحتوي على حبيبات صغيرة تسمى بالرمل و الغرين، بحيث تتكون بشكل اساسي من بعض المعادن مثل الكوارتز والفلسبارت بالاضافة الى المعادن التي تحتوي الطين كالاليث والكلولين ، المايكت، والفيرمكيوليت وغيرها ...كما انها تضم كميات صغيرة من المعادن المغذية للنباتات مثل الفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم .

b) **المادة العضوية** :هي المادة التي تنتج من تحلل الكائنات الحية الدقيقة (كالبكتيريا ومكروبات جذور النباتات، وبقايا الحيوانات المدفونة)، بحيث تتميز هذه المادة بلونها الداكن، الذي يطلق عليه باسم الدبال والذي له دور مهم في ارتباط حبيبات التربة الناعمة وتماسكها، كما تعتبر المصدر الوحيد للنتروجين بالاضافة الى قدرتها على امداد التربة بعنصرى الفسفور والكبريت.

c) **ماء التربة** :يطلق عليه اسم محلول التربة وهو عبارة عن خليط من المحاليل المائية للاملاح والغازات الموجودة في التربة، ينتشر في الفراغات المسامية، له دور مهم في اذابة المعادن والعناصر الغذائية، يتاثر تركيز محلول التربة وتركيبه بعدة عوامل مختلفة من ابرزها :تركيب التربة المعدني ،ورطوبة التربة .

d) **هواء التربة** :هو من اهم واكثر مكونات التربة فعالية، حيث انه الجزء الغازي الوحيد فيها وغالبا يكون ذائبا في الماء، ويوجد بصورة حرة في الفراغات البينية الموجودة في التربة، فيتميز بتركيبه غير الثابت حتى في نفس النوع من التربة، الا ان هناك بعض المميزات الثابتة نذكر منها :انله نسبة عالية من غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2.يتشبع بكميات لاباس بيها من بخار الماء، باستثناء تربة المناطق الجافة. تكون نسبة النتروجين والاكسجين فيه قليلة .

e) **الكائنات الحية الدقيقة** :هي الكائنات التي لها القدرة في احداث التغيرات الدائمة في التربة،كما يختلف نشاطها متنوع لاخر من التربة, ومن اهم انواعها :البكتيريا, الطحالب والفطريات، جذور النباتات، بالاضافة الى الديدان والحشرات والحيوانات الارضية الصغيرة **[41]**.

II. 4.2. انواع التربة :

التربة الطينية :هي التربة الاكثر و الاشهر تداولا تتميز بلونها الاحمر و التي تكون بها جزيئات صغيرة جدا تساعدها في التماسك حيث تمكنها ميزتها بالاحتفاظ بقدر كبير من الماء في جزيئاتها كما يترتب على هذا، سوءا في صرف الماء والقدرة الكافية على امتصاصه وعليه تكون التهوية المخصصة لتلك التربة بالغة السوء، تظهر عيوبها عند تعرضها للجفاف فيبدو على مظهرها السطحي العديد من التشققات, وعليه تعتبر على انها غير صالحة للزراعة والسبب المؤدي الى ذلك ثقلها وكذلك طبيعتها التي تعيق جذور النباتات عن القدرة على امتصاص الماء.

التربة السلتية : مايطلق عليها ايضا بتربة الطمي فهي تتكون من صخور وجسيمات معدنية اكبر من الصلصال واصغر من الرمال وهي من احدى انواع التربة الطينية وتعتبر التربة الطينة نفسها تربة الطمي اذا توفر لديها محتوى الطمي اكثر من 80%وتعد التربة السلتية اكثر الانواع خصوبة وعليه تكون صالحة للزراعة وذلك لسماحها بتخزين الماء والاحتفاظ به وتسمح للهواء للحركة عبرها.

التربة الرملية :تتكون هذه التربة من جزيئات الرمل الكبيرة وتكون المسامات بين جزيئات التربة كبيرة جدا مما يسمح للماء بالترشح من خلالها ودخول الهواء اليها، مما يزيد من صعوبة تشبع التربة الرملية بالماء و يجعلها غير ملائمة لزراعة بعض النباتات حيث انه يمكن زراعة النباتات التي تقدر على العيش في ظروف التربة الجافة كنبات الصبار والزئبق مثلا ولتحسين هذه التربة نضيف البعض من المواد العضوية كالسماد بكميات صغيرة وبشكل متكرر افضل من اضافتها مرة واحدة وبكمية كبيرة وهذا من اجل الحفاظ على الرطوبة والمواد المغذية لدا التربة.

التربة الجيرية : هذه التربة تتواجد في اعماق الارض وهي ذات طبيعة لزجة اي من الصعب التعامل معها في الرطوبة كما انها تمتلك خصائص قلوية ذات PH=7.5وهو رقم هيدروجيني مرتفع جدا ناتج عن نقص الرطوبة ومحتوى الجير العالي والذي يمكنه ان يوقف نمو النبات، ولكنه يمكن جعل هذه التربة اكثر ملائمة للنبات وذلك باضافة مواد غنية بالاحماض كالسماد الطبيعي الذي يؤدي الى تحسين امتصاص الماء، كما نستغل التربة الجيرية في زرع النباتات التي تحتوي على درجة قلوية مرتفعة.

التربة البنية :سميت بهذا الاسم نسبة الى لونها وتتميز هذه التربة بالتصاق المسامات المكونة لها مع الارض تحتوي على وسط مميز لزراعة الاعشاب.

التربة الرسوبية : يميز هذا النوع من الاتربة التركيب الحامضي والرملي مما يجعلها تفتقر الى العناصر الغذائية المناسبة للنبات هذا بالرغم من قدرتها على تجميعها في طبقتها الوسطى بحيث تكون شديدة الصلابة، مع ذلك يمكن لجذور الاشجار اختراقها والتغلغل فيها والتغذي عليها على عكس الاعشاب.

التربة الخث : تعد من افضل انواع التربة, تمتاز باحتوائها الكبير للمواد العضوية، وهذا ما يجعلها تاخذ اللون الغامق، فهي تمتلك درجة حرارة عالية خلال فصل الربيع وعليه تستطيع المحافظة على اكبر كمية من المياه.

التربة الطمي : هي افضل انواع التربة على الاطلاق، لان لديها قدرة صرف جيدة، كما انها تدخل في تكوينها كمية معتبرة من الدبال، وعلى هذا فهي الافضل خاصة اذا ما قورنت بالتربة الرملية **[41]**.

II. **5.2. خصائص التربة** :تختلف التربة في الخصائص وذلك تبعا لنوع التربة وهي

- **لون التربة** : تختلف وتتنوع التربة حسب لونها ففي التربة الرملية نجدها ذات لون اصفر والتربة الطينية تكون ذات لون اسود داكن، والتربة الصفراء رمادية اللون.
- **حجم الحبيبات** :نجد في التربة الطينية حبيبات ذات حجم صغير في حين نجد حبيبات من النوع الكبير لدا التربة الرملية حيث تكون هناك تربة ذات مزيج بينهما كما في التربة الصفراء، كما ان حجم الحبيبات يميز خاصية التماسك لدا التربة ففي الطينية يكون لدينا تماسك جيد وفي الرملية ضعيف وفي الصفراء متوسط.
- **نفاذ الماء** :وهو مايعبر عن قدرة التربة للاحتفاظ على الماء نجد ان التربة الطينية يكون هناك نفاد اقل للماء ونجد ان التربة الصفراء تكون متوسطة النفاذ في حين نجد التربة الرملية على انها الاكثر نفاذا للماء.
- **التهوية** :لدينا في التربة الطينية تكون التهوية سيئة وفي التربة الصفراء متوسطة بينما في التربة الرملية تكون التهوية جيدة جدا .
- **الخصوبة** :اي بعبارة اخرى تعني مهيئة للزراعة ام لا فالتربة الطينية متوسطة الخصوبة في حين نجد التربة الصفراءالاكثر خصوبة وهي صالحة لزراعة جميع انواع النبات وذلك لاحتواءها على الدبال بينما نجد ان التربة الرملية هي الاقل خصوبة.
- **مدى ملائمتها للزراعة** :تختلف درجات التربة في كونها صالحة للزراعة من تربة الى اخرى فنجد ان التربة الطينية تكون ملائمة لزراعة بعض المحاصيل كالقطن وقصب السكر في حين نجدان التربة الرملية تلائم زراعة النخيل او درنات البطاطا بينما نجد في التربة الصفراء انها تلائم زرع الفواكه**[41]**.

II. **6.2. الصفات الفيزيو كيمائية للتربة الزراعية** : ان الاختلاف في عوامل تشكيل التربة واصل المادة قد ادى الى اختلاف وتنوع كبير يمكن ملاحظته في كافة انحاء العالم. وهذه الاختلافات ظهرت خلال صفات وتراكيب طبقات التربة.

الصفات الفيزيائية : تتمثل اهم الصفات الفيزيائية الواضحة للتربة الزراعية في العمق واللون وتوزع حجم الجسيمات والبنية التركيبية للتربة.

الصفات الكيمائية :من اهم الصفات الكيمائية للتربة الزراعية هي قدرة وتزويد النباتات بالمواد والعناصر المغذية الضرورية لاتمام دورة حياته**[41]**.

II. 7.2. خصوبة التربة :

هو مدى تيسر ووجود العناصر الغذائية و الماء في التربة لسد احتياجات النبات النامي فيها، كما يعرف ايضا بانه مصطلح يستخدم للدلالة على مدى الانتاج النباتي الذي يمكن ان توفره التربة تحت ظروف انتاجية معينة**[42]**.

تقسم خصوبة التربة الى ثلاث اقسام :

- **خصوبة فيزيائية** :تعتمد على قوام التربة وبنيتها وعمقها ونوعية المادة المعدنية المكونة لها.
- **خصوبة كيمائية** :يقصد بها احتواء التربة على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات.
- **خصوبة حيوية** :هي مقدار نشاط كائنات التربة وحيواناتها, وهذا النشاط يحدد مدى تحول العناصر من اشكالها العضوية الى اشكالها المعدنية القابلة للامتصاص من قبل النبات.

II.2. 7. 1.عوامل انهيار خصوبة التربة :

لكي تحافظ التربة على خصوبتها يجب ان يكون هناك توازن بين ما تفقده من المواد الغذائية سواء اكان ذلك بواسطة النبات او بعمليات اخرى كالغسل والصرف وبين الموجود فيها بالاصل وما يتكون فيها ويجب ان لا يحدث في التربة من العمليات التي تغير من بناءها وبنيتها**[42]**.

ومن اهم العوامل التي تسبب انهيار خصوبة التربة مايلي :

- استثمار التربة الزراعية لمدة طويلة من الزمن دون اضافة اسمدة كيميائية او عضوية بدلا عن المواد الغذائية المستعملة من قبل النباتات مما يسبب هلاك التربة والتقليل من خصوبتها، فالتربة الخفيفة الرملية والفقيرة للمدخرات الغذائية والتي تغسل بتاثير مياه الري والامطار تفقد خصوبتها بسرعة اكثر من الاتربة الطينية والتي تكون غنية بالمدخرات الغذائية.
- الافراط في التسميد كذلك يقضي على خصوبة التربة ويجعل النباتات مدمنة على الكيمياويات، وهذه النباتات المريضة والضعيفة تصبح عرضة لجميع انواع الافات،التربة غير الصحية لاتستطيع دعم وجود الفطريات المفيدة وبهذا قد تتحول التربة الى تراب ميت خالي من العناصر المعدنية وملوث مما يؤدي بدوره الى عدم التحسن الزراعي**[40]**.
- عدم اتباع دورة زراعية مناسبة تساعد على انهيار خصوبة التربة**[42]**.
- رش الاسمدة اي املاح العناصر الغذائية الى التربة يؤدي الى زيادة الضغط الاسموزي في جدران خلايا الكائنات الحية الدقيقة مما يتسبب في موتها.

II. 8.2. اهمية التربة :

- تمثل التربة افضل مرشح للمياه حيث تستقبل كميات كبيرة من المياه وتقوم بتوصيلها الى الخزان الجوفي مما يحفظ على نقاوتها**[41]** .
- صحة التربة عامل اساسي في صحة النبات وبالتالي صحة غدائنا واجسادنا.
- وجود عناصر غذائية في التربة مهما جدا فهو يمدها بخصوبة تضمن نمو النبات نمو صحي وهذا بفضل تواجد الكائنات ضمنها **[41]**.

II. 9.2. التحليل الفيزيائي والكيميائي للتربة:

أولا :التحليل الفيزيائي

إن القياسات الفيزيائية للتربة شائعة تعطي مستخلصات تقاس فيه الايونات والكاتيونات،كما تعتمد معايير نقص بعض العناصر وسميتها على تركيزات العناصر في مستخلصات التربة .وتشمل هذه القياسات :

1-المحتوى المائي للتربة. 2-الرشح. 3-الناقلية المائية.

4- درجة الحرارة. 5-المسامية. 6-حجم الحبيبات.

7-الكثافة الظاهرية. 8- الناقلية الكهربائية.

ثانيا : التحليل الكيميائي

القياسات التي تتضمن توصيف محلول التربة ومكوناتها والتركيب العضوي واللاعضوي للتربة، هي تسمية واسعة لقسم الكيمياء. وهي تشمل جميع العناصر الغذائية ومكونات التربة التي توثر على هذه العناصر والمكونات بصورة مباشرة أو غير مباشرة ومن بينها :

1. درجة الحموضة. 2-كربونات الكالسيوم. 3. المادة العضوية.

- هناك ثلاث عوامل تساهم في عملية تغذية النبات :

- كمية العناصر الغذائية في التربة.
- قدرة التربة على إمداد النباتات بالعناصر الغذائية.
- العوامل البيئية التي تؤثر على فروه العناصر الغذائية وقابلية امتصاصها**[43]**.

II. 10.2.الخصائص التي يجب توفرها في بيئة النمو :

1. ان تكون جيدة المسامية، التهوية، والصرف بحيث تسمح بالتبادل الغازي بين الجذور والوسط المحيط.
2. تعمل كمخزن يمد النبات بالعناصر الغذائية التي يحتاجها اثناء نموه .
3. القدرة على الاحتفاظ بالماء .

4. ذات وزن نوعي منخفض (خفيفة الوزن)، و ان تكون ثابتة الحجم لاتتغير بفعل الرطوبة والجفاف .
5. ان تكون جيدة التماسك بحيث تعمل كدعامة للنبات.
6. ان تكون درجة الحموضة مناسبة لانبات الجذور ونمو النبات **[44]**.

II. 3. تغذية المحاصيل:

تحتاج المحاصيل إلى المغذيات حتى تحظى بمستويات مرضية من النمو وتعطي إنتاجاً جيِّد النوعية. وتساعد النظائر على تحسين تغذية المحاصيل وتحديد المحاصيل التي تتكيَّف جيِّداً مع ضعف خصوبة التربة أو التي تتسم بكفاءة خاصة في الاستفادة من المغذيات. ويُعدُّ هذا عاملاً حاسماً في الارتقاء بغلة المحاصيل وجودتها إلى المستوى الأمثل وتحسين قدرتها على الصمود في مواجهة تغيُّر المناخ.

II. 1.3.تحسين تغذية المحاصيل تعزيزا لقدرتها على الصمود:

يمكن لتحسين إدارة مغذيات المحاصيل أن يعزِّز التوافر البيولوجي للمغذيات المطلوبة بكميات كبيرة والمطلوبة بكميات صغيرة في المحاصيل والحبوب، وهو ما يُعدُّ شرطاً أساسيًّا لتحقيق المحاصيل مستوى مُرضيًّا من النمو والارتقاء بكمية الغلة وجودتها إلى المستوى الأمثل. وبالإضافة إلى المياه وضوء الشمس وظروف التربة المواتية، تحظى المغذيات الأساسية بأهمية حاسمة لتحقيق المستوى الأمثل من إنتاج المحاصيل وتحسين قدرة النباتات على الصمود في مواجهة تغيُّر المناخ.

II. 2.3.المساهمة التي تقدِّمها التقنيات النووية و النظيرية:

تتيح نظائر الكربون والنيتروجين والفسفور تقدير كمية المصدر البديل للنيتروجين غير العضوي الذي يثبَّت في التربة ويُضاف إليها بفعل البقوليات، وكمية الكربون الذي تثبِّته النباتات في التربة ويُحتجز فيها. كما تساعد على تتبُّع حركة الأسمدة العضوية وغير العضوية المستعملة من التربة إلى النباتات والبيئة، وتقييم الأنواع الوراثية من المحاصيل وتحديد ما يتسم منها بتحمُّل الجفاف والملوحة، وتقييم ديناميات الفسفور على طول خط العلاقة بين النباتات والتربة بهدف تحسين إدارة الفسفور في النظم الإيكولوجية الزراعية. وتُستخدم نظائر الزنك والحديد وغيرهما من المغذيات المطلوبة بكميات صغيرة لقياس ديناميات هذه المغذيات في التربة والمحاصيل**[45]**.

II. 3.3.دور التقنيات النووية والنظائر

- التغلب على تأثيرات التغير المناخي في نوعية التربة وإنتاجية الأرض لأغراض الزراعة المستدامة.

- تقليص انبعاث غازات الدفيئة (البيت الخارجي) وزيادة مسك ثنائي أكسيد الكربون في الأراضي الزراعية المنتجة.
- تحسين الحفاظ على المدخلات الخارجية (كالأسمدة)والمصادر الأرضية والمائية وبالتالي تحسين الزراعة وحماية البيئة وتحسين مستوى معيشة الفلاحين .
- استعمال النظائر في تقييم مسار نواتج الانشطار والمتساقطات في الترب ضمن منظومات مختبريه **[46]**.

II. 4.3. إدارة المغذيات :

هي علم الممارسة الموجهة للتربة، المحاصيل، الطقس والمحافظة على المياه لتحقيق أفضل كفاءة للمغذيات المستخدمة وتشمل إدارة المغذيات عوامل مهمة نذكر مناه ما يلي :

1. استخدام المغذيات مع مراعاة المحاصيل المثلى القابلة للتحقيق .
2. إدارة المغذيات وتطبيقها .
3. إدارة التربة والمياه والمحاصيل لتقليل انتقال العناصر الغذائية **[47]**.

II. 1.4.3. المغذيات :

من المعروف أن النباتات تحصل على غذائها من ثلاث مصادر أساسية وهي الماء، الهواء، الأرض. وتعتبر كل من المادة العضوية والمكونات الرئيسية لمعظم العناصر الغذائية للنباتات.

وعليه فان العناصر الكيميائية التي تمتصها النباتات من الماء او الهواء او التربة بكميات كبيرة او قليلة لتقوم بتحويل الطاقة التي تصل الينا من الاشعة الشمسية الى طاقة كيميائية من خلال عملية التمثيل الضوئي والتي تساهم في عملية التمثيل الغذائي بغرض تخليق المواد العضوية اللازمة لاستكمال دورة حياة النبات، وتستخدم النباتات العناصر والمركبات منخفضة الطاقة لانتاح مدى واسع من المواد والمركبات عالية الطاقة والتي تعتبر بصفة اساسية للانسان والحيوان، وعند تحليل الانسجة النباتية بالطرق الحديثة تبين وجود معظم العناصر الموجودة في الجدول الدوري للعناصر في الانسجة النباتية كماهي موجودة في التربة او البيئة التي تنمو بها النباتات **[48]**،كما تعتبر تغذية النبات هي العامل المسؤول عن انتاجية النبات ولكل نبات احتياجات معينة من العناصر الغذائية التي لو قلت عن هذه الاحتياجات يضعف النبات ويقل انتاجيته ولو زادت عنها يكون لها تاثيرات عكسية على النبات حيث يحتاج النبات الى كميات معينه من 16 عنصرا مختلفا على الاقل من العناصر الغذائية، حتى يصل الى النمو الطبيعي الامثل وهذه العناصر الغذائية تدخل في الكمياوي للنبات مثل الاحماض النووية كما تعمل على توجيه العمليات الحيوية في النبات والانزيمات ومساعدات الانزيم ونشاط عمليات البناء والهدم والكربو هيدرات وتزويد النبات بالطاقة وتخزينها وتنظيم الضغط الاسموزي حتى يكون هناك توازن بين الايونات الممتصة من محلول التربة والعناصر الغذائية التي يحتاجها النبات والتي قد تم التعرف عليها وهي عناصر غذائية ضرورية تمتصها النباتات لاستكمال دورة الحياة الطبيعية لها لضمان نمو جيد[49].

II. 2.4.3.مفهوم العنصر الغذائي :

هو مادة مغذية تحتاجها جميع النباتات لاكمال او ايصال دورة حياته ونمو وظائفه الحيوية ووظائف كل عنصر من هذه العناصر لاتستبدل ولا تعوض باضافة عنصر غذائي اخر مكانه واي نقص او زيادة فيه سيودي مباشرة الى قتل النبات وبالتالي تباطى المحصول والغلة فهو وظيفة مميزة في حياة النبات الخاصة **[50]**.

II. 3.4.3. مصادر العناصر الغذائية للنبات :

يمكن تحديد مصادر العناصر المغذية للنبات في مصدرين أساسين وهما : العناصر الموجودة أصلا في التربة ومنها المعادن الأرضية ونواتج تحلل المخلفات النباتية والمادة العضوية بالتربة .بينما المصدر الثاني فهو العناصر المضافة والتي تتمثل في إضافة الأسمدة الكيميائية والأسمدة العضوية للتربة. وعليه يجب معرفة أن جل العناصر الغذائية الموجودة بالتربة خاضعة للعديد من العمليات والتي بدورها تحد أو تزيد من ذوابنيتها وبالتالي تؤثر على الصورة والكمية الصالحة للنبات وهذه العمليات تختلف من عنصر لآخر سواء كانت حيوية أو كيميائية في الطبيعة، فمن العمليات الحيوية منها ما تحد من ذوبان العناصر المغذية أي امتصاصها من قبل الكائنات الدقيقة وتمثيلها داخل أجسامنا وهذا ما يعرف بعملية التمثيل أي تحويل العنصر من صورة معدنية إلى عضوية ولكن بعد موت هذه الكائنات تتحلل وتنطلق هده العناصر مرة أخرى فتصبح في صورة صالحة وهذه العملية تعرف بعملية المعدنة وهي عكس العملية السابقة أي يحدث بها تحول العنصر من الصورة العضوية وغير الصالحة للنبات إلى الصورة المعدنية الميسرة للامتصاص، فالعملية الحيوية لها أهمية كبيرة بالنسبة للنيتروجين ومتوسطة للكبريت والفسفور، والعملية الكيمائية تعمل على ترسيب العناصر وتجعلها في صورة غير صالحة للنبات فالفسفور اكثر العناصر تاثرا بهذا وقد يحدث تقييد لبعض العناصر وخاصة الكاتيونات منها وذلك لادمصاصها على الاسطح او بين الوحدات البلورية لمعقدات التبادل ويعتبر كل من ايوني البوتاسيوم والامونيوم اكثر الكاتيونات ثباتا في هذه الطريقة **[51]**.

II. 4.4.3. العناصر الغذائية الضرورية للنباتات :

من بين هذه العناصر الغذائية الضرورية للنباتات نجد منها ما تنحصر ضمن 16 عنصر ضروري وأساسي لتغذية النبات, حيث يحصل النبات على الكربون والهيدروجين و الأكسجين من الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون وتشكل هذه العناصر الثلاثة مجتمعة أكثر من 92%من بروتوبلازم الخلايا النباتية الحية .

يمتص النيتروجين أكثر من أي عنصر أخر بحيث يشكل 2%من البروتوبلازم اما الفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم و المغنسيوم والكبريت, فتمتص بكميات اقل بكثير من النتيروجين ويمتص النبات باقي العناصر بكميات قليلة جدا وهي الحديد –الزنك–المنجنيز–النحاس –البورون –المولبيدنم – الكلور والتي نصنفها حسب مايلي :

- **العناصر الأساسية:**

الكربون – الهيدروجين – الأكسجين .

- **العناصر الضرورية الكبرى:**

النيتروجين – الفسفور – البوتاسيوم .

- **العناصر الضرورية المتوسطة:**

الكالسيوم – الكبريت – المغنسيوم .

- **العناصر الضرورية الصغرى:**

الحديد – الزنك – المنجنيز – النحاس – البورون – المولبيدنم – الكلور.

- **العناصر الضرورية الصغرى الخاصة:**

صوديوم– الومنيوم –كوبالت– جاليم– سيلكون– فانديوم– سيلينم.

وهذه العناصر لا تحتاج إليها إلا بعض النباتات المحددة وليس كل النباتات لها مثل البنجر يستهلك الصوديوم كعنصر غذائي بينما الصوديوم ضار لباقي النباتات وكذلك يستهلك نبات الأرز عنصر السيلكون الذي يمنع مرض رقاد نبات الأرز **[52]**.

أ) **العناصر الكبرى :**

وهي عناصر كيميائية يحتاجها الكائن الحي بكميات كبيرة لتغذيته خلال حياته. فالعناصر الكبرى ضرورية بالدرجة الأولى لبناء الجسم والخلايا ولعمل الأجهزة الحيوية, وسميت بالكبرى نظرا لضخامة الكميات اللازمة منها مقارنة بالصغرى ونذكر منها **[53]**:

الهيدروجين، النتروجين، الفسفور، البوتاسيوم، والمغنزيوم، الكبريت، الكربون، الأكسجين، الكالسيوم**[54]**.

- **بالنسبة للاكسجين والكربون والهيدروجين** : فهي تشكل الهيكل الرئيسي للمادة الخضراء في النبات وتحصل النباتات الراقية على معظم احتياجاتها من HCO من الهواء والتربة والماء، فان النبات يحصل على حاجته من الكربون c والاكسجين o من الهواء مباشرة من غاز CO2 و يكون الكربون 40% من الوزن الجاف للنبات ويعتبر مصدره الوحيد CO_2 و الذي تتراوح نسبته في الجو 0,3-0,4% ويدخل الكربون في تكوين جميع المواد العضوية في النبات حيث باتحاده مع كل من O_2, H يتكون جزيئ الكربوهيدرات (في وجود الطاقة الضوئية ومادة الكلوروفيل خلال عملية التمثيل الضوئي ومن هذه المواد تتكون باقي المواد الحيوية بالنبات(البروتين، الاصباغ، الذهون ...وغيرها)وحديثا يستفاد من ذلك بالنسبة للنباتات النامية بالصوب والانفاق في المناطق البارة خلال فصل الشتاء**[55]**.
- **بالنسبة للأكسجين** :يحصل النبات عليه من CO_2 الجوي والجذور تحصل على حاجتها من O_2 اللازم للتنفس عن طريق العديسات بالجذور.
- **بالنسبة للهيدروجين** :يحصل النبات على حاجته من ماء الري**[48]**.

- **بالنسبة للنتروجين** :يعتبر عنصر محددا للنمو, ولذلك فان إضافته دائما تحسن من نمو النبات وزيادة محصوله ففي بعض التجارب الحقلية تم دراسة إضافة النتروجين للأراضي الفقيرة في محتواها منه والتي تحوي نسبة ملوحة متوسطة قد أدى إلى تحسن نمو النباتات فيها كالفاصوليا والطماطم والذرة ...وغيرها.
- **بالنسبة للفسفور** :الفسفور المضاف الى الاراضي والبيئات يزيد من نمو المحصول ويحسن من ملوحة التربة الزائدة بعد اضافته اليها ويعطي للنباتات الطاقة لنمو جيد ومقاومة التربة الملحية بحيث انه لايتاثر بنوعية التربة المنخفضة الملوحة فافسفور يعتمد بشكل كبير على نوع النبات ومرحلة نموه.
- **بالنسبة للبوتاسيوم** :يعتبر عنصر البوتاسيوم شبيها بعنصر الفسفور من حيث الانخفاض النسبي لتركيزه في المحلول الارضي، كما ان البوتاسيوم يدمص ويثبت على الاسطح وبين الوحدات البلوية للغرويات المعدنية الارضية بحيث يصبح غير ميسر في بعض الاراضي التي يسود فيها معدن الفيرميكيوليت فهذه الخاصية مهمة لحاة لنمو النبات.
- **بالنسبة للكالسيوم** :يلعب الكالسيوم دورا هاما وحيويا في فسيولوجيا وبناء النبات, ولكن نظرا لزيادة عنصر الكالسيوم في الاراضي الزراعية فان ذلك يجعله عنصرا غير محددا للنمو في مثل هذه الاراضي, ومع ذلك فان زيادة الملوحة في الاراضي تزيد الحاجة الى اضافة الكالسيوم, حيث تنخفض الكميات فيرسب في صورة غير صالحة للامتصاص، او نتيجة لزيادة القوة الايونية في المحلول الارضي والتي تقلل من نشاط ايون الكالسيوم
- **بالنسبة للمغنسيوم** :يتنافس الكالسيوم بشدة مع المغنسيوم وتظهر مواضع الارتباط على اغشية بلازما جذور النباتات انخفاضا ملحوظا للارتباط بالمغنسيوم مقارنة بالكالسيوم, ومن ثم فان وجود كميات كبيرة من الكالسيوم في المحلول الارضي يؤدي الى زيادة الممتص منه على حساب المغنسيوم فيقل تركيزه في الجذور والسيقان والاوراق وتظهر معه اعراض نقصه على النبات**[56]**.
- **بالنسبة للكبريت** :الكبريت والمغنسيوم متشابهان اي كلاهما يكمل الاخر فالكبريت يعمل على تكوين السكريات وكذلك يدخل في تركيب الاحماض الامينية للنباتات ونقصه يعرض النبات الى الموت فهو عنصر ضروري لتغذية النبات**[57]**.

الجدول (II-9): يوضح النسبة المئوية لمتوسط الكمية الكلية للعناصر الكبرى في التربة (السيد 2007).

المكون	اراضي مناطق رطبة	اراضي مناطق جافة
المادة العضوية	6.00	2.25
نتروجين	15.0	0.08
فسفور	0.04	0.07
بوتاسيوم	0.70	2.00

كالسيوم	0.40	1.00
مغنزيوم	0.30	0.60
كبريت	0.04	0.08

ب) العناصر الصغرى :

وهي مواد اساسية وقد تكون محددة للنمو وتستخدم بكميات قليلة مقارنة بالعناصر الكبرى كما انها تؤدي دورا مهما في انقسام الخلايا وتطور الانسجة المريستسمية والتمثيل الكربوني والتنفس والسرعة **[58]**، فهي اساسية لنمو المحاصيل الزراعية**[53]**. ونذكر منها :

البورون، الحديد، النحاس،الزنك،ا لمنغنيز ، المولبيدم ،الكلور ...**[54]**

- **بالنسبة للبور**: يؤثر البورون في العديد من العمليات الكيميائية الحيوية للنباتات بحيث ان نقصه يظهر في الاراضي القلوية وغير المتوازنة بينه وبين الكالسيوم ويحسن من التربة الفقيرة في محتواها العضوي ويمدها بخصائص غنية بالفيتامينات لنمو النباتات .
- **بالنسبة للزنك**: يعتبر الزنك عنصر ضروري وهام في حياة النبات وهذا لانتاجه الكلوروفيل ويظهر نقصه في الاراضي القلوية والغنية بالفسفور.
- **بالنسبة للازوت**: يوجد الازوت عموما بشكله المعدني في محلول التربة بشكل ايونات النترات والامونيوم وهذه الايونات لاتشكل اكثر من 1-2%من الازوت الكلي الموجود في التربة. ان امتصاص النترات من قبل النبات سريع عند pH المنخفض ويسبب امتصاصها ميل الى القاعدية في الوسط البيئي زيادة في امتصاص الكاتيونات من قبل النبات، كذلك الحث لبناء الانيونات العضوية في النبات, وعموما يعتبر الازوت عنصر متحرك داخل النبات.
- **بالنسبة للمنجنيز** : وهو عنصر كيميائي مهم جدا لحياة النبات والتربة له دور في عملية التنفس واصطناع البروتين وبدونه يتراكم ثاني اكسيد الكربون الذي يميت الخلايا النباتية ويلاحظ قلته كذلك في الاراضي القلوية والفقيرة من المادة العضوية.
- **بالنسبة للنحاس**: يدخل عنصر النحاس في تركيب بعض الانزيمات المؤكسدة لخلايا النباتات فهو منشط اساسي لها بحيث نقصه للاراضي القلوية والعضوية يؤدي الى اعراض مرضية.
- **بالنسبة للحديد**: هو عنصر من العناصر الوفيرة في التربة حيث يوجد بنسب مختلفة تتراوح كميته في التربة بنسبة 2%-10% له اهمية كبيرة في حياة الكائنات الحية تزداد كمية منه في الطبقات السفلي من التربة وكذلك في الترب الطينة**[59]**.

- **بالنسبة للكلور**: عنصر غير ثابت يتواجد في الظروف القياسية على شكل غاز دو لون اصفرمخضر، ونادرا مايظهر حر في الطبيعة خلافا لايونات الكلوريدات المتوفرة بكثرة والتي توجد في التربة وله تاثير جيد على المحاصيل الزراعية للنمو **[60]**.
- **بالنسبة للموليبدان** :عنصر الموليبدنم من العناصر النادرة الصغرى ونادرا مايتم نقصه في التربة والتي يظهر على اوراق النبات **[53]**تبلغ نسبته بين ppm1-0.1 هام لتثبيت الازوت الجوي وفي اصطناع حمض الاسكوربيك ويعمل على اختزل النترات الى نشادر فهو ضروري لحياة النبات وعنصر اساسي للتربة **[61]**.

الجدول(II -10): المدى والمتوسط للكمية الكلية للعناصر الغذائية الصغرى في التربة .

العنصر	المدى (ppm)	المتوسط (ppm)
الحديد	50000-5000	25000
المنجنيز	10000-200	2500
الزنك	250-10	100
البور	150-5	50
النحاس	150-5	50
الكلوريد	1000-10	50
الكوبالت	50-1	15
الموليبدان	5-0.2	12

II. **5.4.3.شروط توفر العنصر الضروري** : ويعتبر العنصر ضروريا اذا توفرت فيه الشروط التالية :-

- ✓ يؤدي غياب العنصر من بيئة نمو النبات إلى حدوث نمو غير طبيعي ويفشل النبات في إكمال دورة حياته وينمو مبكرا.
- ✓ لا يستطيع عنصر اخر القيام بعمل العنصر الضروري.
- ✓ يجب أن يحدث تأثيره بصورة مباشرة على نمو و ميتابوليزم النبات، و ليس عن طريق تاثير غير مباشر كإحداث تأثير مضاد لعنصر أخر.
- ✓ تظهر اعراضه بشكل واضح عند غيابه.
- ✓ ان يثبت ضروريته بالشروط السابقة لجميع النباتات الراقية تحت كل الظروف البيئية**[62]**.

II. 6.4.3.العوامل المؤثرة على تيسير العناصر الغذائية:

- ➢ **درجة حموضة التربة :**

يزداد معدل امتصاص العناصر الغذائية بواسطة النباتات عند درجات الحموضة المتعادلة.

- **ملوحة التربة :**

تجمع الاملاح في مجال انتشار الجذور يؤدي الى حدوث نقص شديد في امتصاص العناصر الغذائية اللازمة للنبات خاصة البوتاسيوم والمغنزيوم والكالسيوم يؤدي الى تدهور واضح في النمو وانخفاض كبير في كمية ونوعية المحصول.

- **كربونات الكالسيوم :**

فزيادة كربونات الكالسيوم في الطبقة السطحية يؤدي الى تكوين قشرة صلبة نتيجة تكرار عمليتي التجفيف والترطيب وهي تؤدي الى صعوبة نمو النباتات وتهتك جذورها.

- **المادة العضوية :**

ووجودها في الارض يؤدي الى تطوين مركبات مخلبية مع العناصر الصغرى وهذا يزيد من تيسرها في التربة.

- **القوام :**

ان حالة وتيسر العناصر الغذائية في التربة تتاثر بقوام التربة ومحتوى معادن الطين ونوعية هذه المعادن.

- **الكائنات الحية الدقيقة :**

تحتوي التربة على مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل على تثبيت ازوت الهواء الجوي مثل الازتوباكتر بالاضافة الى ذلك فهناك بكتيريا النتروزموناس والتي تؤكسد الامونيا الى نترات ثم بكتيريا النتروباكتر تؤكسد النتريت الى نترات وبذلك يظهر ان تيسر العناصر الغذائية في التربة يرتبط ارتباطا كبيرا بنشاط الكائنات الحية فيها .

- **الرطوبة الارضية والتهوية :**

عادة ما تؤثر النسبة بين الجزء السائل والغازي في التربة على درجة تيسر العناصر للنبات فعند زيادة الجزء السائل على حساب الغازي تزداد الظروف اللاهوائية التي تشجع على اصابة الجذور النباتية بامراض التربة علاوة على صعوبة امتصاص العناصر الغذائية بواسطة الجذور النباتية كذلك يؤدي زيادة نسبة الجزء الغازي على حساب السائل الى صعوبة توفر القدر المناسب من العناصر الغذائية الميسرة في مجال امتصاص للجذور النباتية حيث انه من المعروف ان الرطوبة الارضية هي الوسط الذي تتحرك فيه العناصر الغذائية المذابة في اتجاه المجموع الجذري لذلك لابد من توفر نسبة ملائمة من الجزء السائل الى الجزء الغازي في التربة والتي تسمح بالامتصاص والتهوية لجذور النبات .

- **درجة حرارة التربة :**

ان درجة حرارة التربة تؤثر على امتصاص العناصر ونمو النباتات المزروعة تحت نظم الزراعة المحمية فيؤدي ذلك الى ارتفاع الحرارة مع توفر الاضاءة المناسبة الى زيادة معدل التمثيل الضوئي وامتصاص العناصر الغذائية يزيد من نشاط الكائنات الحية الدقيقة في تحلل المادة العضوية وبالتالي زيادة تيسر العناصر الغذائية.

- **التاثير المتبادل بين العناصر الغذائية ببعضها :**

يعبر هذا عن اختلاف استجابة النبات لتركيز معين من عنصر ما عند مستويات مختلفة من العناصر الغذائية الاخرى وتتجدد كفاءة امتصاص عنصر غذائي معين بمستوى العناصر الغذائية الاخرى وتاثير العناصر الغذائية مجتمعة على نمو النبات يختلف حسب طبيعة التفاعلات بينها.

- **نوع النبات :**

تختلف النباتات فيما بينها في قدرتها على الاستفادة من العناصر الغذائية المتاحة بالتربة بما تفرزه هذه النباتات من احماض عضوية لخفض درجة حموضة التربة بالاضافة الى اختلاف عمق وتوزيع المجموع الجذري للنباتات المختلفة وبالتالي يؤثر ذلك على كفاءة استفادة النبات من العناصر الغذائية الموجودة في التربة كذلك تختلف النباتات فيما بينهما في السعة التبادلية الكاتيونية لجذورها وبالتالي امكانية امتصاص الكاتيونات الثنائية مثل الكالسيوم عن الكاتيونات الاحادية مثل البوتاسيوم والصوديوم [63].

II. 5.3. أهمية العناصر الغذائية في النبات:

النيتروجين :

- يدخل في تركيب البروتين الذي يعتبر المركب الأساسي في بروتوبلازم الخلايا.
- يعمل على تشجيع النمو الخضري.
- يرفع المحتوى لبروتيني للأوراق والحبوب.

الفسفور :

- يدخل في تكوين الأنزيمات والأحماض الامينية .
- يلعب دور أساسي في عملية انقسام الخلايا ويشجع على نمو الجذور .
- يعمل على تقليل الأثر وزيادة الازوت في التربة.

البوتاسيوم :

- ينظم استفادة النبات من الماء عن طريق فتح وغلق الثغور .
- يلعب دور أساسي في انتقال الكربوهيدرات والبروتين من الأوراق إلى أماكن تخزينهم.
- له أهمية في انقسام الخلايا .

الكالسيوم :

- يلعب دور كبير في تكوين الصفيحة السطحية وهي الطبقة الأساسية لتكوين الجذور الخلوية .
- له دور أساسي في تحديد درجة نفاذيه الجذر الخلوية بالإضافة إلى دوره في إنبات الجذور وتنشيط الأنزيمات.
- له دور في تقليل الحد من مرض موت الأوراق.

المغنزيوم :

- يدخل في تكوين جزئ الكلوروفيل.
- ضروري لعملية انقسام الخلايا.
- عامل مساعد في معظم الإنزيمات النشطة.

الكبريت :

- يلعب دورا هاما في عملية التنفس.
- يدخل في تركيب المواد المكونة للرائحة والطعم.
- يدخل في تركيب البروتين (فيتامين ب) والمرافق الإنزيمي.

الحديد :

- عنصر أساسي لتكوين جزئ الكلوروفيل.
- هام للنظم الأنزيمية وانتقال الالكترونات وعمليات التنفس.

الزنك :

- عنصر ضروري لتحويل الامونيا إلى أحماض امينية وتكوين جزئ الكلوروفيل.
- يدخل في تركيب بغض الأنزيمات الضرورية في تمثيل البروتينات.

المنجنيز :

- يعمل كعامل من عوامل الأكسدة، لذلك فهو يمنع الاختزال المرغوب للحديد داخل النبات وبالتالي تؤدي إلى نقص الحديد.
- منشط لكثير من الأنزيمات ويعتبر هاما لإتمام بناء الكلوروفيل، ويلزم وجوده لانفراد الأكسجين أثناء عملية التمثيل الضوئي.

النحاس :

- يدخل في تكوين بعض الأنزيمات التي تلعب دورا هاما في تفاعلات الأكسدة واختزال النبات.
- يعتبر عنصر ضروري لتكوين الكلوروفيل.

البور :

- له دور في تكوين ونضج حبوب اللقاح وعمليات التلقيح.
- تنشيط بعض الأنزيمات.
- له دور في زيادة كفاءة دور الكالسيوم داخل النبات.

المولبيدان :

- مكون وإنزيم لازم لبكتيريا تثبيت النتروجين الجوي .

- له دور في التحولات الغذائية للفسفور داخل النبات .

الكلور :

- يخزن الطاقة ويدخل في عملية التمثيل الضوئي.
- تنظيم الضغط الاسموزي في النبات.

لا يوجد في النبات كناتج حقيقي للتحولات الغذائية، وهو عنصر متحرك **[64]**.

الجدول(II -11) :يوضح الصورة التي تمتص عليها العناصر ومدى انتقاله والدور المميز في حياة النبات

العنصر	**الصورة الممتصة (الايونات)**		**الحركة في النبات**	**الدور المميز في حياة النبات (مختصر)**
	كاتيونات	انيونات		
الأكسجينO		O_2-CO_2	متحرك	بناء المواد الكربوهيدراتية ومركبات الطاقة
الكربون C		CO_2	متحرك	
الهيدروجين H		H_2O	متحرك	
النيتروجين N	NH_4^+	NO_3^-	متحرك	بناء البروتين وتكوين الخلايا
الفسفور P		$H_2PO_4^-$ HPO_4^{-2} $PO4^{-3}$	متحرك	تركيب الأحماض النووية ومركبات الطاقة ومرافقات الأنزيمات
البوتاسيوم K	K^+	-	متحرك	تنظيم العمليات الحيوية انقسام الخلايا–نفاديه الخلايا– تمثيل البروتين والكربون وانتقال الكربوهيدرات
المغنزيوم Mg	Mg^{++}	-	متحرك	تكوين جزئ الكلوروفيل ومنشط للعديد من الأنزيمات
الكبريت S		SO_4^{-2}	بطئ الحركة	يدخل في تركيب الأحماض الامينية الكبريتية الأساسية بناء المواد الطيارة ومرافق أنزيمي هام في عملية التنفس
الحديد Fe	Fe^{++}	-	غير متحرك	تركيب العديد من الأنزيمات المسئولة عن التنفس أكسدة واختزال
المنجنيز Mn	Mn^{++}	-	بطئ الحركة	منشط أنزيمي في التنفس وتمثيل البروتين

الزنك Zn	Zn^{++}	-	متحرك	ضروري لتكوين الأكسجين و تمثيل البروتين والكلوروفيل
النحاس Cu	Cu^{++}	-	غير متحرك	الأكسدة والاختزال وله دور في التمثيل الضوئي وتكوين الكلوروفيل
البور B		BO_3	غير متحرك	انقسام الخلايا وانتقال السكريات وإنبات حبوب اللقاح
الموليبدان Mo		$HMoO_4$	متحرك	هام لاختزال النترات داخل النبات إلى آمونيا وله دورا هام في ميتابولزم الفسفور
الكلور Cl		Cl^-	متحرك	عملية التمثيل الضوئي وتنظيم العلاقات المائية داخل النبات عن طريق أكسدة الماء
الكالسيوم Ca	Ca^{++}	-	غير متحرك	تكوين الجدر الخلوية (الصفيحة الوسطى)وعمليات الانقسام الخلوي

ملاحظة (تنبيه) :بالنسبة للكربون والهيدروجين والأكسجين لايوجد ما يضاف إليهم لان مصدرهم الأساسي هو الأمطار والهواء الخارجي .

II. 6.3. أعراض نقص العناصر الغذائية :

النتروجين :

تظهر أعراض نقص النتروجين على الأوراق السفلى أو المسنة ولا تظهر على الأوراق الحديثة كما يقل نمو النبات ويقصر. اما عند النقص الشديد تتحول لون الأوراق من الأخضر الباهت الى اللون اللأصفر.

الفسفور :

تظهر أعراض نقص الفسفور في الأوراق السفلى أو المسنة حيث يصبح لون الأوراق أكثر اخضرار من الطبيعي . كما نجد ان النقص في البروتين يؤدي الى ظهور اللون الأرجواني.

البوتاسيوم :

نقص العنصر يؤدي إلى احتراق النبات و تحول لون النبات من الأصفر إلى بني داكن و زيادة القابلية للأمراض (تراكم النيتروجين الذائب) كما يؤدي الى ضعف إنتاج الثمار والبذور وانخفاض جودتهم .

الكالسيوم :

تظهر أعراض نقصه على الثمار أوضح في الأوراق كما يحدث تدهور الأنسجة الميريستيمية بالجذور والسيقان و تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة أولا.

المغنسيوم :

يعمل على امتصاص وانتقال الفسفور و تظهر أعراض نقصه على الأوراق المسنة أولا ثم ظهور بقع صفراء مبرقشة تنشر في الورقة كما تظهر بقع بنية على الحواف.

الكبريت :

نقص الكبريت يؤدي إلى تأخر نضج المحصول تتميز أعراض نقصه باصفرار الأوراق الحديثة ويتضح أكثر في العروق.

الحديد :

عنصر الحديد أبطئ العناصر تحركا وانتقالا داخل النبات فنقصه قؤدي الى احتراق أطراف الأوراق وتصبح بنية اللون كما تتميز أعراض نقصه بظهور لون اصفر بين العروق والأوراق الحديثة.

الزنك :

تتميز أعراض نقصه بظهور لون اصفر بالأوراق مع إبقاء العروق خضراء و صغر حجم الأوراق وتشوهها.

المنجنيز :

يتميز باصفرار الأنسجة بين العروق في الورقة وتظهر بقع زيتية متحللة صغيرة على امتداد وسط الورقة كما تتشابه أعراض نقصه مع المغنسيوم إلا أن الاصفرار يظهر في الأوراق الحديثة أولا.

النحاس :

النقص الشديد يؤدي إلى موت الأطراف و نادرا ما تظهر أعراض نقصه و ذلك لدخوله في تركيب العديد من المبيدات الفطرية.

البور :

نقصه يحدث تشقق الثمار و التفاف حواف الأوراق الصغيرة كما يحدث انهيار خلايا الأنسجة الميريستيمية التي تحدث فيها انقسامات نشطة.

المولبيدان :

تتميز بظهور بقع صفراء غير منتظمة الشكل والتوزيع وتشوه الأوراق الحديثة، نمو بطئ للنبات ونقص المحصول.

الكلور :

اصفرار الاوراق الحديثة والذبول العام كما يؤدي الى ظهور اللون البني على الاوراق وضعف نمو الجذور و تصبح النباتات اكثر عرضة للامراض **[65]**.

II. .7.3. علاج نقص العناصر الغذائية:

النيتروجين :

a) يجب زراعة النباتات الغنية بالنيتروجين مثل الفول و البزلاء في مكان قريب.

b) اضافة حقول القهوة المستخدمة والمشبعة للتربة لتعزيز انتاج النتروجين.

الفسفور :

a) اضافة وجبة العظام مباشرة للتربة لرفع نسبته فيها .

البوتاسيوم :

a) اضافة قشور الموز في التربة تعمل على اثراءها بعنصر البوتاسيوم.

المغنسيوم :

a) رش ملح ابسوم على سطح التربة قبل الري.

الكالسيوم :

a) زراعة عدد متنوع من النباتات لتحسين جودة التربة.

b) اضافة وادخال مواد عضوية وسماد عضوي **[66]**.

البور :

a) استخدام المركب(يونيون بور) 10 بالمئة بور ميسر في صورة سائلة يستحدم رشا بمعدل 125- 250 سم /دونم.

الزنك :

a) استخدام يونيون زنك 12 بالمئة زنك مخلبي مخلب على احماض امينية وعضوية ويستخدم لكافة محاصيل الفاكهة والخضر والحاصلات الحقلية بمعدل 60-120جم/دونم لكل 100-150لتر ماء رشا او يضاف مع ماء الري بمعدل من 125/جم/دونم.

b) استخدام مركب سيلكتور x-وهومنشط نمو يحتوي على احماض امينية وعضوية وزنك في صورة سائلة ويستخدم بمعدل 60سم^3/دونم رشا .

الحديد :

استخدام مركب يونيون فير 6بالمئة حديد مخلبي 6بالمئة مخلب على احماض امينية وعضوية وهو سريع الفاعلية ويستخدم رشا بمعدل 60-120 جم/100-150لترماء رشا اويضاف مع ماء الري بالتنقيط بمعدل من 125 الى 250/جم دونم على حسب نوعية المحصول وبرنامج التسميد المتبع.

a) يستخدم مركب ميكروميكس للرش الوقائي والدي هو خليط من العناصر الصغرى.

الكبريت :

a) الرش باحد مركبات الكبريت مثل :

- استخدام مركب كالكيوزن بمعدل 175جم/100لتر ماء رشا.
- سوبر كال سيلفيد x– مركب سائل كبريتي عبارة عن كالسيوم بولي سيلفد ويتخدم بمعدل 250سم ^{3}/دونم رشا.
- يونيون سيلفر عبارة عن كبريت ميكروني بودر محمل معه عنصر زنك والمجنيز ويستخدم بمعدل 175غ /دونم رشا**[48]**.

النحاس :

a) الرش بالاسمدة الممتصة عن طريق الاوراق او كبريتات النحاس 1-2 جم شجرة نترا.

b) رش الاشجار بمحلول بوردو المخفف او احد المركبات التي تحوي على عنصر النحاس مثل النيترومين **[67]**.

الكلور :

a) استخدام اسمدة مركبة تحتوي على الكلور فيها مع ضرورة الابتعاد عن استخدام ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) كمصدر للكلور.

b) مراجعة PH التربة وان تكون سهلة التهوية وليست شديدة الجفاف ولا مغمورة بالمياه ولا ممتصة **[68]**.

المنجنيز :

استخدام علاجات الحديد والمنجنيز المخلبة مثل السيكيسترين, على التربة حول جذور النبتة .

المولبيدان :

جعل التربة اكثر قلوية يساعد في توفير المولبيدان للنبات **[69]**.

II. 8.3.اعراض المترتبة عن الزيادة في بعض العناصر الغذائية:

النتروجين او الازوت :

- ✓ ظهور لون اخضر داكن على الاوراق.
- ✓ تاخر النضج ورقاد النبات.

الحديد :

- ✓ اوراق خضراء قاتمة.
- ✓ توقف النمو في بعض المحاصيل كالفاصوليا, حمضيات, السبانخ, الارز, التبغ, اشجار مثمرة, نباتات الزينة.

البور :

- ✓ شحوب الاوراق في القمم النامية وتصبح لونها بني.
- ✓ ذبول الاوراق القديمة وموتها في بعض المحاصيل كالبطاطا, الخيار ,البندورة, عباد الشمس...

المنغنيز :

- ✓ شحوب وموت للاوراق القديمة.
- ✓ جفاف الاوراق وتقزم الجذور .
- ✓ تواجد بقع بلون بني غامق او احمر.

الزنك :

- ✓ شحوب الاوراق مع بقع ميتة عليها .
- ✓ تشابك للجذور .
- ✓ تدني النمو.

المولبيدان :

- ✓ تلون الاوراق بالاصفر والبني.
- ✓ ضعف نمو المجموع الجذري.
- ✓ قلة التفرعات والاشطاء.
- ✓ المحاصيل الحساسة :قرنبيط – حمضيات- تبغ.

النحاس :

- ✓ اوراق خضراء قاتمة.
- ✓ شحوب للاوراق.
- ✓ اوراق سميكة وقصيرة.
- ✓ المجموع الجذري يصبح متشابك وتنخفض التفرعات **[70]**.

II. 9.3 .تاثير الزيادة في بعض العناصر المغذية:

النيتروجين :

النتروجين يشكل اكثر العناصر الغذائية المعدنية نشاطا وتاثيرا في النبات من حيث مشاركته في التغذية وفي الظروف العادية فان النتروجين نادرا ما يوجد بكمية زائدة بحيث يسبب ضرر للنبات خاصة المحاصيل، لكن الزيادة ناتجة عن بعض العمليات الزراعية عن طريق اضافة كميات كبيرة من الاسمدة النتروجينية .

البوتاسيوم : زيادة البوتاسيوم تسبب التسمم للنبات لكنها نادرة الحدوث ويمكن ان تحدث فقط في حالة طول مدة استعمال الاسمدة البوتاسية او النيتروجينية.

الصوديوم او الكالسيوم :

الكميات الزائدة من الصوديوم او الكالسيوم يمكن ان تسبب اضرار مباشرة للنبات لكن غالبا ماتكون الاضرار متعلقة بالملوحة او الصفات القلوية التي تسببها هذه العناصر للتربة, يسبب زيادة الصوديوم امراض متعددة للنباتات .

الكلوريد:

الكمية الكبيرة من الكلور تكون موجودة دائما مرفقه للصوديوم او الكالسيوم، لذلك التركيزات السامة من الكلور منفردا يمكن ان توجد في التربة او ماء الري في غياب زيادة الصوديوم او الكالسيوم، تكون اضرار الكلور اكثر شدة عندما تكون درجات الحرارة عالية والتبخير سريعا تحت هذه الظروف فان امتصاص وتراكم الكلور يكون اعلى ولا يثبت ان يصل تركيز الكلور الى درجة التسمم الا ان نسبة الكلور التي توجد في المجموع الخضري والتي تلزم لظهور حالة الموت تتراوح من 0,5-1%من الوزن الجاف للورقة.

المنجنيز :

معظم المنجنيز الموجودة بالتربة مرتبطا باشكال غير ذائبة وبالتالي يكون غير متوفر للنبات عندما ينخفض رقم حموضة التربة الى رقم pH=5.5 يصبح المنجنيز قابلا بشكل كبير ومتوفر بتركيزات سامة للنبات، تعتمد درجة السمية والضرر الذي يحدثه المنجنيز على الكفاءة الوراثية في مقدرة النوع النباتي على امتصاص او استيعاب المنجنيز، ان مقدرة بعض النباتات مثل الشوفان والفراولة على النمو في الارضي ذات المستوى العالي من المنجنيز يعزي الى انخفاض امتصاصها والاستبعاد الاختياري للمنجنيز كفاءة في نقل المنجنيز من الجذور الى المجموع الخضري .

البورون :

سمية البورون تمثل مشكلة زراعية هامة في كثير من المناطق الجغرافية يوجد البورون بنسبة عالية طبيعيا في بعض الاراضي عن الاخرى عندما تكون نسبته في ماء الري عالية، وتظهر اعراض السمية على اللوز، المشمش، الكرز والخوخ على شكل اسراع في نمو الافرع الحديثة ثم لا يلبث ان يحدث فيها موت، بل ان زيادة البورون يمكن ان يثبط تكشف الازهار خاصة عندما يكون الكالسيوم متوفرا بكثرة, لكن تاثير سميته على انتاج الثمار يكون بشكل غير مباشر وذلك بسبب تحطم انسجة الورقة, ويعتبر البورون ذو تاثير عندما يكون تركيزه عاليا ويؤثر على الانواع النباتية الحساسة اذازاد تركيزه عن 0.5جزء /المليون في الماء او اكثر من 190 او اكثر من 190 جزء /المليون في انسجة الورقة, والاختلافات الكبيرة في حساسية النباتات للبورون ترجع الى الاختلافات الكبيرة في معدل تراكم البورون في التربة والماء .

النحاس:

عرفت سمية النحاس منذ العديد من السنوات واستغلت هذه الصفة في استعمال النحاس كمبيد للفطريات ولمقاومة العديد من الآفات الضارة للنبات والحيوان، وتعتبر الكمية الكبيرة من النحاس ضارة للنباتات الراقية فهي تخفض تكشف الجذور الليفية وتخفض الإنتاج النباتي، عندما يزيد تركيز النحاس عن 0.5جزء /المليون في الماء فان نمو

النبات ينخفض أما الارتفاع الطفيف عن ذلك يسبب ضحوب للنبات مثل الشحوب المتسبب عن نقص الحديد، والسبب في أضرار النحاس هو عن طريق تداخله في تفاعلات البناء والهدم وبشكل أساسي في تعطيل تفاعلات إنزيمية متخصصة والتي تحتاج إلى حديد .

الحديد:

يمكن أن تسبب زيادة الحديد سمية في بعض الحالات كما في الارز حيث تسبب زيادة الحديد الامرض المسمي Mentek في غينيا و التبقع البني في سيلان، حيث تظهر بقع بنية على الأوراق القديمة وبالتدريج تصبح قمم هذه الاوراق ذات لون بني محمر والذي ينتشر باتجاه القاعدة خاصة على طول الحواف كلما تقدم المرض تتحول هذه الأجزاء إلى اللون البني **[49]**.

II. 10.3.الأسباب الناتجة عن الزيادة في بعض العناصر الغذائية:

النتروجين :

- تسبب تأخر في نضج المحصول ذلك لان النتروجين يشجع النمو الخضري.
- يسبب الرقاد في محاصيل الحبوب وكذلك تسبب زيادة كبيرة في طول النبات مع ضعف في الساق.
- سوء إنتاجية النبات مما يعمل على إعاقة عملية الشحن والتخزين.

البوتاسيوم :

- المستوى المرتفع من البوتاسيوم ليس ساما مباشرة لكن يبدو ان التاثيرات الاساسية هي احداث نقصا في الايونات الاخرى مثل الكالسيوم والمغنسيوم والحديد.
- نظرا لان البوتاسيوم قلوي وبالتالي فان التركيزات العالية التي تزيد عن 3بالمئة في الاوراق يمكن ان يكون لها تاثير ضار مشابه لاضرار القلوية.
- يمكن ان يعمل البوتاسيوم مع الصوديوم او يكون بديلا له وبالتالي يحدث عدم توازن في نسبة الصوديوم للكالسيوم.

II. 1.10.3.الاضرار الناتجة عن الزيادة في العناصرالمعدنية (التسمم المعدني):

العناصر المعدنية موجودة بالتربة سواء كانت مطلوبة لتغذية النبات او لا تمتص بواسطة النبات لذلك يحتاج كل نبات الى عناصر اساسية بكميات مثلى لنموه الطبيعي لكن ام وجدت بكميات فائضة فان النبات يمتصها وتتراكم بكميات سامه ،زيادة العناصر تسبب اعراض مرضية مثل نقص العناصر ومقدرة النبات على تحمل نسبة زائدة من العناصر يتوقف على النوع النباتي وتحمله الوراثي ومقدرته على امتصاص وتراكم ايونات مختلفة،الامتصاص الغذائي وتراكم العناصر يعتمد على عوامل وراثية وبيئية كالخواص الطبيعية والكيميائية للتربة والنسب بين العناصر المختلفة الموجودة بالتربة تؤثر على حسب سميتها حيث زيادة بعض العناصر الغذائية يؤدي لنقص العناصر الاخرى[49].

جدول (II -12): يوضح اعراض التسمم خلال الزيادة في الامتصاص لبعض العناصر .

اعراض التسمم	العنصر الممتص بدرجة عالية
اصفرار الاوراق، توقف النمو ، ظهور بقع متخللة من الاوراق تنتهي بموت الاوراق و الانسجة.	الازوت على شكل امونيا.
احتراق حواف الاوراق مشابه لنقص البوتاسيوم.	Na , Cl
اصفرار الانسجة بين العروق خاصة على الاوراق الحديثة و ظهور بقع صغيرة ميتة متخللة على امتجاد وسط الورقة تتحول الى اللون البني و هذه تشبا اعراض نقص عنصر المنغنيز.	.Mn
تلون الاوراق باللون الارجواني سواء ما بين العروق في النباتات احادية الفلقة على العروق في خالة النباتات ثنائية الفلقة و هي تشبه اعراض نقص الفسفور.	.Al
تلون ما بين العروق الجديد في الاوراق الصغيرة باللون الاصفر بينما تبقى العروق خضراء و عي تشبه اعراض تقص الحديد.	.Zn, Ni, Co, Cu, Cr

II. 2.10.3. التأثيرات المتداخلة للعناصر الغذائية :

إن أي خلل في عنصر من العناصر الغذائية سيؤثر بدوره على بقية العناصر الأخرى المتداخلة مع بعضها فمثلا :

1. عند حدوث نقص في البوتاسيوم أو الفسفور أو الكالسيوم تسبب نقص في الحديد.
2. ارتفاع نسبة الفسفور كثيرا تظهر أعراض نقص الحديد و البوتاسيوم.
3. أعراض نقص البوتاسيوم تكون شديدة في النباتات التي تشكو من نقص الحديد اكثر منها في التي حصلت على كفايتها من الحديد.
4. في مستويات الفسفور العادية فان شدة أعراض نقص الحديد تتحدد بشكل أساسي بكمية البوتاسيوم المضافة للنبات.
5. مستوى الفسفور الطبيعي يكون ساما عندما يكون مستوى الكالسيوم اصغر منه ويكون مفيدا إذا وجد الكالسيوم بنسبة اكبر من الفسفور.
6. يمكن في بعض الحالات إن يحل عنصر محل عنصر أخر كما هو الحال في الاسترونشيم الذي يحل محل الكالسيوم، والرابيديوم محل البوتاسيوم، السيلينيوم محل الكبريت.
7. يؤثر تداخلا لايونات المغذية على امتصاص العناصر من التربة حيث يمكن أن تتداخل الارسينات مع امتصاص الفوسفات والسيلينات مع الكبريتات والبرومايد مع الكلوريد والرابيديوم مع البوتاسيوم.

8. تفاعل العناصر الغذائية يمكن أن يسبب أعراض نقص مرئية لعنصر أخر مما يجعل التشخيص المرئي ليس صعب لكن غير مؤكد, فتشخيص نقص العناصر عملية معقدة للغاية بسبب تشابه أعراض النقص مع الأعراض المتسببة عن زيادة بعض العناصر.

II. 11.3. الأمراض الناتجة عن نقص بعض العناصر المغذية :

- تلخص بعض الامراض الناجمة عن نقص العناصر الكيميائية في الجدول رقم **13**

الجدول (II-13): بعض الامراض التي تصيب النبات جراء نقص بعض العناصر المغذية[49]

المرض	نقص العنصر المغذي
مرض البرة الصفراء في القمح.	عنصر النتروجين.
مرض عفن الطرف الزهري لدى الطماطم.	الكالسيوم.
مرض القلب الاسود في الكرفس.	
مرض ذبول القمة للكتان.	
مرض احتراق القمة في الكرنب.	
مرض الرمال على نبات الدخان.	عنصر المغنسيوم الناتج عن غزارة الأمطار في الأراضي الرملية .
مرض السنبلة الرمادية في الشوفان.	عنصر المنجنيز.
مرض لفحة بهالات لقصب السكر.	
مرض التبرقش الأصفر في بنجر السكر.	
مرض بقعة الأراضي الغد قه في البسل.	
مرض البقعة الجافة في التفاح.	نقص عنصر البور
مرض الثمرة الصلبة للحمضيات.	
مرض تشقق ساق الكرفس.	
مرض القلب البني في الصليبيات (اللفت,الفجل ,الكرنب ,القرنبيط).	نقص عنصر البور.
مرض عفن القلب في بنجر السكر.	
مرض التبرقش في اوراق الحمضيات.	الزنك.
مرض نقص الزنك في قصب السكر.	
مرض القمة البيضاء في الذرة.	
امراض الاراضي المسصلحة في الذرة وقصب السكر.	النحاس.
امراض الاراضي المستصلحة في البقوليات (الطماطم والبصل ...).	

مرض الورقة السوط في القرنبيط والصليبيات.	المولبيدان.
مرض سمطة الفاصوليا واصفرار البقوليات.	
مرض اصفرار اوراق الكمثرى.	عنصر الحديد.
مرض تعفن الساق.	نقص عنصر الكبريت.
مرض نقص البوتاسيوم.	البوتاسيوم.

II. 11.3.1. طريقة المكافحة او الوقاية من بعض الامراض الناتجة عن نقص بعض العناصر:

- **معالجة نقص المنجنيز** :يمكن معالجة نقص المنجنيز باضافة 100-50 باوند (1باوند= 453,592غ) من كبريتات المنجنيز او كلوريد المنجنيز لكل ايكر (حيث 1ايكر= 4046,86متر مربع).
- **الوقاية من نقص المغنسيوم** : وذلك برش النباتات بكبريتات المغنسيوم وباضافة الحجر الجيري للاراضي الزراعية.
- **معالجة نقص المولبيدان** :وهذا باضافة 30غ من مولبيدات الصوديوم او الامونيوم الى 378.5 لتر ماء ويرش على الايكر وتزويد التربة كذلك بالجير.
- **الوقاية من نقص الزنك** : ويمكن اصلاح النقص عن طريق اضافة الزنك على شكل كبريتات الزنك الى النباتات غير التامه النمو.
- **معالجة نقص البورون** :يعالج باضافة 10كجم ايكر من البوراكس الى التربة والاسمدة.
- **مكافحة نقص الكبريت** : اضافة الكبريت على الاشتال في فترة الحضانة باستخدام الاسمدة.
- **مكافحة نقص البوتاسيوم** : يعالج باسمدة متوفرة على شكل سلفات البوتاسيوم والتي تقدر ب50%.
- **علاج النقص لعنصر النتروجين** :اضافة الاسمدة الازوتية ومنها اليوريا ،كبريتات الامونيم,نترات الامونيوم والى جانب هذه الاسمدة يوجد اسمدة ازوتيه سائلة للرش.
- **علاج نقص الفسفور** : تستخدم الاسمدة الفوسفاتية ومنها السوبر فوسفات والسوبر فوسفات الثلاثي والسوبر فوسفات المركز.
- **علاج النقص لعنصر الكالسيوم** : يمكن رش النبات بكلوريد الكالسيوم او بنترات الكالسيوم كما يمكن اضافته للتربة في صورة اسمدة مثل الجير.
- **علاج نقص الحديد** : رش املاح كبريتات الحديدوز مع اضافة مادة مبلله,واستخدام اسمدة حديد مخلبية **[71]**.

II. .4.المادة العضوية:

***التعريف العام** :هي عبارة عن كل مادة يرجع اصلها الى بقايا نباتية او حيوانية مهما صغرت.

a) المادة العضوية في التربة :

المادة العضوية في التربة هي عبارة عن بقايا نباتية كالجذور والاوراق المتساقطة، بقايا المحاصيل الناتجة عن الحصاد، بقايا الحيوانات و الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في باطن الارض والتي تعرف او تسمى بالميكروبات او الجراثيم و كذا البقايا الحيوانية والنباتية الموجودة في التربة. فالمادة العضوية هي الجزء الصلب للتربة التي تتحول تحت تاثير عدة عوامل متعددة الى مواد بسيطة والتي تنتج لنا مادة تقاوم التحلل تسمى بالذبال (Humus) وبالتالي تزيدخصوبة التربة.

b) نسبة المادة العضوية في التربة:

تختلف نسبة المادة العضوية من مكان لاخر وهذا حسب المعاملات الزراعية والاضافات العضوية وطبيعة المناخ السائد في تلك المنطقة. فقد اعتبرت التربة الزراعية المحتوية على نسبة اكبر أو يساوي 2% من وزنها مادة عضوية من الاراضي الغينية بها واعتبرت التربة الزراعية المحتوية على 1 الى 2 %من وزن المادة العضوية من الاراضي المتوسطة و التي تحوي أقل أو يساوي 1% من وزن للمادة العضوية بالاراضي الفقيرة **[72]**.

c) مكونات المادة العضوية :

عنصر الكربون من العناصر الاساسية لتكوين المادة العضوية فهو يشكل مايقارب النصف منها حيث ان ارتباط ذرات منه سلاسل كربونية تعبر عن الاسس الهيكلية للمركبات العضوية مع اضافة مركبات اخرى كالبروتين والكربوهيدرات والزيوت والذهون بنسب متفاوتة فالمادة العضوية تنقسم الى قسمين رئيسيين حسب درجة تحللها

- مواد عضوية قيد طور التحلل اي ان عملية التحلل بها تزال نشطة ومستمرة.
- و مواد عضوية في درجة متقدمة من التحلل اي دخوله الى مرحلة الثبات ماتعرف باسم الدبال **[41]**.

d) دور المادة العضوية في التربة :

- **معقد الطين الذبالية :**

يشير هذا المعقد الى دمج الدبال والطين :مايعرف ايضا بمعقد الطين الذبالية. في هذا المعقد ترتبط الطين بالذبال بواسطة كاتيونات Ca^{+2} وFe^{+2} مشكلة مادة الغروية حيث ان الطين يجعل الدبال محمي بفضل عمل الكائنات الحية الدقيقة باءبطاء تمعدنها ومن جهة اخرى يحمي الدبال الطين عبر احفاظها بالماء لمنع التشتت.

- **قوة الامتصاص للغرويات :**

الامتصاص هو الاحتفاظ بمكونات على سطح مكونات اخرى ونذكر معقد الطين الذبالية على السطح التربة.

- **قدرة التبادل الكاتيوني :**

تعتبر قدرة التبادل الكاتيوني الحد الاقصى للمحافظة على التربة فهي تعتمد بشكل اساسي على معقد الطين الذبالية للتربة فتكون ذات نسبة عالية في التربة الطينية ومنخفضة في التربة الرملية كما انها تعمل على تزويد النبات بالعناصر المعدنية .

e) وظائف المادة العضوية في التربة :

تؤدي المادة العضوية العديد من الوظائف الزراعية والبيئية في التربة نذكر منها :

- تعمل على توفير المواد الغذائية اللازمة للنبات من خلال عملية التمعدن.
- كمصدر للطاقة والمغذيات تحفز النشاط البيولوجي .
- تساهم في تعديل واسقرار هيكلة التربة.
- تعزز من ارتفاع درجة الحرارة للتربة.
- تدخل في نفاذية التربة وتهويتها وقدرتها على المحافظة بالماء .
- كما انها تعتبر مصدرا للملوثات.
- تلعب دورا كبيرا لمختلف البيئات وهذا من خلال مشاركتها بالحفاظ على المياه الموجودة ضمنها.
- تؤثر على كفاءة الهواء المنبعث عبر الغازات.

f) اهمية المادة العضوية في التربة :

المادة العضوية مهمة جدا للتربة والنظام البيئي عامة كما يلي :

- تعد الشكبة الغذائية الحارقة والركيزة الاساسية لجل الكائنات الحية الدقيقة .
- تعمل المادة العضوية على تلوين التربة فتصبح اكثر قتامة في وجودها فتساعد الارض على امتصاص المزيد من الاشعاع الشمسي.
- تساهم في بناء التربة كما تعمل بعض المركبات التي تنتجها كائنات التربة كغراء بين جزيئات المعادن.
- تحافظ على الكاتيونات والانيونات الممتصة على سطحها بقدرة التبادل الكاتيوني لديها .
- المادة العضوية خزان مغذيات فهي متاحة في جميع انواع الاتربة.

II. 5.الدبال :

الذبال هو خليط معقد من المركبات ذات الاوزان الجزيئية كالالكنين والبروتين مع بعض الاحماض العضوية الموجودة في التربة بحيث ان الذبال يختلف حسب النوع والكمية وهذا باختلاف التركيب الكيميائي والطبيعي للمواد الاصلية الناتج منها :

1) **التركيب الكميائي للذبال** :تنقسم مكونات الذبال الى ثلاث مكونات اساسية :

- حمض الهيوميك .
- حمض الفولفيك.
- الهيومين.

حمض الهيوميك : فهو احد الاحماض العضوية الطبيعية الموجودة في الارض يتكون من عناصر الكربون والنتروجين والاكسجين والقليل من عنصري الفسفور والكبريت له فوائد فيزيائية وكيميائية حيث انه يعمل على تحسين بناء التربة ويضبط سعتها التنظيمية بالاضافة الى هذا يعمل على تنشيط وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة وتحسين النظام البيولوجي للتربة.

حمض الفولفيك : هو مزيج من سلاسل ضعيفة وحلقات من الاحماض العضوية وله حجم صغير مقارنة بحمض الهيوميك وهذا الحجم الصغير يكسبه خاصة الامتصاص السهل لجذور النباتات كما ان اضافته للتربة ذات الحموضة العالية جيدة جدا حيث يحمل لها كميات كبيرة من الحديد للتقليل من نسبة الكلور لديها.

الهيومين : يتكون من حمض الهيوميك والفولفيك والذي هو جزء من المواد الذبالية غير المستخلصة من التربة بالمحاليل القاعدية والحمضية.

2) **الاهمية الزراعية للذبال** :

يعتبر الذبال مكون اساسي للتربة حيث يعمل على تحسين التربة الرملية اما في التربة الطينية فانه يعمل على تماسكها ويزيد قدرتها على تهوية ورشح الماء فيها فالذبال له وظيفة فعالة في جميع انواع الاتربة ولهذا يطلق عليه العلماء باسم خميرة التربة **[41]**.

3) **الذبال وخصوبة التربة** :

الذبال له دور هام في التربة وهذا لما يقوم به من تحسينات في قوامها وخصوبتها.

من ناحية الخصوبة :عندما تروى الارض بالسقي او الامطار تنطلق جزيئات من الكلس الى ماء التربة اضافة كذلك جزئيات الفسفور والحديد فتشكل مع الكلس معقدات يصعب على جذور النباتات امتصاصها والاستفادة منه. مما يؤدي الى اصفرار اوراق النباتات لنقص عنصر الحديد نتيجة لارتباطه بالكلس وصعوبة امتصاصه، فوجود الذبال يعد يمنع تشكل معقدات.

من الناحية الفيزيائية :اي كل ما يتعلق بقوام التربة، فهو يحسن و يزيد تماسك الاتربة الرملية ويوفر لها المواد اللاحمة بين جزيئات التربة مما يعمل على زيادة الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية. الذبال يقوم بتفكك وتحسن نفادية وتهوية التربة الطينية الثقيلة فيوفر بذوره لجذور النباتات وسطا ملائما لنموها**[72]**.

❖ **مزايا الاسمدة العضوية :**

1– الاسمدة العضوية هي عادة مواد معتدلة وغير كاوية (caustic) اذا ما اتصلت او احتكت بالمحاصيل، فالاسمدة لاتحرق ولا تعمل على جفاف الاوراق و الجذور .

2– بطئ افراز الغذاء مما لذا فهي تبقى لمدة زمنية اطول من الاسمدة الكيميائية المحلولة في الماء, التي قد تتسرب مع حركة المياه باتجاه الاسفل.

3– من الممكن ان يحسن استخدام الاسمدة العضوية للتربة وذلك باكسابها قدرة اعلى على الاحتفاظ بالماء و تربة جيدة لنمو المحاصيل .

4– المواد العضوية هي مصدر للعديد من العناصر الاساسية .

5– استخدام الاسمدة العضوية كسماد هي طريقة لاعادة تكرير المواد التالفة.

❖ **عيوب الاسمدة العضوية :**

1– يجب الحصول على الاسمدة العضوية التي تحوي على تركيزات منخفضة من الغذاء وتعطى بكميات كبيرة للمحصول فقد تكون المواد ضخمة ويصعب وضعها في التربة.

2– نظرا لبطء افرازها للغذاء، فبعض الاسمدة العضوية لا توفر الغذاء بسرعة مناسبة, او بكميات كافية لتامين ما يطالبه المحصول .

3– على الرغم من انها قد تحتوي على عدد كبير من العناصر الا ان تركيزها منخفض في الاسمدة العضوية جدا فهي لا تلبي احتياجات المحاصيل.

4– الاسمدة العضوية اكثر تكلفة من الاسمدة الكيميائية, باستثناء بعض الاسمدة الكيمائية البطيئة الافراز التي قد تساوي تكلفتها تكلفة الاسمدة العضوية**[73]**.

II. 6.العناصر الغذائية الخاصة : N ,P,K:

II. 1.6.أهم العناصر الغذائية :

1. النيتروجين :

عنصر متحرك في النبات وهو عنصر النمو الخضري وحتى نحصل على نمو خضري جيد لابد من توفر كميات مناسبة منه في التربة. كما أن أضافة كميات كبيرة منه تحمي النبات من الأمراض**[74]**. فعنصر النتروجين عنصر مهم جدا في حياة النبات وتغذيته لانه يمثل القدر الاكبر للمكونات العضوية الاساسية للنبات والزراعة ككل وذلك لاحتوائه على البروتينات والانزيمات والاحماض النووية والكلوروفيل.

1.1.النتروجين في التربة :

يختلف النتروجين عن معظم العناصر المعدنية الموجودة بالتربة الزراعية لان مصدره الاصلي هو الهواء الجوي اذ يشكل النتروجين نسبة 79بالمئة من حجم الهواء الجوي في حين ان الصخور الاصلية ومعادن التربة لاتحتوي على هذا العنصر ولا تستطيع النباتات النامية الاستفادة من النتروجين الغازي N_2 مباشرة لانه يكون بشكل غاز خامل وان الصيغ التي تمتص هي NO_3 ، NH_4.

يوجد النتروجين في التربة في حالة تغير ديناميكية مستمرة حيث يتاثر محتواه في التربة باستمرار بعمليات الاضافة والفقد المختلفة. وسلسلة التغيرات التي تحدث للنتروجين في التربة يطلق عليها دورة النتروجين التي تتم بفعل ميكروبات التربة. فيضاف النتروجين الى التربة من النتروجين الغازي N_2 الموجود في الجو حيث تقوم البكتيريا التكافلية والغير تكافلية باستعمال هذا النتروجين لتكوين البروتين في اجسامها، وعندما تموت فتقوم ميكروبات اخرى بمعدنة هذا البروتين لتكوين ايونات الامونيوم $NH4^+$ هذه الايونات يمكن ان تؤخذ بواسطة النباتات لكن معظمها يتحول بواسطة البكتيريا (عملية النترجة)الى ايونات النتريت NO_2^- ثم الى ايونات النترات NO_3^- وايونات النترات تؤخذ بواسطة النبات او الميكروبات التي في التربة. او تعود الى الجو على صورة غاز خلال عملية عكس النترجة.

1.2.صور واشكال النتروجين في التربة :

1- الاشكال اللاعضوية (المعدنية) :كالامونيوم والنتريت والنترات والاكاسيد النترجية الغازية.

2- الاشكال العضوية للنتروجين :الاحماض الامينية والبروتينات وكثير من المركبات العضوية مثل :الاحماض النووية والفيتامينات وغيرها وتمثل هذه الصورة حوالي 99% من النتروجين الكلي بالاراضي الزراعية في معظم فترات السنة.

1.3.بعض اسمدة النتروجين المعدنية :

- **اليوريا $(NH_2)_2CO$** :يحتوي على 46% نيتروجين وتصنع اليوريا من تفاعل الامونيا مع ثاني اكسيد الكربون تحت ضغط ودرجة حرارة مناسبة.

- **نترات البوتاسيوم KNO_3**: تحتوي على 13.5%نتروجين و36.5%بوتاسيوم.

- **سماد نترات الامونيوم NH_4NO_3: فهو** يحتوي على 32-35%من النتروجين فهو شديد التميع مما يجعله صعب التداول والاستخدام قابل للانفجار في وجود الحرارة.

1.4.تحولات النتروجين في التربة :

يتواجد النتروجين بشكل رئيسي في التربة بصورة عضوية بحيث يمثل 99%من النتروجين والباقي يكون على صورة معدنية فالنبات لايستطيع الاستفادة من النتروجين الا بعد تحوله من شكله العضوي الى المعدني تقوم العديد من الكائنات الدقيقة بتحلل المادة العضوية ويتحرر منها الازوت في شكل امونيا NH_3..

معدنة النتروجين :

تغير النتروجين من شكله العضوي الى شكله المعدني اي تعبيره و تحوله الى الشكل الجاهزة للامتصاص من طرف النبات كالالمنيوم والنترات وان عملية تحول النتروجين العضوي الى امونيوم، هذا التحول يحتوي على عدد من الخطوات كمايلي :

الاولى :يحدث تحلل مائي للبروتينات بفعل الانزيمات وتنطلق مركبات بسيطة في صورة احماض امينية وهذا بواسطة الاحياء الدقيقة.

$$soil\ organic - N\ \ R - NH_2 + CO_2 + Additional\ products + energy \ldots\ldots (1)$$

الثانية :

$$NH_3 + R - OH + energh \rightarrow R - NH_2 + H_2O \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

وتذوب الامونيا الناتجة في الماء ويتكون ايون الامونيوم

$$OH^- + NH_4^+ \rightarrow NH_4OH \rightarrow NH_3 + H_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ويكون مصير الامونيوم الناتجة احدى الحالات التالية :

1-يمكن ان يتحول الى النتريت والنترات وذلك خلال عملية النترجة.

2-يمكن ان يمتص مباشرة بواسطة النبات.

3-يثبت في اجسام الاحياء المتعددة التغذية بعملية التمثيل.

4-يمتز على اسطح الطين والمادة العضوية.

5-يتحول الامونيوم الى امونيا بعملية التطاير وخاصة اذا ارتفع رقم الpH الارض على 8.

6-يثبت داخل طبقات معادن الطين بعملية تدعى بتثبيث الامونيوم.

عملية النترجة :

تعرف على انها عملية الاكسدة البيولوجية للامونيوم الناتج من عملية النشردة او المضاف في صورة اسمدة الى نترات وتتم هذه العملية لمرحلتين :

1-اكسدة الامونيوم الى نتريت ويقوم بها البكتيريا Nitrosomonas

$$2NH_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2 + 2H_2O + 4H^+ \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

2-يتم اكسدة النتريت الى نترات وتقوم بها بكتيريا Nitrobacter

$$2NO_2 + O_2 \rightarrow 2NO_3^- \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$Net\ 2NH_4^+ + 4O_2 \rightarrow 2NO_3^- + 2H_2O + 4H^+ \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

البيكتريا المسؤولة عن هذه العملية النايتروسومونس والنايترو بكتر هي احياء ذاتية التغذية تحصل على طاقتها من اكسدة النتروجين والكاربون من CO_2 وهي هوائية اجبارية لدا يتطلب توافر الاكسجين لاتمام العملية.

عملية عكس النترجة : Denitrification

هي عملية اختزال النترات والنتريت الى صورة غازية N_2، N_2O، NO، والتي تعود الى الهواء الجوي ويحدث هذا تحت الظروف اللاهوائية للاراضي الزراعية في المناطق الغدقة سيئة الصرف والاحياء المسؤولة عنها لاهوائية اجبارية مثل Bacillus و Micrococcus و Pseudomonas.

تطاير الامونيا : Ammonia Volatilization

في الوسط المائي القاعدي تتحول ايونات الامونيوم الى غاز الامونيا الحر NH_3 مما يؤدي الى خسارته بالتطاير وتحدث هذه العملية في التربة القاعدية والكلسية (الغنية بكربونات الكالسيوم) كما وتتاثر هذه العملية برطوبة التربة ودرجة الحرارة، و لا سيما الاسمدة الحاوية على الامونيوم يضاف السماد النتروجيني بطريقة التقليم وتجرى عملية الري مباشرة بعد اضافة السماد كما تستعمل الاسمدة المولدة للحموضة.

فقد النترات بالغسيل : Leaching Losses

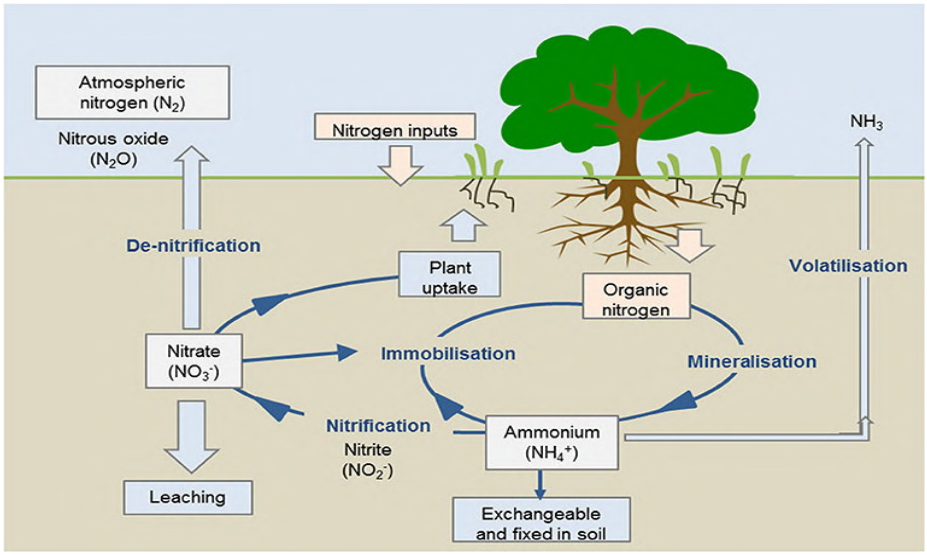
ان ايون النترات NO_3^- معروف بشحنة سالبة وعلى هذا يكون فرصة ادمصاصه على اسطح الغرويات الارضية قليل وذلك للتنافر الناتج عن تشابه في الشحنات مما يسهل من غسله وفقده, لدا يفقد هذا الايون الى طبقات تحت سطحية مع مياه الصرف وتتوقف كمية النترات المفقودة بالغسل على كمية المياه وعدد مرات الري اي محتوى الارض من الاكاسيد والغرويات الموجبة الشحنة وقوام الارض بحيث يزداد الفقد بانخفاض كمية الطين في التربة ويمكن تقليل فقد النترات بالغسل باتباع المعاملات الزراعية التالية :

- استخدام كميات قليلة من المياه.
- استخدام السماد النتراتي بالكمية المناسبة وفي الوقت الملائم.
- تجزئة كمية السماد المسخدمة.
- استخدام السماد النتراتي في تسميد المحاصيل ذات الجذور العميقة **[51]**.

5. تثبيت النتروجين في التربة :

تجميد النتروجين يشير الى استهلاك النتروجين الذائب او غير العضوي المتاح في الكائنات الحية المجهرية في التربة بحيث يكون النتروجين المثبت غير متوفر للنباتات حتى تموت الكائنات الحية الدقيقة وتتمعدن موادها العضوية. ويحدث هذا التثبيت اذا اندمجت بقايا النباتات ذات النسبة العالية من الكربون والمنخفضة من النتروجين للتربة ولا تسبب طبقات او مهاد المواد العضوية على سطح التربة مشاكل خطيرة جراء هذا التثبيت لان الاتصال بين المواد العضوية والتربة محدود لدا التربة, يكون الكربون في المادة العضوية غذاء لبعض الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في التربة ولكن المواد العضوية الكربونية بدرجة مرتفعة لاتحتوي على نتروجين كافي لدعم نمو هاته الكائنات ونتيجة لذلك تستخدم الكائنات الحية المجهرية النتروجين المعدني المتاح في التربة لنموها بحيث ان هذه الكائنات الحية تتكاثر في كافة انحاء التربة وتكون على اتصال وطيد بالنتروجين وبالتالي تحصل عليه بسرعة افضل بكثير من جذور النباتات.

ومن الممكن تجميد مواد مغذية اخرى كالفسفور والبوتاسيوم مثلا ولكن يبقى تثبيت النتروجين هو الاكثر وضوحا.



الشكل (II-11): يوضيحة تحدد دوران النتروجين عبر اشكال مختلفة في التربة.

1.5 .تاثير النتروجين في نمو النبات وجودته :

النتروجين هو مغذي قوي وممتاز بالنسبة للنبات نقصه يؤثر بشدة على انتاج المحاصيل وعلى هذا فيجب توفر الاسمدة النتروجينية عن كثب وهذا لتجنب قلة التخمير او كثرته فقد يوجد نقص بالنتروجين يقدر بحوالي 70%من اراضي المحاصيل, ولكنه يمكن ان يسترد النمو ويعالج المردود المنخفض الحاصل من النتروجين بسرعة وهذا من خلال اعادة التزويد بالعناصر الغذائية وكذلك قد يؤثر التطبيق المفرط للنتروجين ويضر بالنمو والنوعية.

- **النمو النباتي :**

تشجع تطبيقات الاسمدة النتروجينية للنباتات النمو النباتي (الاوراق والسيقان والجذور ...)وكذلك النمو الانجابي (الازهار والثمار والبذور...)ولكن تحفيز النمو النباتي يفوق تحفيز النمو الانجابي ويعمل على تعزيز نمو الفسائل اكثر منه في الجذور فيحدث تخفيف لنمو الجذور والنمو الانجابي وهذا بالتخمير المفرط للنتروجين والتطبيق القليل منه فقد

تاتي هذه الردود بسبب تاثير النتروجين في التوازن الهرموني للنبات فالنتروجين يشجع التركيب الحيوي لعناصر تنظيم النمو التي تحفز بدورها نمو الفسائل والتي تحول من غير نمو الجذور وكذلك النمو الانجابي0

فبالنسبة للمحاصيل التي تزرع لغطائها النباتي كالسبانخ والخس, والكرفس يكون تعزيز النمو النباتي بالنتروجين فيها استجابة مواتية ولكن مع المحاصيل الجذرية ونذكر على سبيل المثال الشمندر والجزر فيكون تحفيز نمو الفسائل مرتفع لدرجة انه يتم الانتقاص من انتاجية الجذور وهذا بتطبيق النتروجين. ومع انواع الفاكهة من الخضروات كالطماطم قد يسيطر تحفيز نمو السيقان والاوراق من جراء تطبيقات سخية زائدة لاسمدة النتروجين ومستمرة لفترة طويلة فتنخفض بذلك انتاجية الفواكه مقارنة بتلك التي يتم الحصول عليها مع التخمير الامثل .

اثار النتروجين في النضارة :

يزيد تسميد النتروجين من نسبة الماء في النباتات, ويزيد من النضارة اوكثرة العصارة في الجزء النباتي. فالنضارة صفة مرغوب فيها في الكثير من الخضروات كالخس والسبانخ والفجل والكرفس ...وغيرها والتي يكون الجزء النباتي فيها هو الجزء الاساسي المعتمد في الاكل وكذلك يعمل التخمير بالنتروجين على نضارة الفواكه ولكنه يظهرعليه بصفة اقل من التي تظهر على الغطاء النباتي .

اثار في جدران الخلية :

جدران خلايا النباتات التي تحصل على تغذية جيدة من النتروجين تكون ارق من تلك التي تتلقى كميات اقل منه فالنتروجين يشجع النبات على تركيب البروتين وهذا على حساب تركيب الكربوهيدرات وتراكمها, فجدران الخلايا مصنوعة من الكربوهيدرات او من مواد مستمدة منها. يقلل تحويل الكربوهيدرات الى البروتين من كمية المواد المتاحة لتوليف مكونات جدران الخلايا (السليلوز والخشبين (Lignin), وعليه لاتصبح جدران الخلايا كثيرة السماكة بوجود النتروجين لديها وهذا حسب الحالة وتوفر النتروجين عندها,بالاضافة الى ذلك فان تركيب البروتين يزيدفي الجزء البروتوبلازمي للخلايا وكذلك من كمية الماء فيها .

اثار النتروجين على نضج النبات :

نضوج المحصول يتبطئ من جراء التخمير بالنتروجين وعليه يجب ان يكون التسميد بالنتروجين مناسبا لنوع المحاصيل التي يجرى زرعها يعني هذا اذاماكان المحصول يزرع الغطاء النباتي او الفاكهة او البذور واذاماكان لديه موسم للنضج سواء طويل ام قصير وذلك من خلال تاثيره في ناظمات النمو (الهرمونات)فانه يعزز التسميد به ويطيل لمرحلة نمو النبات وكذلك قد يتاخر الازهار والاثمار وهذا بسبب التسميد به ايضا.

فقد يستلزم التسميد بالنتروجين المتواجد لتطوير انتاج نباتي جيد لان النباتات التي تعاني من نقصه تكون غير قادرة النمو وحمل الازهار والثمار والفواكه تكون ضعيفة التغذية ولهافترة قصيرة في الانتاج وبالتالي سيتقلص المردود وتكبر

النباتات وتدبل قبل وقتها وهنا سيقوم النتروجين المخمر بذوره على النبات وسيسمح له بالنمو الجيد لكي تصبح لدينا نباتات قوية مزهرة ومثمرة ويطول عمرها فيزيد الانتاج وبالتالي المردود والمحصول .

1.6.كميات النتروجين المطلوبة للمحاصيل :

تختلف المحاصيل في كميات النتروجين التي تمتصها من التربة خلال فترة نمو النبات وتطورها فكمية النتروجين الممتصة تعبر عن كمية المواد الجافة المنتجة من المحصول ولتركيز النتروجين في المادة الجافة قد تحتوي النباتات المغذات جيدا من 1%الى4 %نتروجين او اكثر في اوراقها مع التباينات التي تحدثبين الانواع وخلال عمر النبات . وقد تحتوي النباتات التي تفتقر الى النتروجين على اقل من1%من النتروجين في اوراقها. لدى المحاصيل العالية المردود في الانتاج وهي التي تنتج كميات كبيرة من النمو النباتي والفواكه او البذور في بذلك متطلبات شديدة للنتروجين. يتطلب المعدل السريع للنمو بالاقتران مع كمية كبيرة النمو امدادات متاحة بسرعة وهذا بفضل توفر النتروجين في التربة فالمحاصيل التي تزرع بكثافة عالية تمتص كميات كبيرة منه للتربة وهذا بسبب ارتفاع انتاجية المحاصيل التي تزرع زراعة مكثفة.

- فالمحاصيل التي لديها مردود عالي في الانتاجية تكون لديها نسبة عالية من البروتين وعليه فان متطلبات النتروجين تتواجد بنسبة كبيرة في التربة وهذا ماسوف نتطرق اليه الان :

1- طلب مرتفع على النتروجين :

امتصاص اكثر من 120رطل نتروجين لكل فدان اي (3رطل نتروجين لكل 1000قدم مربع) تمتص لفصل واحد ونذكر منها على سبيل المثال بعض المحاصيل كالذرة, البطاطا والطماطم, الكرفس...وغيرها

ومن الاعلاف نذكر منها :المراعي والتبن.

- تنتج المحاصيل المتوسطة الطلب للنتروجين نسبة معتدلة منه وهذا حسب طبيعة النبات التي تكون منخفضة في المردود والانتاج لانها قد تنمو في زراعة اقل كثافة من المستوى العالي وتنحصر جلها في محاصيل الخضر ونوضحه كالتالي :

الطلب المعتدل للنتروجين :

فهي تمتص بين 50و120 رطل نتروجين للفدان الواحد اي ما يعادل (1.25-3رطل نتروجين لكل 1000قدم)للموسم الواحد وهي عبارة عن محاصيل الخضار وتشمل :

- الحبوب ذات السيقان القصيرة (كالقمح, الشوفان, والشعير, والجاودار)وخضروات البستان (البازلاء والفاصوليا). بالاضافة الى دلك العشب الاخضر (Turfgrasses).
- المحاصيل ذات الطلب القليل او المنخفض للنتروجين تنمو ببطي ويكون لديها موسم قصير جدا ايضا وتنحصر جلها ضمن المحاصيل الجذرية فقد يعزز التخمير الفائض بالنتروجين للمحاصيل الجذرية نمو الفسائل ويقل من نمو الجذور وعلية انتاجها يكون ضعيف جدا بالنسبة للتخمير المعتبر. تمتص هذه المحاصيل كمية قليلة من النتروجين من التربة اي مايتناسب مع مردود انتاجها وهذا ما سوف نتعرف اليه الآن :

3-الطلب القليل على النتروجين :

امتصاص اقل من 50رطل نتروجين لكل فدان اي (1.25رطل نتروجين لكل 1000قدم مربع)تمتص لموسم واحد ونذكر من بينها المحاصيل التالية :

التبغ ,الفجل ,حديقة الفواكه، الحبوب ذات السيقان الطويلة، المحاصيل الجذرية مثل الجزر واللفت والبطاطا الحلوة.

1.7.تركيزات النتروجين في الاسمدة :

تتراوح تركيزات النتروجين في الاسمدة من 1%الى80%من وزن المواد .بحيث تحتوي الاسمدة العضوية الطبيعية على نسبة تقدر من 1-15%للنتروجين وكذلك نجد في البروتين النقي حوالي 16%منه, لهذا تكون المواد وتركيزات النتروجين اعلى من 16%مصنعة وقد يعتبر تركيز16% من النتروجين منخفضا للاسمدة الكيميائية لعصرنا الحالي. وتكون المواد العضوية المتضمنة ل اقل من 1%نتروجين منخفضة جدا في تركيز النتروجين على العموم وهذا ليتم اعتبارها كاسمدة. وتكون هذه المواد كبيرة جدا في الحجم للتعامل بها وقد تفرز النتروجين ببطئ شديد وذلك ليكون لديه قيمة في المحاصيل, وفي الواقع سوف تتسبب بعض المواد ذات التركيز النخفض من النتروجين اي التي تحوي على اقل من 1%منه بتجميده في التربة وعلى هذا قد نلجا الى تطبيق نتروجين اضافي عبر الاسمدة لمنع تطور اوجه النقص في المحاصيل. وبالرغم من انه قد اعطيت قيمه دقيقة لتركيز وافراز النتروجين في المواد العضوية الا انها ستختلف في معدلات التركيز والافراز الفعلية لهذه المواد حسب طبيعة الطقس والمناخ والمنشا المحدد لها وكيف يتم التعامل مع هذه المواد وتجهيزها وتخزينها.

سوف نوضح في جدول تركيزات النتروجين في بعض الاسمدة العضوية والكيميائية الشائعة وكذلك في بعض المواد المتنوعة **[73]**.

جدول(II -14) يوضح تركيز النتروجين في الاسمدة العضوية والكيميائية الشائعة وفي مواد اخرى متنوعة.

- **الاسمدة العضوية :**

المادة	النتروجين (%من الوزن الجاف)	الافراز في موسم واحد (%من اجمالي النتروجين)
وجبة الريش	15	70
الدم المجفف	12	90
اوعية الحيوان	8	70
بقايا الاسماك	8	70
فول الصويا	7	70
وجبة بدر القطن	6	70
وجبة بدر الكتان	6	70

تفل الخروع	5	70
المهضومة	6	50
الخام	2	10الى 50
الحيوانات الكبيرة	2	30الى50
الدواجن	3	70

- **السماد ,الرطب :**

الحيوانات الكبيرة	0.5	10الى50
الدواجن	1.5	60

- **الاسمدة الكيميائية :**

الامونيا اللامائية	80	100
اليوريا	45	100
نترات الامونيوم	34	100
كبريتات الامونيوم	21	100
الفوسفات ثنائي الامونيوم	**20**	**100**
نترات الصوديوم	16	100
نترات الكالسيوم	15	100
نترات البوتاسيوم	13	100

- **مواد متنوعة :**

السماد	1	10الى 50
العشب	1.5	40
الخضروات	2.5	60
قصاصات العشب الاخضر	**1.5**	**60**
النجارة, رقائق الخشب	0.1	0

اللحاء	0.3	0
الجلود, الجلود المدبوغة	12	40
الحرير، الشعر، الفراء	12	30

2.الفسفور :

عنصر غذائي أساسي جدا قليل الحركة يوجد في التربة. يخزن في الجذور وتزداد نسبه تواجده بزيادة النيتروجين يمتاز بقلة ذوبا نيته في الماء, يدمص الفسفور بكثرة بعد تحوله من عضوي لغير العضوي على حبيبات الدقيقة ويقل في الحبيبات الخشنة للتربة **[74]**. فالفسفور مفتاح الحياة لما له من اهمية كبيرة في العديد من الفاعليات الجارية داخل النبات و بالرغم من ان تواجده ضمن النبات اقل من تواجد العنصرين (النتروجين والبوتاسيوم)يمتص الفسفور من طرف النبات وهذا لسد حاجياته لمختلف الوظائف الحيوية كعملية التمثيل الضوئي وانقسام الخلايا وتكوين البذور...كما انه ضروري في تكوين مركبات الطاقة.

2.1.الفسفور في التربة :

تتنوع الترب في محتواها من الفسفور الكلى متاثرة بالعديد من العوامل اهمها المادة الاصل, الاستغلال الزراعي والمناخ ...الخ وبصفة عامة يكون محتوى التربة من الفسفور الكلى في مدى يتراوح بين 0.2-0.15%وهذه الكمية ترتبط بوجود المادة العضوية بحيث يمثل الفسفور العضوي 20-80%من الكلي.

2.2.اشكال الفسفور في التربة :

1-الفسفور المعدني :الفسفور المعدني في الارض الزراعية مصدره الاصلي هو تحلل الصخور المحتوية على الفسفور وعليه يوجد على شكل مركبات الكالسيوم, الالومنيوم, الحديد, الفلوريد او عناصر اخرى وتعتبر جميع مركبات الفسفور قليلة الذوبان في الماء مما يؤثر سلبيا على الكمية الميسرة منه للنبات حيث تكون الكمية قليلة جدا في محلول التربة او منعدمة وتمثل مجموعة الاباتايت المصدر الرئيسي له مثل الهيدروكسي اباتايت والكربونات الاباتايت.

2-الفسفور العضوي : يوجد الفسفور العضوي في التربة اما في صورة مركبات فوسفورية عضوية او مركبات فوسفورية غير عضوية مرتبطا بمركبات عضوي, وتمثل هذه الصورة نسبة 20-80%من الفسفور الكلي بالطبقة السطحية للتربة الزراعية ومن هذا المدى نجد انه يوجد فرق بين الترب المختلفة في محتواها من الفسفور العضوي

المركبات الفوسفاتية الشائعة الانتشار في الاراضي.

جدول(II -15): يمثل المركبات الفوسفاتية الشائعة في الاراضي.

المركب	الرمز
هيدروكسي اباتيت **Hydroxy apatite**	$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$

فلورو اباتيت **Flour apatite**	$Ca_{10}(PO_4)_6(F)_2$
فوسفات ثنائي الكالسيوم **Dicalcium phosphate**	$Ca\ HPO_4$
فوسفات ثلاثي الكالسيوم **Tricalcium phosphate**	$Ca_3(PO_4)_2$
الفيرسيت **Variscilte**	$ALH_2PO_4(OH)_2$
السترنجيت **Strengite**	$FeH_2PO_4(OH)_2$

تمتص النباتات الفسفور بشكل رسمي على صورة ايونات فوسفاتية معدنية احادية وثنائية HPO_4^{-2} H_2PO_4، وهذه الايونات تكون موجودة في محلول التربة وفي اي وقت بتراكيز قليلة جدا وذلك على الرغم من كبر محتوى التربة من الفسفور الكلي وبصفة عامة لايزيد التركيز عن بضعة اجزاء في المليون, ويعزى هذا التركيز المنخفض الى سرعة تثبيت الفسفور بالطرق المختلفة في التربة.

2.3.اشكال فسفور التربة من حيث الجاهزية للنبات هي :

1-**الفسفور الذائب** :ويكون جاهز بشكل مباشر للامتصاص من قبل النبات الا ان تركيزه قليل جدا فهو يمثل (0.3-3جزء بالمليون)وفي هذا الجزء يكون الفسفور على هيئة الاورثوفسفات الاحادية والثنائية (HPO_4^-, $H_2PO_4^-$) النبات يمتص $H_2PO_4^-$ بسرعة تقدر بعشرة اضعاف امتصاص $H_2PO_4^{-2}$.

2- **الفسفور القابل للتجهيز (الفسفور القابل للتغير)** :وهو الفسفور الممتز على الاسطح المختلفة للتربة ويمكن ان يتحرر الى المحلول وفي هذه الحالة يعتبر من الصيغ الجاهزة للامتصاص بواسطة جذور النباتات.

3-الفسفور بطئ الجاهزية (الفسفور غير القابل للتغير) : ويكون قليل الذوبانية الى قليل جدا لاسيما عند تحوله لصخر الابتايت وبشكل عام الفسفور الجاهز للامتصاص من قبل النبات عبارة عن الفسفور الذائب بالماء (فسفور محلول التربة)والفسفور القابل للتجهيز, والذي يمثل الفسفور الممتز على الاسطح المختلفة في التربة (اسطح معادن الطين والكاربونات والمادة العضوية)او الفسفور المترسب الا انه لايزال في مراحل وسطية ولم يصل الى المستوى المتقدم من الترسيب 0

2.4.العوامل المؤثرة في جاهزية الفسفور في التربة :

1-**معادن الطين** :زيادة كمية المعدن الطيني تزيد من الامتزاز مما يجعل الفسفور متماسكا.

2-**زمن التفاعل** :يتحول الفسفور مع الزمن الى الاشكال الاقل ذوبانا نتيجة للامتزاز والترسيب.

3-**المادة العضوية للتربة** :تعمل على تقليل امتزاز الفسفور من خلال:

- الاحماض العضوية تنافس الفسفورعلى مواقع الامتزاز وتقلل من امتزازه.
- تذيب الاحماض العضوية الفسفور المترسب.
- تخفض درجة تفاعل التربة PH وتزيد الجاهزية.

3- **درجة تفاعل التربة PH** :افضل ذوبانية وجاهزية للفسفور تكون عند المدى 6.8-6.0

4- **درجة الحرارة** :تعرف بان سرعة التفاعلات الكيميائية تزيد بزيادة درجة الحرارة وبالتالي وجد في اراضي المناطق الحارة يكون تثبيت الفسفور اكبر مما هو عليه في اراضي المناطق المعتدلة[51].

اثار الفسفور في نمو النباتات وجودتها :

يميل تسميد النباتات بالفسفور الى تحقيق توازن بين بعض التاثيرات التي قد تحدث نتيجة التخمير بالنتروجين فالتخمير بالفسفور يزيد من قوة السيقان عن طريق زيادة سماكة جدران الخلية وتعزيز جدان الخلية يحسن في مقاومة النباتات للامراض وقد يحفز الفسفور على تنمية الجذر الافقي (التفريع) فتنتشر الجذور في مناطق التربة الغنية به وهذا نتيجة التواجد العالي للفسفور وتحفيزه لانقسام الخلايا وقد لا يتغير طول الجذور الاساسية بتسميد الفسفور لان الآثار هي اساسا في تنمية فروع الجذور فقط. فالفسفور ضروري للنباتات المزهرة ففي حالة نقص الفسفور, سيضعف حجم الزهور وتقل وفرتها. فالامداد بالفسفور للنباتات المحتاجة لهايزيد من الازهار ولكن بمجرد تحقق كفاية في الفسفور, لن تزيد زيادات اخرى بالتخمير به.

2.5.كميات الفسفور التي تتطلبها المحاصيل:

يختلف امتصاص المحاصيل لكميات الفسفور من التربة كما يحدث لعنصر النتروجين وهذا فان الكميات الممتصة لها علاقة بانتاجية المحاصيل فالمحاصيل العالية الغلة والمزروعة زراعة مكثفة تكون سريعة النمو وتمتص الفسفور بشكل اكبر من المحاصيل المنخفضة الغلة والبطيئة النمو والتي تكون مزروعة زراعة محدودة. فامتصاص الفسفور يمثل نحو ربع امتصاص النتروجين وقد تتراوح تركيزات الفسفور في اوراق المحاصيل المزروعة مع التغذية الكافية من 0.2% الى 0.5%من وزن الاوراق الجاف ويشير التركيز الضعيف المقدر ب0.15%الى نقص الفسفور, تحدث التركيزات الاعلى من0.5%في النباتات التي تنمو في الزراعة المائية وكذلك في التربة المسمدة تسميدا جيدا او في المادة الوسيطة العضوية...وفي مايتبع بعض التقديرات التقريبية لاستهلاك الفسفور من طرف النبات وهذا وفق احتمالات مردود الانتاج او لنمو النبات.

1- **الطلب المرتفع على الفسفور** :

امتصاص اكثر من 30رطل من الفسفور الفعلي لكل فدان (0.75رطل فسفور لكل 1000متر مربع)ومن المحاصيل العالية الغلة والمزروعة زراعة مكثفة والتي تنمو بسرعة نذكر منها :

الذرة, الكرفس, البطاطا, الطماطم, الخيار, الاعلاف، القطن .

2-**الطلب المعتدل للفسفور** :

امتصاص مابين 15و30رطلا من الفسفور الفعلي للفدان الواحد اي (0.38الى0.75رطل فسفور لكل 1000 قدم مربع) وتتمثل معظم المحاصيل ذات المردود المنخفض في محاصيل الخضار وندكر منها :

فول الصويا، حبوب الذرة السورغوم (Sorghum)،الحبوب الحبيبية (المحاصيل المنخفضة او المتوسطة المردود).

3-**الطلب المنخفض على الفسفور** :

تمتص المحاصيل المنخفضة المردود والبطيئة النمو ودات الزراعة المحدودة اقل من 15رطلا من الفسفور الفعلي لكل فدان (0.38رطل فسفور لكل 1000 قدم مربع)وتتمثل محاصليها في مايلي:

الفلفل, حبوب الفاصوليا واللوبيا والفول (Beans).

2.6.تركيزات الفسفور في الاسمدة :

تتراوح تركيزات الفسفور في الاسمدة من نحو1الى اكثر من50%على شكل اكسيد (P_2O_5)وقد تكون المواد التي تحتوي على اقل من 1%اكسيد ضعيفة جدا من الفسفور وهذا لتكون ذات قيمة كسماد لتطبيق واحد وسوف نلخص تركيزات الفسفور لبعض الاسمدة العضوية والكيميائية المشتركة, على شكل P_2O_5وعلى شكل P فعلي في الجدول التالي وتعتبر صخور الفسفات خام اصلي بيولوجي بحري بحيث ان لديه قابلية جد ضعيفة للذوبان في الماء ويتمركز جله لدى الولايات المتحدة وهذا مايجعلها من المنتجين الاوائل لاسمدة الفوسفات وكذلك في الصين وافريقيا بما فيها من ذلك المغرب ومن خلال معالجة هذا الاخير نحصل على السوبرفوسفات وهي كلها عبارة عن اسمدة تضاف للتربة لتحسن الزراعة والانتاج.

جدول (II-16) يوضح تركيزات الفسفور في الاسمدة الشائعة :

- **الاسمدة العضوية** :

الاسمدة	تركيزات الفسفور		التوافر النسبي
	P_2O_5	P	
الفوسفات الصخري	30	13	منخفض جدا
الفوسفات الصخري الغرواني (Colloidal)	20	9	منخفض جدا
الخبث او الركام الاساسي	10	4	معتدلة
سماد العظام	23	10	متوسطة

الروث	1	0.4	معتدلة
السماد,المجفف	1	0.4	معتدلة

- **الاسمدة الكيميائية :**

السوبر فوسفات العادي	20	9	عالية
السوبر فوسفات الثلاثي	45	19	عالية
الفوسفات الثنائي الامونيوم	52	22	قابل للذوبان في الماء

الشكل(II -12): يوضح نتائج التسميد الفوسفوري.

2.7 .تثبيت الفسفور في التربة :

يتم تثبيت الفسفور في التربة المعدنية من قبل الالمنيوم والحديد والمنجنيز والكالسيوم او المغنيسيوم غير العضوية والتي تتفاعل مع الفوسفات لتشكل مركبات قابلة للذوبان بشكل ثابت حيث يحدث هذا التثبيت في بضع ايام. و يتوفر اكبر قدر من الفسفور في التربة عند درجة حموضة pH=6.5او مابين 6و7بحيث تكون قدرة التربة على تثبيت الفسفور منخفضة عند درجة الحموضة هذه ويكون الالمنيوم والحديد و المنجنيز و الكالسيوم القابلة للذوبان بتركيزات قليلة نسبيا فينخفض كذلك تثبيت الفسفورالى حد كبير.

لدا التربة المعدنية الحمضية والتي يكون فيها درجة الحموضة اقل من 5.5 تزداد ايونات الالمنيوم والحديد والمنجنيزالقابلة للذوبان في محلول التربة فتتفاعل هذه الايونات مع الفوسفات القابل للذوبان وترسبه حالا وهذا مايجعل الفسفور ينفد للنباتات كما انه يثبت ايضا باكاسيد الالمنيوم والحديد والمنجنيز في التربة الحمضية فتغطي هذه الاكاسيد الطين والجسيمات الاخرى.

وعند درجة حموضةpH اعلى من6.5الى 7 تزيد حدة تثبيت الفسفور بالكالسيوم. فكربونات الكالسيوم (الجير)في التربة القلوية هي السبب السائد الذي يجعلها قلوية. ففي هذه التربة تتفاعل كلامن الفوسفات والكالسيوم لينتج فوسفات الكالسيوم القابلة للذوبان فتكون عموما هذه الفوسفات قابلة للذوبان بما يكفي لتلبية حاجيات النباتات من الفسفور بينما فوسفات الحديد والالمنيوم لسيت مثلها .

تنقسم الفوسفات المترسبة حديثا من الالمنيوم والحديد والمنجنيز والكالسيوم بدقة وتتكون لدينا رواسب جديدة من الفوسفات على الاكاسيد لسطح الجسيمات لكل حالة من الحالات وبذلك تكون المناطق السطحية من الفوسفات المترسبة عالية, بحيث ان توافر الفوسفات المترسب كافيا لدعم نمو المحاصيل ومع مرور الزمن يحدث تغيرات في الرواسب حيث يصبح الفسفور متافر بشكل اقل مماكان عليه في الرواسب الاصلية وتشكل المركبات المترسبة البلورات الكبيرة وهذا بدوره يقلل من مساحتها السطحية ومن توافرالفسفور المترسب.

يزال الفسفور المترسب على اسطح الاكاسيد ويبقى القليل من الفسفور قرب سطح الجسيمات ويحد من توافره فكلما طال تواجده في التربة قل توافره وها بسبب دخوله الى الاكاسيد وتكوينها للبلورات كبيرة ومن اجل ذلك ينبغي ان يحدث تسميد الفسفور محاصيل وقت زراعة المحصول.

2.8زيادة توافر الفوسفور في التربة والاسمدة :

يمكن تخفيض قدرة التربة الحمضية على تثبيت الفسفور وذلك عن طريق تجييرها فقد يقلل تجيرها عند درجة حموضة pH=4الى pH=6.5,تثبيت الفسفور الى النصف. ويمكن التعبير عن هذا التاثير في تثبيت البطئ للفسفور من الاسمدة بالاضافة الى انخفاض في اجمالي قدرة التربة على تثبيته فزيادة توافر الفسفور في التربة المجيرة راجع الى تخفيض جزء كبير من الالمنيوم والحديد القابلان للذوبان في المحلول, ولكن يبقى للتربة المجيرة قدرات معتبرة في تثبيت الفسفور للتربة المعدنية .

فاضافة المواد العضوية تزيد هي الاخرى من توفرة وتشكل نواتج المواد العضوية المتفككة نمودجا معقدا يسمى كلابي مع ايونات من الالمنيوم والحديد والمنجنيز لربط او عزل هذه الايونات بحيث يخفف عنها تفاعلها مع الفوسفات وبهذا يبقى الفسفور في المحلول بوجود المواد العضوية اكثر مما في غيابها فالاحماض العضوية التي تنتج اثناء تحلل المواد العضوية تسهل كذلك في عملية ذوبان الفوسفات الصعب الذوبان بتحويل المواد القابلة للذوبان بصعوبة الى السوبر فوسفات.

2.9 .تجيير التربة :

الحديد والالمنيوم الحديد و الالمنيوم

القابلان للذوبان في التربة + OH^- ← الحديد والالمنيوم المترسب

$(Al^{+++}and\ Fe^{+++})$ $(Fe(OH)_3 and\ AL\ (OH)_3)$

تطبيق المادة العضوية وجمعها مع التجيير قد يزيد توافر الفسفور من الاسمدة اكثر من تطبيق احدى المواد لوحدها. يقلل التجيير من الالمنيوم والحديد والمنجنيز القابلة للذوبان والمواد العضوية تجمع وتعقد بعض الايونات التي تدخل المحلول بحيث يتم تقليل قدرة تثبيت التربة بشكل ملحوظ. يؤثر الفسفور الناتج من المواد العضوية في التربة اكثر من الفسفور في المواد غير العضوية, بحيث تكون الاسمدة العضوية كالاسمدة والروث اكثر فائدة في التربة المجيرة مما في التربة الحمضية جدا. بالرغم من ان الفسفور الصخري يتطلب احكاض التربة للتحلل الا انه لايعمل في التربة الشديدة الحمضية اي

يكون pH اقل من5 وتكون تركيزات الالمنيوم مرتفعة جدا لدرجة ا ن اي فسفور صخري يدوب قبل ان ينتقل مسافة كافية في التربة لتحصل عليه جذور النباتات.

يتحرك الفسفور من حبيبات الاسمدة الكيميائية ببطئ شديد قبل الترسب وهدا لتفادي التفاعل السريع للفسفور مع التربة وتوضع الاسمدة الكيميائية ووجبات العظام او الخبث ضمن مجمعات محلية بقرب جدور النباتات.

جدول (II-17) يوضح تفاعلات الحديد والالمنيوم في التربة الحمضية (ا)من دون اضافة المواد العضوية (ب)

(ا)التربة الحمضية				
ايونات الالمنيوم والحديد (Fe^{3+}وAl^{3+})	+	ايونات الفوسفات $H_2PO_4^-$ واخرى		القابلة للدوبان بصعوبة AlFeفوسفات (pغير متوافر)
(ب)التربة الحمضية المعدلة بالمادة العضوية				
ايونات الالمنيوم والحديد (Fe^{3+}وAl^{3+})	+	مواد عضوية		شيلايت (Fe^{3+}وAl^{3+})
(Fe^{3+}وAl^{3+})	+	ايونات الفوسفات $H_2PO_4^-$ واخرى		تفاعل محدود ل(Fe^{3+}وAl^{3+})مع الفوسفات

2.10مصير الفوسفور المثبت :

الفسفور الذي يتم تثبيته في العادة لايضيع من التربة لكنه يتسرب عبر المياه الجوفية ويبقى محافضا على تواجده في التربة عدا الرمال او التربة القليلة من عنصري الحديد والالمنيوم فالتربة المخصبة جدا بقوة تبقى متمسكة بفسفورها مالم ياخد التاكل التربة السطحية **[73]**.

3 .البوتاسيوم :

هو عنصر متحرك قليل الحركة في التربة. لا يدخل في تركيب مواد هامة داخل الأنسجة النباتية ويوجد بها على شكل ملح ذائب غير عضوي يكثر في الخلايا الميريستيمية يعتبر من العناصر الغذائية الأساسية نقصه يسبب تراكم, يمتص ويخزن بالأوراق**[73]**. فعنصر البوتاسيوم يعتبر كذلك من العناصر المغدية الكبرى حيث انه يمتص بكمية كبيرة من طرف النبات فهو قليل التركيز في البذور والانسجة الناضجة وينتقل عبر الانسجة بحرية تامة وعليه يستطيع النبات ان يعيد استخدامه مرة اخرى وهذا بانتقاله من الانسجة القديمة الى الانسجة النامية .

3.1 .البوتاسيوم في التربة :

يعتبر البوتاسيوم من اكبر العناصر شيوعا بالقشرة الارضية, فهو يمثل 0.3-2.5%من المكونات المعدنية للقشرة الارضية ويوجد البوتاسيوم في المعادن الاولية والتي تعتبر المصدر الاساسي للبوتاسيوم مثل :الفلدسبارات البوتاسية كالمسكوفايت والبيوتايت, وكذلك يوجد في العديد من المعادن الثانوية (الطين) وعليه تكون الترب الغنية بالطين ذات محتوى كبير من البوتاسيوم مقارنة بالترب الرملية او العضوية, وبالرغم من احتوائه الكبير في الترب الطينية الا ان محلولها الارضي لا يحتوي على نسبة كبيرة منه وهدا بسبب ادمصاص الكاتيون على اسطح حبيبات الطين.

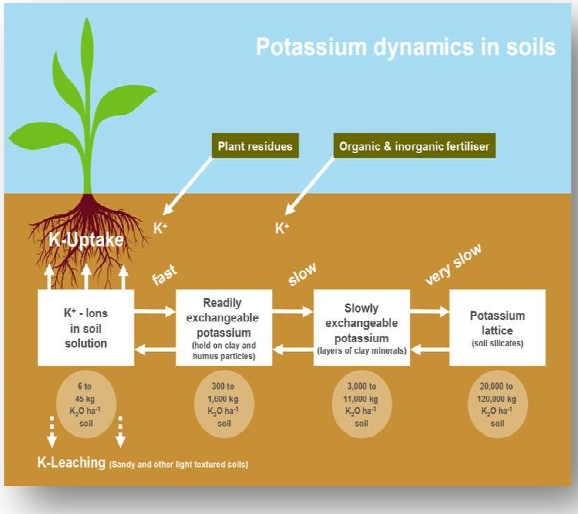
3.2 .اشكال وصور البوتاسيوم في التربة :

يوجد البوتاسيوم في التربة الزراعية بثلاثة اشكال وذلك من حيث الجاهزية للنبات وهي :

1-البوتاسيوم غير الجاهز :وهو البوتاسيوم الموجود في تركيب المعادن الارضية وتشكل هذه الصورة من 90الى 95%من البوتاسيوم الكلي.

2-البوتاسيوم بطي الجاهزية (المثبت) :ويشكل من 1-10%من البوتاسيوم الكلي.

3-**البوتاسيوم سريع الجاهزية** :ويمثل البوتاسيوم الذائب في محلول التربة والبوتاسيوم المتبادل ويشكلان 1-2%من البوتاسيوم الكلي وهذا ماتوضحه الصورة الموالي.



الشكل (II-13): صورة توضيحية تبين ديناميكية واشكال البوتاسيوم في التربة.

3.3.العوامل المؤثرة في جاهزية البوتاسيوم في التربة :

1- نوع المعدن الطيني : تزداد جاهزية البوتاسيوم بزيادة نسبة المعادن المتخصصة في مسك البوتاسيوم وذلك لان لها سعة تبادلية كاتيونية عالية (CEC).

2- السعة التبادلية الكتيونية :كلما زادت هذه السعة تزداد قابلية تماسك التربة وتبادل الايونات وبالتالي فان الترب ناعمة النسجة تكون ذات قابلية اكبر على امتزاز البوتاسيوم من الترب الخشنة النسجة وذلك لكبر سعتها التبادلية.

3– رطوبة التربة :وهي مهمة جدا في نمو الجذور وحركة البوتاسيوم من التربة باتجاه الجذور كما تعمل على تمدد معادن الطين وتحرر البوتاسيوم المثبت فيها الى النبات ومن ثم تؤثر في زيادة جاهزية البوتاسيوم وامتصاصه.

4–**نوع النبات** :طبيعة النبات ونوع الجذور مهمة جدا لجاهزية وامتصاص البوتاسيوم النباتات ذات الفلقة الواحدة لها قابلية على امتصاص البوتاسيوم بشكل افضل من ذات الفلقتين وهدا متعلق بالسعة التبادلية لجذور المحاصيل **[51]**.

3.4. تاثير البوتاسيوم في نمو النبات ونوعيته :

ان البوتاسيوم مطلوب لتنمية الفاكهة والبذور وعليه فان اي ضعف في تواجده يودي الى الحد من مردود المحاصيل وهذا بسبب الحجم الصغير للفاكهة والبذور وتعبئتها القليلة للحبوب والنوعية الرديئة للمنتج حيث ان عملية النضج تتم قبل وقتها. فتظهر فاكهة النباتات التي ينقصها البوتاسيوم بشكل سيئ وتفشل البذور في النمو المكتمل وبالتالي فان الحبوب المتاثرة بنقصه تكون فقيرة التغذية غير مثمرة الا ان حبوب النباتات المتشبعة بالبوتاسيوم تصبح ممتلئة باوزانها مقارنة كبيرة ومحتويات كربوهيدرات عالية.

3.5. كميات البوتاسيوم التي تتطلبها المحاصيل :

ترتبط كمية البوتاسيوم التي تستهلكها المحاصيل ارتباطا مباشر بالانتاج وخاصة بكمية النبات المنتجة وكثافة غرس الفسلات وطول الفصل اللازم لنموها فالبوتاسيوم يدخل ويتفرع بسرعة كبيرة في بداية فترة النمو اكثر حتى من الفسفور والنتروجين ومن اجل ذلك يتوجب تطبيقه بوفرة خلال هذه الفترة لان البوتاسيوم يعمل على تحفيز نمو الجذور ولكن لايستحسن تطبيقة مرة واحدة عند الغرس وهذا لان تقسيمه على مرحلتين يعطي لنا فاعلية احسن من تطبيقه لمرة واحدة وهذا مايؤدي بدورة الى تحسين الغذاء والمحصول بصفة اعم.

1–الطلب المرتفع للبوتاسيوم :

يعتبر طلب كمية 100رطل او اكثر من البوتاسيوم للفدان الواحد طلبا مرتفعا جدا اي (2.5 رطلا لكل 1000 قدم مربع) بشكل عام. فالمحاصيل التي تطلب كمية كبيرة من البوتاسيوم تلك التي تتطلب ايضا كميات كبيرة من النتروجين والفسفور ونذكر منها :

الذرة ,التبغ ,الكرفس والفالفا (نبات يستخدم لتغدية الماشية).

2–الطلب المعتدل للبوتاسيوم :

يتطلب حوالي 50الى100رطل للفدان الواحد اي مايعبر عنه ب(1.25الى 2.5 رطلا لكل 1000 قدم مربع)وابرز محاصيل الطلب المعتدل محاصيل الخضار والحبوب الصغيرة.

3–الطلب المنخفض للبوتاسيوم :

يكون تحت ال50رطلا للفدان اي مايتطلب (1.25رطلا لكل 1000قدم مربع) وتشمل محاصيل الطلب المنخفض :محاصيل بساتين الفاكهة.

3.6. الاسمدة التي تحتوي على البوتاسيوم :

تتراوح نسبة تركيز البوتاسيوم في الاسمدة بين 2الى6%على شكل اوكسيد (K_2O).وتشكل بقايا النباتات واجزاؤها الخضرية والقشور مصادر مهمة للبوتاسيوم بحيث يكون البوتاسيوم متواجد ضمن هده الاجزاء لانه يكون قابل للذوبان بالماء وتحتوي اسمدة المزارع حوالي 2% من(K_2O)من علف الدواجن, بحيث تضيع كمية كبيرة من البوتاسيوم عبر تبول الحيوانات الكبيرة كما ان الاسمدة العضوية تحتوي على نسبة اقل من الموجودة لدا المادة النباتية الاصلية والتي قدرت حوالي 1%من اوكسيد البوتاسيوم, وهذا لان معظمه تم فقدانه عن طريق الرشح اثناء اعداد التخمير حيث تعتبر جل اسمدة المزرعة والاسمدة العضوية مصدر نباتي والبوتاسيوم المستلخص ضمنها يكون قابلا للذوبان بالماء ويتوفر لدا جميع النباتات .

جدول(II -18) يوضح تركيزات البوتاسيوم في بعض الاسمدة الشائعة :

- **الاسمدة العضوية:**

مصدر البوتاسيوم	تركيز البوتاسيوم %(وزن جاف)		Kالمتاح %(من المجموع)
	K_2O	K	
بقايا النباتات الخضري	4	3.3	100
بدن القش	2	1.7	100
بذور	1.5	1.2	100
الاعشاب البحرية	5	4.2	100
السماد الطبيعي المجفف	2	1.7	100
الطازجة (اساس الوزن الرطب)	0.6	0.5	100
سماد	-	0.5	100
رماد الخشب	10	8.3	100
الرمل الاخضر	7	5.8	عدم
غبار الغرانيت	5	4.2	عدم

- **الاسمدة الكيميائيات:**

كلوريد البوتاسيوم	60	50	100
كبريتات البوتاسيوم	48	40	100

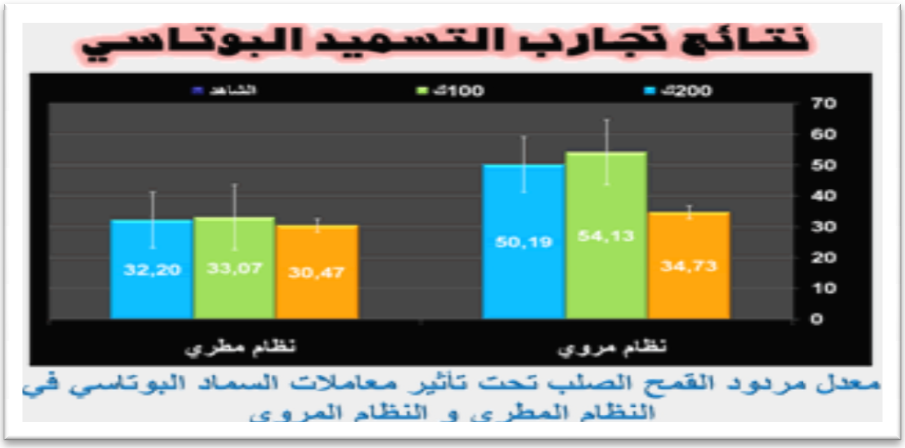
نترات البوتاسيوم	44	37	100
كبريتات المغنسيوم	22	18	100

من الأسمدة البوتاسية:

Chlorure de potassium 60 %K2O

Sulfate de potassium 50 % K2O

3.11Nitrate de potasse 44 % K2O



شكل (II-14): يوضح نتائج تسميد البوتاس.

3.7. نسبة البوتاسيوم في التربة :

ان نسبة البوتاسيوم في التربة عالية جدا مقارنة بنسب الفسفور والنتروجين ومعظم البوتاسيوم الموجود في التربة يقدر ب90الى 98 %فهو يحفظ في المعادن الخام مثل الفلد سبار والميكا ولكن في الواقع هذا البوتاسيوم غير موجود لانه يوجد على شكل ذائب وهو عبارة عن نوع من مادة الغرانيت.

3.8. تثبيت البوتاسيوم في التربة :

البوتاسيوم المثبت مرادف لكلمة البوتاسيوم غير قابل للتبادل اي البوتاسيوم المخزن لدا صفائح الطين فكلما كان طين بكثرة كلما زاد تمسك البوتاسيوم لديه لان التربة الطينية مثبت قوي لاحتجاز البوتاسيوم ضمنها فهي تعمل على حماية من الرشح عكس البوتاسيوم المطبق بالتخمير والذي قد يحبس في شبكة الطين وبالتالي يقف البوتاسيوم ولا يتاح للنباتات فيشكل نقص في مغذيات النبتة وكذلك في الرمال التي لاتملك طاقة لتثبيت ايونات البوتاسيوم تضيع بالرشح وعليه فان البوتاسيوم المثبت وخاصة تلك المتواجد بالترب الطينية له دور مهم في تغذية المحاصيل ونمو النبات .

3.9. رشح البوتاسيوم من التربة :

ان كل البوتاسيوم الموجود في محلول التربة يكون معرض للرشح بصفة عامة ولكن نسبة الرشح تختلف باختلاف تركيبة ونوعية التربة ففي التربة الرملية تتحرك المياه عبرها بسرعة كبيرة وهذا بفضل مساماتها الواسعة فينتقل البوتاسيوم بسرعة كبيرة الى الاسفل لان تركيبة التربة خشنة ولديها قدرة ضعيفة على حبس البوتاسيوم من الرشح مما يؤدي الى استنزافه فيها اما في التربة الناعمة المهيئة تكون لديها مسامات ضيقة يمر عبرها الماء ببطي شديد مما يعيق عملية الرشح فيها والمحافضة على كمية البوتاسيوم المتدفقة لديها وتعمل على تثبيته.

3.10. الاستهلاك المترف للبوتاسيوم :

اذا زاد توفر البوتاسيوم بكمية كبيرة في التربة فان النباتات سوف تمتص هذا الفائض من البوتاسيوم وتستخدمه في العملية الايضية. وفي التربة ذات الطاقة العالية لتموين البوتاسيوم, لايمكن تجنب الاستهلاك المترف, وغالبا ماينتج هذا الاستهلاك عن التخمير المفرط فيشكل لنا اشكالية تودي الى خسارة البوتاسيوم.

3.11. ادارة التخمير بالبوتاسيوم :

بسبب التثبيت والرشح والاستهلاك المترف للبوتاسيوم تكون تطبيقات خفيفة متعددة للبوتاسيوم خلال مرحلة النمو احسن من تطبيق واحد كبير اثناء الزراعة. فالقيام بالعديد من التطبيقات يحتاج لعمالة اكثر ويتطلب استعمال ادوات اكثر من تطبيق لمرة واحدة. وهنا يتوجب على المزارع موازنة هذه الكلفة مع كلفة التخمير, ويمنكه اختيار تطبيق لمرة واحدة اذا وجد ان كلفة العمالة والمعدات تتجاوز كلفة التخمير **[73]**.

الفصـــل الثـــالث:

طرق واستخدمات مياه الري للحفاظ على التربة و تغذية النبات

III. 1.الري:

III. 1.1.تعريف الري :

الري هو العلم الذي يهتم بتزويد المساحات الزراعية بالمياه اللازمة للاستخدامات الزراعية بطريقة محسوبة بدقة ويكمن هذا حسب طبيعة المناخ السائد والطبوغرافيا بالإضافة إلى ذلك طبيعة التربة من حيث (درجة الحامضية ,تدرج الحبيبات الموجودة ضمنها ...الخ) فإمداد التربة بالماء يحافظ على محتوى الرطوبة اللازم لنمو النبات, ويعمل على غسل التربة كذلك من الأملاح الزائدة لديها وذلك من اجل الحفاظ على تركيز الملوحة المقبول لدا منطقة الجذور في النبات **[75]**.وللري قواعد وشروط يتجلى ذكرها في مايلي**[76]** :

1-ان تكون التربة مزروعة بالنبات في أي مرحلة عمرية من البذور إلى الحصاد.

2-أن تتم عملية إضافة المياه بتدخل بشري سواء كان بتركيب أجهزة مثل المنقطات والرشاشات أو بحفر قنوات لحركة المياه .

فارتواء الأرض طبيعيا بماء المطر أو الفيضانات لا يسمى ريا وعليه تنقسم الزراعات الي قسمين :

- ❖ زراعة مروية طبيعيا.
- ❖ زراعة مروية اصطناعيا.

III.2.1.انواع الري :

1- **ري طبيعي**:وهو وصول المياه للنباتات بطريقة طبيعة اي دون تدخل بشري

2- **ري اصطناعي**:وهو الدي يتدخل فيه الانسان ويعمل على اعادة توزيع مياه السقي باستخدام عدة طرق مختلفة وحديثة **[77]**.

III.3.1.طرق الري :

طرق الري الجديدة:

- ✓ الري السطحي وينقسم الى :الري بالدىم والري بالواسطة **[78]**.
- ✓ الري بالرش.
- ✓ الري بالتنقيط.
- ✓ الري المحوري.

الري السطحي :مايطلق عليه ايضا باسم الري بالغمر والذي يتم من خلاله تجميع الماء فوق سطح الارض واغراق النبتة بالماء ويصنف الى الري بالدىم اي بالزراعة البعلية او البورية الري بالواسطة .

-**الري بالرش** :وفيه تعتمد النباتات والتربة بالحصول على مياه الري من الرشاشات المنتشرة للمياه لكي تتساقط على النباتات وكانها مطر اصطناعية وتنقسم الى عدة مجموعات منها:

- حسب طريقة الرش وهي الرداد والضباب.

- حسب طريقة العمل وتكون اما ثابتة او متحركة او نصف متحركة او نقالة.
- حسب مدى الرش وتنقسم الى:
  - مسافة تزيد عن 25 مترا.
  - مسافة تتراوح بين 12 و 18 مترا.
  - قصيرة المدى وتصل الى اقل من 8امتار فولط.

– **الري بالتنقيط** : وهي عملية لامداد النباتات المزروعة بكمية من المياه اللازمة والكافية التي تضمن حياة نمو النبتة دون زيادة او نقصان.

– **الري المحوري** :يعتمد هذا النوع من الري على وضع انبوب طويل يمتاز بدورانه من ناحية واحدة ويشبه الذراع, يتصل مع مصدر او مزود بالماء ويعمل على الري على شكل نصف دائري بشكل متوازي مع طول الانبوب لتغذية كافية للمحصول **[79]**.

طرق الري القديمة :

الانسان البدائي القديم لم يكن يملك مايملكه الانسان المثقف الحديث لقد كان يستخدم ما يناسبه ويمتلكه وعلى هذا تم التعرف على طرق الري القديمة والتي هي :

1. **الري بالغمر** :وهي اشهر الطرق القديمة التي تتميز بسهولتها وعدم حاجياتها الى ايادي خبيرة ولهذا يستخدمها معظم المزارعون القدماء لقة تكتلفتها ولكن للاسف ما اكتشفه المزارعون بعد ذلك عكس تميزها وذلك ان استخدام هذه الطرقة نتج عنه انجراف التربة وتملحها وهدر الكثير من المياه اي مناراضي زراعية منتجة الى اراضي قاحلة.
2. **الري بالافلاج والقنوات** :هذه الطريقة تعتمد على جر الانسان للمياه من عمق الانهار عبر قنوات الى مناطق بعيدة جدا عن النهر او السد وهذه الطريقة تستخدم كثيرا في المناطق البعيدة عن التطور التقني الحديث والتي دام استعمالها الى وقت.
3. **الري بالشادوف** :الري بالشادوف يحتاج الى رجال اقوياء لما له من جهد وقوة في استعماله وذلك لاعتماده على شد وعاء خشبي كبير مربوط بحبل وبواسطته يتم رفع الماء من النهر ونقله الى احواض الري فهي حقا طريقة جد صعبة .
4. **الري بالنواعير** :هذه الطريقة متواجدة بمدينة حماة السورية والتي هي عبارة عن عجلة خشبية كبيرة جدا مثبتة عليها قطع تقوم على رفع الماء من نهر العاصي الى مناطق مرتفة لتستخدم في ري المحصول الزراعي[85].

III.4.1.اقسام ماء الري :

ينقسم الماء المستخدم في الري الى الاقسام التالية :

1-جزء يمتص بواسطة جذور النباتات .

2-جزء يتبخر من سطح الارض.

3-جزء تحتفظ به من التربة حسب قوامها.

4-جزء يتسرب من خلال حبيبات التربة الى المياه الجوفية [80].

III.1.5.فوائد مياه الري :

- يقوم الماء بدور العامل المذيب للمواد الغذائية التي تحتويها التربة وحملها لجذور النباتات.
- يساعد على نشاط بكتيريا التربة التي تعمل على تحليل المواد العضوية الموجودة في التربة فيمكن للجذر امتصاصها.
- يساعد على حفظ درجة حرارة التربة لتكون مناسبة لنمو النباتات.
- يحمل الاملاح الزائدة والمواد الضارة بالنباتات الى باطن الارض والمصارف [81].

III.1.6.اهمية عملية الري :

يعد انتظام عملية الري من اهم العوامل التي تؤدي الى نمو المحصول ونجاحه, وذلك لان الزيادة او النقصان في كمية المياه المضافة الى التربة او النقصان في كمية المياه المضافة الى التربة يؤدي الى حدوث مشاتل واضرار للنبات, حيث ان الزيادة مياه الري تؤدي الى انتشار الامراض الفطرية وامراض اعفان الجذور وقد يؤدي حتى الى تاخر نضج الثمار, وكذلك ان الكميات الزائدة من مياه الري تؤدي الى تشقق الثمار, اما بالنسبة لقلة مياه الري تؤدي الى ظهور ضعف عام للمحصول وضعف النمو الخضري وتكوين الازهار والثمار وكذلك قد تكون الثمار الناتجة صغيرة في الحجم فتصاب هي الاخرى بمرض عفن الطرف الزهري وهذا ما يؤدي بدوره الى سقوط الثمار والازهار, فهذا مايحدث تقريبا لدا توفر العناصر الغذائية الضرورية للنبات. فالماء متعلق بدور العناصر الغذائية المضافة للتربة اي ان هناك علاقة وطيدة بين كمية المسقي وكمية العناصر الغذائية المؤدية الى تحسين الزراعة **[82]** كما تتمكز اهمية الري فيما يلي **[83]** :

- يساهم الري في الزيادة من خصوبة التربة وبالتالي توفير الفرصة للنباتات لامتصاص العناصر الاساسية اللازمة لتغذيتها ونموها.
- عملية الري تساعد التربة من القضاء على الافات والحشرات والمواد الضارة وتخلصها من تزايد نسبة الاملاح فيها.
- يعد الماء المسقي عنصر اساسي لامداد المزروعات بالمياه عبر تقنيات الرش الحديثة وبالتالي فهو يحسن من رقعة الاراضي الزراعية.
- يعمل على الزيادة في نسبة الانتاج من المحاصيل الزراعية من خلال تخزين المياه في الجدور والسيقان وهذا لتنجب فقدانه.
- يساعد كذلك في تحفيز عمل البكتيريا النافعة للنمو النباتي واتمام عملية البناء الضوئي.

III.7.1. مصادر المياه:

تشكل الامطار و الثلوج المصدر الرئيسي للمياه الموجودة في الطبيعة، يتدفق قسم من الامطار فوق سطح الارض مكونا المياه السطحية(الانهار والبحيرات)، او قسم منه ينفذ الى اعماق التربة فيغذي المياه الجوفية . وعملية تكون الأمطار والثلوج و توزيعها على الكرة الأرضية تدعى الدورة الهيدرولوجية أو الدورة المائية في الطبيعة أن اغلب المياه المتوفرة في الطبيعة مالحة، والماء العذب نسبته قليلة، وبشكل عام تم تقسيم المصادر المائية في الطبيعة إلى مياه تقليدية ومياه غير تقليدية.

1 مصادر المياه التقليدية:

ينبغي أن يؤخذ بالاعتبار عند تصميم نظم الري مصادر مياه الري الرئيسة، لأنها تكون المصدر المعول عليه في إمداد المشروع بالاحتياجات المائية الكافية لنمو المحاصيل.

1.الأمطار:

يجب أن تتوفر في الأمطار بعض الصفات كي تكسبا أهمية مميزة كمصدر من مصادر مياه الري لإمداد التربة بالمياه الضرورية لنمو النباتات، ومن أهم هذه الصفات ما يلي:

1-يجب أن تكون كمية الأمطار كافية لتعويض عن الرطوبة المستنفذة من منطقة جذور النباتات.

2-تقارب فترات سقوط الأمطار وانتظامها.

3-يجب أن تكون شدة الأمطار الساقطة قليلة كي تتمكن التربة من امتصاصها.

فعند التخطٌط لمشاريع الري يجب الأخذ بالاعتبار:

- معدل الأمطار الساقطة خلال الشهر والسنة لفترات طويلة.

- ملاحظة التفاوت الكبير في كميات الأمطار الساقطة خلال أشهر السنة أو الشهر الواحد أو التفاوت بين السنوات المتعاقبة.

- معرفة كافة المعلومات المتعلقة بكمية الأمطار والثلوج الساقطة، ومواعيد سقوطها، وما توفره من مياه لغرض الزراعة.

- المعرفة التامة بحال الماء الجوي (الندى، والضباب، والغيوم، والرطوبة الجوية).

يكمن دور هذه العناصر في كونها تساعد على خفض احتياجات النباتات للماء، فهي تساهم في خفض معدلات التبخر- نتح.

2.المياه السطحية:

تتكون المياه السطحية في الطبيعة من المياه الناتجة عن الأمطار و إذابة الثلوج التي لا تستغل مباشرة في مواقعيا. والمياه السطحية تشكل المصدر الرئيس لتجهيز مياه الري في معظمالأقطار العربية عدا شبه الجزيرة العربية وليبيا.

3.المياه الجوفية والماء الأرضي:

تعتبر المياه الجوفية من المصادر المائية المهمة لأغراض الري، خصوصا إذا كانت ذات نوعية جيدة. وتتكون من ماء المطر والمياه السطحية الراشحة في طبقات الأرض، حيث تتجمع فوق طبقة عميقة صماء غير نفاذة.

تتغير خواص المياه الجوفية من موقع لأخر، وهذا يعتمد على خواص جميع العوامل التي رافقت هذه المياه من بداية سقوطها كأمطار ثم سريانيا خلال طبقات التربة المختلفة التكوين وحتى رفعها للاستعمال، وأهم هذه العوامل: الأملاح والمعادن التي توجد في مكونات التربة التي يذوب منها جزء في المياه الجوفية التي تمر بهذه التربة**[90]**.

III.3. العوامل المقررة للاحتياجات المائية :

تنوع النبات من اهم العوامل التي تؤثر على استعمال الماء، فكمية الماء المناسبة للري تتطلب حسب تنوع النبات ومدى احتياجه له وهذا ما يحدده عمق الجذور, مع العلم ان التربة الجيدة تسمح للجذور بالنمو الجيد والفعال كلما ازداد عمقها داخل التربة وبالتالي توفر كمية قليلة من الماء تعد كافية. ونذكر من بين العوامل التي تؤثر على كميات الماء والتي تحتاجها مختلف النباتات :

- **درجة الحرارة** :فكلما ارتفعت درجة الحرارة ازداد فقدان النبات الى الماء لان الحرارة المرتفعة تعمل على تشقق وجفاف الارض وبالبتالي موت النبات.
- **اشعة الشمس** :تعرض النبات الى الاشعة المباشرة للشمس القوية يعمل على فقدان الماء خلال عمليتي النتح والتبخر فيؤدي دلك الى تيبس البنات وحرقه.
- **الرياح** :كلما ازدادت سرعة الرياح ازدادت سرعة احتياج النبات الى الماء لان الرياح تحرك مسامات التربة فحتاج وتهويه الارض وعليه تحتاج الى توفير المزيد من المياه.
- **الرطوبة** :النبات المزروع في بيئة رطبة يحتاج الى كمية ماء اقل من المزروع بالمناطق الجافة او شبه الجافة .

➢ **اوقات الري والتقنيات** :

- الصباح الباكر من الاوقات المفضلة لعملية الري وهذا لسكون العوامل المناخية وفيه يرتفع ضغط الماء المسقي وذلك بالمحافظة على رطوبة النبات وتفادي التبخر من الاشعة الحارقة للشمس لتجنب الجفاف السريع وعلى هذا تقل اصابة النبات من الامراض الفطرية.
- ساعات المساء الاولى تعتبر هي الاخرى من الاوقات المناسبة لعملية الري مع العلم ان البعض من البشر يعتبر الفترة المسائية على انها فترة سيئة وانها تتسبب في اصابة النبات بالامراض حيث انها هده لاتعتبر مشكلة ولارتواء الارض في هذه الفترة وجب سقيها من مرة الى مرتينل لتجنب الجفاف.

- لقد تعددت تقنيات الري ونذكر منها على سبيل هذا الغطاء الارضي العضوي الذي يعتبر من اهم التقنيات الهادفة الى التقليل من استهلاك المياه وحفضها واستخدامها الفعال وهو عبارة عن استخدام مواد عضوية مثل القش, الحجارة, الورق ...الخ لتغطية الارض الزراعية وهذا يعمل على الحد من تبخر الماء المستخدم في الري وبالتالي الحفاظ على رطوبة التربة وقتل الاعشاب المضرة بالارض وعلى عكس هدا ناهيك عن استخدامه(الغطاء الارضي)في الحفاظ على المغذيات في التربة**[84]**.

III. 4. أهم العناصر المكونة للماء:

1 العناصر الأساسية:

- **الكالسيوم Ca^{2+}:**

تواجده مرتبط بنوعية الصخور (الجبسية أو الكلسية) والتربة التي عبرتها المياه، عموما يتراوح تركيز الكالسيوم في المياه مابين 2-8 mg/l، وقد يصل في المناطق الكلسية 120 mg/l نذكر أن التركيز المسموح به في مياه السقي والذي يكون أعلى من 70 mg/l وأقل من 5 mg/l من شوارد الكالسيوم غير مناسبة لنمو وتكاثر النباتات والحيوانات المائية، ومن آثاره (عدم التقيد بهذه المعايير) التي يؤدي بدورها إلى انتاج بعض الامراض النباتية.

المغنيزيوم Mg^{2+}:

يرجع وجود المغنيزيوم في الماء إلى انحلال الصخور الكربونية المشكلة للمجرى المائي غير أن تركيزه عادة أقل من تركيز الكالسيوم وأي زيادة أو نقصان فيه يؤدي بالتربة الى الخراب والبتالي عدم قدرتها على التواصل مع النبات وبهذا يموت .

البوتاسيوم K^{+}:

يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية، وذلك لكونه من أهم تركيبة القشرة الأرضية فهو يمثل ما نسبته 2.59% إلا أن نسبته في المياه السطحية أقل من نسبة الصوديوم وقد يعود ذلك إلى تخزينه في التربة بشكل جيد فهو مصدر ضروري للنبات .

- **الصوديوم Na^{+}:**

تشكل شوارد الصوديوم نسبة 2.83% من تركيز القشرة الأرضية ويمتاز بدرجة انحلالية عالية في الماء، لذا فهو يتواجد في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية فزيادة نسبة الصوديوم في الماء يؤدي إلى احتمالات الإصابة بأمراض الفطرية على النبات .

- **الكلور Cl^{-}:**

يتواجد الكلور في جميع أنواع المياه الطبيعية لكن بتراكيز متفاوتة ويقدر وزيادة نسب الكلور في الماء يؤدي إلى تفاعل المركبات العضوية في الماء مع الكلور مكونة مركبات أخرى تزيد معها احتمالات الإصابة بأمراض.

2. العناصر غير المرغوب فيها:

- **الحديد Fe^{2+}:**

يرجع تواجد الحديد في الماء من خلال انحلال المركبات الحديدية ويتكون الحديد على شكل Fe^{2+} غير أن خاصيته السريعة للتأكسد تحوله إلى Fe^{3+} فيترسب لناعلى شكل $Fe(OH)_3$ وزيادة نسبة الحديد تؤدي إلى ظهور اللون الاصفر لاوراق النبات.

- **المنغنيز Mn^{2+}:**

تحتوي المياه الطبيعية على أملاح المنغنيز نتيجة انحلال الصخور ومن التطور البيئي يعتبر المنغنيز عنصر سام للأسماك التي يمكن استخدام فضلاتها كسماد عضوي للتحسين من خصائص التربة وهذا ما يؤدي إلى اتلاف المحصول وبالتالي تسمم الإنسان.

- **الفوسفات PO_4^{3-}:**

تعتبر الفوسفات مادة مغذية للنباتات غير أن ارتفاع نسبتها إلى أكثر من 60 mg/l يؤدي إلى تغيير في بنية بعض النباتات أما ارتفاع نسبتها في مياه فيؤدي إلى حالة مرضية، لان المصدر الطبيعي للفوسفات ناتج عن تفكك المواد الحية، ذوبان الملاح الفوسفاتية، الأسمدة، المنظفات.

- **النترات NO_3^-:**

من أهم مصادرها تحلل المواد العضوية ومياه الصرف الزراعي والصحي، إن للنترات أعراض خطيرة على الكائن الحي بصفة عامة حيث استهلاك المياه ذات تركيز العالي تودي الى الكثير من الاعراض المرضية [86].

III.5. دراسات سابقة:

➢ **دراسة استخدام الفيناس كسماد للتربة الزراعية[06]:**

أجريت دراسة حول ماد الفيناس التي تعتبر أحد مخلفات صناعة السكر من قصب السكر بتطبيقه كسماد طبيعي لزراعة نبتة الجرجير على تربة طينية غروية، تم أخذها من جنائن الجريف شرق حيث حددت قطعة ارض زراعية مساحتها 2.5 متر وتم تقسيمها إلى خمسة أحواض متساوية **[06]**:

الجدول(I-2): يبين محتوى كل حوض[06].

الحوض	محتوى كل حوض
حوض1	15g من بذور الفيناس.
حوض 2	9g من بذور الفيناس+من بذور الفيناس+3gمن السكر+3g من قشر البيض.
حوض 3	15g من سماد اليوريا.
حوض 4	80ml من الفيناس السائل.

حوض 5	تربة خالية من الاضافات.

تم تحليل عينة الفيناس وبعد دراسته اتضح أنه ذو تأثير حمضي حيث قدر ثابت الحموضة بـpH=4.5 ، كما يحتوي على نسبة عالية من الماء فوجدت تقدر بـ % 84 وأن نسبة المواد العضوية أكبر من نسبة المواد غير عضوية.

بعد تجفيف عينة الفيناس السائل بجهاز الرطوبة وجد أنه يحتوي على 5% من النيتروجين ونسبة البروتين 33% وبالتالي يمكن اعتباره مصدر غني بالبروتين. بما أن عينة الفيناس تحتوي على نسبة عالية من النتروجين والبوتاسيوم والفسفور تمت دراسته بتطبيقه كسماد طبيعي لزراعة نبتة الجرجير على تربة طينية غروى و تمت مقارنة الأحواض الخمسة بعد مرور أسبوع من الزراعة من حيث النمو وجد أن حوض الفيناس السائل هو الأفضل ويليه المخلوط ثم الفيناس الجاف ثم اليوريا وأخيرا التربة . كما تمت المقارنة أيضا بعد مرور ثلاثة أسابيع من حيث النمو فوجد أن الفيناس المخلوط هو الأفضل ويليه الفيناس الجاف ثم اليوريا ثم الفيناس السائل وأخيرا التربة الخالية من الاضافة. أما من حيث توزيع النبات على المساحة المزروعة وجد أن الفيناس السائل هو الأفضل ثم الفيناس المخلوط ثم الجاف ثم التربة ثم اليوريا**[06]**.

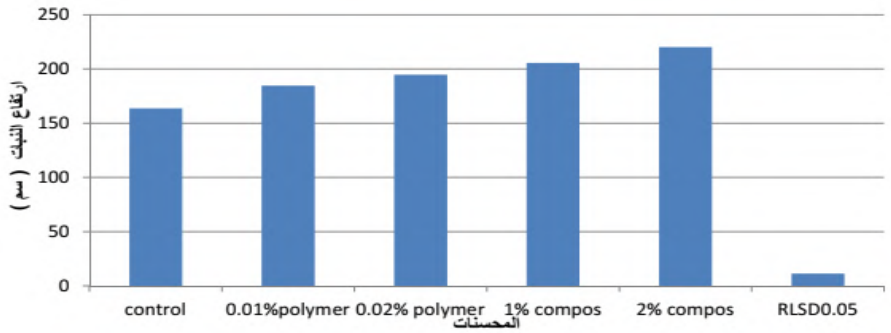
أيضا تم تحليل التربة قبل وبعد الزراعة في الأحواض التي اظهرت النتائج الأفضل من حيث النمو والطعم وتوزيع النبات على المساحة المزروعة ؛ بحيث أن الحوض الذي يحتوي على الفيناس السائل أوضحت نتائج بعض خواصه الفيزيائية زيادة تركيز كمية الأملاح الذائبة ونقصان تركيز نسبة التشبع وتحول الوسط من حمضي إلى قاعدي (pH=8) و أوضحت بعض خواصه الكيميائية زيادة تراكيز بعض العناصر مثل : الكالسيوم ، الفسفور، النيتروجين، الصوديوم، البوتاسيوم، كمية الكربون العضوي، الكلور والبيكربونات. مما يعني أن الفيناس السائل أدي إلى زيادة تراكيز بعض العناصر في التربة**[06]**.

أما الحوض الذي يحتوي على الفيناس المخلوط أوضحت نتائج تحليل بعض خواصه الفيزيائية نقصان تركيز الأملاح الذائبة ونسبة التشبع ، كما تحول الوسط إلى وسط قاعدي (pH=8) أما نتائج تحليل بعض خواصه الكيميائية أوضحت زيادة تراكيز بعض العناصر التي تتمثل في: الكالسيوم، الصوديوم، النتروجين، الفسفور، الكلوريد،كمية الكربون العضوي وانه يحتوي على نفس نسبة الكربونات الهيدروجينة الموجودة في التربة. ونقصان تراكيز عناصر المغنزيوم والكبريتات والبوتاسيوم ولا يحتوي على نسبة من الكربونات. **[06]**

وبعد دراسة النتائج والمقارنة إتضح أنه من الأفضل تطبيق الفيناس السائل كسماد طبيعي**[06]**.

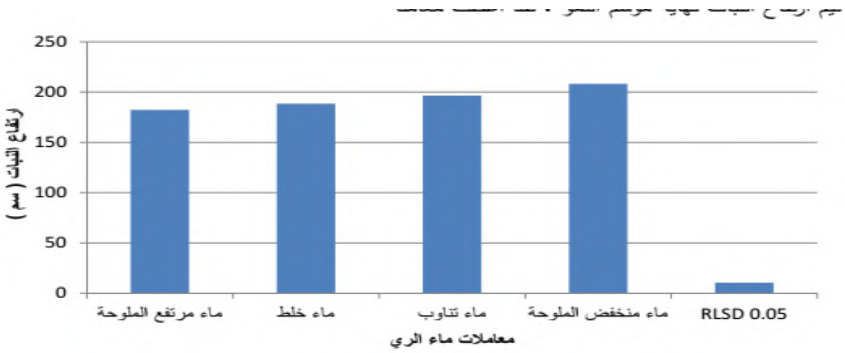
➢ **تأثير محسنات التربة والتناوب في مياه ري مختلفة الملوحة في كفاءة استعمال الماء:**

أجريت دراسة في حقل كلية الزراعة في موقع جامعة البصرة، كرمة علي الموسم الربيعي2015 على تربة ذات نسجة طينية بهدف دراسة تأثير استعمال محسن البوليمر بالمستويين 0.01 و0.02% ومحسن الكمبوست بالمستويين 1 و2% بالاضافة الى معاملة المقارنة في كفاءة استعمال الماء و بعض مفردات النمو(ارتفاع النبات والوزن الجاف للمجموع الخضري لمحصول الذرة الصفراء) باستعمال اربع معاملات من مياه الري: ماء مرتفع الملوحة (7.5-8.8 ديسيسنتمتر على المتر)، و ماء الخلط (4.5-5.0 ديسيسنتمتر على المتر) بنسبة 1:1، وماء تناوب رية بمياه مرتفعة الملوحة تعقبها رية بمياه منخفضة الملوحة طول الموسم النمو، وماء منخفض الملوحة(3.5-4.0 ديسيسنتمتر على المتر) وقد اضيف كمية ماء الري اعتمادا على قياسات حوض التبخر. ووزعت المعاملات التجريبية العالمية و بواقع ثلاثة مكررات و بتطبيق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD .وتمت هذه الزراعة بتاريخ 2015/03/20. وفي نهاية الموسم النمو و بعد حصاد المحصول بتاريخ 2015/06/22 اظهرت نتائج الدراسة ان اضافة محسينات الكمبوست و البوليمر ادت الى زيادة كفاءة استعمال الماء فضلا عن زيادة ارتفاع النبات لمحصول الذرة الصفراء. وان معاملة محسن الكمبوست بنسبة 2% تفوقت معنويا على باقي المعاملات باعطائها اعلي كفاءة استعمال الماء واعلى ارتفاع للنبات ووزن جاف للجموع الخضري وبلغت 0.88كيلوغرام /مترمكعب*هكتار و220.2 سنتمتر و10597 كيلوغرام/هكتار على التوالي. أما تاثير المعاملات مياه الري على المفردات أعلاه فقد تفوقت معاملة مياه ري منخفضة الملوحة معنويا على باقي المعاملات باعطائها أعلى ارتفاع للنبات واعلى كفاءة استعمال ماء واعلى وزن جاف حيث بلغت 208.1سنتمتر و 0.85 كيلوغرام/ متر مكعب* هكتار و 8872 كيلوغرام/هكتار على التوالي. **[87]**.



شكل (1): يوضح تأثير اضافة محسنات الكمبوست والبوليمر في ارتفاع النبات.

شكل(II -15): اعمدة بيانية توضح تاثير اضافة محسنات الكمبوست والبوليمر في ارتفاع النبات.



شكل (II -16): اعمدة بيانية تبين مقارنة في استعمال معاملات مياه الري في ارتفاع النبات.

- **تأثير بعض محسنات التربة في بعض صفات النمو الخضري و الثمري لنبات الباميا[88]:**

أنجزت تجربتين حقليتين في مدينة حديثة على بعد 240كلم غرب مدينة بغداد بهدف دراسة تاثير مستوى اضافة المخلفات الورقية و مسحوق نبات الشنمبلان في بعض خصائص النمو الخضري و الثمري لنبات الباميا. اضيفت المخلفات الورقية بمستويات اضافة 0% و0.75%، و 1.5% و3% من وزن التربة الجاف في حين أضيف مسحوق نبات الشنمبلان المائي الجاف بمستويات 0% و 0.75% و1.5% من وزن التربة الجاف.

1) أظهرت النتائج تاثيرا ايجابيا في صفات النمو الخضري اذ زاد عدد الاوراق والمساحة الورقية عند اضافة المخفات الورقية بالمستويات 0.75% و1.5% و3% على التوالي قياسا بمعامل المقارنة كما زاد عدد السلاميات عند مستوى 3% فضلا عن ان المستويين 1.5%و 3% اثر ايجابي ف عدد التفرعات الثانوية مقارن بمستوى الاضافة 0% في حين زاد عدد الاوراق بشكل مهم احصائيا لمستويات اضافة مسحوق نبات الشنمبلان 0.75% و1.5% قياسا بمعاملة المقارنة.

2) و بينت النتائج ان اضافة المخلفات الورقية عند مستوى 0.75% و 3% قد بكرت في حاصل اول ثمرة وان مسحوق نبات الشنمبلان قد بكر في حاصل اول ثمرة عند مستويي الاضافة 0.75% و 1.5% و تبكير قدره عشرة ايام لكل من المستويين أعلاه على التوالي فيما زاد مستوى الاضافة 0.75% و 3% من طول النبات عند معاملة التربة بالمخلفات الورقية، هذا من جهة و من جهة اخرى ثر مسحوق نبات الشنمبلان تأثيرا ايجابيا على هذه الصفات عند المستويين 0.75% و1.5%، أظهرت النتائج زيادة معنوية في حاصل القرنات الخضراء عند مستويات الاضافة 0.75% و 1.5% و3 % بالمخلفات الورقية قياسا بالمقارنة وبنسب زيادة قدرها 57.4% و 45.9% و 75.5% عن معاملة المقارنة وكذلك زيدة معنوية عند معاملة بمسحوق نبات الشنمبلان عند لمستويين 0.75% و 1.5% بنسبة قدرها 63% و 112% على التوالي قياسا بمعاملة المقارنة**[88]**.

- **دراسة تأثير بعض المحسنات العضوية ومستويات الري في إنتاجية التربة الطينية وبعض خواصها الفيزيائية[89]:**

تم اجراء تجربتين حقليتين الموسيمين الزراعيين (2010/2009)-(2011/2010) في مركز بحوث حوط في محافظة السويداء/سوريا. صممت التجربة بطريقة القطع المنشقة بمعاملتي ري 7.% و 100% من السعة الحقلية واربعة معملات تحسين عضوي باستخدام ثلاثة انواع مختلفة من المحسنات العضوية و التي تتمثل في كمبوست قمامة المدن، حمأة لصرف الصحي و السماد البلدي(أغنام) بالاضافة الى السماد الكيميائي و الشاهد غير المعامل، وبثلاث مكررات لكل منها. بينت النتائج ان حمأة لصرف الصحي كانت الأفضل في رفع انتاجية محصول القمح شام 3 بنسبة بلغت 29% مقارنة بالشاهد في المعاملة 100% ري خلال سنتي الدراسة، و31-33% في معاملة 70% ري لسنتي الدراسة على التوالي. بينما كان كمبوست قمامة المدن الافضل في تحسين المؤشرات الفيزيائية المدروسة حست رفع محتوى التربة من المادة العضوية بزيادة وصلت الى 90% مقارنة بالشاهد، وتفوق في تحسين كل من كثافة الظاهرية بمتوسط انخفاض بلغ 28% و الكثافة الحقيقية للتربة بنسبة وصلت الى 26% بالاضافة الى مساميتها الكلية التي وصلت الى 47.93%في السنة الاولى من الدراسة. كما أشارت النتائج بامكانية الحصول على نتائج متقاربة من الاناجية الكلية للمحصول مع امكانية خفض الكمية المستهلكة من مياه الري بنسبة30%، وهذا يوضح الاثر الايجابي لعملية التحسين العضوي للتربة باستخدام المخلفات امعاد تدويرها**[89]**.

الخلاصة العامة

خلاصة عامة:

تناول موضوعنا النظري البسيط التحسينات الزراعية بصفة عامة هذا من خلال تنوع الزراعة في الوطن العربي خاصة في الفترة الاخيرة من القرن العشرين، حيث ان الترب تختلف من منطقة الى منطقة اخرى وهذا حسب طبيعة المناخ ونوع التربة وتوفر الطبيعة الملائمة للزرع، فالهدف الاساسي من دراسة المحسنات الزراعية هو التدهور الحالي للزراعة في وطننا ما جعلنا ندرس ونغوص في موضوعنا هذا لتحليل جل التحسينات الزراعية وما تفعله لدا التربة والنبات .

من خلال بحثنا هذا وجدنا بان اضافة هذه التحسينات الزراعية لها العديد من الفوائد والمنافع التي تعود على المزارعين و الفلاحين بناتئج مثمرة من حيث المحصول والانتاج بفضل التحسينات هاته استطاع الفلاح الخروج من دائرة كبيرة من المشاكل التي كان يعانينها الفلاح البدائي القديم، فهي تعمل على تحسين القوام الجيد للتربة وتزيد من خصوبة الاراضي التالفة .

والاصل في هذا هو احتواء هاته التحسينات على عناصر مغدية قوية تساهم هي الاخرى في تغدية النبات وامداده بالعناصر اللازمة لنموه ونضجه، فتعمل هذه الاخيرة على تقويته وازهار نموه ودلك من خلال امتصاصها من طرف التربة، بحيث تعمل على اصلاح التربة التالفة وجعلها تربة منتجة غنية عن كل نقص غدائي وهذا ما اكد وميز النبات واعطى له نضارةمشرقة وجودة رفيعة وهذا عن طريق اضافة المغديات نحو التربة ما يجعلها محافظة على كمية الماء الممتصة لها وتخزينها، ولكن قبل اضافتها يجب وضع برنامج مدروس لتفادي المشاكل والاضرار التي تسببها عند اضافتها بكميات كبيرة .

فبالرغم من انحصار التحسينات الزراعية على احتوائها للعناصر الغدائية الا ان الفضل الكبير يرجع الى توفير نسبة المياه المسقية طوال فترة الزرع وهدا بفضل تطور العلم الدي ادى الى تعدد تقنيات الري الحديثة وتطورها وتسهيل استخدامها للفلاح المزارع من خلال الاكتفاء بمنسوب المياه المتدفقة والحفاظ عليها من الهدر وحسن استعمالها والتي عادت على المزارعين بالفائدة لما وفرته لهم من جهد وعناء طيلة هذه الفترة فالماء اساس الحياة ومكونه سواء كان انسان او حيوان او الطبيعة بحد ذاتها .

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المصادر و المراجع:

قائمة المراجع باللغ العربية:

[01]: https://mawdoo3.com/تعريف_الزراعة.

[02]: https://mawdoo3.com بحث عن تحسين الزراعة – موضوع.

[03]: https://www.almaany.com/ar/dict/ar-ar/التحسينات/

[04]: قطاع الشؤون الاقتصادية من ادارة الزراعة، قانون (نظام) الاسمدة ومحسينات التربة الزراعية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، دولة قطر(2006/24).

[05]: https://www.futurecobioscience.com/ar/products/soil-conditioners

[06]: http://repository.sustech.edu/handle/123456789/16992?show=full

[07]: M^elle Mammeri Khaoula, M^r Laib Mohammed, Amélioration du Sol Agraire Saharien par l'Additiond'Hydrogel dans la Culture des oignons – Cas Oued Souf, Université Echahid Hamma lakhdar – El Oued,2018/2019.

[08]: https://www.noor-book.com/tag/الكائنات-الحية-الدقيقة

[09]:دوقال يسرى،دراسة موسعة عن الأسمدة العضوية والكيميائية، الايجابيات والسلبيات، مذكرة لنيل شهادة الماستر، قسم البيولوجيا و ايكولوجيا النبات،جامعة الإخوة منتوري قسنطينة2020،2021/1

[10]: بن عمارة فاطمة، ثامر هدى،تأثير الأسمدة العضوية الطبيعية على انتاج محصول البطاطا ومحتوى مضادات الأكسدة والبروتين في الدرنات، ماسترفي جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي 2015/2014.

[11]: https://www.rosepedia.com/organic-animal-fertilizer.html تم الاطلاع عليه بتاريخ4 مارس2022.

[12]: زهير عثامنة،رائد في تجربة تربية الاسماك المدمجة مع الفلاحة بجيجل، فيديو نشرة البلاد، الفلاحة نيوز،2022/02/22.

[13]: يوسف كنج، محمد كيوان، الاسمدة العضوية واهميتها للتربة الزراعية، مديرية الشؤون الزراعية، قسم الارشاد 1977، صفحة 11.

[14]:د. عبد الستارصالح المشهداني استشاري تنمية الغابات و تشجير المدن، من محاضرات الدورة التدريبية الاولى لموسم الزراعي 2010/2009 للمهندسين والمرشيدين الزراعيين،2022/03/02.

[15]: د.حسين حمود،الاسمدة العضوية اساس الزراعة والغذاء الصحي الامن، مجلة الجيش العدد 305، جامعة لبنانية كلية الزراعة.

[16]: مهندسة امل يوسف سماحة، السماد العضوي الكمبوست الناتج من مخلفات التقليم وتاثيره على انتاجية بعض اصناف الدراق والنفاح في منطقة الزبداني،مذكرة لنيل شهادة الماستر، قسم علوم البستنة، جامعة دمشق كلية الزراعة،2018.

[17]: محمد باحث في علوم الزراعة ، السماد العضوي الاهمية الخصائص، السماد الكيميائي انوعه ومكوناته، موسوعة الورد، التربة و التسميد، 30 يناير2022.

[18]: بوعرة مروة، خزندار شامة ميساء، الاسمد الزراعية استخداماتها ومنافعها واضرارها، مذكرة شهادة الماستر، جامعة الاخوة منتوري قسنطينة، قسم البيولوجيا،2021/2020.

[19]: Chif Editor of Arabic Science Archive (arbixiv.org) Correspondence: khaled.moustafa@arabixiv.org.

[20]: أ.د. هيفاء جاسم حسين، تعاريف ومصطلحات عن الاسمدة،تقانات الاسمدة النظري، جامعة البصرة.

[21]: طارق اسماعيل كاخيا رئيس الجمعية الكيميائية السورية، كتيب الاسمدة.htt://tarek.kakhia.org.

[22]:Ahmed Sheta, دليل تفصيلي شامل الاسمدة الكيميائية و انواعها و شرح الرموز الكيميائية للتركيبات السمادية، عالم الزراعة، شوهد بتاريخ 2022/02/13.

[23]:almrsal.com/post/1054495، ما هو سماد nkp وانواعه و استخداماته.

[24]: أ.د. احمد عبد المنعم حسن، تسميد محاصيل الخضر،كلية الزراعة، جامعة القاهرة سلسلة تكنولوجيا وفسيولوجيا الخضر،2015.

[25]:Hoor Reda، انواع الاسمدة الكيميائية وفوائدها، موقع حلبي،2021، شوهد بتاريخ2022/03/04.

[26]: بتول مقابلة، الايجابيات والسلبيات الاسمدة الكيميائية، موضوع،2022، تمت مشاهدتها 2022/03/05.

[27]: محمد الامين، الطرق الحديثة لاضافة الاسمدة، الدورة التدريبية في محاصيل البستنة(مزرعة الهدى)، 2018،شوهد بتاريخ2022/03/01.

[28]: محمد الامين، التاكد من الصفات الكيميائية للسماد، الهندسة الزراعية،2019، تمت مشاهدتها في 2022/03/01.

[29]: أ.د. عبد الله همام عبد الهادي، الاسمدة الازوتية و الفوسفاتية و البوتاسية واسمدة العناصر الصغرى في الزراعة المصرية، مركز البحوث الزراعيةمعهد بحوث الارض والمياه البيئية، قسم بحوث خصوبة الاراضي وتغذية النبات.

[30]: محمد الامين،الاسمدة الكيميائية المركبة،الدورة التدريبية للاسمدة (مزرعة الهدى)على موقع الهندسة الزراعية،2018، تمت مشاهدتها في 2022/03/01.

[31]:almrsal.com، أسماء أنور طرق تحسين الزراعة، 2020، تمت المشاهدة في 2022/03/02.

[32]: أ. د عبد المهدي صالح الانصاري، الاسمدة وخصوبة التربة، قسم المحاصيل الحقلية المرحلة الثالثة

[33]:https://elsaadcompost.com/ مميزات-الجبس-الزراعي-وطرق-استخدامه

[34]:د.أ.حميد الشريف، الكبريت الزراعي الجندي المجهول في الزراعة، فلاح اليوم، اخبار الزراعة2021، شوهد في 2022/05/24.

[35]: زهير عبد الله البلاونة، كتيب الكبريت الزراعي الاصفر، قسم ركن الزراعة و الانتاج2021.

[36]:د. سوسن دكروری محمد، الهيدروجيل الجل المئي التحضير و التطبيق،قسم السليلوز والورق شعبة الصناعات الكيميائية العضوية.

[37]: منى كمال،ماهو البيرلايت الزراعي، موقع الفهرس 2022.

[38]: : د.قطب عامر فرغلي ،كتاب إعجاز عالم النبات ،اختلاط الماء بالأرض الهامدة ،جامعة أسيوط ،مصر ص6-7.

[39]:شارة التحدي الخاص بالتربة ص 44,منظمة الاغدية والزراعة للامم المتحدة ,سلسلة التعلم والعمل من الاتحاد العالمي للشباب والامم المتحدة .منتج لدعم السنة الدولية للتربة 2015ويوم التربة العالمي (5ديسمبر /كانون الاول),واليوم العالمي لمكافحة التصحر (17يناير/كانون الثاني),وعقد الامم المتحدة للتنوع البيولوجي (2011-2020)وعقد الامم المتحدة للصحارى ومكافحة التصحر(2012-2020) .

[40]:سعد الله نجم النعيمي ،التربةالسليمة وصحةالغداء والانسان ،دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع .بيروت ،لبنان ص 4-26،(2021).

[41]: بوعرت مروة وخزندار شامة ميساء، الاسمدة الزراعية استخداماتها ،منافعها واضرارها ، مدكرة التخرج للحصول على شهادة الماسترميدان علوم الطبيعة والحياة الفرع علوم البيولوجيا التخصص بيولوجيا فيزيولوجيا النبات جامعة الاخوةمنتوري قسنطينة كلية علوم الطبيعة والحياة وعلم البيئة النباتي .

[42]:مظفر احمد داود الموصلي ،الكامل في الاسمدة والتسميد (تحليل التربة والنباتات والماء)،دار الكتب العلمية للنشر بيروت ،لبنان ص203-346(2018).

[43] :جون رأين ،جورج اسط فان ،عبد الرشيد،تحليل التربة والنبات دليل مختبري ، المركز الوطني للبحوث الزراعية ص42،29(2003).

[44] : م. مصطفى بك المصري، كتاب مشتل الخضر ،كتب الزراعة ص7.

[45]:https://www.iaea.org/ar/almawadie/taghdhiat-almahasil

[46]: د.حسين فاضل الربيعي ،التقنيات النووية والتنمية المستدامة في الزراعة والغذاء ،بغداد ، العراق 2012 .

[47]: http://www.jstor .org /topic/nutrient – management

[48]:محمد الامين، مصادر العناصر الغذائية والدور الذي تلعبه داخل النباتات، (علم التربة –دروس) الدورة التدريبية للأسمدة (مزرعة الهدى)/http ://agronomie.info ،25فبراير2015.

[49]:د.محمود ديب محمد عبد الرزاق ،قراءة وترشيد استهلاك مياه الري و الأسمدة ، 2009.

[50]:عودةمراد،غسان المومني ،عبد الرحمان فارس ،رعد النعيمات،البيئة والموارد الزراعية ،وزارة التربية والتعليم للنشر (ادارة المناهج والكتب المدرسية)،المملكة الاردنية الهاشمية ص90-95(2010).

[51] :خصوبة التربة والاسمدة – الجزء النظري –المحاضرة 1،5،6

[52] :ا.د /ياسر عبد الحكيم ،كتاب المختصر المفيد في الأسمدة والتسميد .

[53] :محمد العيد،دليل شامل عن العناصر الصغرى واهميتها في تغذية النبات واعراض نقصها وطريقة اضافتها ،التسميد والاسمدة الزراعية ،9مارس 2021.

[54] :مجلة حصاد ،15 مايو 2019.

[55] :د.احمد عبد المنعم حسن،كتاب تكنولوجيا الزراعات المحمية .

[56] : ا.د /على عبد الجليل الشهير استاد خصوبة الارضي وتغذية النبات ،محاضرات في مقرر تغذية النبات لطلاب المستوى الرابع (برنامج الاراضي والمياه)للفصل الدراسي الثاني، المحاضرة التاسعة العام الجامعي 2019 -2020م .

[57] :كتاب الدليل الشامل في العناصر الغذائية واشكالها في التربة وتاثيرها عليها (المكتبة الزراعية الشاملة 2020).

[58] :مجلة العلوم الزراعية العراقية -45(1) : 18-25 ,2014.

[59] :ا.دمظفر احمد الموصلي ،الكامل في الاسمدة والتسميد تحليل التربة والنبات والماء ،بيروت –لبنان1971.

[60] : www .ipni.net/nutrifacts ،العناصر الغذائية .حقائق رقم(11).

[61] :ا.د.علاء هاشم يونس الطائي ،العناصر الغذائية الصغرى في التربة ، 02/8/2020.

[62] :د.ماهر جورجي نسيم ،كتاب الزراعة العضوية (اساسيات وتقنيات)، 2008.

[63] :اسما ايجبيت للتنمية الزراعية 25مايو 2018

[64] :كتاب أعراض نقص العناصر الغذائية (مكتبة النور).

[65] : ا.د.جمال محمد الشيبني، لغة النبات ونقص العناصر المغذية ، المكتبة المصرية ،2007.

[66] :موقع الزراعة المعمرة 2022 (proFloweاوت 12 -2018).

[67] :علي عبد الله ،كتاب زراعة الحمضيات ،10يناير 2005.

[68] :د.محمد عبد الوكيل ،مقالة الكلور وصحة النبات جامعة المنصورة ،جانفي 2010.

[69] :ريما حسين،ريمان مصطفى ، اعراض نقص العناصر على النبات ،27نوفمبر 2021.

[70] :د.رضا محمد على ،مقالة دور العناصر المغذية الكبرى والصغرى في تغذية النبات ، عالم الزراعة ،الاثنين 6فبراير 2012 .

[71] :مؤسسة المهندسين الاستشاريين ، مقالة علاج نقص العناصر في النبات2022 .

[72] :محي الدين طه .رفع احمد الحلوم .كتاب الاسمدة العضوية واهميتها للتربة الزراعية .17ديسمبر 2019.

[73] :الن ف.باركر ،ترجمة محمد خليل ،مراجعة هيثم الناهي وحسن الشريف .كتاب علوم الزراعة العضوية وتكنولوجياتها .بيروت ،تموز(يوليو 2014).

[74] https://www-bostanji-net.translate.goog/articles/article

75]: Snyder, R. L.؛ Melo-Abreu, J. P. (2005) ،"Frost protection: fundamentals, practice, and economics" (PDF) ،Food and Agriculture Organization of the United Nations ،ISSN 1684-8241.

[76]: "Aridpoop -05-15"الأصل من مؤرشف ، يونيو 19 بتاريخ اطلع عليه 2017، أبريل 25 في 2012.

[77]: Frenken, K. (2005) ،Irrigation in Africa in figures – AQUASTAT Survey – 2005 (PDF) ،Food and Agriculture Organization of the United Nations ،ISBN 92-5-105414-2الأصل من مؤرشف ، (PDF) 2007 مارس 14 بتاريخ اطلع عليه 2017، أغسطس 9 في.

{{استشهاد بكتاب}}: (مساعدة) تم تجاهله =booktitle|الوسيط غير المعروف

[78]:Peters, Troy ،"Managing Wheel - Lines and Hand - Lines for High Profitability" في 21 أكتوبر 2016، اطلع عليه بتاريخ 29 مايو 2015 (PDF) ، مؤرشف من الأصل(PDF)

[79] :ايمان الحياري،انواع الري ،27يناير 2016.

[80] : مؤرشف من الأصل (PDF) *في 19 مايو 2019*{{ .استشهاد ويب :{{الوسيط =title|غير موجود أو فارغ) مساعدة(

[81] : Wastewater use in agriculture: *Not only an issue where water is scarce!* المعهد الدولي لإدارة المياه *2010. Water Issue Brief 4* ,نسخة محفوظة 5 يونيو 2013 على موقع واي باك مشين

[82] : هبة نوارة ،المرسال تعريف الري انواعه واهميته ،17 ابريل 2022.

[83] :اشرف مرتجى ،اجيب (اهمية الري)، 20فبراير 2019.

[84] : جورج كرزم خاص بافاق البيئة والتنمية ،متى نروي مزروعاتنا وكيف نحدد كميات مياه الري ،1تموز 2020.

[85] : فريق الادكياء ، قسم الجغرافيا ،طرق ري المزروعات القديمة والحديثة .

[86] : أماني إيمان، بوكلبة نور اليقين، دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه المعدنية ومياه المنابع المعبأة في الجنوب الجزائري، مذكرة ماستر، جامعة ورقلة، 2019.

[87]: جمعة عبد الزهرة الحلفي، صلاح مهدي العطب،داخل راضي نديوي، تأثير محسينات التربة والتناوب في مياه ري مختلفة الملوحة في كفاءة استعمال الماء وبعض مفردات النموارتفاع النبات والوزن الجاف للمجموع الخضري لمحصول الذرة الصفراء باستعمال منظومة الري بالتنقيط، مجلة البصرة للعلوم الزراعية، المجلد 29(2)،774- 787 ، 2016.

[88]: حميد حمدان العلي ، واثب شكري شاكر النعيمي و عبد الله محمود صالح، تأثير بعض محسنات التربة في بعض صفات النمو الخضري والثمري لنبات الباميا، مجلة الانبار للعلوم الزراعية ، المجلد5 : العدد(1)2007.

[89]: رياض عبد القادر بلدية ،رهام فوزي زحلان، دراسة تأثير بعض المحسنات العضوية ومستويات الري في إنتاجية التربة الطينية وبعض خواصها الفيزيائية،المجلة الاردنية في علوم الزراعة ، المجلد11، العدد2015،1.

[90]: ماء الري ومصادره، تقانات-1 PDF ، شوهد في 2022/05/14.